

monuments



objets



MATÉRIAUX ET SAVOIR-FAIRE

## Le dessalement des pierres en œuvre

L'exemple de Moissac à la lumière d'autres chantiers français et européens

---

Actes de la journée d'étude  
du 19 octobre 2018  
à Moissac

---

monuments historiques et objets d'art d'Occitanie  
DIRECTION RÉGIONALE DES AFFAIRES CULTURELLES





Ouvrage sous la direction de Manon Vidal

### Auteurs

Pierre-Olivier Benech

Conservateur des Monuments historiques, DRAC Auvergne-Rhône-Alpes

Gilles Blicek

Conservateur des Monuments historiques, DRAC Centre-Val-de-Loire

Philippe Bromblet

Ingénieur de recherche, CICRP

Christoph Franzen

Scientifique de la conservation du patrimoine, IDK Dresde

Philippe Hertel

Conservateur des monuments historiques, DRAC Occitanie

Franck Hoferick

Scientifique de la conservation du patrimoine, SIB Dresde

François Jeanneau

Architecte en chef des Monuments historiques

Benoît Lafay

Conservateur-restaurateur de sculptures indépendant

Olivier Rolland

Conservateur-restaurateur de sculptures indépendant

Pere Rovira I Pons

Scientifique de la conservation du patrimoine, CRBMC Barcelone

Heiner Siedel

Scientifique de la conservation du patrimoine, TU Dresde

Stéphane Thouin

Architecte en chef des Monuments historiques

Véronique Vergès-Belmin

Ingénieur de recherche, LRMH

Manon Vidal

Conservatrice des Monuments historiques, DRAC Occitanie

Thomas Vieweger

Conservateur-restaurateur de sculptures indépendant

Couverture :

Le prophète Jérémie, détail du trumeau du portail sud de l'abbatiale Saint-Pierre de Moissac (2013).

Page précédente :

Détail de la colonnade du cloître de l'abbaye de Moissac (2011).

**Le dessalement des pierres en œuvre**  
L'exemple de Moissac à la lumière d'autres chantiers  
français et européens

Actes de la journée d'étude du 19 octobre 2018 à Moissac

# Sommaire

- 6 **Préfaces**
- 10 **Avant-propos**
  
- Partie 1**
- 15 **L'abbatiale Saint-Pierre de Moissac :  
quelles dégradations, quelles restaurations ?**
- 16 Historique de la dégradation du portail sud de Moissac  
et des interventions en conservation-restauration  
Manon Vidal
- 26 Présentation des résultats de l'étude diagnostique réalisée  
en 2017-2018 : bilan sanitaire et propositions d'interventions  
pour le portail sud et le cloître de Moissac  
Stéphane Thouin
  
- Partie 2**
- 39 **L'extraction des sels dans la pierre :  
principes et expériences**
- 40 Panorama des pratiques de dessalement, l'exemple  
de l'Allemagne  
Christoph Franzen
- 44 Le dessalement par bain :  
méthodologie et recommandations pratiques  
Philippe Bromblet, Olivier Rolland
  
- Partie 3**
- 53 **Retours d'expériences**
- 54 La restauration de la façade de Notre-Dame-la-Grande à Poitiers  
François Jeanneau
- 58 Le suivi post-restauration de Notre-Dame-la-Grande de Poitiers  
Véronique Vergès-Belmin, Thomas Vieweger
- 64 La restauration du portail de l'abbaye Sainte-Marie de Ripoll  
en Catalogne  
Pere Rovira I Pons

- 72 La restauration de la chapelle de Francesco Laurana dans l'ancienne cathédrale Notre-Dame-de-la-Major à Marseille  
Philippe Bromblet

### **Table ronde**

- 76 Dépose ou restauration *in situ*, quelles solutions pour Moissac ?

### **Posters**

- 90 La restauration du retable sculpté de la chapelle Notre-Dame-de-Bethléem de la cathédrale de Narbonne  
Philippe Hertel
- 92 La restauration de l'autel de Saint-Guilhem-le-Désert  
Benoît Lafay
- 94 La restauration de la tour-porche de l'ancienne abbatale de Fleury à Saint-Benoît-sur-Loire  
Gilles Blicck
- 96 La restauration du porche sculpté de l'église Saint-Georges d'Ydes  
Pierre-Olivier Benech

- 98 **Conclusions**

- 100 **Bibliographie sommaire**





La conservation du joyau d'architecture et d'art roman qu'est l'abbaye de Moissac, et plus particulièrement son portail, est un sujet de préoccupation pour l'administration des monuments historiques depuis sa création. Prosper Mérimée l'avait identifiée parmi les édifices justifiant une attention particulière sur le territoire national, justifiant ainsi son inscription sur les premières listes des monuments historiques.

Après de nombreux chantiers au cours des 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles, le portail de Moissac n'a plus connu d'interventions en conservation-restauration depuis les années 1980, en dépit de problématiques de dégradation récurrentes, jusqu'à présent incomplètement résolues. En 2009, la mairie de Moissac, propriétaire de l'édifice, alertée par l'état du portail, a saisi la Direction régionale des affaires culturelles pour une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage. La mise en place en 2014 d'un comité scientifique a suivi de près le lancement d'une étude préalable confiée à l'architecte en chef des Monuments historiques Stéphane Thouin. Cette étude a très vite posé la question de l'accumulation de sels dans les pierres et celle de la méthode appropriée pour dessaler les éléments en vue d'une conservation pérenne de l'ensemble.

Face à cette problématique, la Conservation régionale des Monuments historiques, le Laboratoire de recherche des Monuments historiques et la municipalité ont décidé l'organisation d'une journée d'étude qui s'est tenue à Moissac le 19 octobre 2018. Rassemblant plus d'une centaine de participants venus de toute la France, elle a permis de mettre en lumière l'ancienneté et la récurrence des dégradations dues aux sels dans les monuments historiques, l'avancée des techniques de restauration, ainsi que les bienfaits et les effets secondaires indésirables d'interventions passées. La richesse des débats démontre, s'il en était encore besoin, les avantages d'une mise en commun des points de vue et des expériences qui ne pourra qu'être profitable au monument historique.

La publication des actes de cette journée dans la collection Duo éditée par la DRAC Occitanie doit permettre la diffusion de ces questionnements. Elle contribuera à faire de la future restauration du portail de l'abbatiale Saint-Pierre de Moissac un chantier exemplaire, tant par la qualité des résultats attendus que par la démarche adoptée, fondée sur un questionnement ouvert et une transparence des débats et des décisions.

Bruno Mikol  
Directeur régional des affaires culturelles par intérim

Le portail de l'abbatiale Saint-Pierre de Moissac est un des plus beaux bijoux de la sculpture romane. Depuis plus de 900 ans, le Christ de la Vision de l'évangéliste Jean veille sur ceux qui franchissent les portes de l'église, qu'ils soient moissagais, pèlerins ou visiteurs. Les sculptures des ébrasements, dessinées dès la fin du 18<sup>e</sup> siècle par Beaumesnil, ont fait l'admiration de Viollet-Le-Duc et illustrent nombre d'ouvrages d'histoire de l'art à partir du début du 19<sup>e</sup> siècle jusqu'à nos jours, des *Voyages pittoresques* de Taylor et Nodier jusqu'à la somme sur l'art roman de Marcel Durliat.

Paradoxalement, ces images – dessins, gravures ou photographies – nous renseignent aujourd'hui sur une évidence : le portail de Moissac souffre. Les pathologies diagnostiquées depuis de nombreuses années – et je remercie le Laboratoire de recherches des Monuments historiques pour son implication dans ce dossier – attaquent la surface de la pierre et entraînent une perte inexorable de matière et, au-delà, de l'âme de ces sculptures romanes.

La ville de Moissac s'est engagée, en partenariat avec l'État et avec le soutien du Conseil départemental de Tarn-et-Garonne et du Conseil régional d'Occitanie, dans une démarche de restauration de son patrimoine, consciente de la nécessité d'entreprendre le sauvetage de cet héritage commun pour le transmettre aux générations futures.

Il est temps aujourd'hui d'agir. Puissent les actes de cette journée d'étude nous donner à la fois les clés, le courage et les moyens d'entreprendre ce grand œuvre que nous appelons tous de nos vœux !

Jean-Michel Henryot  
Maire de Moissac  
Vice-président du Conseil départemental de Tarn-et-Garonne

Les sels de toutes sortes et de toutes natures constituent l'un des pires ennemis du patrimoine bâti. Leur extraction du matériau dans lequel l'humidité, autre fléau de la construction, les invite à revenir, est une tâche longue et complexe.

Depuis de longues années, le LRMH, appuyé sur des entreprises et des restaurateurs, s'efforce de trouver les meilleures solutions pour les supprimer ou du moins les contrôler. L'une d'entre elles consiste à utiliser des compresses constituées entre autres d'argiles et de cellulose en poudre, et dont la distribution porale est étudiée de manière à autoriser à la fois une humectation de la pierre puis, au séchage, une extraction de l'eau chargée en sels.

Il existe cependant une alternative aux compresses, qui parviennent difficilement à atteindre le cœur de la pierre : le bain de dessalement. Solution plus radicale mais aussi plus pérenne, elle consiste à imprégner la pierre à cœur en la mettant à tremper dans des bacs d'eau régulièrement renouvelés jusqu'à ce que les sels aient disparu dans leur totalité.

Les deux propositions n'ont ni la même durée ni les mêmes contraintes. Le bain de dessalement implique une dépose des éléments à traiter, une période d'absence de l'édifice, dont la durée est difficile à évaluer. Cependant, une salle dans laquelle se déroule un dessalement est tout à fait visitable. Régulièrement, les mesures de conductivité de l'eau ainsi que les changements de bain amènent les restaurateurs à effectuer des opérations de levage impressionnantes et donc potentiellement intéressantes pour le public.

C'est donc un choix difficile, qui relève à la fois de la science, de la compétence des restaurateurs et des architectes, mais aussi de la politique au sens le plus complet du terme. Comment faire accepter à une population, et à des touristes, dans le cas de Moissac, une longue absence et une perte à la fois matérielle et affective, même temporaire? Quelle politique de médiation mettre en place pour que les habitants en tolèrent l'altération partielle, et pour une durée indéterminée afin d'en préserver, à terme, la matérialité ?

Toute décision devra être prise d'un commun accord avec la population car elle ne relève pas uniquement des experts ni des élus. Afin d'y voir plus clair, la DRAC, la ville de Moissac et le LRMH se sont associés pour organiser cette journée dont les actes offrent un état des connaissances sur ce sujet. Souhaitons que cette initiative nous permette désormais d'agir de la manière la plus éclairée et dans les conditions les plus sereines.

Aline Magnien  
Directrice du Laboratoire de recherche des monuments historiques

## Avant-propos



Détail du Christ du tympan.

Fondée selon la légende par Clovis<sup>1</sup>, l'abbaye de Moissac est un des sites emblématiques du Quercy.

Elle subit les troubles des invasions arabes et normandes avant de connaître une véritable renaissance à la période romane, suite à son affiliation à la puissante abbaye de Cluny (1047). Grâce à des abbés brillants (Durand de Bredon, Ansquitol, Jean-Roger), Moissac atteint alors son apogée matériel et spirituel ; elle s'affirme comme un des hauts-lieux clunisiens du Sud-Ouest, étendant son influence jusqu'en Espagne.

Symbole de cette puissance, l'héritage architectural roman, ici caractérisé par la splendeur de ses décors sculptés, attire à Moissac des milliers de visiteurs qui, chaque année, découvrent l'exceptionnel portail de l'abbatiale Saint-Pierre et son vaste cloître.

### Le portail méridional

Réalisé vers 1120-1125, c'est une œuvre magistrale qui, aux cotés de Vézelay, Arles, ou Conques, constitue une des plus belles pages sculptées de la période romane.

Abrité sous un profond porche, couvert d'une terrasse crénelée, le portail s'ouvre à la base de la tour occidentale. Le tympan, composé de 23 plaques de pierre, représente le Christ du Jugement Dernier. Figure monumentale (plus de 2,40 m de haut), sévère et hiératique, il s'inscrit dans une mandorle entourée du Tétramorphe et de deux séraphins. Dans les trois registres qui garnissent le reste du tympan, se répartissent les vingt-quatre Vieillards de l'Apocalypse, en adoration devant le Christ qu'ils regardent. De rares vestiges de polychromie ont été identifiés dès le 19<sup>e</sup> siècle.

Le tympan repose sur un linteau orné de rosaces, porté par un impressionnant trumeau sculpté de couples de lions et lionnes superposés. Ses faces latérales abritent des bas-reliefs représentant saint Paul et Jérémie, au visage serein contrastant avec le mouvement tourmenté du corps et des vêtements. Les piédroits, festonnés, répondent au trumeau : Pierre fait face à Paul, et Isaïe à Jérémie.

---

1. Elle est, dans les faits, plus certainement créée sous l'épiscopat de saint Didier (630-655), évêque de Cahors.



Les faces internes du porche sont garnies d'une double arcade ornée de bas-reliefs et surmontée d'une frise. À l'Est, prennent place des épisodes de la vie du Christ (Annonciation, Visitation, Adoration des Mages). La frise évoque la Présentation au temple, la fuite en Egypte et la chute des idoles. À l'Ouest, le registre inférieur représente les tourments de l'Enfer, surplombés par la parabole du mauvais riche. Dans la frise est figuré saint Jean ayant la vision de l'Apocalypse, le sein d'Abraham, l'histoire du pauvre Lazare et du mauvais riche.

Porche de l'église de l'abbaye de Moissac, gravure de Dauzats, in Taylor (I), Nodier (C), *Voyages pittoresques et romantiques dans l'ancienne France*. I, 2 – 1820-1854.

### **Le cloître**

Il flanque le côté nord de l'abbatiale. Depuis la démolition de celui de la Saint-Étienne de Toulouse au début du 19<sup>e</sup> siècle, il est le plus vaste cloître roman de France (27 m x 31 m). Achevé vers 1100, il est modifié, voire remonté, dans la seconde moitié du 13<sup>e</sup> siècle, comme en témoigne les arcades gothiques en brique qui couronnent les 76 chapiteaux de pierre calcaire. Plus de la moitié d'entre eux illustrent des scènes de l'Ancien (galeries Ouest et Nord) et du Nouveau Testament (galeries Est et Sud). Les autres s'ornent de décors végétaux ou de créatures animales magistralement entremêlées. Enfin, six des huit piliers qui renforcent les galeries portent des panneaux de marbre sculptés en bas-relief ; ils figurent neuf apôtres et l'abbé Durand de Bredon.

### **Une protection précoce**

L'abbaye de Moissac ne pouvait manquer d'attirer l'attention du service des Monuments historiques, dès son origine. Le cloître de Moissac fait ainsi partie, aux cotés de la collégiale de Montpezat-de-Quercy et du clocher de Caussade, des trois premiers monuments historiques classés du département

de Tarn-et-Garonne, sur la liste de 1840. L'église est, quant à elle, classée en 1846. Le site abbatial fera l'objet d'extensions de classement jusqu'à la fin du 20<sup>e</sup> siècle ; il sera par ailleurs inscrit au patrimoine mondial de l'Humanité de l'UNESCO au titre des chemins de St-Jacques-de-Compostelle en France en 1998.

Manon Vidal a retracé les différentes campagnes de travaux qui ont accompagné, dès 1841, la protection de l'abbaye au titre des Monuments historiques<sup>2</sup>. Certains des plus grands noms de la restauration ont ainsi été associés à Moissac : Questel, Viollet-le-Duc, Froidevaux, Costa ont, entre autres, contribué à entretenir, conserver, voire modifier l'édifice. Le monument dont nous héritons, loin d'être une authentique relique romane, est en grande partie l'héritier de ces interventions.

### **Un chef d'œuvre menacé**

Malgré l'importance de ces chantiers et leur récurrence, le portail et le cloître continuent de souffrir d'une lente mais irrémédiable dégradation, liée à la présence de sels dans les maçonneries. Cette pathologie, identifiée par le Laboratoire de recherches des Monuments historiques (LRMH) à Moissac dès les années 1960, a justifié les considérables travaux dirigés par B. Voinchet à la fin des années 1970<sup>3</sup>.

Les constats d'états réalisés dans les années 2000 par le LRMH ont cependant démontré que d'importants stocks de sels étaient encore présents, expliquant ainsi la dégradation active des décors sculptés.

Conscientes de ces menaces, la commune, propriétaire, et la DRAC Occitanie-Conservation régionale des Monuments historiques (CRMH, en Assistance à Maîtrise d'Ouvrage) ont lancé en 2014 une étude de diagnostic général, visant à établir un état sanitaire de l'abbaye et à proposer des protocoles d'intervention pour sa restauration.

Encadrée par un comité technique réunissant la ville et l'État, elle a été confiée à Stéphane Thouin, Architecte en chef des Monuments historiques, en collaboration avec Olivier Rolland, conservateur-restaurateur de sculptures.

---

2. Cf. p 16 et suivantes.

3. Cf. p 22-24.



L'ampleur de la contamination saline a conduit les titulaires de l'étude à proposer d'importantes campagnes de dessalement des ouvrages en œuvre, certaines par immersion dans des bains, à réaliser après déposes des décors sculptés<sup>4</sup>.

Vue d'ensemble du cloître depuis l'angle sud-ouest.

#### **Objectifs de la journée d'étude du 19 octobre 2018**

Confrontées aux difficultés techniques et déontologiques posées par ce type d'intervention, la ville et la CRMH ont trouvé nécessaire de réunir le plus d'informations possible tant sur la problématique des sels que sur les techniques de dessalement. La commune, la DRAC et le LRMH ont ainsi organisé une journée d'étude le 19 octobre 2018 à Moissac. Structurée autour de huit interventions françaises et internationales, elle a permis d'évoquer le site abbatial, les pathologies liées aux sels et les techniques de restauration, illustrées au travers de trois exemples (la Vieille-Major à Marseille, Notre-Dame-la-Grande à Poitiers et Ripoll). Ouverte à un large public, cette journée avait aussi pour objet de diffuser largement la connaissance autour de ce thème complexe, mais récurrent dans le domaine de la conservation patrimoniale.

Cette publication, inscrite dans la collection Duo initiée par la DRAC Occitanie, est la retransmission des échanges fructueux de cette journée.

Laurent Barrenechea  
Conservateur régional des Monuments historiques,  
DRAC Occitanie

---

4. Cf. p 26 et suivantes.







- Partie 1 -

L'abbatiale Saint-Pierre de Moissac :  
quelles dégradations, quelles restaurations ?

# Historique de la dégradation du portail sud de Moissac et des interventions en conservation-restauration

Manon Vidal – conservatrice des Monuments historiques, DRAC Occitanie

On connaît généralement le portail sud de l'abbatiale de Moissac comme une œuvre emblématique sur le plan de l'histoire et de l'histoire de l'art. Mais à travers lui, c'est également l'histoire du service des Monuments historiques et l'évolution des techniques et des doctrines de conservation-restauration qui peuvent être retracées. On tentera, en déroulant l'historique de sa dégradation, d'évoquer les diverses réponses qui y furent apportées.



(fig. 1) Le châtimeut du mauvais riche (détail du piédroit de gauche), Pierre Beaumesnil, *Voyages archéologiques exécutés vers 1780-1786, spécialement dans le Maine, le Poitou, la Touraine, Arles, Besançon et Moissac*, Paris, Bibliothèque nationale de France.

## Jusqu'aux années 1830, un portail en relatif bon état

Les plus anciennes mentions de l'état de conservation du portail remontent à l'époque moderne. Elles témoignent alors de problèmes d'entretien récurrents, dus à l'incurie des abbés successifs. En 1669, un procès est ainsi intenté contre l'abbé Regnaud. Le procès-verbal inclut une description des reliefs sculptés et souligne un état de délabrement dont les causes sont bien antérieures à l'abbatiale de Regnaud :

« Un grand portail enrichi d'histoire du nouveau testament de pierre et de marbre au costé duquel il y manque six pierres de taille à chaque costé à res de terre, le reste dudit portail est en bon estat<sup>1</sup> »

Il faut attendre les années 1760 pour disposer d'une première représentation du portail relativement fidèle à son état de conservation de l'époque, grâce à Pierre Beaumesnil, dessinateur et archéologue, qui séjourne à Moissac en 1767. Il est le premier à exécuter des relevés graphiques des piédroits gauche et droit<sup>2</sup>. Ils permettent de constater qu'en dépit du parfait état du trumeau, les statues sont déjà altérées, notamment au niveau des rebords et des pieds des personnages, très parcellaires (fig. 1). Les colonnettes encadrant les scènes sont elles-mêmes fissurées et semblent se déliter par plaques. Si Beaumesnil signale que ces dégradations sont autant dues au temps qu'à la main de l'homme, il est possible également que les

1. AD82, série G581, registre de 253 pages foliotées.

2. BNF, cabinet des estampes, Pierre Beaumesnil, *Antiquités d'Agen, Albi, Euze, Auch, Moissac, La Réole, Rodez, Uzès, Carcassonne Perpignan, Lectoure, Tarbes, Bayonne, Béarn, Narbonne*, s. d., carnet de 270 pages manuscrit avec dessin à l'encre brune, VE-881-8 et *Voyages archéologiques exécutés vers 1780-1786, spécialement dans le Maine, le Poitou, la Touraine, Arles, Besançon et Moissac*, GB-108-BOITE FOL.

mécanismes d'altération que nous connaissons aujourd'hui, et sur lesquels nous reviendrons plus loin, aient commencé dès cette époque<sup>3</sup>. L'abbaye est vendue à la Révolution, mais les sculptures du portail semblent avoir été épargnées. Jusqu'aux années 1830, l'abbaye est laissée à l'abandon. Avec le mouvement romantique, le regard change sur ce patrimoine médiéval. Historiens et artistes commencent à fréquenter Moissac et à produire une documentation écrite et iconographique. Alexandre du Mège réalise une série d'aquarelles du portail. Premier inspecteur des antiquités du Tarn-et-Garonne, il séjourne à Moissac en 1821. Il s'intéresse particulièrement à l'iconographie des reliefs du portail méridional<sup>4</sup>. Si ses relevés doivent être considérés avec précautions, quelques altérations sont cependant bien signalées, notamment pour le relief des *Rois Mages* où Du Mège signale déjà la disparition de la tête du personnage central (fig. 2). Dans l'ensemble, l'état des sculptures semble assez bon puisqu'il relève de nombreux détails aujourd'hui disparus et conclut qu'« à l'exception de quelques dégradations légères, le portail de l'église abbatiale de Moissac est bien conservé ».

### Les restaurations du 19<sup>e</sup> siècle : redonner au portail « l'aspect d'une œuvre achevée »

Les premières interventions en conservation-restauration interviennent suite à la reconnaissance patrimoniale du portail de Moissac. En 1832 est fondée la Société du cloître, une société savante qui se fixe pour buts la connaissance et la reconnaissance du cloître de Moissac, et plus généralement de l'abbaye. Elle commence à rassembler une collection lapidaire constituée de pierres sculptées



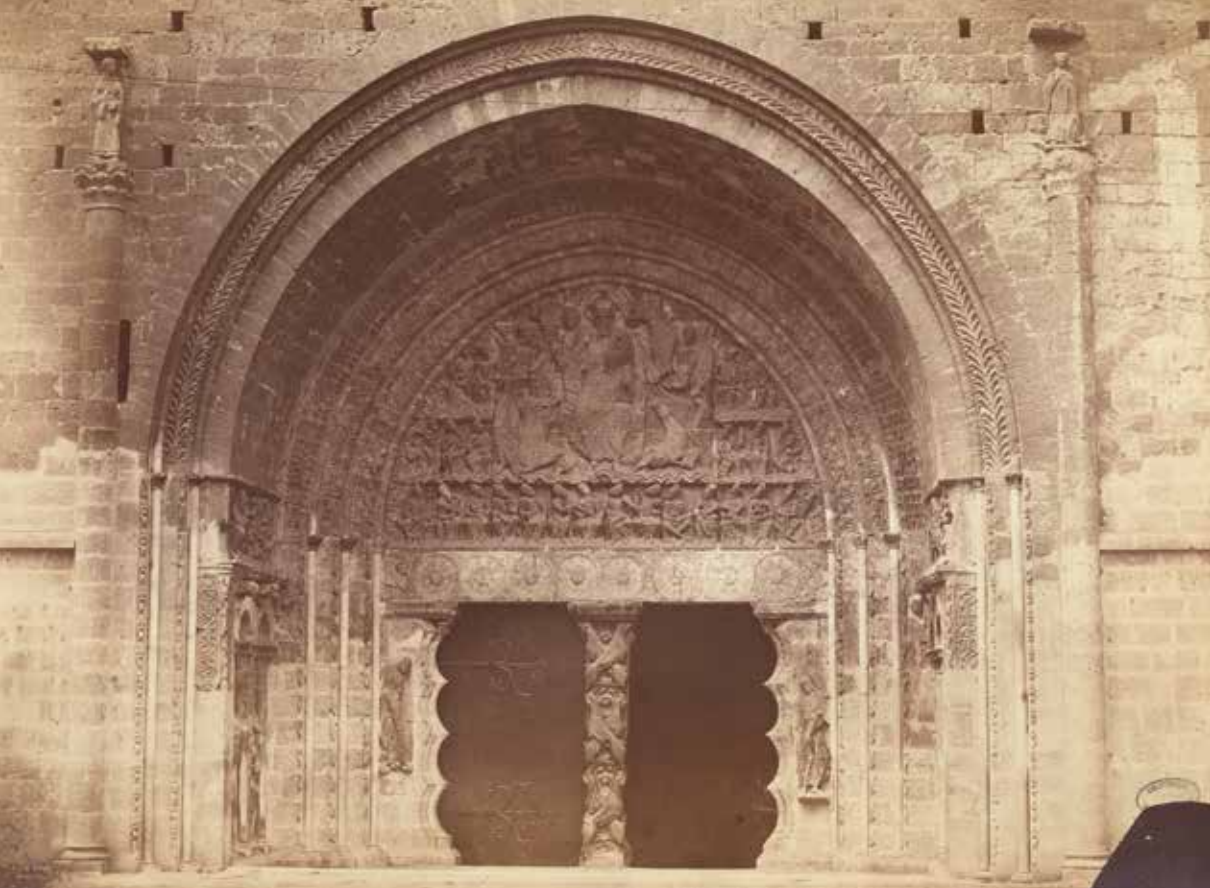
(fig. 2) *L'adoration des mages* (détail du piédroit de droite), Alexandre Du Mège, *Archæologie du département du Tarn-et-Garonne...*, 1821, Montauban, Archives départementales de Tarn-et-Garonne.

provenant des différents bâtiments de l'abbaye. Le classement au titre des Monuments historiques de l'abbatiale et de son portail intervient en 1846, soit six ans après celui du cloître qui figurait déjà sur la liste de 1840. Les premiers travaux de restauration n'attendent cependant pas la mesure de classement. Dès 1841, les premiers sont menés sous la direction de l'architecte Soulès. Un devis du 11 juillet nous renseigne sur l'ancienneté des problèmes d'humidité affectant le portail : des remontées capillaires dans les maçonneries sont signalées, de même que des infiltrations d'eau de pluie dues à l'état des couvertures<sup>5</sup>. Pour y remédier, Soulès fait installer tout autour de la tour-porche un système de rigoles. Charles-Auguste Questel prend sa suite en 1843. La teneur de ses travaux reste floue, l'essentiel ne nous étant connu qu'au travers des commentaires critiques d'Eugène Viollet-le-Duc qui lui succède à partir de 1847 et d'après lesquels il semble que les piédroits aient été dépouillés

3. Leduc (Ingrid) et [Chavignon] Sophie, *Le portail sud de l'église Saint-Pierre de Moissac, bilan des interventions et état de conservation*, mémoire de l'École du Louvre sous la direction d'Isabelle Pallot-Frossard, 2000-2001.

4. AD82, 3J7, Ms53, Du Mège (Alexandre), *Archæologie du département du Tarn-et-Garonne par A. L. C. A. Du Mège de la Haie, ex-ingénieur militaire, membre de la Société royale des antiquaires de France, de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, des Sociétés littéraires et agronomiques de Tours, de Narbonne, etc.*, 1821.

5. MAP, 0081/082/0013.



[fig. 3] Vue générale du portail sud après les restaurations de Viollet-le-Duc et Théodore Olivier, photographie des frères Bisson, s. d., Charenton-le-Pont, Médiathèque de l'architecture et du patrimoine, fonds Viollet-le-Duc.

de leurs reliefs sculptés, provisoirement remplacés par des assises de pierre :

*« Je mentionne aussi des travaux de sculpture et de reprise dans les soubassements du curieux porche méridional. Il a été fait dans cette partie du monument quelques travaux dont l'exécution n'est pas bonne, l'appareil a été modifié, des piédroits d'un seul morceau ont été repris en petites assises et des portions de sculptures qui, quoique très frustes existaient, ont été enlevées sans que j'ai pu en retrouver la trace.<sup>6</sup> »*

Une nouvelle phase de travaux, non moins interventionniste, se déroule entre 1847 et

1860 sous la direction de Viollet-le-Duc et de son collaborateur Théodore Olivier. L'examen des devis et photographies anciennes trahit de lourdes interventions (fig. 3), notamment au niveau des sculptures des piédroits. Un devis du 15 décembre 1847 prévoit d'importants travaux de sculpture sur les reliefs déposés :

*« Restauration des piédroits ornés de la grande arcade. Ces piédroits sont en marbre gris. Ils ont été remplacés provisoirement par de petites assises de pierre. La fourniture du marbre semblable à celui qui existe dans la partie supérieure : 600. La sculpture : 1250. Celui de gauche en marbre : 650. La sculpture : 1300.<sup>7</sup> »*

6. *Ibidem*. Rapport de Viollet-le-Duc au ministre de l'Intérieur, daté du 19 décembre 1849.

7. *Ibidem*. Devis des travaux à exécuter pour consolider et restaurer le porche de cette église. Signé Viollet-le-Duc, le 15 décembre 1847.



(fig. 4) Dos des plaques sculptées du piédroit de gauche, 2019.

(fig. 5) L'Annonciation (détail du piédroit de droite), avec l'ange sculpté par Adolphe Perrin.

(fig. 6) Détail de l'Annonciation avec son ange d'origine, Pierre Beaumesnil, *Voyages archéologiques exécutés vers 1780-1786, spécialement dans le Maine, le Poitou, la Touraine, Arles, Besançon et Moissac*, Paris, Bibliothèque nationale de France.

Sur le tympan, la restauration prévue est plus légère. Viollet-le-Duc demande à ce qu'un homme de l'art vienne enlever les couches d'huile de lin dont il est badigeonné. Il rétablit également les crénelages qui couronnaient le porche au 12<sup>e</sup> siècle et qui avaient par la suite été aménagés en galerie couverte, avant le 16<sup>e</sup> siècle. Le chantier est supervisé par son assistant Olivier, qui prend définitivement sa relève à partir de 1853.

Les travaux lancés par Viollet-le-Duc sont alors loin d'être achevés, en particulier en ce qui concerne la restauration des sculptures. Olivier va poursuivre dans la lignée de son maître, avec l'idée de redonner au portail « l'aspect d'une œuvre achevée ». Les interventions se concentrent au niveau des sculptures des piédroits :

*« Pour reprendre les massifs en maçonnerie, il a fallu déplacer plusieurs colonnettes en marbre avec leurs bases et leurs chapiteaux ainsi que les plates-bandes en marbre appliquées sur les murs. Il y a des parties de ce marbre dont la décomposition est si avancée qu'il n'est pas possible de les remettre en place. D'autres parties manquaient déjà,*

*elles étaient tombées en morceaux. Il y a plusieurs colonnes, les chapiteaux et les fragments de plates-bandes sculptées, qu'il serait désirable de remplacer pour donner au porche principal l'aspect d'une œuvre achevée (...) Une grille de fer doit être placée en avant afin de protéger les admirables sculptures qui s'y trouvent.*<sup>8</sup> »

Les reliefs en marbre (« plates-bandes ») sont dans un tel état de dégradation qu'ils doivent, pour certains, être consolidés par des agrafes métalliques avant repose. La corrosion de ces dernières, toujours en place, pose problème aujourd'hui du point de vue de la conservation des pierres (fig. 4). Une moitié de plaque sculptée dut même être changée : l'ange de la scène de l'Annonciation fut ainsi déposé et remplacé par une copie réalisée par le sculpteur Adolphe Perrin<sup>9</sup> (fig. 5 et 6).

8. *Ibidem*. Rapport de Théodore Olivier au ministre de l'Intérieur du 27 juillet 1855, évoquant les travaux du portail sud.

9. *Ibidem*. Lettre du 9 février 1859 du préfet au ministre d'État pour l'approbation de travaux à exécuter par le sculpteur Auguste-Adolphe Perrin, établi à Carcassonne, en vue du remplacement de l'ange de l'Annonciation.



(fig. 7) Redents déposés du portail, conservés dans le dépôt lapidaire.

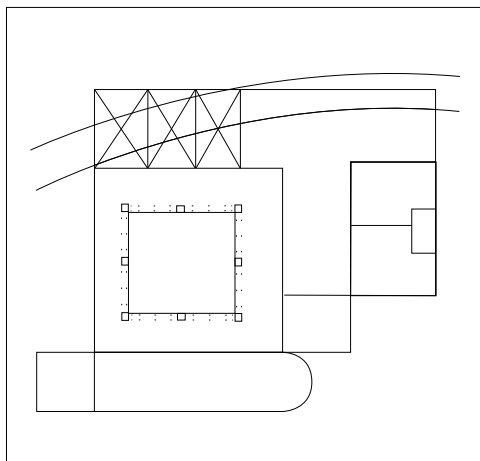
En dépit de l'inscription du portail sur la liste des Monuments historiques de 1846, on ne fit guère de cas de la figure de l'ange d'origine qui fut retrouvée en 1956 à l'intérieur de l'abbatiale, en emploi dans un bloc de maçonnerie de la *Mise au tombeau* sculptée<sup>10</sup>. Ces fragments, ainsi que des éléments d'archivoltes ornés de petits animaux, de végétaux ou des morceaux de l'encadrement de la porte se trouvent aujourd'hui dans les collections lapidaires de l'abbatiale<sup>11</sup> (fig 7), rejoints par une partie du manteau de l'Ange retrouvée depuis en mains privées<sup>12</sup>.

10. Méras (Mathieu), « Découverte d'un fragment de sculpture du porche de Moissac », in *Monuments historiques de la France*, n°3, 1957, pages 152-154.

11. Fraïsse (Chantal), *Collections lapidaires de Moissac*, Éditions Fragile, 2009.

12. Idem.

Le 14 mai 1860, Olivier annonce au ministre de l'Intérieur l'achèvement des travaux du porche. Ce dernier subit très peu d'interventions jusqu'à la fin du 19<sup>e</sup> siècle. Le moulage du portail actuellement conservé dans les collections du musée des Monuments français constitue un jalon important dans notre connaissance de l'état des sculptures dans le dernier quart du 19<sup>e</sup> siècle. Exécuté en trois temps, entre 1880 et 1888, ce moulage présente un portail en relatif bon état. On y distingue cependant des altérations. Certaines sont localisées dans des zones non touchées par les campagnes de restauration précédentes (parties hautes des ébrasements). Mais d'autres s'observent dans des zones pourtant restaurées trente ans plus tôt, dans les années 1840-1860 : essentiellement en partie basse, et même sur des pierres neuves, comme l'ange de l'*Annonciation* sculpté par Perrin en 1859 qui a déjà perdu son nez et une partie de ses doigts. Dans l'ensemble, le portail apparaît particulièrement dégradé en parties basses, et davantage dans l'ébrasement de droite que dans celui de gauche.



(fig. 8) D'après un croquis de Théodore Olivier représentant l'abbaye en plan avec la ligne de chemin de fer Paris-Bordeaux, 1854, Montauban, Archives départementales de Tarn-et-Garonne.

Il faut compléter cette évocation de l'état du portail au 19<sup>e</sup> siècle par la mention des bouleversements environnementaux qui l'affectèrent à la même époque. Le creusement du canal latéral de la Garonne entre 1838 et 1856, formant barrage à l'écoulement naturel des eaux, entraîna une remontée de la nappe phréatique. L'abbatiale, déjà située à proximité du confluent du Tarn et de la Garonne, dans un lieu humide et propice aux inondations, ne pouvait manquer de pâtir de cette élévation des eaux. Les altérations dramatiques des sculptures du portail observées par les architectes successifs et l'accélération des dégradations dont témoigne le moulage du musée des Monuments français s'expliquent en grande partie par cette montée de la nappe phréatique et les remontées capillaires induites. Autre bouleversement, et non des moindres : la construction entre 1855 et 1857 d'une ligne de chemin de fer à quelques mètres du cloître (fig. 8), entraînant une nouvelle perturbation du contexte hydrographique, une pollution de l'air et des vibrations.

### **Le 20<sup>e</sup> siècle : Moissac face à la « maladie de la pierre »**

En 1918, le conseil municipal de la ville s'alarme de l'état de dégradation du portail<sup>13</sup> :

« Les voussours des arcatures encadrant les scènes sculptées (*Avarice, Luxure, Annonciation, Visitation, Adoration*) ont besoin d'être remplacés. Ils sont à peu près complètement rongés. En outre, les cordons qui se trouvent au-dessus de ces arcatures et soutiennent les bas-reliefs, représentant d'un côté la *Parabole du mauvais riche*, et de l'autre la *Présentation au temple et la Fuite en Égypte*, n'existent plus qu'en partie. Le mauvais état de ces cordons met en danger les bas-reliefs, surtout celui de la *Parabole du mauvais riche*, une partie en est seulement soutenue par un vrai moyen de fortune, c'est-à-dire quelques fragments de briques superposés, non

liés par du ciment ou du mortier. La partie centrale du porche contenant le portail ne paraît avoir besoin de rien. »

L'architecte Henri Nodet intervient en 1921 pour purger certains rapiécages anciens en plâtre et fait refaire quelques motifs décoratifs, sans toutefois toucher aux panneaux sculptés :

« La maçonnerie comporte la réfection par incrustement en pierre de Vilhonneur et de Grammont des parties qui furent autrefois rapiécées en plâtre et qui encadrent les sculptures auxquelles il ne sera pas touché.<sup>14</sup> »

Les travaux des années 1950, menés sous la direction de l'architecte en chef Michel Mastorakis, portent d'abord sur le tympan, consolidé par injections de ciment de Portland<sup>15</sup>. Les sculptures font elles aussi l'objet de plusieurs interventions : restauration d'un chapiteau du piédroit de gauche, avec reconstitution de parties manquantes (deux oiseaux et des quadrupèdes)<sup>16</sup> ; enlèvement d'une tige de fer qui se trouvait dans le pied du lit de la scène de la *Mort du mauvais riche* ; travaux de sculpture sur le chapiteau de la colonne centrale du piédroit est, sur des éléments de décoration et certains animaux ; poste d'une patine sur les piédroits et les bas-reliefs ; nettoyage des sculptures des piédroits au pinceau et patine des éclats par fluatation (trois couches)<sup>17</sup>. En 1963, l'inspecteur général des Monuments historiques Yves-Marie Froidevaux, de passage à Moissac, signale que les « travaux récents du portail ont parfaitement été exécutés<sup>18</sup> » mais s'inquiète que de nombreuses pierres du portail très dégradées soient atteintes par la maladie de la pierre. Il propose de tester à Moissac un traitement au lithophène, élaboré par le docteur Pochon de l'Institut Pasteur, sur quelques zones témoins (bas-relief de la

13. MAP, 0081/082/15. Rapport à la commission de l'architecte Nodet le 16 décembre 1918, dans lequel l'architecte évoque un rapport de M. Dugué, conservateur de l'église, fait devant le conseil municipal.

14. *Idem*. Rapport d'Henri Nodet à la commission des Monuments historiques du 8 mars 1921.

15. MAP, 0081/082/16. Mémoire des travaux exécutés en novembre 1952.

16. *Ibidem*. Devis du 4 juin 1951 par l'architecte Mastorakis.

17. *Ibidem*. Devis du 24 juin 1952 par l'architecte Mastorakis.

18. *Ibidem*. Compte-rendu de visite du 4 mars 1953.

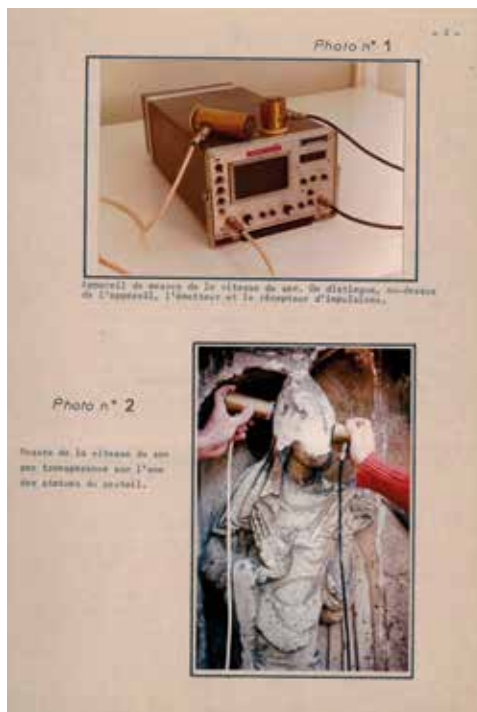
*Luxure et scènes de la Nativité*). Un devis est établi par l'architecte en chef Renard, mais la commission supérieure des Monuments historiques estime finalement nécessaire de faire réaliser au préalable une expertise par un laboratoire public<sup>19</sup>.

Jusqu'ici, les travaux effectués concernaient essentiellement des réparations et consolidations ponctuelles. À partir des années 1960, la maladie de la pierre dont souffrent les reliefs sculptés de Moissac va susciter des études scientifiques poussées à la recherche des causes des dégradations (fig. 9). Le laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH), tout juste créé, se penche sur le cas de Moissac<sup>20</sup>. Ces études mettent en évidence divers désordres dus à l'accumulation de plusieurs facteurs :

- un manque d'étanchéité des parties hautes ;
- des remontées d'humidité, avec une nappe phréatique localisée à moins d'1,20 m de profondeur, véhiculant des sels dans les maçonneries ;
- des conditions atmosphériques irrégulières (variations brusques de température provoquant des brouillards mouillants), dues notamment à l'exposition du portail au sud et à la configuration particulière des lieux générant un microclimat (portail en position de point bas) ;
- une pollution atmosphérique générale (fumées domestiques, proximité de la voie ferrée) ;
- une pollution ponctuelle (pigeons, stationnement automobile) ;
- les traitements des surfaces de parement effectués depuis le 19<sup>e</sup> siècle, en particulier l'utilisation d'huile de lin ;
- une usure mécanique, due au passage et à l'appui des vélos autrefois garés contre les sculptures ;

19. Ibidem. Délibérations de la délégation de la commission supérieure des monuments historiques, séance du 9 mars 1964.

20. Entre 1966 et 1983, plusieurs études concernant les teneurs en eau et en sels, la pollution atmosphérique, l'identification des mortiers, badigeons et polychromies sont conduites par Claude Jaton, ingénieur de recherche (Archives du LRMH, rapports R9A, R9C, R9D, R9E). Une étude par auscultation dynamique des sculptures est également réalisée à la demande de la CRMH Midi-Pyrénées en 1975 par le Centre expérimental de recherches et d'études du bâtiment et des travaux publics.



(fig. 9) Mesure de la vitesse du son par transparence sur l'une des statues du portail, A. Bouineau et M. Mamillan, *Étude de l'altération des statues du portail de l'église abbatiale de Moissac*, 1975.

Face à ces dégradations, le service des Monuments historiques décide d'adopter une stratégie du pas à pas, en tentant d'éliminer les causes des altérations les unes après les autres.

### Seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle : les grandes mesures de conservation préventive

Dans un premier temps, priorité est donc donnée aux actions de conservation préventives afin d'éviter de recourir à des interventions plus lourdes directement sur les sculptures, susceptibles de compromettre l'authenticité des œuvres.

En octobre 1972, Yves-Marie Froidevaux propose une reprise en sous-œuvre du portail afin de bloquer les remontées capillaires



par une chape étanche<sup>21</sup>. Jean Renard rédige un projet<sup>22</sup>. Une galerie est réalisée dans le massif est. Pour stopper toute dégradation, Yves-Marie Froidevaux envisage également de déposer les quatre sculptures du portail (*l'Annonciation* et la *Visitation* à droite, les *Vices* à gauche) et propose une campagne de copies. Claude Jatton, ingénieur d'étude au LRMH, conseille de creuser une galerie dans le massif ouest comme cela a été fait à l'est, d'interposer une lame de verre entre le registre de calcaire et le bas-relief en marbre, de dessaler les reliefs déposés par bain et évoque un transfert à Champs-sur-Marne pour traitement<sup>23</sup>.

Une partie de ces travaux sera réalisée par l'architecte en chef Bernard Voinchet entre 1977 et 1979. L'ensemble de l'étanchéité des terrasses est repris : dépose et repose des dalles, réfection des caniveaux, reprise des parements... Les remontées capillaires sont stoppées par la mise en place d'une feuille de plomb en sous-œuvre. Une deuxième cavité est créée pour les besoins de l'intervention dans le piédroit ouest. L'aménagement de ces galeries derrière les reliefs permet également un contrôle de l'hygrométrie durant la phase des travaux. Les piédroits sont « *étayés de manière définitive par un « champignon en béton armé en leur centre, afin de déposer les sculptures avec facilité si besoin était*<sup>24</sup> » [fig. 10].

Parallèlement, Bernard Voinchet fait procéder à l'élimination de toutes les parties de maçonneries formant des réservoirs de sels. Pour une large partie, il s'agit d'ailleurs de pierres récentes, remplacées durant les travaux de Viollet-le-Duc et Olivier. À ce titre, on peut donc parler d'une sorte de dérestauration. Cependant, des pierres de parement du 12<sup>e</sup> siècle furent également déposées, traitées et stockées. Toutes ont été remplacées par des copies, réalisées d'après des clichés anciens, ou d'après les moulages du musée



(fig. 10) Vue de la cavité creusée dans le piédroit de droite avec son pilier de béton, 2018.

des Monuments français, en pierre des Charentes d'une texture plus tendre, proche des pierres romanes<sup>25</sup>. La purge de ces pierres salées fut complétée par la pose de goulottes au-dessus des registres latéraux en marbre, afin d'enrayer les ruissellements et la migration des sels.

Enfin, la nécessité de compléter l'assainissement du contexte environnemental du porche aboutit à la restructuration de ses abords afin de retrouver le niveau de sol d'origine, beaucoup plus bas, et d'assécher les zones en contact direct avec les murs. La fouille archéologique du parvis en 1984 permit de redécouvrir l'embranchement de pierre romain masqué par les dalles posées au 19<sup>e</sup> siècle. Les marches furent restaurées et les assises restituées. Ces travaux améliorèrent nettement les conditions de conservation du portail en dégageant les parties

21. Archives LRMH.

22. MAP, Abbaye de Moissac, 0081/082/0017.

23. Archives LRMH.

24. Archives DRAC, rapport général sur les interventions effectuées sur le portail sud depuis 1977 par B. Voinchet (février 1984).

25. Archives DRAC, opération décrite par B. Voinchet dans ses notes pour la conférence donnée aux *Entretiens du patri-moine* de 1988.

baisses les plus humides. On raccorda également le parvis au système d'évacuation des eaux pluviales de la ville. L'abaissement de la circulation automobile, l'abaissement du sol de l'ensemble des espaces situés autour de l'édifice et donc du portail (-1,30 m) et la réhabilitation de la place complètent le dispositif.

Ces travaux de grande envergure firent l'objet d'une présentation par Marie-Anne Sire et Bernard Voinchet à l'automne 1988 au cours des premiers *Entretiens du patrimoine* à Fontainebleau, consacrés à « L'ornementation architecturale en pierre dans les monuments historiques » et au sujet préoccupant de la maladie de la pierre.

### **La restauration des registres en marbre : dépose ou traitement *in situ* ?**

Suite à la mise en œuvre de cette barrière étanche, on constate néanmoins une persistance de la dégradation du portail et une teneur en sels toujours très élevée, avec un phénomène de condensation dans le porche où les pierres ruissellent. Ce constat est porté à la connaissance de la délégation permanente de la Commission supérieure des monuments historiques le 27 octobre 1980<sup>26</sup>. Les rapporteurs Georges Costa et Jean Sonnier y font état de la haute teneur en sels de l'ensemble des parements. Appuyé par le LRMH, Bernard Voinchet propose la dépose des sculptures du piédroit de droite (*Visitation*, *Nativité* et chapiteau central) et le dessalement *in situ* des autres éléments sculptés du portail. Le débat est agité. Georges Costa, Yves-Marie Froidevaux et Jean Taralon s'opposent à ce projet, préférant un traitement de l'ensemble *in situ*. Jean Sonnier, Michel Parent et Bruno Foucart sont favorables à la dépose, considérant qu'il est « préférable de sauver une œuvre même si une certaine détérioration est inévitable, que de la voir disparaître totalement ».

La dépose partielle est finalement acceptée par la commission par 13 voix contre 7, et exécutée en 1982, mais limitée à la seule

scène de la *Visitation*. Les deux plaques de marbre furent basculées par l'arrière après fixation sur cadres indéformables inoxydables pouvant résister si besoin à des traitements aqueux. En effet, on envisageait déjà l'hypothèse de la dessalinisation de ces blocs par immersion. Le relief original fut rapidement remplacé par un moulage en polyester réalisé par l'atelier Laffont de la ville de Toulouse. Cette dépose stoppa l'évolution des dégradations du fait de l'isolement dans un contexte hygrométrique plus favorable. L'œuvre fut mise à l'abri dans une salle à l'est du cloître. L'opération semble s'être déroulée sans dommage : « aucun dégât au cours de la dépose ; après estampage, de petites pulvérulences très ponctuelles sont apparues dans les parties très dégradées », « le moulage donne satisfaction sur le plan esthétique<sup>27</sup> ».

Le 15 février 1983, une visite du chantier rassemble Georges Costa, Catherine de Maupeou et Claude Jatton pour le LRMH, Bernard Voinchet, le restaurateur Roland Coignard, l'architecte des bâtiments de France, Aline Tomasin et M. Petit pour la CRMH<sup>28</sup>. Le point est fait sur les travaux en cours. Le LRMH insiste sur la nécessité d'une dépose totale : « il semble que les parties sculptées ne puissent guère faire l'objet de traitement *in situ* efficace », car les marbres sont imperméables et le dessalement ne pourrait donc se faire efficacement que par bain. Malgré ces observations, le choix est fait de poursuivre le traitement *in situ* pour tout le portail. En 1984, le restaurateur Roland Coignard procède à des essais de dessalement sur l'*Adoration des rois mages* et la *Nativité*, au moyen de compresses de cellulose. L'opération entraîne l'apparition d'efflorescences blanches et est stoppée. On cherche alors à faire venir un autre restaurateur, Ottorino Nonfarmale, qui intervient à l'époque sur d'autres chantiers français comme la cathédrale de Chartres et la basilique Saint-Denis. Le restaurateur italien arrive à Moissac

26. Archives DRAC.

27. Archives DRAC, rapport général sur les interventions effectuées sur le portail sud depuis 1977 par B. Voinchet (février 1984).

28. Archives DRAC, compte-rendu de la réunion.

pendant l'hiver 1988. Sous la direction de Bernard Voinchet, il procède à des essais de dessalement et de nettoyage sur quelques zones limitées du portail et du cloître, ainsi que sur le relief de la *Visitation* déposé. En janvier 1988, Marie-Anne Sire écrit à Aline Tomasin pour faire état des interventions de Nonfarmale<sup>29</sup>. Le restaurateur a mis au jour des couches de polychromie sur les chapiteaux du cloître et une couche d'huile de lin sur le tympan et les piédroits. Les altérations des sculptures déposées semblent stabilisées. Cependant, Nonfarmale conclut son rapport d'intervention sur la nécessité d'une dépose pour un traitement plus approfondi des reliefs :

« Les opérations ont été réalisées sur place. Toutefois, s'il était possible de démonter les dalles sculptées, les principales phases des travaux pourraient toutes être effectuées dans une cuve : élimination des sels solubles à l'eau désionisée ; traitement éventuel au baryum et enfin imprégnation avec de la résine acrylique et silicique. Ce projet devrait être discuté avec la Direction des Travaux et avec le laboratoire LRMH car il comporterait d'une part la collaboration du laboratoire (...) et, de l'autre, celle d'une entreprise qui démonterait les sculptures et les décorations. »<sup>30</sup>

## 21<sup>e</sup> siècle : vers une nouvelle restauration

Les restaurations des années 1980 sont les dernières interventions sur le portail. Pourtant, l'état des sculptures continue d'inquiéter et suscite plusieurs études du LRMH. En mai 1997, Véronique Vergès-Belmin et Annie Blanc élaborent un inventaire provisoire des matériaux du portail et un protocole d'intervention à la demande de l'architecte en chef Régis Martin. En octobre 2000, une nouvelle mission leur est confiée à la demande de Catherine de Maupeou, inspectrice générale des Monuments historiques. Elles ne constatent pas d'évolution des altérations sur le tympan depuis leur venue en 1997. En

revanche, elles signalent une progression rapide et préoccupante des altérations en partie basse du portail.

En 2009, la municipalité de Moissac saisit la DRAC sur l'état du portail, signalant que depuis la fin des années 1980 peu d'actions ont été entreprises et que rien n'a été fait pour préserver les sculptures de manière effective. Face à l'importance et à la complexité de l'opération, la municipalité sollicite l'assistance à maîtrise d'ouvrage de l'État. En vue de l'établissement d'un état sanitaire du portail, une nouvelle mission est confiée par la DRAC au LRMH en 2011 afin de déterminer une éventuelle évolution des dégradations depuis le début des années 2000, de procéder à un repérage des types de pierre et à une nouvelle campagne de clichés. Le rapport du LRMH conclut à une évolution à deux vitesses. Au niveau du tympan, l'altération évolue lentement. En partie basse du portail, en dépit d'un véritable assainissement dû à la mise en place des feuilles de plomb entre 1975 et 1979 qui ont bien asséché les maçonneries, les sels accumulés demeurent stockés dans les pierres et les pertes continuent au niveau des piédroits, d'autant plus fragiles qu'ils sont à portée de main du public.

Suite à ce rapport, un comité scientifique est mis en place et le recrutement d'un maître d'œuvre est lancé en 2013-2014 pour une étude diagnostique. L'architecte en chef Stéphane Thouin, retenu, s'adjoint les services de Didier Legrand pour l'étude du portail. En raison d'un problème de santé l'empêchant de poursuivre, Didier Legrand est bientôt remplacé par Olivier Rolland. Cette étude, qui touche aujourd'hui à sa fin, devrait permettre de déterminer un protocole d'intervention afin de stopper la dégradation accélérée des sculptures.

29. Archives LRMH.

30. Archives DRAC, rapport d'intervention d'Ottorino Nonfarmale.

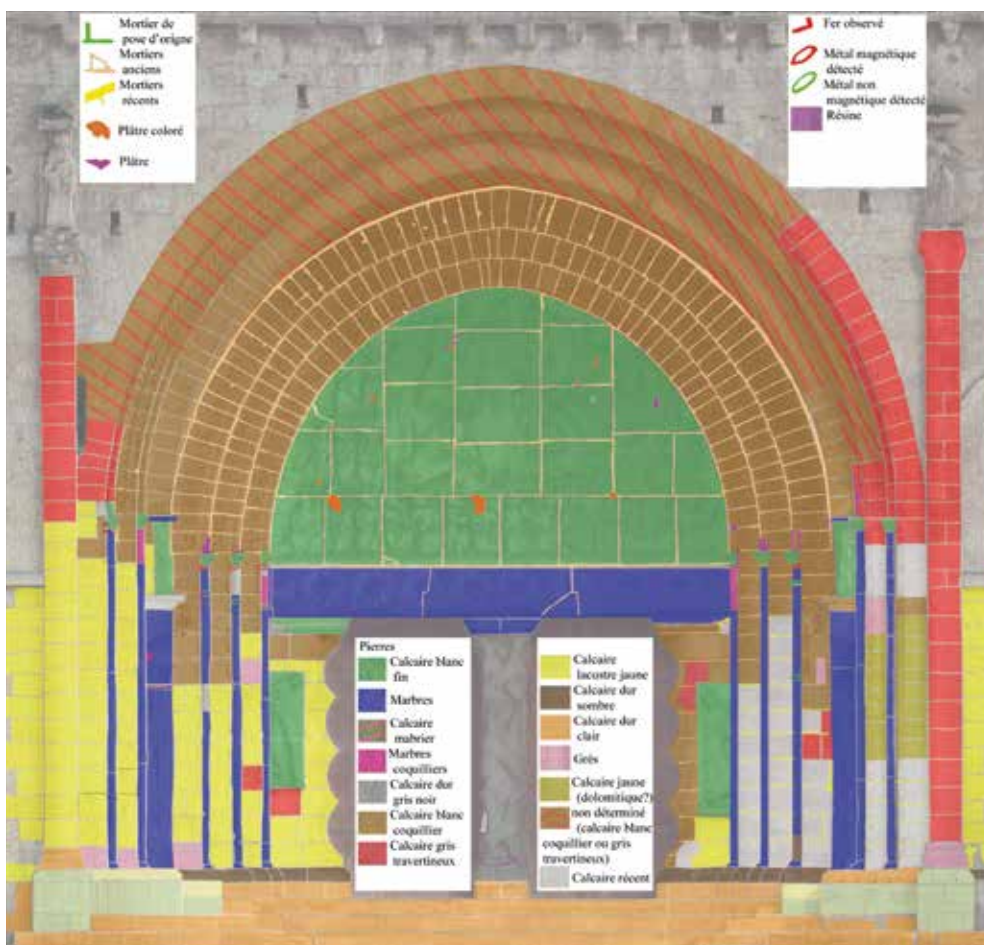
# Présentation des résultats de l'étude diagnostique réalisée en 2017-2018 :

## bilan sanitaire et propositions d'interventions pour le portail sud et le cloître de Moissac

Stéphane Thouin – architecte en chef des Monuments historiques

Depuis quarante ans, de nombreux études et travaux ont permis de faire avancer la connaissance sur l'abbaye. Les interventions menées durant cette période ont amené des

améliorations sensibles sur l'état du monument et sa présentation au public. Cependant, l'état du portail sud et du cloître demeurait préoccupant. Un état des lieux s'avérait



(fig. 1) Face sud, nature des pierres et des mortiers. L'identification des pierres est tirée du relevé de Lise Leroux (LRMH, rapport RF9 2011).

nécessaire avant d'entreprendre une nouvelle phase d'intervention sur le monument.

Le diagnostic scientifique a été mené par Olivier Rolland conservateur-restaurateur de sculpture, en relation avec le LRMH (Véronique Vergès-Belmin, Lise Cadot-Leroux et Faisl Bousta)

### Le portail sud

Le portail entoure la porte sud du narthex à la base de la tour-porche, à l'ouest de la nef de l'église abbatiale. Il est abrité par un massif percé d'un porche d'environ 10 m de haut, 8 m de large et 3,5 m de profondeur. Entièrement sculpté, il est assez bien abrité de la pluie mais une grande partie de sa surface reçoit un ensoleillement direct et il est très ventilé. Les côtés du porche sont également sculptés, alors que sa voûte est traitée en simple parement. Seule l'archivolte est sculptée d'une frise végétale. Le monument est très visité. Le portail ne comporte pas de mise à distance. Le public se montre généralement respectueux des œuvres, mais des curieux touchent parfois les sculptures. Les abords sont interdits à la circulation automobile. Des pigeons se posent dans le tympan, sur les têtes du Christ, de l'aigle et de l'ange surtout. Les enregistrements climatiques montrent des variations d'hygrométrie et de température fortes, avec des pics de chaleur et de sécheresse lors des ensoleillements directs. Les croûtes noires favorisent l'échauffement.

Depuis les travaux menés sous la direction de Bernard Voinchet, architecte en chef des Monuments historiques, dans les années 1980, le sol du porche est une marche au-dessous du sol du narthex. Une banquette dissimule des feuilles de plomb qui ont été mises en place sous chacun des côtés du porche. Deux cavités irrégulières ont été creusées dans les remplissages de maçonnerie des massifs est et ouest du porche, derrière les reliefs inférieurs. Les études du LRMH ont montré qu'en dépit de la très nette amélioration des conditions de conservation apportées par la feuille de plomb, les reliefs des côtés du porche continuent de perdre des fragments (V. Vergès-Belmin, L. Leroux 2011).

### Pierres et marbres

Dès l'origine, des pierres de provenances diverses ont été employées (calcaire ocre jaune, calcaire blanc, marbre, pierres de réemploi, etc.). Le portail n'est donc pas une œuvre homogène mais diverse dès son origine (fig. 1). À cette diversité s'ajoutent les restaurations des 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles. Les pierres ont fait l'objet d'un relevé par Lise Leroux (LRMH rapport R9F 2011) qui a servi de base aux études actuelles. Les pierres de remplacements sont également de provenances diverses. Le relief à gauche dans le registre bas, côté est, est une réfection de marbre qui date du 19<sup>e</sup> siècle. Les deux reliefs droits du côté est sont des moulages en polyester : ils remplacent des éléments déposés vers 1980 (fig. 2).



(fig. 2) Côté droit ou est, nature des pierres et des mortiers.

## Mortiers

Seul le mortier de pose d'origine a été identifié avec certitude : il s'agit d'un classique mortier de sable et chaux. Un mortier de jointoiment ou rejointoiment très ancien imite la pierre. On distingue au moins trois types de mortiers de réfection au plâtre dont un teinté de brique pilée.

## Polychromies, peintures, traitements

Les restes de polychromies sont peu étendus mais assez nombreux pour supposer que le portail fut entièrement polychrome : les plus faciles à repérer sont les restes de sourcils et de pupilles peints en noir. Le LRMH a montré sur un prélèvement dans un sourcil que ce noir couvre une très mince couche rose, témoin d'une carnation. Des restes d'orange et de bleu-vert sont visibles dans les vêtements du Christ. Du

rouge et du blanc subsistent dans les fonds des motifs du deuxième rouleau de voussure. Une couche translucide plus ou moins brunâtre selon les endroits couvre la quasi-totalité des pierres anciennes du portail. Elle a fait l'objet d'analyses du LRMH, mais sa nature reste incertaine. Il pourrait s'agir d'une couche appliquée au 19<sup>e</sup> siècle. Des éléments traités par le restaurateur italien Ottorino Nonfarmale en 1988 présentent un effet perlant très net (à gauche du tympan et relief en haut à droite côté ouest)

## Éléments de documentation historique liés à l'évolution de l'état sanitaire du portail

Les gravures, dessins, devis ou rapports conservés en archives donnent des indications précieuses sur l'évolution dans le temps de l'état du portail. Pour les périodes anciennes, citons les dessins aquarellés



{fig. 3} Détail de la figure de la *Luxure*, Pierre de Beamesnil, 1767.



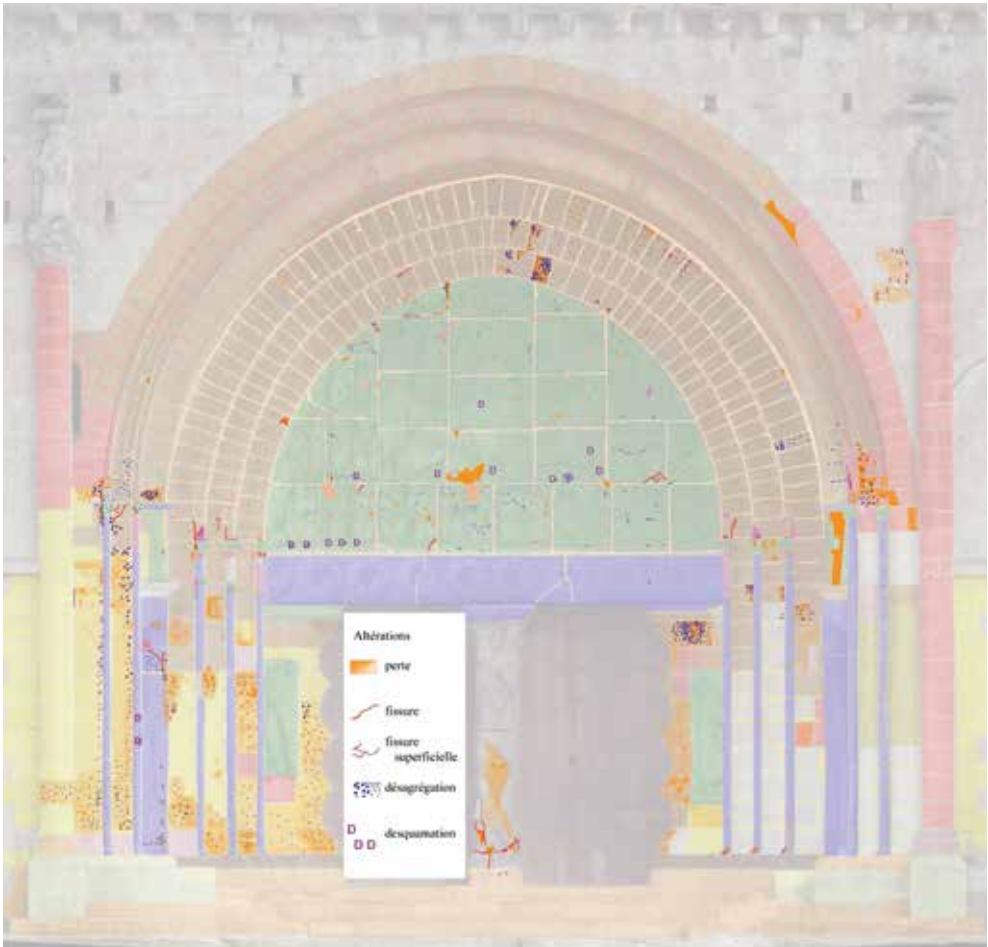
{fig. 4} Détail de la même figure, état actuel.

de Beaumesnil (1767) qui représentent les reliefs du portail (fig. 3 et 4), les rapports de Questel et Viollet-le-Duc entre 1849 et 1860 (suppression de la toiture et modification des superstructures du porche, copie de l'ange de l'Annonciation), l'ouverture de la ligne de chemin de fer en 1856 (pollution atmosphérique soufrée), photographies prises par Médéric Mieusement vers 1877, moulage du portail pour le musée des Monuments français et clichés d'Eugène Pontalis en 1920. Pour la période qui va de l'après-guerre à aujourd'hui, nous disposons des dossiers de

travaux menés par les architectes en chef Mastorakis, Renard et Voinchet et depuis 1969, des rapports et analyses du LRMH.

### Altérations (fig. 5)

Dans toute architecture, les éléments de grande hauteur, comme les colonnes, ou les petits éléments voisins, supportent une part croissante de la charge lorsque les mortiers de la maçonnerie ou du parement autour se tassent peu à peu. Ces reports de charge provoquent des cassures et des fissurations profondes. Les reliefs inférieurs des deux côtés



(fig. 5) Face sud du portail, altérations.



(fig. 6) Détail de l'agrafe du relief droit, côté ouest : le fer est complètement coupé par l'oxydation au niveau de son coude inférieur.

du porche ont perdu des fragments importants par des processus encore à éclaircir. Côté ouest du porche, le relief droit (seul de marbre presque blanc, de type Saint-Béat, les autres sont d'un marbre gris très fin) a été réparé par quatre agrafes de fer aujourd'hui rouillées à cœur (le gonflement de la rouille crée de nouvelles cassures) (fig. 6). La stabilité de ce relief est incertaine, d'autant que le marbre en bas est très mince et affaibli de plus par une désagrégation due aux sels solubles. Les reliefs côté est ont aussi subi des pertes importantes par cassures.

Le creusement des maçonneries au dos des reliefs lors des travaux des années 1980 a malheureusement probablement augmenté la charge déjà élevée sur les éléments de grande hauteur tels que colonnes ou reliefs et petites parties au-dessus et au-dessous de ces grands éléments. Ce problème est encore aggravé par un étaieement insuffisant au dos des reliefs côté ouest, côté où les cassures concernent cinq chapiteaux et où le

LRMH a mis en évidence une évolution entre 2000 et 2010 de la fissuration du relief intermédiaire extérieur.

Des altérations typiques de l'action des sels solubles touchent les pierres différemment selon leur nature. Les marbres présentent une désagrégation et des pertes de matière avec une tendance à la desquamation ou au cloquage plus marquée sur les colonnes. Sur le calcaire fin, les dommages dus aux sels prennent des formes différentes : pulvérisation et alvéolisation surtout sur les deux reliefs du registre intermédiaire du côté est, desquamation sur des parties en saillie du tympan et sur le relief supérieur côté est (fig. 7), fissuration et désagrégation surtout sur des parties en saillie. Sur les autres calcaires anciens, sculpture ornementale et parement, on observe des alvéolisations et exfoliations avec creusements profonds et étendus dans les ébrasements et les côtés



(fig. 7) Détail : pertes dues aux sels sur les parties en saillie. On observe le même type de pertes en bas du tympan sur les orteils des vieillards. Leur aspect propre montre qu'elles ne sont pas très anciennes.



du porche. Les blocs les plus touchés ont été remplacés dans les années 1980 dans l'ébrasement et le côté droit. Toujours sur les autres calcaires anciens, on note aussi des creusements spectaculaires mais très localisés sur des blocs peu nombreux dans la voussure et la voûte ; certaines natures de pierre semblent nettement plus sensibles aux sels que d'autres et jouent le rôle de surface sacrifiée. Comme pour le marbre, les dommages dus aux sels concernent aussi bien des éléments d'origine que des réfections.

### **Prélèvements, analyses de sels solubles, réflexion sur l'origine des sels**

Des prélèvements ont été réalisés selon différents modes : prélèvements à la spatule pour des pierres très désagrégées, prélèvements au ciseau et prélèvement d'eau d'essais de dessalement par bain ou par compresses, et évaporats de ces bains. Sur ces prélèvements, les ions chlorure, sulfate, nitrate, phosphate, calcium, magnésium, sodium et potassium ont été dosés selon la norme sels solubles. Les dosages et analyses ont été réalisés par la Société BPE Laboratoires.

Les sels présents dans la pierre furent apportés en très grande quantité dans le bas du portail par des remontées d'eau capillaire probablement favorisées par la création du canal au milieu du 19<sup>e</sup> siècle. Des problèmes de sels sont aussi visibles en haut à gauche du tympan, en haut dans le premier rouleau de voussure et en bas à gauche dans la voûte ; là, on peut supposer qu'ils proviennent principalement de la décomposition d'accumulations de fientes de pigeons dans les parties hautes, accumulations touchées par des infiltrations d'eau qui ont permis leur compostage, infiltrations probablement facilitées par la suppression au milieu du 19<sup>e</sup> siècle de la toiture qui protégeait le porche. Ces contaminations primaires ont facilité l'action du gypse arrivé par les nombreuses restaurations au plâtre probablement dans la même période, et par la pollution soufrée du 19<sup>e</sup> et du 20<sup>e</sup> siècles.

Les travaux menés vers 1980 par Bernard Voinchet ont stoppé les remontées capillaires. Ils étaient nécessaires mais ils ne sont

pas suffisants pour stabiliser les dommages dus aux sels qui continuent d'agir par les simples variations d'humidité relative, voire par la simple différence d'humidité entre d'un côté les saumures dues aux sels hygroscopiques dans la pierre et de l'autre côté l'air extérieur plus sec qui permet la cristallisation de sels moins hygroscopiques.

### **Essais de dessalement par compresses**

Pour préciser le protocole d'intervention, des essais de dessalement ont été réalisés au cours de l'étude. L'emplacement choisi présente des dommages dus aux sels, avec une alvéolisation



(fig. 8) Emplacement de la compresse dans le côté droit du portail



mais pas de desquamation mince (fig. 8). La compresse est restée en place tout l'hiver 2016/2017. Après enlèvement, les fragments de pierre ont été conservés et aucun arrachement n'a pu être repéré. Si on compare le résultat des dosages réalisés par le laboratoire LEM avec les valeurs obtenues sur un chapiteau du cloître, on voit que la compresse appliquée dans le porche retire environ 10 fois moins de sels que la première compresse appliquée sur le chapiteau du cloître alors que les pierres contiennent des quantités de sels assez proches.

### **Essais de dessalement et nettoyage par bains**

Le fragment de chapiteau le plus volumineux, qui a également servi pour les tests de laser, a été dessalé en le plongeant dans un bain de 4,5 litres d'eau déminéralisée préalablement saturée en carbonate de calcium brassée en continu par un petit agitateur magnétique. Le dessalement a été suivi par une mesure automatique quotidienne de la conductivité électrique (à température constante elle est proportionnelle à la quantité de sels dans l'eau) ; il a été poursuivi assez longtemps pour que la concentration des sels dans le bain et celle de l'eau dans les pores de la pierre s'égalisent. Les analyses sur l'eau du premier bain montrent des teneurs en phosphate très inhabituelles. Elles pourraient être liées à la décomposition en milieu humide de sépultures anciennes dans le narthex suite à la remontée de la nappe phréatique vers 1850.

### **Essais de nettoyage laser**

Des essais de nettoyage laser ont été réalisés au LRMH avec la machine EOS Combo du LRMH le 5/5/2017. Les deux modes de la machine ont été utilisés : le mode « low Q Switch » ou LQS est un mode très proche du mode « Q Switch » ou QS des lasers utilisés en France depuis les années 1990 et le mode « Short Free Running » ou SFR qui est un mode nettement différent, utilisé en France depuis 2011, avec une impulsion 1000 fois plus longue.

Les deux modes éliminent la couche et donnent un résultat convenable mais chacun demande des précautions : le laser en mode LQS donne un résultat un peu plus jaune qui ne devrait toutefois pas poser de problème dans ce contexte et le laser en mode SFR a produit

un aspect brûlé ponctuel. Un incident ponctuel similaire a déjà été observé et relié à la présence d'un badigeon à Chartres en 2011. On peut supposer qu'une couche à la surface de la pierre est la cause de ce noircissement.

### **Le cloître**

Il semble acquis aujourd'hui que le cloître n'est pas une œuvre homogène mais qu'il a été démonté/remonté au moins une fois entre sa fondation au 11<sup>e</sup> siècle et son état gothique (1270). Il peut donc être considéré comme une œuvre romane (avec un réemploi de vestiges gallo-romains ?), remonté à l'époque gothique, transformé à plusieurs reprises, puis restauré au milieu du 19<sup>e</sup> siècle dans un état médiéval supposé.

Les élévations extérieures des galeries présentent un pilier à chaque angle, un pilier intermédiaire et une alternance de colonnettes simples ou doubles. Au total pour chaque galerie, on dénombre 20 chapiteaux (simples ou doubles) dans les galeries est et ouest, 18 chapiteaux dans les galeries nord et sud.

### **État sanitaire des chapiteaux**

Tous les chapiteaux et tailloirs sont d'origine. Ils sont relativement peu sales. Les lichens ne touchent que quelques éléments, principalement des tailloirs. Les croûtes noires sont minces et, surtout, elles ont en grande partie disparu. Tous les chapiteaux et la plupart des tailloirs subissent en effet une perte d'épiderme due à l'action de sels solubles. Cette perte est variable selon les chapiteaux, les cas les plus graves sont dispersés sur l'ensemble des quatre galeries, sans corrélation avec l'exposition. Les photos anciennes montrent que, quelle que soit sa gravité selon les chapiteaux, son évolution est relativement régulière depuis plus d'un siècle. Elle semble due à la rencontre de sels solubles de deux provenances : d'une part des nitrates et chlorures très solubles et hygroscopiques qui pourraient avoir contaminé les chapiteaux romans s'ils furent posés au sol lors la construction du cloître gothique et d'autre part du gypse, un sulfate formé par la réaction avec la pierre de la pollution soufrée provenant notamment de la voie de chemin de fer. Ce sel non hygroscopique et peu soluble est

généralement stable en milieu abrité mais pas ici car les sels hygroscopiques apportent l'eau qui lui permet de se déplacer.

Apport important de Lise Leroux, géologue du LRMH : la pierre utilisée pour les chapiteaux est un calcaire provenant vraisemblablement de Saintonge, donc importée soit à l'époque romane pour la création du cloître soit à l'époque gallo-romaine pour un autre monument. Différentes campagnes de restauration sont visibles sur les chapiteaux : collage de fragments, essais de traitement hydrofuge, ragréage au plâtre, etc.

Quelques vestiges de polychromie (ocre rouge/ocre jaune) sont visibles dans certains fonds de sculpture. Il est difficile de déterminer s'il s'agit de réelles polychromies ou d'anciens fonds de préparation.

### **Essais de dessalement par compresses**

Le calcaire tendre altéré par les sels supporte mal les compresses : les deux compositions de compresses testées (sable/kaolin/eau et Advectum F15) occasionnent un arrachement régulier de micro-fragments sur toute la surface traitée et de petits arrachements plurimillimétriques accidentels. Comme les compresses ne permettent qu'un dessalement très partiel et que les sels continueront sans doute de se déplacer, le bénéfice d'un dessalement par compresses est ici très incertain : les épidermes fragilisés pourraient subir plus de perte au moment du dessalement que celui-ci n'en éviterait par la suite. Le traitement réalisé par Ottorino Nonfarmale dans les années 1980 n'a pas amélioré la conservation des parties traitées et complique aujourd'hui leur dessalement.

### **Les galeries du cloître**

Le mur-bahut supportant les arcatures est composé d'assises de pierres et de briques, avec un couronnement en dalles de pierre chanfreinées. Dans la moitié sud, l'état général des couronnements est globalement satisfaisant, exceptées quelques pierres rongées par les sels. En revanche, dans toute la moitié nord, l'état de ces pierres est très préoccupant : les maçonneries de couronnement sont en train de disparaître à cause des sels, menaçant directement la stabilité

des colonnettes. La migration des sels sous l'effet des remontées capillaires dégrade également les banquettes de briques et les bases de certaines colonnettes. Au total, ce sont près de 5 colonnettes dont la stabilité est menacée à brève échéance. Les reliefs en marbre des piliers et quelques tailloirs en marbre sont moins gravement touchés que les chapiteaux par l'action des sels.

### **Projet d'intervention et question du dessalement** (fig. 9 et 10)

#### **Le nettoyage**

Pour améliorer l'aspect du portail et des chapiteaux du cloître, il est souhaitable de les nettoyer. Concernant le portail, le nettoyage devra être assez poussé dans les parties basses pour éliminer les dépôts très sombres et irréguliers ; un passage progressif à un nettoyage moins poussé dans les parties hautes permettra de respecter les nombreux restes de polychromie qu'elles abritent. Pour ce nettoyage, nous proposons d'adopter le protocole d'intervention prévu par O. Rolland : laser pour les parties sculptées et micro-sablage ou sablage fin en fonction de la nature des parements (moulurés ou non). Ce mode de nettoyage coûteux pourrait s'avérer inutile pour les chapiteaux et les reliefs qui seraient dessalés par bains puisque le bain permet un nettoyage très doux, beaucoup plus économique.

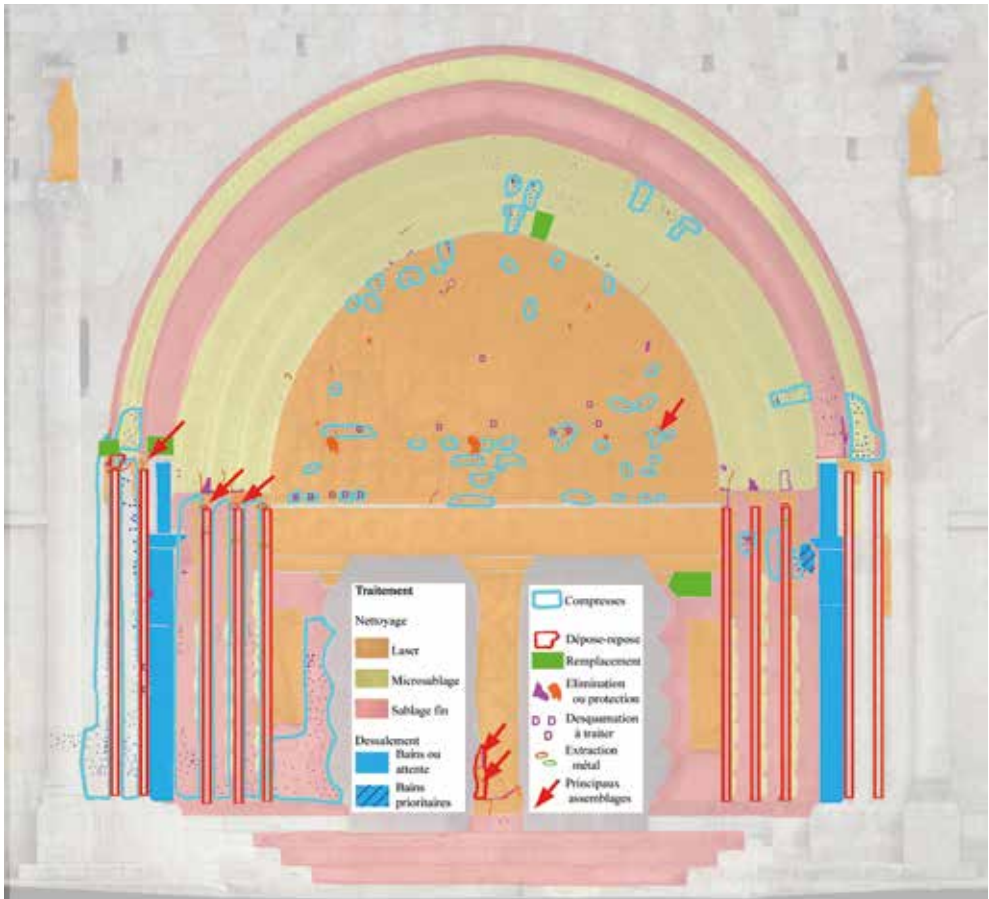
#### **Le dessalement**

La question du dessalement est plus délicate. Pour le portail, la dépose des bas-reliefs et des éléments sculptés des deux piédroits et leur traitement par bain sont présentés par O. Rolland comme la solution la plus adaptée dont nous disposons actuellement pour réduire de façon significative la teneur en sel de ces éléments et stopper le phénomène régulier d'altération qui se poursuit aujourd'hui malgré la mise en place de la barrière étanche. Il convient d'extraire les sels des parties les plus touchées. Les reliefs des ébrasements peuvent être déposés, comme l'ont montré les interventions des 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles. Ces reliefs

seraient alors traités par bains, seul procédé permettant – selon l'étude menée par O. Rolland – d'extraire la plus grande partie des sels solubles qu'ils contiennent. Traités par le même procédé, les reliefs conservés en réserve pourraient même reprendre leur place dans le portail. Ils sont toutefois actuellement les éléments les moins menacés. Les dessalements devraient durer deux à trois ans. Ils peuvent être réalisés sur place et faire ainsi plus facilement l'objet d'une présentation au public. Beaucoup de blocs ne pourront toutefois pas être dessalés par bains. Nous proposons de limiter la dépose aux reliefs auxquels il est possible

maintenant d'accéder par la face arrière. Un dessalement par compresses permettra pour une partie d'entre eux d'abaisser au moins pour un temps la concentration superficielle des sels.

La solution du dessalement par bains constitue cependant un traumatisme important pour l'édifice, avec un risque de perte de matière et de perte d'authenticité. Le principe de précaution nous incite à être prudent dans la mesure où beaucoup de questions se posent encore sur cette technique qui ne devrait être mise en œuvre qu'avec prudence, après avoir obtenu des garanties sur son efficacité et une évaluation plus précise du



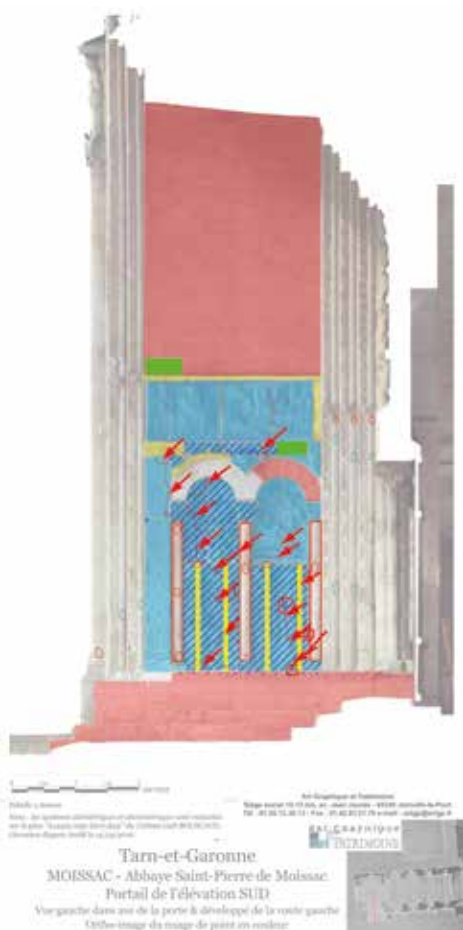
(fig. 9) Face sud du portail, propositions de traitement.

temps nécessaire pour le traitement qui se compte *a priori* en années. La gestion d'une telle dépose – et pour un temps long – s'avère également très sensible vis-à-vis du public et de la population locale.

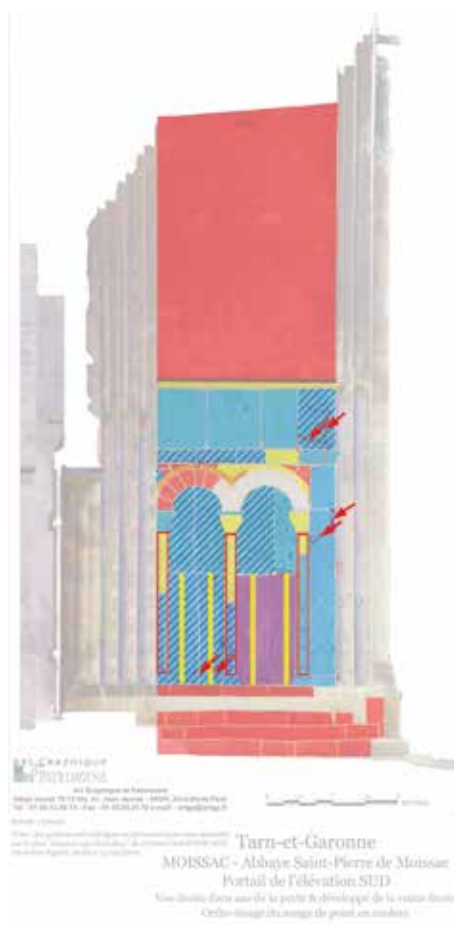
Nous proposons que cette solution soit mise en œuvre à titre d'essai sur le bas-relief de la *Visitation* qui est déposé et actuellement présenté dans l'abbaye, même si celui-ci n'est pas le plus menacé. Ces éléments serviraient de test pour

connaître l'efficacité réelle du processus et connaître sa durée.

Concernant le dessalement des chapiteaux du cloître, les réflexions menées sur le portail s'appliquent également. Il y a cependant plusieurs points qui diffèrent. Les essais de dessalement des chapiteaux par compresses ont montré qu'il y avait un risque à utiliser cette technique compte tenu de la nature et de l'état de la pierre. Par ailleurs, le dessalement par bain comporte une incertitude particulière : le comportement de la couche



(fig. 10) Côté gauche ou ouest, propositions de traitement.



(fig. 11) Côté droit ou est, propositions de traitement.

brun-verdâtre observée sur le chapiteau du *Martyr de saint Étienne*.

C'est pourquoi nous proposons de profiter du remplacement nécessaire d'une base de colonne sur la galerie est (troisième colonne en partant de la gauche), pour déposer le chapiteau et effectuer sur celui-ci un test de dessalement par bain. Si ce test s'avère positif, la solution de dessalement par bains pourrait être poussée davantage. Dans l'attente, nous proposons une mise en observation des chapiteaux, mais aucune action pour ce qui concerne le dessalement.

### **Consolidations, purges et étaitements**

Les cassures et fissures sont aggravées par le plâtre et le fer employés par les restaurations anciennes, en particulier pour les longues colonnes de marbre. Elles vont devenir dangereuses pour le public à brève échéance. Il faut les déposer pour supprimer le plâtre et le fer puis les reposer. Pour assurer la conservation du portail, il faut éliminer le plâtre de restauration dans tous les endroits accessibles à l'eau ou, pour les réfections abritées et méritant d'être conservées, il faut l'isoler des solutions salines circulant dans la pierre. Très peu de remplacements de pierre sont nécessaires pour la stabilité. Des pierres pourraient cependant être remplacées dans les parties les plus rongées pour des raisons d'aspect. Les étais de bois derrière les reliefs à l'ouest doivent être remplacés par des étais plus durables et démontables. Un dispositif analogue pourrait remplacer le mur de parpaing à l'est pour un meilleur accès et contrôle de la conservation des reliefs de marbre, surtout si les originaux de l'*Annonciation* doivent être remis en place. Les arcs des chapiteaux du cloître – dont la base de colonne doit être remplacée – seront étayés. Parmi ces chapiteaux, l'un sera dessalé par bains pendant une longue période. Son étalement, sera donc différent des autres.

### **Interventions complémentaires**

La restauration du portail sud intégrera la consolidation du trumeau fissuré, la reprise de l'étanchéité sur les terrasses hautes, la restauration des merlons en pierre et des parements sur la façade sud de l'avant-porche.

Il conviendra également de mettre en place un système de mise à distance pour éviter les dégradations du public sur les parties sculptées et de modifier le système de fermeture des grands vantaux portes fermées, pour éviter les « coups de bélier » sur le trumeau qui contribuent lentement à le déstabiliser. Il sera enfin nécessaire d'installer un système anti-volatile pour remédier aux fientes qui souillent le portail et accélère sa dégradation. La restauration du cloître comprendra la restauration des banquettes en briques et pierre, la mise en œuvre d'une barrière étanche par injection et pose de feuilles de plomb sous les bases à remplacer, la restauration des sols et le projet de mise en lumière des galeries.

Dans le cadre des travaux d'assainissement de la cour du cloître, il sera proposé la réfection du trottoir et du caniveau ceinturant la cour, avec création d'avaloirs dans les quatre angles, pour recueillir les eaux provenant des noues, la création d'un réseau d'assainissement raccordés à l'exutoire existant à l'angle sud-ouest et le reprofilage général de la cour. Les archives historiques indiquent qu'il existait jadis des réseaux collectant les eaux souterraines du coteau en amont de Moissac, alimentant une fontaine et un puits dans la cour du cloître.





- Partie 2 -  
L'extraction des sels dans la pierre :  
principes et expériences



# Panorama des pratiques de dessalement, l'exemple de l'Allemagne

Christoph Franzen – Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmälern in Sachsen und Sachsen-Anhalt, Dresde

Heiner Siedel – Technische Universität, Institut für Geotechnik, Dresde

Franck Hoferick – Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement, Dresde

## Introduction

Le dessalement constitue une étape de restauration essentielle dans la conservation des objets du patrimoine artistique et culturel fabriqués à partir de matériaux minéraux poreux. Les procédés les plus divers ont été imaginés et employés pour développer et améliorer les méthodologies existantes. Certains d'entre eux ont été accompagnés d'une analyse, seule possibilité de déterminer leur efficacité.

Dissous dans l'eau, les sels migrent vers et dans les matériaux de construction poreux. L'humidité de l'air est aussi un facteur intervenant dans les processus d'altération. Toutes les mesures qui se sont avérées efficaces étant basées sur l'eau, cet élément est considéré comme le paramètre-clé du dessalement. Dans les travaux de restauration, l'eau déionisée est indiquée sur le plan qualitatif, l'eau distillée étant nettement plus onéreuse et n'apportant aucun avantage à la méthode. L'eau du robinet pouvant contenir de fortes concentrations d'ions carbonates, on lui préférera de l'eau déionisée (Franzen 2006).

## Compresses

Le dessalement à l'aide de compresses (Vergès-Belmin & Siedel 2005) est une méthodologie courante en Europe (Heritage et al. 2013) tout comme en Allemagne. Les objets traités suivant cette méthode vont des ouvrages de maçonnerie s'étendant sur des surfaces importantes situées à l'extérieur aux simples statues en passant par les surfaces de murs intérieurs. De manière générale, la compresse appliquée par voie humide transfère de l'eau à la roche poreuse contaminée par le sel. L'eau migre vers le système poreux et dissout les sels. Au séchage, les sels dissous

sont transportés par l'eau vers la surface. La compresse fait alors office de surface, autrement dit d'interface entre la matière humide et l'air. L'eau s'évapore et les sels se cristallisent dans la compresse. On retire alors la compresse chargée de sel pour éliminer les sels du système. Issue initialement de la technique de restauration des peintures murales, cette méthode basée sur des compresses en cellulose pure a évolué au fil des dernières décennies vers un procédé employant des compresses complexes composées de différents matériaux (Vergès-Belmin et al. 2011). Selon les propriétés et les fonctions des composants du matériau, la nouvelle fiche technique révisée WTA E3-13 (WTA 2019) fait désormais la distinction entre les composants absorbants comme la cellulose, les composants minéraux dotés de propriétés spécifiques tels que l'argile ou le quartz inerte et les agents de charge ayant une densité spécifique faible. Le mélange des composants de compresse est gâché avec de l'eau déionisée. Facile à mettre en œuvre, la masse pâteuse obtenue est appliquée à la truelle ou à la spatule, voire projetée à la machine à enduire. Une bonne adhérence de la compresse doit être assurée dès le début des travaux, car en cas de décollement le sel ne sera pas absorbé. Les couches intermédiaires peuvent aussi entraver la migration du sel. Une légère incertitude subsiste à propos de la teneur en eau optimale dans les composants de la compresse. Franzen et al. (2017) recommandent de toujours indiquer la teneur en eau en l/m<sup>2</sup>. Pour des questions liées à la physique et à la chimie des matériaux, mais aussi pour des raisons pratiques, le matériau des compresses doit toujours être adapté au substrat (Heritage et al. 2013, WTA 2019) [fig. 1].



(fig. 1)

### **Dessalement dans un bain**

L'immersion dans l'eau est une méthode de dessalement caractéristique dans les chantiers de restauration (Bromblet et al. 2011, Franzen et al. 2013). Elle pose comme condition préalable essentielle la transportabilité de l'objet à traiter pour permettre son immersion dans un bassin installé dans un atelier ou, à la rigueur, directement sur le chantier, suivie de son extraction de ce bassin. La roche ne doit pas être soluble dans l'eau, et son traitement par immersion doit être précédé d'un nettoyage mécanique et de l'élimination des croûtes et dépôts. L'eau du bain doit être de l'eau déionisée. La teneur en sel de l'eau et l'efficacité de la méthode peuvent être déterminées aisément via des mesures régulières de la conductivité électrique du milieu. Les objets immergés pendant une période prolongée se saturant d'eau, le processus doit prévoir une durée de séchage suffisante (fig. 2).

### **Dessalement par dépression**

Les retours d'expérience dans le domaine de la consolidation des substrats montrent que le procédé par dépression permet aussi d'obtenir le dessalement des roches. L'eau pénètre en profondeur dans la pierre à traiter par ses pores. Néanmoins, le remplacement de l'eau, principal facteur du dessalement, intervient presque exclusivement en surface (Siedel, H., Franzen, C., Pummer, E. 2014) (fig. 3).

### **Méthodes de dessalement combinées**

Le dessalement dans un bain entraîne la forte saturation des objets en eau. Pendant la phase de séchage qui suit, une grande quantité de sel migre du cœur de la pierre vers la surface. Ce séchage consécutif à l'immersion doit donc être réalisé sous une compresse (Franzen et al. 2008, 2013).



[fig. 2]

## Cas idéal/projection

Sur le plan théorique, le sel migre toujours lorsqu'il est dissout dans l'eau. Sur le principe, il est donc impératif d'ajouter de l'eau au système pour que le sel en solution puisse être extrait. Sachant que dans la grande majorité des cas les sels se situent dans l'épiderme de la pierre, l'eau doit circuler de l'intérieur vers l'extérieur. Lorsque la situation permet d'avoir un flux d'eau de l'intérieur vers l'extérieur, par exemple en présence de percages pour chevilles, ces accès doivent impérativement être envisagés pour le dessalement efficace du substrat (WTA 2019).

## Synthèse et recommandations

Le dessalement doit toujours être précédé d'une évaluation de différents facteurs fondamentaux et approches méthodologiques.

- Le matériau de l'œuvre d'art qui fera l'objet du dessalement ne doit en aucun cas être soluble dans l'eau ! La solubilité dans l'eau des matériaux difficilement solubles dans l'eau doit être connue, afin de pouvoir interpréter correctement les valeurs d'analyse de la méthode employée.

- Le nettoyage mécanique de la surface, c'est-à-dire l'élimination de couches de sel superficielles, doit toujours être réalisé avant le dessalement basé sur une solution aqueuse.

- Sur le lieu d'implantation de l'objet, des mesures doivent être prises pour éliminer la cause de la contamination saline à l'endroit où est appliquée la méthode de dessalement.

- Toute opération de dessalement doit systématiquement être basée sur l'analyse de différentes méthodes et la définition des zones à traiter sur chaque objet.

L'emploi de différents mélanges de composants dans les compresses ou l'augmentation de leur épaisseur permet d'augmenter progressivement la teneur en eau dans le procédé. Les objets mobiles peuvent être traités dans un bain. Les décisions portant sur le procédé et les matériaux à employer doivent toujours être prises sur le conseil d'experts chevronnés. Les conditions locales ayant souvent une influence sur les décisions à prendre, un examen préalable exhaustif de la situation s'avère incontournable.



(fig. 3)

# Le dessalement par bain : méthodologie et recommandations pratiques

Philippe Bromblet – scientifique de la conservation du patrimoine, CICRP  
Olivier Rolland – conservateur-restaurateur de sculptures indépendant

Le dessalement par bain est une opération de conservation spectaculaire qui s'applique aux matériaux poreux (pierre, briques et autres terres cuites, etc.) et consiste à immerger dans l'eau une œuvre en cours de dégradation pour en extraire les sels solubles. L'action des sels solubles (chlorures, nitrates, sulfates...) a longtemps été méconnue. On sait aujourd'hui que ces phases très mobiles (solubles, hygroscopiques) sont capables de provoquer des dégradations considérables (désagrégation, desquamation, fissuration...) dans la pierre<sup>1</sup> lorsqu'elles se concentrent et cristallisent dans sa porosité (fig. 1). Dans certains cas favorables, il est possible de limiter l'action des sels solubles en stabilisant les conditions climatiques, notamment à l'intérieur d'un édifice, ou dans une vitrine. Le plus souvent, l'élimination des sels est requise pour arrêter la dégradation saline. Si l'on ne peut malheureusement recourir qu'à un dessalement partiel et superficiel des maçonneries par application de compresses, il est possible de réaliser des dessalements complets et permanents pour des objets isolés, mobiles, des éléments démontables d'une œuvre. Les opérations de dessalement par bains qui avaient été peu pratiquées par le passé, sont aujourd'hui recommandées pour assurer la conservation des œuvres contaminées par des sels solubles. De grandes campagnes de dessalement ont ainsi été menées sur plusieurs œuvres insignes (retable de Bethléem de la cathédrale Saint-Just de Narbonne, chapelle Francesco Laurana de l'ancienne cathédrale de la Major à Marseille, base sculptée de la façade occidentale de l'église Notre-Dame-la-Grande à Poitiers...). Les

sculptures trouvées en fouille sous-marine sont désormais systématiquement dessalées avant d'être séchées et restaurées. Une méthodologie s'est progressivement mise en place pour optimiser la conduite de cette opération<sup>2</sup>.

Le dessalement par bain retire inévitablement des sels ou des éléments sans danger pour l'œuvre et que l'on souhaiterait conserver, comme le gypse qui s'est lentement substitué à la calcite dans l'épiderme des pierres calcaires, ainsi que des sels qui témoignent de l'histoire de l'objet comme le chlorure de sodium et autres sels de la vallée du Nil dans les objets égyptiens. Le séjour prolongé dans l'eau conduit fréquemment à un nettoyage superficiel très poussé et à des dissolutions ponctuelles des minéraux de la pierre, en particulier de la calcite du marbre et des calcaires. En dépit de ces réserves liées au caractère radical de l'opération, le dessalement par bain n'est cependant pas plus « brutal » qu'un dessalement par compresse : l'épiderme fragile n'a pas à supporter le poids d'une compresse, il n'y a pas de ruissellement et il n'y a pas non plus de contrainte mécanique exercée pour éliminer la compresse sèche. Il n'est pas exagéré de dire que si l'objet supporte bien l'eau et si le niveau d'eau est maintenu, le bain de dessalement est en fait un endroit relativement sûr pour l'objet.

---

1. Vergès-Belmin (Véronique) et Bromblet (Philippe), « La pierre et les sels : altération par les sels, méthodes d'identification, méthodes de dessalement » in *Monumental*, 2001, p. 236-271.

---

2. Rolland (Olivier) « Le dessalement par bains », in *Gérer les problèmes de sels*, session de formation permanente organisée par l'Institut National du Patrimoine et le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques, France, 6-10 juillet 2016, 9 p.  
Bromblet (Philippe), Vergès-Belmin (Véronique), Franzen (Christoph), Aze (Sébastien), Rolland (Olivier), « Toward an optimization of the specifications for water bath desalination of stone objects » [2011], in *Salt weathering on buildings and stones sculptures, Proceedings from the International Conference*, 19-22 Octobre 2011, Limassol, Chypre, 2011, p. 397-404.



(fig. 1) Chapiteau roman en cours de désagrégation saline, avant démontage et dessalement, ermitage Saint-Pierre, ancienne abbaye de Montmajour [Arles].

## Observations et essais préalables

Avant d'envisager un dessalement par bain, il est important de disposer d'un diagnostic qui confirme la présence de sels solubles et leur rôle dans l'altération observée. Une norme européenne<sup>3</sup> décrit le mode d'extraction et le dosage des sels solubles pour évaluer l'importance de la contamination et la nécessité ou non d'effectuer un dessalement.

Avant de débiter l'opération, il est nécessaire d'identifier les autres constituants sensibles à l'eau pour les éliminer ou les protéger le cas échéant :

- L'observation et/ou un détecteur de métaux permettent de repérer le fer (goujons, taches de rouille, ou minéraux contenant du fer pouvant s'oxyder ou dont les oxydes peuvent s'hydrater) et les alliages cuivreux.

- Un test au chlorure de baryum met en évidence le plâtre ou une charge gypseuse dans les préparations de polychromie.

- L'observation et un test de la pointe d'un scalpel sous binoculaire en lumière rasante de l'effet d'une goutte d'eau permet déjà de repérer les matériaux gonflant fortement (argiles gonflantes, colle de peau fréquente sous les carnations), ramollis ou solubles.

L'œuvre doit être manipulée, déposée et placée au moins en partie dans un bac. Certaines pierres peuvent mal supporter l'immersion, notamment lorsqu'elles contiennent des argiles gonflantes, ou des composants colorés susceptibles de migrer. Le marbre de Carrare peut jaunir ou se tacher, par exemple, s'il contient des pyrites, celles-ci pouvant s'oxyder et former une multitude de points de rouille. Un test préalable sur un fragment ou une partie est indispensable pour un matériau dont le comportement à l'eau n'est pas connu ou si l'on suspecte la présence d'argile. Si le fragment test se comporte bien après quelques semaines dans l'eau, on peut mettre en bain l'objet, mais il est prudent de laisser le fragment test immergé pour avoir quelques semaines d'avance sur l'objet en cas de gonflement lent.

---

3. Norme NF EN 16455 (X80-026) – *Conservation du patrimoine culturel – Extraction et détermination des sels solubles dans la pierre naturelle et les matériaux associés utilisés dans le patrimoine culturel*, novembre 2014, 9 p.



[fig. 2] Chantier de dessalement par bains en cours.



## Méthodologie générale

### Pré-consolidation éventuelle

Une pré-consolidation peut être nécessaire localement : une solution de Paraloid B67 ou B72 à 2% peut permettre à une polychromie de mieux supporter le bain, un consolidant au silicate d'éthyle peut limiter les risques de pertes d'écaillés de pierre très fragiles (inutile en revanche de consolider des zones pulvérulentes). S'il faut maintenir des écaillés de pierre pouvant tomber, le papier japon convient pour des bains de courte durée, en bandes collées par points de résine acrylique « Paraloid B67 » ou « B72 ». Au-delà de quelques semaines de traitement, des bandelettes minces de non-tissé polyester résistant indéfiniment à l'eau peuvent être préférables au papier japon. Une gaze ou tulle synthétique peut aussi être utile.

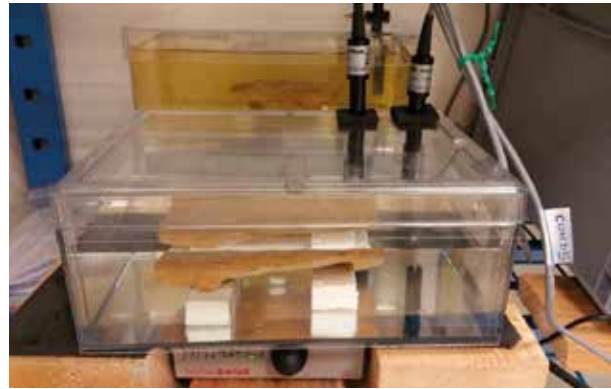
### Matériels et protocole

#### Bacs

Pour éviter toute manipulation inutile de l'objet, l'eau du bac doit pouvoir être complètement vidangée par une pompe ou un siphon. On peut caler le bac en pente vers l'un de ses coins, ou simplement, à la fin de la vidange, lever un côté au transpalette si le bac a été posé sur une palette.

Il est très important d'opérer dans le noir, de préférence dans un local peu ou pas éclairé et dans des bacs noirs couverts d'une bâche noire pour éviter tout développement biologique (fig. 2), en particulier les algues vertes dont il est ensuite très difficile de se débarrasser. Les films biologiques bruns, blanchâtres ou translucides qui peuvent éventuellement se former dans le noir, sont facilement retirés au pinceau et évacués lors de la vidange, sans l'usage d'aucun biocide.

Pour les pièces petites à moyennes, toutes sortes de récipients peuvent faire un bac de dessalement. Pour les grands objets comme les dalles funéraires, grandes statues, chapiteaux, le « liner » noir pour plan d'eau de jardin permet de réaliser des bacs dans une structure de bois brut pour un coût très raisonnable. Un fond sombre permet de bien voir les pertes de matériau éventuelles. Il est fréquent de voir de toutes petites



(fig. 3) Dessalement en cours d'une petite dalle de pierre sur cales souples dans une boîte de plexiglas posée sur un agitateur magnétique.

écaillés ou de la poudre de pierre se détacher au premier bain, il est important d'en évaluer la quantité.

Le bac doit être dimensionné pour qu'une main puisse passer entre l'objet et sa paroi. L'objet doit reposer sur des cales fines qui ne l'abîment pas et qui sont résistantes à l'eau (polystyrène extrudé...) pour que l'eau puisse circuler sous la pierre (fig. 3). Le bac est dimensionné pour assurer le meilleur compromis entre efficacité et coût. Un grand bac est plus cher et contient plus d'eau, un petit bac, plus ajusté à la taille de l'objet, nécessitera un nombre de bains plus élevé. Un volume d'eau entre trois et quinze fois celui de l'objet permet de dessaler la plupart des objets en trois ou quatre bains consécutifs pour les pierres poreuses si la durée de chaque bain est optimisée (suffisamment longue), et plus rapidement en général pour les pierres peu poreuses. Deux bains suffisent en général pour les marbres car le volume de leurs pores étant très petit, ils contiennent assez peu de sels. Il faut signaler que les dalles fines et très litées sont en général particulièrement longues à dessaler.

Il est possible de mettre plusieurs objets ou fragments dans un même bac à condition de regrouper des éléments comparables en dimensions, poids ou volume, nature du matériau, gravité de la dégradation.

### ***Eau, remplissage***

L'eau de ville convient dès qu'elle est en dessous des valeurs recherchées à la fin du bain (par exemple moins de 10 mg/l pour les ions chlorure, nitrate et sodium, moins de 50 mg/l pour l'ion sulfate, à adapter selon les cas), sinon il est préférable d'utiliser de l'eau déminéralisée saturée avec un carbonate de calcium (précipité ou nano) en excès si la pierre est un calcaire, ou en carbonate de calcium et magnésium pour les dolomies. Une plaque de marbre poli à demi-immersée dont on examinera régulièrement le poli, peut servir de témoin de l'innocuité de l'eau tout au long de l'opération.

Le remplissage du premier bain doit se faire lentement pour laisser à l'air le temps de s'évacuer. Pour une dalle ou tablette très fragile, il faut interrompre le remplissage le temps de laisser l'eau imbiber la surface par capillarité. Il est conseillé de placer les surfaces horizontales selon une légère pente pour éviter une submersion brutale de la face supérieure. Pour les petits objets très fragiles, l'utilisation d'un tuyau et petit régulateur de perfuseur permet d'assurer un remplissage « doux ».

### **Importance de l'agitation**

Il est important d'agiter l'eau du bain de manière continue pour accélérer le dessalement. En effet, le dessalement en bain se fait d'une part par la mise en solution des cations (sulfates, chlorures, nitrates...) et

anions (sodium, potassium, magnésium, calcium...) dans l'eau qui vient imbiber la porosité du matériau et, d'autre part, par diffusion de ces ions vers le bain d'eau libre. La vitesse du processus de dessalement est proportionnelle au gradient de concentration qui existe entre l'eau dans le bain et l'eau enrichie en sels dans les pores du matériau (loi de Fick). Si le gradient (c.a.d. la différence de concentration saline) est faible, l'extraction des sels est très ralentie. L'agitation permet de maintenir un gradient maximum en renouvelant sans cesse l'eau au contact de l'œuvre. De simples pompes d'aquarium conviennent très bien pour les bacs au-dessus de dix litres. Au-dessous, il est possible d'utiliser un petit agitateur magnétique réglable (fig. 3). Le mouvement d'eau doit viser les parties les moins fragiles.

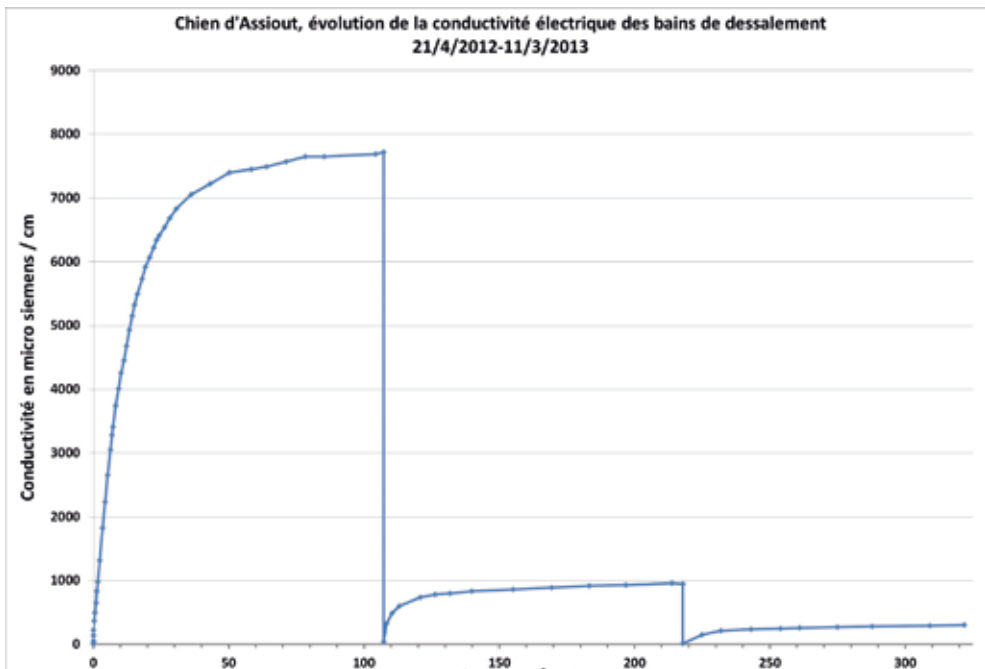
Divers autres procédés permettent d'accélérer considérablement le dessalement : champ électrique, ultrafiltration, surpression, tous présentent des dangers de résultats moins homogènes et d'altération locale, surtout sur les pierres calcaires.

### ***Suivi du dessalement, quand changer l'eau du bain ?***

Plus l'eau est salée, plus elle conduit l'électricité (très approximativement, une augmentation de la concentration en sels de 1 mg/l équivaut à une augmentation de la conductivité de 2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ou 1g/l = 2 mS/cm). Il est donc très facile de suivre la progression d'un dessalement en mesurant régulièrement la conductivité de l'eau. Dans un premier temps, celle-ci augmente au fur et à mesure que des sels seront dissouts et extraits de la pierre. Puis la conductivité atteint un palier et va progressivement se stabiliser quand le gradient de concentration faiblit et que la diffusion des anions et cations devient de plus en plus lente. La mesure de la conductivité électrique (l'unité internationale est le Siemens par mètre S/m) est sensible à la température. Si le local n'est pas à température constante, il est indispensable d'utiliser un conductimètre équipé d'un système d'étalonnage qui corrige la conductivité en fonction de la température de l'eau (à mesurer).



(fig. 4) Conductimètre utilisé pour le suivi d'un dessalement par bains.



(fig. 5) Graphique de l'évolution de la conductimétrie durant les trois bains successifs réalisés pour assurer le dessalement du chien d'Assiout.

Le matériel le plus fiable et le plus polyvalent est un conductimètre de laboratoire à mesure manuelle (fig. 4) avec une gamme de mesure très large. Il existe toute sorte de modèles, certains avec enregistrement automatique et/ou transmission de données par GSM ou ligne téléphonique, par SMS ou par internet. La conductivité convient à tout type de salinité. Il faut signaler que la mesure de la densité de la solution (eau du bain) permet aussi de suivre le dessalement puisque cette densité augmente avec la salinité de l'eau. Cette mesure simple est cependant moins précise et moins fiable pour les eaux peu salées dont la densité dépend de la moindre variation de température.

La température du bain et la conductivité électrique doivent être mesurées régulièrement. La fréquence est à adapter au cas par cas, avec les ordres de grandeur suivants : chaque jour pour un objet d'un kilogramme, chaque semaine pour un objet d'une dizaine de kilogrammes, chaque

quinzaine pour un objet d'une centaine de kilogrammes ou plus. Ces mesures permettent de suivre le dessalement en traçant sur un graphe l'évolution de la conductivité électrique en fonction du temps (fig. 5). Il faut atteindre le net fléchissement de la courbe de conductivité avant de changer l'eau. Pour des gros blocs, ce fléchissement peut se produire après plusieurs mois voire une année de bain. Une fois le dessalement par bain lancé, il est très important de le mener à terme et donc de ne pas l'arrêter trop tôt pour ne pas laisser des sels résiduels qui se concentreront vers la surface de l'œuvre au séchage pour produire une nouvelle dégradation saline.

Hormis le délai, il n'y a cependant en général pas d'inconvénient à prolonger le bain.

La pierre ne doit pas sécher entre deux bains. Le dernier bain est celui qui tend vers un palier à une valeur assez basse, de l'ordre de 500 µS/cm, ce qui correspond à une concentration de sels dissous de l'ordre de



(fig. 6) Vue de la sculpture du chien d'Assiout en cours de désagrégation granulaire avant dessalement, exposée dans une vitrine (inv. E11657, musée du Louvre).

250 mg/l. On peut toutefois viser un seuil plus ou moins bas selon l'expérience et les contraintes, et cette notion de palier est à nuancer, notamment si l'on souhaite conserver certains sels peu nocifs, peu solubles, qui entrent dans la constitution de la pierre comme c'est le cas pour certains calcaires égyptiens par exemple le calcaire gypseux constituant la sculpture du chien d'Assiout (fig. 6).

Plus l'œuvre est volumineuse et massive, plus le rapport surface/volume diminue et plus la quantité de sels résiduels, après le

dernier bain, est importante par unité de surface. Sachant qu'une partie de ces sels résiduels est susceptible de remonter à la surface de l'œuvre lors du séchage final, il est donc d'autant plus important de prolonger suffisamment le dessalement que la pièce est volumineuse et massive.

### Évaporation de l'eau des bains

L'évaporation conduit à une augmentation de la concentration en sels dans l'eau et donc à une diminution de l'efficacité du dessalement et à une augmentation trompeuse de la conductivité. Il est donc conseillé de la limiter par un couvercle ou une bâche. Une feuille de polyane mince type protection de bricolage pour peinture flottant à la surface, est très efficace, au-dessous des bâches noires lourdes évoquées plus haut. On peut aussi la compenser par un apport d'eau, si nécessaire déminéralisée (un apport d'eau de ville répété conduit à des apports de sels non négligeables). Il faut mesurer la conductivité juste avant et peu après et noter l'intervention sur le graphe.

### Développements biologiques

Les développements biologiques sont naturels et en général sans gravité. Un développement dans les fissures, sous les écailles ou dans une polychromie peut toutefois poser problème.

Un développement biologique intense peut survenir en présence de fortes concentrations de nitrates, il se traduit alors par une chute de la conductivité et la formation de films beiges gonflés de bulles de gaz en surface; il est prudent en ce cas d'éliminer les films et de renouveler le bain, mais il n'est pas utile d'utiliser un biocide qui va modifier la conductivité de l'eau et perturber son évolution. Il est prudent aussi de mesurer le pH avec assez de précision pour s'assurer que l'eau ne s'acidifie pas sous l'effet des développements microbiologiques.

### Prélèvements et dosage de contrôle

S'il est correctement réalisé, le dessalement par bains est assez sûr pour se passer de prélèvement de pierre pour contrôler l'absence de sels après l'opération. Dans le doute (pulvérulence après séchage...),

on peut toutefois réaliser des dosages de contrôle sur un prélèvement superficiel et des prélèvements à différentes profondeurs après séchage de l'œuvre pour valider le dessalement. Les analyses ont aussi une visée documentaire : les sels retirés faisant aussi partie de l'objet et de son histoire, il est utile de les documenter.

On peut conserver les prélèvements d'eau de chaque fin de bain au frais (5°C.) dans un noir complet ou mieux au congélateur pour analyses complémentaires en fin d'opération si nécessaire.

### Évaporat

Autant que l'analyse, la simple observation d'un évaporat du premier bain (en totalité ou au moins 10 litres) peut apporter des informations diagnostiques utiles: elle permet souvent de visualiser des saumures formées par des sels fortement hygroscopiques qui seraient difficiles à repérer autrement. C'est encore un sujet d'étude mais il semble que ces saumures soient souvent dues au nitrate de calcium et au chlorure de calcium. Elles pourraient jouer le rôle de « saumure transporteuse », permettant aux sels destructeurs de se déplacer même sans apport d'eau liquide. Il est important de produire l'évaporat à température ambiante pour former des sels pas trop différents de ceux des conditions réelles avec un simple ventilateur.

### Pesées

Quelques pesées utiles peuvent être pratiquées pendant le dessalement.

Peser l'objet avant dessalement et après séchage permet de mesurer la matière retirée (sels, eau liée aux sels, pertes éventuelles).

Peser l'objet plein d'eau (saturé) du dernier bain, sous l'eau et en dehors, permet de calculer son volume (la différence entre poids hors d'eau et sous l'eau est due à la poussée d'Archimède proportionnelle au volume d'eau déplacé).

### Séchage

L'objet peut sécher plus rapidement en le plaçant dans le souffle d'un ventilateur, de préférence dirigé vers une face moins fragile. Le séchage peut être suivi par pesée, au moins sur le plus gros et le plus petit objet

d'une série. Un séchage relativement rapide limite les risques de développement de moisissures en surface, néanmoins s'il reste des sels, ceux-ci ne seront pas ramenés jusqu'à la surface et risquent de passer inaperçus. Un séchage lent avec une mise à l'équilibre avec le milieu dans lequel l'objet sera *in fine* conservé, est préférable.

### Consolidation et conservation après bains

Une consolidation peut (rarement) s'avérer nécessaire après le bain: la disparition des sulfates, en particulier les sulfates compacts néoformés, plutôt utiles à la cohésion des parties altérées, peut fragiliser les zones dessalées.

*A priori*, s'il n'y a plus de sels solubles, la température et l'humidité ambiantes naturelles conviennent pour le stockage ou l'exposition des pièces dessalées. Une surveillance de l'œuvre est toutefois recommandée sur un an ou plus (constat d'état, efflorescences, pulvérulence).

En conclusion, le dessalement par bains est une opération longue et délicate qui requiert un suivi régulier par conductimétrie, auquel peut éventuellement participer un laboratoire. Il est impossible de fixer à l'avance la durée et le nombre de bains nécessaires et suffisants pour dessaler une pierre contaminée. Seul le suivi par conductivité détermine la durée de chaque bain et la durée totale du dessalement. L'opération n'est pas anodine : elle nécessite de l'espace et peut durer un an ou plus pour un gros bloc sculpté.

Dans le passé, les bains dont la durée et le nombre étaient fixés de manière empirique, pouvaient conduire à des dessalements partiels qui semblaient satisfaisants jusqu'à ce que les sels non éliminés reviennent à la surface du matériau et déclenchent une nouvelle phase de désagrégation. La méthodologie actuelle, basée sur un suivi du dessalement par conductimétrie, garantit le dessalement à cœur de l'œuvre et permet sa conservation en stoppant définitivement toute dégradation saline en cours.



- Partie 3 -  
Retours d'expériences



# La restauration de la façade de Notre-Dame-la-Grande à Poitiers

François Jeanneau – architecte en chef des Monuments historiques, inspecteur général

Sauver la façade occidentale de Notre-Dame-la-Grande à Poitiers, citée comme l'un des chefs-d'œuvre de l'art roman du Poitou, tel était la tâche immense et complexe qui incombait au service des Monuments historiques depuis le classement de l'édifice sur la 1<sup>re</sup> liste de 1840. C'est en effet au début du 19<sup>e</sup> siècle que l'on prend conscience du mal inexorable qui affecte sa sculpture. Prosper Mérimée, inspecteur des Monuments historiques, s'en était ému et alarmé ; il obtiendra alors des crédits en faveur d'une première et grande intervention de sauvetage qui eut lieu de 1845 à 1851, dirigée par l'architecte Joly-Leterme.

Mais, après un court répit, le mal poursuivit son œuvre et l'on assista presque impuissant, d'année en année, à la disparition lente de son ornementation, accusant la pollution, les pigeons, la pluie... En fait, Joly-Leterme n'était intervenu que sur les conséquences apparentes des altérations, en changeant les pierres malades par de nouvelles mais sans rechercher ni traiter leurs causes. Les clichés de l'évolution des altérations sont très évocateurs.

## Le diagnostic

C'est pourquoi, au vu d'un constat d'état de plus en plus alarmant, la conservation régionale des Monuments historiques (CRMH) de Poitou-Charentes me confia une étude préalable à la restauration de la façade, étude pluridisciplinaire que j'ai menée en 1990-1991.

Notre premier souci fut de documenter les travaux réalisés sur cette façade depuis l'origine et notamment la campagne du 19<sup>e</sup> siècle. L'analyse visuelle et stylistique des sculptures, confrontée à la carte établie par le LRMH sur les différentes natures des pierres utilisées, a pu fournir de précieuses informations, notamment dans la similitude qui se révélait entre les éléments que l'on pensait avoir été changés au 19<sup>e</sup> siècle et l'utilisation systématique, lors de

ces travaux, de la pierre calcaire locale dite de Bonnillet<sup>1</sup>. Par ailleurs, il convenait de connaître avec précisions la nature des altérations et leurs localisations. Nous avons pu ainsi établir une précieuse cartographie des altérations, chaque partie de la façade possédant sa propre répartition des désordres, les plus importantes se trouvant dans les trois arcatures basses, sur toute la largeur de la façade mais au-dessous de la frise sculptée de l'*Incarnation*, relativement épargnée. Ce repérage fut complété par les analyses des agents chimiques en cause<sup>2</sup>. De plus, une forte humidité et la présence de fortes teneurs en chlorure de sodium dans les sols extérieurs et intérieurs sous-jacents de la façade ont permis de conclure à une pollution saline due précisément à la présence, pendant au moins un demi-siècle, de marchands sauniers au pied de l'édifice<sup>3</sup> (fig.1). D'ailleurs, lors des travaux, nous avons constaté la présence d'une nappe d'eau en surface alimentant le pied de la façade, côté sud-ouest, sans pour autant en avoir déterminé la provenance, source évidente des remontées capillaires en pied de mur.

## La restauration

La connaissance des causes d'altérations probables de la sculpture de la façade nous permit de définir un protocole détaillé d'intervention avec le souci constant de la préservation de la matière d'origine. Ainsi avons-nous proposé,

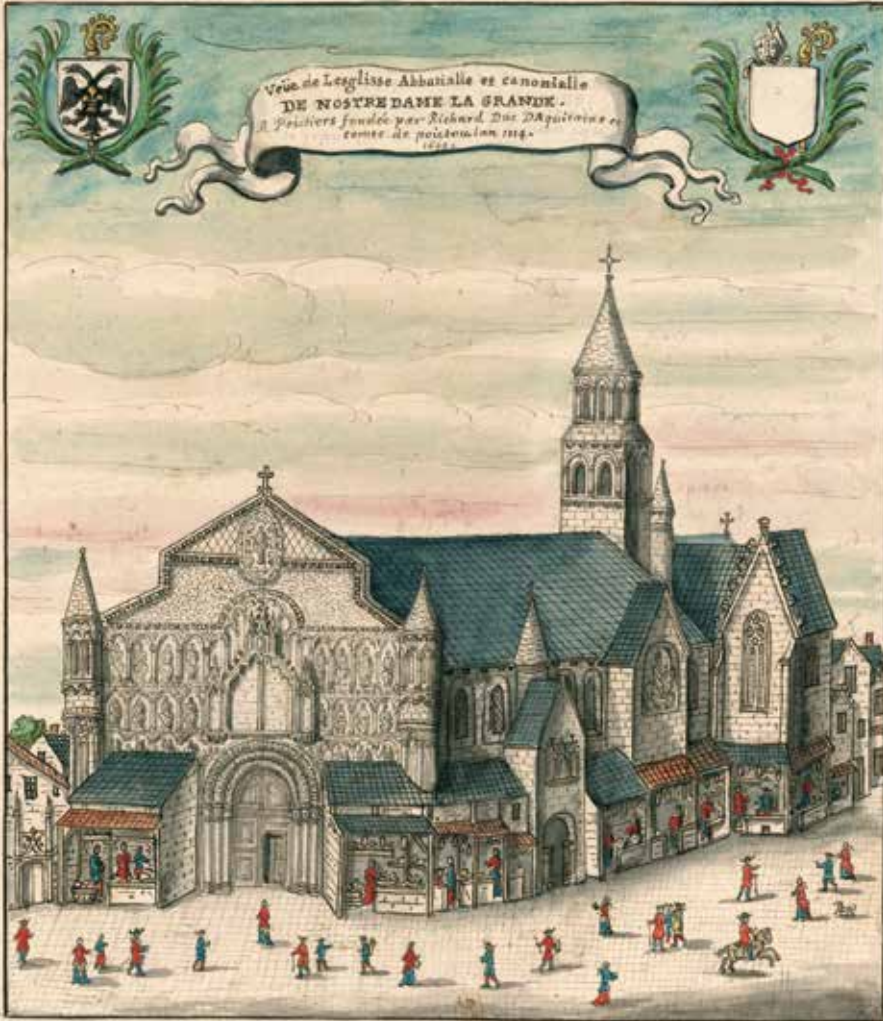
---

1. Cinq natures de pierre calcaire existent sur la façade dont deux ou trois seraient vraiment d'origine, les deux autres étant exclusivement des pierres utilisées lors des restaurations et notamment ce Bonnillet, pierre qui a subi les plus profondes altérations.

2. Ses sulfates cristallisés sous forme de gypse dont la cause est essentiellement la pollution atmosphérique ; des nitrates dont la présence a été révélée en partie basse de l'édifice ; enfin du chlorure de sodium en abondance jusqu'à 6 à 8 m de hauteur dans la pierre, les joints et le blocage intérieur des murs.

3. Voir la gravure de Gaignières : des baux de location à des marchands sauniers au pied de la façade.





(fig. 1) La présence de marchands sauniers au pied de l'église Notre-Dame-la-Grande de Poitiers à la fin du 18<sup>e</sup> siècle (Louis Boudan, aquarelle, 33 x 29 cm, coll. Roger de Gaignières, Paris, BNF)

sous le contrôle régulier d'un comité scientifique, les travaux suivants : la suppression des sources d'apport en sel ; un traitement généralisé des salissures biologiques par pulvérisation d'algicide et brossage ; un nettoyage des salissures noires sur la sculpture par

micro-abrasion complété par un nettoyage laser sur la frise ; le changement des pierres les plus altérées ; le traitement en dessalement d'éléments sculptés par dépose/repose, complété par un dessalement des parements par compresse ; un rejointoiement généralisé.

### a) Suppression de la source de sel et déviation de l'eau

Afin d'empêcher les remontées capillaires et l'intrusion d'eau, un double drainage a été réalisé comprenant la suppression des sols environnants pollués, l'aménagement d'une galerie étanche. Intérieurement, nous avons mis en œuvre une galerie ventilée avec drainage, remplacé les enduits par des enduits sacrificiels et mis en place des bandeaux plomb d'étanchéité sur les parties les plus saillantes.

### b) Suppression de la « réserve » des blocages internes des maçonneries (fig. 2)

L'une des opérations les plus spectaculaires et les plus lourdes techniquement fut la régénération du blocage interne des murs



(fig. 2) Suppression du blocage interne des murs.

de la 1<sup>re</sup> travée ouest de l'édifice, principale source d'altérations car agissant comme une véritable réserve de sel. Nous avons proposé d'extraire ce remplissage et de le remplacer par une maçonnerie identique mais saine.

### c) Traitement des pierres sculptées par dépose-repose (fig. 3)

Les études historiques et scientifiques nous avaient démontré le peu de résistance de la pierre de Bonnillet, seule pierre utilisée dans les restaurations du 19<sup>e</sup> siècle. De ce fait, tous les parements non sculptés des parties basses pouvaient être à nouveau changés, mais cette fois par une pierre de meilleure qualité et plus proche du calcaire d'origine (pierre de Migné et de Lavoux). Pour les claveaux, archivoltas et chapiteaux sculptés des arcatures basses, il fut décidé de retenir trois protocoles d'intervention :

- Remplacement des éléments trop altérés, devenus illisibles, par des éléments neufs – le plus souvent des claveaux déjà remplacés au 19<sup>e</sup> siècle, ce qui nous a permis, grâce aux clichés anciens, de les refaire strictement à l'identique.
- D'autres claveaux dans les parties supérieures des arcatures, vu leur bon état, ont pu être traités en place : dessalement par compresses ; nettoyage par micro-abrasion.
- D'autres enfin, suffisamment « lisibles » pour être conservés mais très souvent altérés car situés à la frange de la remontée saline, furent déposés, traités et remis en œuvre. Protocole unique et pour la première fois mis au point, les éléments à traiter, déposés un à un, furent nettoyés puis dessalés par imprégnation d'eau déminéralisée dissolvant les sels absorbés ensuite par compresses de poudre de cellulose (fig. 3).  
Un cas particulier : Adam et Ève furent déposés, dessalés et remis en place (fig. 4).

### d) Les dessalements par compresse, *in situ*

Enfin, le dernier procédé réalisé à Poitiers pour le dessalement des parements fut celui des compresses directement appliquées sur



(fig. 4) Dépose-repose d'éléments sculptés de la frise.

la pierre. Précédée d'une pré-consolidation dans le cas de pierre altérée, cette opération a concerné la majorité des éléments sculptés : la frise ; le registre supérieur des saints apôtres ; quelques parements simples dans les parties basses...

La campagne de restauration de la façade occidentale de Notre-Dame-la-Grande, menée de 1992 à 1995, fut l'occasion de mettre en

œuvre des procédés de dessalement relativement nouveaux à ce moment. Il devient nécessaire et urgent aujourd'hui de s'assurer de l'efficacité des traitements que nous avons réalisés voici maintenant plus de vingt ans, par une véritable campagne d'investigations et d'analyse, non limitées à quelques prélèvements, tout en reprenant les conclusions qui avaient été tirées à l'époque.



(fig. 3) Cuve de dessalement.

# Le suivi post-restauration de Notre-Dame-la-Grande de Poitiers

Véronique Vergès-Belmin – ingénieure de recherche et directrice du pôle Pierre au laboratoire de recherche des monuments historiques

Thomas Vieweger – conservateur-restaurateur de sculptures indépendant

## Introduction

Après une longue phase diagnostique<sup>1</sup>, la restauration de la façade de Notre-Dame-la-Grande, menée sous la direction de François Jeanneau, architecte en chef des Monuments historiques, s'est achevée en 1995<sup>2</sup>. Pendant les travaux, il avait été convenu de profiter de la régénération des mortiers de blocage pour installer au sein même de la maçonnerie un système de mesure de la teneur en eau à cinq hauteurs différentes (1-2-3-4-5 m), afin de suivre l'évolution de la façade pendant quatre ans après l'achèvement des travaux. Ce travail, mené par l'équipe de Jean Godin du laboratoire régional des Ponts et Chaussées, avait conclu qu'après une période d'assèchement la maçonnerie s'était progressivement et localement humectée, d'une part au niveau du sol et d'autre part vers 4 mètres de haut<sup>3</sup>. L'apport d'eau près du sol avait été attribué au rejaillissement d'eau, dont l'impact s'était accru suite au pavage de la place de l'église en novembre 1995. L'origine de l'apport d'eau localisé vers quatre mètres de haut ne fut pas identifiée, mais il était clair que seules les parties hautes de l'édifice pouvaient être à l'origine de l'humectation.

Parallèlement et pendant la même période, un suivi de l'état superficiel des pierres de

la façade fut entrepris, à l'initiative et sur financement de la CRMH avec les conseils méthodologiques du LRMH. Thomas Vieweger, restaurateur de sculptures qui avait participé à la restauration de la façade au sein de l'entreprise Groux, fut mandaté pour le suivi, avec l'assistance du LRMH. Les états de surface de la frise sculptée, des voussures et de la partie basse de la façade furent ainsi cartographiés 9 mois, 2, 3, 4, 9 puis 23 ans après restauration<sup>4</sup>. Les relevés à 9 ans furent accompagnés d'un constat d'état sur le mur enduit situé au revers de la partie sud de la façade<sup>5</sup>. À la demande de la DRAC Nouvelle-Aquitaine, un relevé selon la même approche et avec les mêmes intervenants a été réalisé en septembre 2018, soit 23 ans après la restauration.

Cette double démarche, à la fois exemplaire et unique en son genre, a permis d'entreprendre une campagne d'entretien, qui a consisté, en 1998, en une application de compresses sur une partie de la frise sculptée affectée par des désordres précoces. Cette double approche a aussi permis d'élaborer des hypothèses sur l'origine de ces reprises d'altération, et, compte tenu de l'excellente qualité du suivi et des dossiers d'ouvrages exécutés de la restauration, de faire un bilan sur l'efficacité des dessalements couplant bains et compresses réalisés pendant la restauration<sup>6</sup>.

1. Vergès-Belmin (Véronique), Notre-Dame-la-Grande, « Poitiers: analyse et détermination des causes d'altération » in *Monumental*, n°1, décembre 1992, p. 38-41.

2. Jeanneau (François), « La restauration de la façade occidentale de Notre-Dame-la-Grande à Poitiers », in *Monumental*, 1995, n° 10-11, p. 51-61.

3. Godin (Jean), Pithon (Michel), Vergès-Belmin (Véronique), "A Four-year survey of the water contents and movements within a masonry core after a restoration campaign: a case study in Notre-Dame-La-Grande (Poitiers, France)", in *9th International congress on deterioration and conservation of stone: proceedings*, Venice, June 19-24, 2000, vol. 2, p. 73-81.

4. Poitiers, Vienne, Notre-Dame-la-Grande, compte-rendu sur l'état de conservation de la pierre dans la partie basse de la façade. Note LRMH P/99/103/VVB/CP.

5. « Église Notre-Dame-la-Grande, Poitiers: Damage assessment and diagnosis form. » in *Desalination WP3*, 9p.

6. Jeanneau (François), « Le dessalement de la façade de l'église Notre-Dame-la-Grande de Poitiers: le contexte général du chantier de restauration », p. 199-206 et Vieweger (Thomas), « Méthode et application aux contraintes de chantier », p. 207-2018, et Vergès-Belmin (Véronique), « Contrôles d'efficacité », p.99-206 in *Le dessalement des matériaux poreux / 7<sup>e</sup> Journées d'études de la SFHIC*, Poitiers, 9-10 mai 1996.

## Évolution de la teneur en eau au sein de la maçonnerie pendant 4 ans après la restauration

La CRMH avait prévu très en amont, pendant l'élaboration du projet de restauration, qu'un appareillage de mesure de teneur en eau serait installé dans la maçonnerie. L'étude a été confiée au laboratoire régional des Ponts et Chaussées d'Angers, qui a présenté ses résultats en 1998 sous forme de quatre rapports<sup>7</sup> dont la synthèse figure dans un article en anglais paru dans les actes du congrès international de Venise en 2000<sup>8</sup>. La méthodologie d'étude et les résultats sont également présentés en français dans le livre *Géomécanique environnementale*, paru en 2001<sup>9</sup>. Voici les conclusions que nous en avons tirées : la maçonnerie de blocage, après une courte mise à l'équilibre, a présenté à partir de juillet 1995 (six mois après restauration) une lente mais continue augmentation de teneur en eau au niveau du capteur situé au niveau de la base de frise, sur le côté droit de la façade. Une autre augmentation de teneur en eau est apparue en mai 1997 (trois ans après restauration) près du sol, à 0,5 mètre de haut. Ces phénomènes sont liés probablement à un apport d'eau par l'extérieur. Notre interprétation est que l'eau provient :

- à quatre mètres de hauteur : de ruissellements d'eau de pluie depuis le haut de la façade (peut-être un problème originel de conception)
- en partie basse : du rejaillissement au sol de cette même eau de pluie, qui peut

difficilement pénétrer dans le sol à cause d'un pavage très étanche. Une contribution liée aux lavages à grande eau de la place n'est pas exclue.

### Constats d'états sur la façade

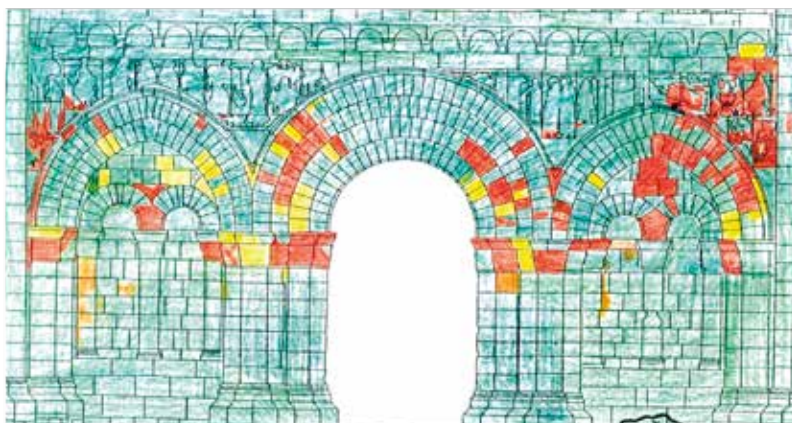
Les constats d'états ont été réalisés à six reprises entre 1995 et 2018. Ils consistaient en un examen visuel et tactile destiné à distinguer les surfaces présentant désagrégation ou desquamation de celles qui étaient stables. À ces examens étaient associés des photographies et éventuellement des prélèvements pour analyses. Le premier constat d'état réalisé en novembre 1995, neuf mois après la dépose de l'échafaudage montre une reprise d'altération sur une bonne partie des surfaces. (fig. 1). Après 23 ans, en septembre 2018, la situation s'est beaucoup améliorée, avec cependant en partie droite de la frise une forte concentration de pierres présentant une altération active (fig. 2). Une action positive des compresses à base d'argile, poudre de cellulose et laine de roche a été relevée, mais cette efficacité s'est révélée transitoire.

Pour ce qui concerne les 176 pierres qui avaient été dessalées en atelier après dépose, le bilan des reprises d'altération a été le même que pour les pierres non déposées (forte altération juste après restauration), mais le dessalement complémentaire par compresse *in situ* post restauration a été plus durable dans ces zones (fig. 3). La plupart des pierres dessalées en atelier sont du type calcaire de Migné-les-Lourdines, lithotype le plus largement utilisé pour la sculpture sur cette façade. L'autre lithotype abondant sur la façade avant la restauration des années 1990 étant le calcaire de Bonnillet qui a servi principalement en substitution au 19<sup>e</sup> siècle. Un dénombrement comparatif de l'effectif total des pierres dessalées et de l'effectif des pierres altérées vingt-trois ans après la restauration a été effectué (fig. 4). Il s'avère que le lithotype Lourdines subit encore des pertes de pierres alors que le lithotype Bonnillet n'en présente plus aucune. Cette différence est très probablement imputable aux propriétés pétrophysiques très différentes des deux lithotypes, notamment au niveau de leur cinétique d'évaporation<sup>9</sup>.

7. Godin (J.), Brifault (A.), Pithon (M.), *Évolution des teneurs en eau à l'intérieur des maçonneries de l'église Notre-Dame-la-Grande à Poitiers : années de suivi [1995-1998]*, Les-Ponts-de-Cé : Laboratoire régional des Ponts et Chaussées d'Angers, 1996. Quatre volumes correspondant aux années de suivi : 1995, 1995-1996, 1995-1997, 1995-1998.

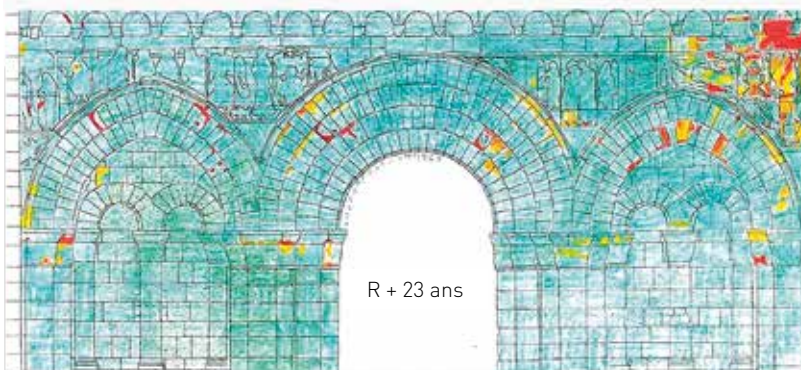
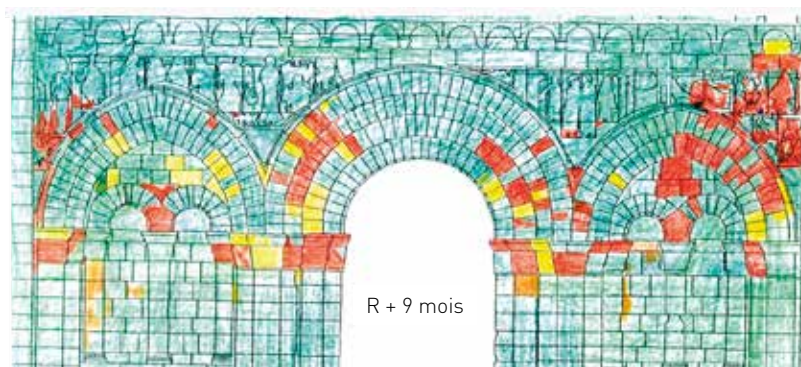
8. Godin (Jean), Pithon (Michel), Vergès-Belmin (Véronique), "A Four-year survey of the water contents and movements within a masonry core after a restoration campaign: a case study in Notre-Dame-La-Grande (Poitiers, France)", in *9th International congress on deterioration and conservation of stone: proceedings*, Venice, June 19-24, 2000, vol. 2, p. 73-81.

9. Hammecker (C.), Jeannette (D.) (Torun), « Rôle des propriétés physiques dans l'altération de roches carbonatées : exemple de la façade ouest de Notre-Dame-la-Grande de Poitiers (France) », in *Vth international congress on deterioration and conservation of stone : proceedings*, Nicholas copernicus university ; Institute of conservation and restoration of cultural property, Torun, 12-14.09.1988", Nicholas Copernicus Univ. Press Dep., 1988, p. 266-275.



- Dégradation importante : desquamation
- Dégradation modérée : désagrégation granulaire
- Pas de dégradation : épiderme cohérent

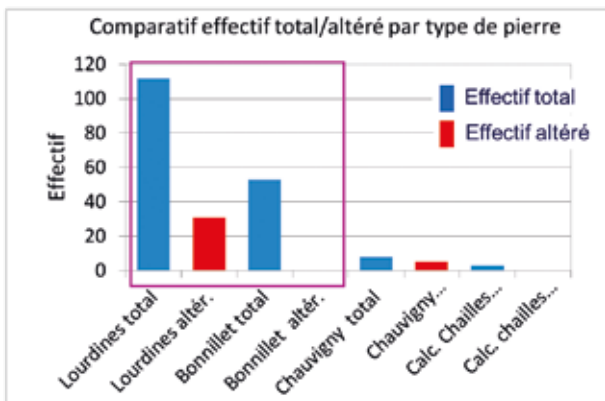
(fig. 1) Relevé des altérations en novembre 1995. Les travaux sont achevés depuis neuf mois.



(fig. 2) Relevé des altérations en 2018, vingt-trois ans après les travaux : d'importants changements.



(fig. 3) Bilan du dessalement : négatif à court terme, puis une lente évolution vers une certaine stabilisation. Les pierres soulignées en noir ont fait l'objet d'une dépose avant dessalement.



(fig. 4) Bilan à vingt-trois ans par type de pierre : une stabilisation à long terme sur la pierre de Bonnillet, mais pas sur la pierre de Lourdines.

## Reprise de désordres sur pierres dessalées : éléments d'explication

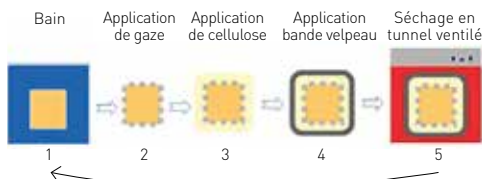
À la lumière des connaissances actuelles sur les principes et la pratique des dessalements par bain et par compresses, il est possible de proposer une explication sur l'origine des désordres à court et long terme des pierres dessalées en atelier.

Tout d'abord il est nécessaire de rappeler les différentes étapes du dessalement des pierres déposées pendant la restauration 1992-1995. Après dépose (fig. 5), les pierres étaient plongées dans un bain d'eau déminéralisée pendant une durée suffisante pour une humectation à 5 cm de profondeur. À la sortie du bain, elles étaient recouvertes d'une gaze pour protéger leur surface et faciliter l'élimination de la compresse de poudre de cellulose appliquée ensuite. L'opération de préparation des blocs de pierre avant mise en enceinte ventilée, s'achevait par la pose d'une bande velpeau tout autour de chaque bloc, pour maintenir la compresse en place pendant les manipulations ultérieures (fig. 6). Le processus était reproduit deux à quatre fois avant stockage dans l'attente de la remise en place des blocs au sein de la maçonnerie.

Le protocole décrit ci-dessus avait été établi au mieux des connaissances de l'époque. Ce n'est qu'entre 2007 et 2010, avec le programme de recherche « *desalination* » financé par la Commission européenne, que les connaissances sur le mécanisme d'un dessalement par compresses et sur les conditions d'un dessalement réussi ont été mises en place. Ainsi, il est possible de lister plusieurs étapes critiques dans le protocole suivi à Poitiers quinze ans avant.

- On sait maintenant que la gaze (ou tout autre système s'interposant entre compresse et support) limite le contact capillaire nécessaire à l'extraction des sels par advection<sup>10</sup> ;
- Les reprises d'altération observées dans les creux de sculpture sont probablement dues à un décollement précoce de la compresse qui est très fréquent lorsque l'on utilise la

10. Kröner (Stephan), Mañas Alcaide (Berta) et Mas-Barberà (Xavier), « Influence of substrate pore size distribution, poultice type, and application technique on the desalination of medium-porous stones », in *Studies in Conservation*, 2016, 61:5, p. 286-296.



(fig. 5) Étapes du dessalement des pierres déposées pendant la restauration 1992-95 : aperçu global et étapes critiques.

poudre de cellulose, et qui nuit à l'extraction par advection par perte de continuité capillaire entre la compresse et le support<sup>11</sup> ;

- Pour bien fonctionner, une compresse doit très peu se rétracter au séchage car ce dernier entraîne un rétrécissement de la compresse, et en conséquence un décollement précoce qui nuit à l'extraction par advection. Un retrait latéral supérieur à 8% a pour conséquence un risque majeur de détachement du support<sup>12</sup>.

- La poudre de cellulose, très pratique d'utilisation, a besoin de beaucoup d'eau pour devenir une pâte<sup>13</sup>. Ce type de compresse est macroporeux (diamètre accès aux pores 15-20  $\mu\text{m}$ ) apte à délivrer de l'eau au substrat, mais est inadapté pour extraire les sels de supports type pierre de Lourdes, dont le diamètre d'accès aux pores est autour de 1  $\mu\text{m}$ <sup>14</sup>. Pour ce type de pierre, il aurait été

11. Vergès-Belmin (Véronique), Heritage (Alison), Bourgès (Ann), "Powdered Cellulose Poultices in Stone and Wall Painting Conservation - Myths and Realities" in *Studies in Conservation*, vol. 56, issue: 4, 2014, p. 281-297, DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/204705811X13159282692923>

12. Ann Bourgès and Véronique Vergès-Belmin, "Practical advice regarding consistency and working properties of poultices", in *Desalination of historic buildings, stone and wall paintings*, ed. by Alison Heritage, Adrian Heritage and Fulvio Zezza, London : Archetype publ., cop., 2013, p. 49-53.

13. Vergès-Belmin (Véronique), Heritage (Alison), Bourgès (Ann), "Powdered Cellulose Poultices in Stone and Wall Painting Conservation - Myths and Realities" in *Studies in Conservation*, vol. 56, issue: 4, 2014, p. 281-297, DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/204705811X13159282692923>

14. Kröner (Stephan), Mañas Alcaide (Berta) et Mas-Barberà (Xavier), « Influence of substrate pore size distribution, poultice type, and application technique on the desalination of medium-porous stones », in *Studies in Conservation*, 2016, 61:5, p. 286-296 et Sawdy (Alison), Lubelli (Barbara), Voronina (Victoria) and Pel (Leo), « Optimizing the extraction of soluble salts from porous materials by poultices » in *Studies in conservation*, vol. 55, n° 1, 2010, p. 26-40.





(fig. 6) Étapes du dessalement.

préférable que la compresse contienne de la kaolinite<sup>15</sup>.

- Compte tenu du fait qu'un dessalement par compresse n'élimine les sels qu'à faible profondeur, il aurait été préférable de dessaler les pierres par bain et non par l'association bain partiel-compresse.

### Conclusion, conseils

L'étude de l'évolution de la façade et de la teneur en eau au sein de la maçonnerie permet de dresser le bilan suivant. Une reprise d'altération très importante a eu lieu précocement, puis s'est atténuée avec le temps, sauf en partie droite de la frise. Il faut saluer ici l'intervention de dessalement *in situ* deux ans après la restauration, qui a beaucoup amélioré la situation, mais malheureusement de façon transitoire, ce qui était prévisible. L'altération par les sels a diminué progressivement, mais au prix de lourdes pertes d'épiderme sculpté, et ceci à l'exclusion de la partie droite de la frise sculptée, qui continue à s'altérer de façon dramatique. Les désordres en partie droite de la frise sont selon notre étude dus à un apport d'eau provenant des parties hautes de l'édifice. Il est tout à fait probable que le problème existait déjà avant restauration, probablement dû à un défaut de conception ou à des modifications de la récupération de l'eau de pluie depuis l'époque médiévale. Pour ce qui concerne les pierres déposées et dessalées, le bilan est mitigé :

- un des deux lithotypes majoritaires, le Bonnillet, s'est stabilisé avec le temps (une cinquantaine de pierres) pas l'autre (cinétique d'évaporation différente) ;

- le deuxième lithotype majoritaire, la pierre de Migné-les-Lourdinés (environ 110 pierres), voit une trentaine de ses pierres (soit 27%) en cours de désagrégation ou desquamation active.

Ainsi, cette façade doit rapidement faire l'objet d'une intervention, pour réorienter l'eau de pluie et dessaler par presses les zones en cours de désagrégation/desquamation. Les produits et le protocole de dessalement seront établis en concertation avec le LRMH, et la maîtrise d'œuvre pour ce qui concerne le problème d'évacuation des eaux de pluie, sera choisie de façon à ce que le maître d'œuvre de la restauration 1992-1995 soit a minima impliqué en tant que conseiller. Ces deux interventions sont à considérer comme complémentaires et urgentes.

D'une façon plus générale, l'étude menée sur cette façade après sa restauration est exemplaire à plusieurs égards :

- La DRAC/CRMH, associée au LRMH, a rendu possible l'étude en la programmant avant même la restauration ;

- Le suivi a été réalisé par l'un des membres de l'équipe de restaurateurs ayant effectué la restauration, ce qui a permis une permanence de la mémoire des actions entreprises ;

- Ses résultats permettent *a posteriori* de comprendre un problème important de conception ou de restauration ancienne ;

- Elle montre qu'en cas de lourdes charges salines, une mise en surveillance (avec budget *ad hoc*) est indispensable pendant a minima cinq ans après restauration.

15. Kröner (Stephan), Mañas Alcaide (Berta) et Mas-Barberà (Xavier), « Influence of substrate pore size distribution, poultice type, and application technique on the desalination of medium-porous stones », in *Studies in Conservation*, 2016, 61:5, p. 286-296.

# La restauration du portail de l'abbaye Sainte-Marie de Ripoll en Catalogne

Pere Rovira i Pons – chef du département de conservation-restauration de peinture murale et sculptures en pierre au Centre de Restauracio Bens Mobles de Catalogne (CRBMC)

Traduction : Cristina San Juan - service régional de l'archéologie, DRAC Occitanie

Le portail de Ripoll est connu comme une Bible de pierre en raison de l'extrême complexité de son iconographie. Il ressemble à un livre illustré, voire une sorte de bande dessinée en bas-relief. On y trouve certains passages du Nouveau et surtout de l'*Ancien Testament*, avec des références iconographiques provenant de la *Bible de Ripoll* et de la *Bible de Roda d'Isabéna*, cette dernière également réalisée à Ripoll. Son architecture en forme d'arc de triomphe et le grand dispositif

iconographique qu'elle déploie en font un exemple unique en Catalogne, puisque les deux autres références similaires connues, le portail du monastère de Saint-Pierre de Rodes et la façade de la cathédrale de Vic, ont disparu.

## Description et historique du portail

Pour bien comprendre son état de conservation, en plus d'identifier les matériaux qui le composent, il est nécessaire de connaître son historique et les événements qui ont pu avoir un impact sur les sculptures. On essaiera de synthétiser autant que possible son histoire et celle des restaurations subies jusqu'à ce jour.

La datation et l'identification de l'auteur du portail font encore aujourd'hui l'objet de discussions. La construction pourrait se situer entre 1140 et 1160. Elle aurait été assurée par un atelier d'artistes, appelé « atelier de Ripoll », en lien avec l'atelier de Gilabertus de Toulouse. D'après les historiens de l'art, on retrouve particulièrement cette influence sur les figures de saint Pierre et saint Paul, à rapprocher des figures-colonnes de la cathédrale Saint-Étienne de Toulouse. On pense aussi à des influences lombardes des premières décennies du 12<sup>e</sup> siècle.

Aucun autre monument semblable, en Catalogne ou en Espagne, ne présente un tel niveau de conservation. Et pour cause : il est actuellement traité comme un objet muséographique à l'intérieur d'un espace à environnement contrôlé. C'est dans ce contexte que l'on a développé l'ensemble des aspects relatifs à sa conservation et à sa restauration. En tant que structure, le portail de Ripoll est constitué d'un assemblage de sculptures polychromes taillées en relief dans des blocs de pierre. Ces blocs sont montés en assises sur sept registres horizontaux, jointoyés



[fig. 1] « Vue du couvent de San-Benito à Ripoll », in *Voyage pittoresque & militaire en Espagne : dédié à S.E. M. Le mal. Gouvion Saint Cyr...* par M. C. Langlois, son aide de camp, lithographie d'Engelmann, Paris, 1826-1841, p. 2 bis, pl. II.



(fig. 2) Le monastère Santa Maria de Ripoll à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, Université Bordeaux Montaigne, fonds Brutaïls.

avec du mortier de plâtre, disposés comme un mur adossé à au mur principal, avec un remplissage interne de pierres et de mortier de chaux. De fait, ce portail de pierre a remplacé la porte d'origine de l'église (datée des alentours de 1032) qui présentait un décor de peintures murales, comme on peut le constater grâce à quelques vestiges conservés dans la partie supérieure. Sa structure en forme d'arche le rend structurellement stable. N'étant pas intégré au mur principal de l'église, il n'est pas affecté par les mouvements du bâtiment, ce qui lui confère une autonomie structurelle. C'est sans doute cette caractéristique qui a contribué à sa conservation au cours des tremblements de terre passés et qui l'a préservé des effondrements survenus dans le reste de l'ensemble monastique.

D'un point de vue technique, le portail est constitué de 310 blocs en pierre sédimentaire de dimensions très diverses, d'une épaisseur moyenne de 45 cm. Il mesure 7,15 m de haut

sur 11,54 m de long, avec 1,02 m de largeur maximale et 1,93 m de profondeur dans l'ouverture d'entrée, ce qui apporte un volume supplémentaire de 90 m<sup>3</sup> à l'entrée. Dans sa construction ont été employés environ 21 m<sup>3</sup> de pierres sédimentaires qui composent une surface sculptée visible de 80 m<sup>2</sup> pour un poids d'environ 70 tonnes. La pierre du portail est un grès relativement homogène originaire de la formation éocène de Bellmunt, qui affleure dans un lieu proche du monastère, même si on n'a pas pu localiser les anciennes carrières. On peut observer différentes composantes et textures dans ces blocs. Certains sont à fractions très argileuses, avec des traces de quartz, mica et calcite, et différentes tailles de clastes, que nous pouvons ainsi classer en trois types de roches :

- Grès homométrique (à grain fin et bandes argileuses) de couleur rougeâtre ;
- Grès calcarénite (à gros grain) de couleur grise.
- Grès hétérométrique (à grain moyen) de couleur rougeâtre.

L'ensemble présente un faible degré de diagenèse (sédiment peu compacté), avec une transformation ponctuelle de la calcite en dolomite, ce qui a favorisé une contraction du volume des grains, une ouverture de la porosité inter-granulaire et une perte des propriétés mécaniques, contribuant ainsi à la colonisation biologique. Au cours du temps, la perte de la couche polychrome a également contribué à l'usure de la pierre puisqu'en plus de sa fonction décorative, elle servait de protection de surface.

La construction d'un atrium ou portique devant le portail entre 1280 et 1310 constitue un facteur fondamental pour sa conservation. Cette couverture protectrice posée à peine un siècle après la construction du portail, et qui a perduré jusqu'à nos jours, a permis la conservation des matériaux. Il est très probable que, sans cette construction, le portail de Ripoll n'aurait pas survécu jusqu'à aujourd'hui. Par ailleurs, sans cet atrium, la création de l'actuel espace climatisé, qui met à profit cet espace architectural, n'aurait pu être envisagée.

Il est évident que la désagrégation de la pierre du portail était déjà déterminée par sa composition sédimentaire. Elle le fut aussi par l'environnement (climat humide soumis à de fortes variations), ainsi que par la proximité des eaux d'un canal d'irrigation et une pollution d'origine industrielle à partir du 19<sup>e</sup> siècle. En effet, il faut souligner l'impact des canaux d'irrigation proches du portail qui ont apporté des eaux résiduelles provenant des usines, contribuant ainsi à la désagrégation interne des blocs. De manière plus accentuée, ont également contribué à la dégradation de la surface les altérations anthropiques, comme les mutilations des sculptures occasionnées par les mouvements sociaux qui ont émaillé l'histoire de la Catalogne à partir du 17<sup>e</sup> siècle. Mais la dégradation physique est surtout due aux années d'abandon du monastère entre 1835 (année de son pillage et incendie) et 1861, année où démarrent les premières interventions de conservation sur les ruines.

À la fin du 19<sup>e</sup> siècle (1885), lorsque l'État espagnol accorde à nouveau la propriété du monastère à l'Évêché de Vic, l'évêque Morgades soutient activement la reconstruction et la restauration du monastère sous la maîtrise de l'architecte Elias Rogent, opération finalisée en 1893. Bien que le monastère soit alors en ruines, une restauration intégrale de l'ensemble architectural est réalisée, afin de maintenir la mémoire historique catalane et de rendre au culte l'église paroissiale de Ripoll. Tout au long du 20<sup>e</sup> siècle, l'activité religieuse se poursuit dans l'ensemble monastique et le portail devient à nouveau l'accès principal des fidèles à l'église. L'altération du portail s'aggrave au début du 20<sup>e</sup> siècle, particulièrement à partir de 1930. La construction de deux usines à côté du monastère et la réorganisation urbaine de son environnement, consécutives à l'évolution inévitable d'une ville industrielle comme Ripoll, ont eu des conséquences néfastes pour la conservation des pierres. L'importance du portail demeure évidente pour l'administration au cours de la guerre civile et de grands efforts de préservation sont menés. Mais il faudra attendre la réalisation des premières études scientifiques et architecturales dans les années 1960 pour constater l'état réel de conservation du portail et envisager une restauration afin de stopper sa dégradation.



(fig. 3) La reconstruction du toit de l'atrium entre 1888 et 1893.

### Historique des restaurations des années 1960 à nos jours

Les études montrent rapidement que la dégradation de la pierre, déjà fragile de par ses caractéristiques intrinsèques, est principalement due à la présence d'eau, associée à de fortes variations de température. L'exposition du portail aux intempéries et à la condensation, les infiltrations d'eau provenant des toits et des évacuations, l'humidité remontant par capillarité du pavement (situé sous le niveau de pavement de la place) et les eaux d'évacuation des usines proches, ont conduit à l'efflorescence de sels solubles, en particulier des sulfates de calcium (gypse), issus des matériaux utilisés pour la construction du portail, mais aussi d'autres

matériaux ajoutés par la suite, et d'un sous-produit bactériologique.

L'ensemble de ces infiltrations, ajoutées aux caractéristiques intrinsèques de la pierre ont entraîné différents processus de dégradation physicochimique. D'une part, la forte porosité de la pierre facilite l'absorption de l'eau et, par conséquent, la dissolution du carbonate de calcium présent dans la roche. D'autre part, l'eau est absorbée par les argiles composantes du support qui, en se dilatant, créent des tensions à l'intérieur de celui-ci et entraînent des fissurations. Ces microfissures occasionnent à leur tour des augmentations de volume en raison du changement d'état de l'eau (gel) lors des épisodes de basses températures. Par ailleurs, le contact des feldspaths et des micas avec l'eau provoque une hydrolyse, produisant de la kaolinite et de la chlorite entre les joints de stratification et générant ainsi davantage d'argiles. L'ensemble de ces processus provoque un cercle continu de dégradations ayant comme résultat la désagrégation du support en pierre et la disjonction des couches externes de la roche.

Pour freiner la desquamation superficielle, plusieurs procédés ont été envisagés au niveau architectural, basés sur la nécessité d'isoler le portail de l'extérieur et du cloître. On a même envisagé son démontage et son installation dans un lieu mieux adapté, après avoir réalisé un fac-similé. On a également considéré l'isolation du portail par rapport au sous-sol et sa séparation du mur de l'église, en réalisant parallèlement la consolidation directe de la pierre avec des produits synthétiques qui commençaient à être utilisés en Europe. Mais il faut attendre 1964 pour qu'une grande restauration soit réalisée sous la direction d'Alejandro Ferrant et de José María Cabrera Garrido, du tout nouvel Institut Central de Conservation et de Restauration de Madrid (actuel IPCE). Cette opération donne au portail son aspect actuel.

Les deux objectifs principaux de cette restauration furent la consolidation du matériau pierre et la limitation de l'impact de l'humidité en tant qu'agent responsable des dégradations. Comme produit consolidant, Cabrera Garrido choisit une résine acrylique

(le Bedacryl® 112X, au 2,5 % de toluène), utilisée pour des traitements similaires en Belgique et dont il avait eu connaissance au cours de sa formation, l'année précédente. La pression politique et médiatique, et le besoin d'agir, ont précipité la décision d'utiliser une résine qui ne garantissait pas une stabilité sur la longue durée. Étant donné la fragilité de la surface de la pierre, on décida de réaliser une pré-consolidation à base de Bedacryl® sans nettoyer auparavant la poussière. On appliqua jusqu'à huit couches de résine pour obtenir le durcissement de la pierre mais, faute de nettoyage préalable, le produit est resté en surface et présente des épaisseurs très variables.

De nombreux spécialistes internationaux ont considéré dès cette époque que le recouvrement du portail par une résine organique ne ferait qu'aggraver le problème de conservation, étant donné l'incompatibilité entre le produit appliqué et le matériau d'origine. Pour cette raison, une nouvelle restauration est entreprise en 1971. En effet, à cause de l'humidité, la pierre commençait à se désagréger à nouveau, des fragments de résine se détachaient et de nouvelles efflorescences apparaissaient. On décide alors de fermer l'atrium avec des baies vitrées pour essayer de limiter l'impact des agents climatiques sur le portail et l'on dévie définitivement les canalisations d'eau.

Dans les années 1980, la Généralité de Catalogne prend en charge la conservation, mais les inquiétudes récurrentes autour du portail se poursuivent. En dépit de la déviation du canal d'irrigation et des travaux d'entretien et de contrôle de la part des techniciens du CRBMC, la dégradation continue. Des études pétrologiques réalisées en 1992 vont être déterminantes. La désagrégation produite par la croissance des cristaux de gypse (entraînant la perte de petits fragments) résulte de l'action de l'humidité environnementale et de la condensation, la protection des baies vitrées n'étant pas assez efficace. Par ailleurs, la couche superficielle de la résine provoquait la chute de fragment de plus grande taille.

Compte tenu de ces constats scientifiques et de la pression publique, en 1994, le Service

du Patrimoine Architectural de la Généralité de Catalogne démarre un projet de climatisation du contexte environnemental du portail, actuellement en cours. Ce projet de conservation préventive, absolument innovant et inédit, visait la stabilisation du climat interne, avec une humidité et une température adaptées aux matériaux du portail. Techniquement, une fermeture très sophistiquée et surtout étanche, comprenant un filtre UV pour la lumière solaire et un système de contrôle à distance de climatisation et filtrage permanent de l'air, fut mis en place. Grâce à cette opération de conservation préventive de grande ampleur, on réussit à stabiliser et à freiner la dégradation des matériaux (originaux et ajoutés). Elle permit également la réalisation de diverses études et analyses de contrôle de l'état de conservation, ainsi que la mise en œuvre d'une étude planimétrique exhaustive des dégradations sur la base d'une couverture photographique haute définition.

Toutes ces mesures visaient à établir un diagnostic sûr des pathologies de la pierre et à mettre en place un protocole pour une future restauration. Au moment du démarrage du projet, les matériaux étaient, dans l'ensemble, stables. Plus que des altérations actives, on a surtout constaté la présence de matériaux dégradés, vieillis et sales. Ainsi, le protocole de conservation-restauration

devait s'orienter vers le nettoyage du portail et le prélèvement des matériaux ajoutés (entre autres, la résine), dans la limite des possibilités techniques actuelles.

Les analyses préalables à la restauration ont permis de déterminer les actuelles (et dernières) pathologies de la pierre, pour la plupart déjà détectées par le passé. À première vue, la surface du portail témoignait d'altérations provoquées par les tentatives de restauration effectuées avant 1964, résultat des mauvaises pratiques conservatoires des administrations successives, qui avaient fait du portail un banc d'essais ouvert à tous les chercheurs. Ainsi, on trouvait des blocs consolidés à la cire, d'autres à l'hydroxyde de calcium, ou encore consolidés aux silicates de sodium et de potassium, qui entraînent la formation de sels solubles et créent une couche vitrée opaque. Mise à part la couche superficielle de poussière, la variation chromatique du portail était la conséquence de l'altération de la résine sous l'action du rayonnement solaire et l'intégration de salissures. Ce n'était pas du tout le résultat de la transformation des composantes minérales, de la limonite (jaune) en hématite (rouge), comme le suggéraient quelques études. La détermination, caractérisation et localisation des différents mortiers permit de constater et d'estimer l'état de conservation des originaux, ainsi que d'identifier tous les mortiers ajoutés qui ne répondaient pas aux conditions prévues dans le cahier des charges du projet. Certains des points blancs ayant un aspect d'efflorescence saline se sont avérés être du sulfate de calcium (gypse). Sur l'ensemble des échantillons, on a pu constater la présence et prolifération du gypse en forme de grappes de cristaux, tant dans les pores et les fissures qu'en surface, avec ou sans résine. Son apparition est liée à l'activité métabolique de croissance des bactéries dans le substrat organique représenté par la résine. Cependant, ce gypse ne constitue pas un facteur important de dégradation, étant donné sa quantité relativement limitée et l'action du contrôle environnemental qui empêche son développement. Quant aux altérations mécaniques de la pierre, elles étaient les mêmes que celles détectées précédemment.



[fig. 4] Nouvelle fermeture de l'atrium par des baies vitrées pour isoler le portail (SPA 1994).

Une partie importante du projet consistait en l'identification et l'évaluation des vestiges de polychromie conservés. La récupération de la polychromie avait des incidences directes sur le choix des procédures de nettoyage et sur la restitution finale. Globalement, la polychromie du portail était conservée sur 25% de sa surface. On pouvait en identifier trois types : couche noire plus récente, couche rouge et les carnations d'origine médiévale. L'identification de ces couches de polychromie, ainsi que des traces de dorure sur les personnages principaux, motiva la décision de retirer la couche noire superficielle afin d'exposer la richesse de la peinture médiévale (très probablement gothique) qui, sans être celle d'origine, est la plus ancienne conservée sur le portail.

À la fin de l'année 2015, le CRBMC rédige le projet de conservation-restauration du portail, point final de toutes les études menées dans les années précédentes. Il reçut la validation et le financement nécessaires à son exécution. C'est sur la base de toutes ces études scientifiques des matériaux et du contexte environnemental stable actuel, que l'on a défini les paramètres de la dernière restauration, réalisée en 2016. Notons qu'au sein d'un environnement contrôlé, la restauration peut s'effectuer de façon bien plus aisée que sur un portail en extérieur.

Cette restauration a été réalisée par l'entreprise Arcovaleno SL, sous la direction du CRBMC. L'opération s'est développée en cinq phases :

1. Nettoyage des salissures superficielles et élimination d'éléments ajoutés.
2. Réduction de la résine acrylique qui imprègne 99% du portail.
3. Consolidation ponctuelle, adhésion de fragments et restitution du volume avec repositionnement des mortiers.
4. Récupération de la couche de polychromie d'origine conservée.
5. Stabilisation des secteurs affectés par des précédentes restaurations.

Outre le nettoyage traditionnel de la poussière de surface, trois autres types de nettoyage ont été mis en œuvre, en fonction des surfaces à traiter :

1. Nettoyage physique par photo-ablation laser.
2. Nettoyage mécanique par micro-projection d'oxyde d'aluminium.
3. Nettoyage chimique au solvant.

L'utilisation combinée ou alternée de chaque procédé a été déterminée par l'état de conservation de la pierre, la quantité de résine en surface et de salissures accumulées, et la présence éventuelle de patines et de polychromies. Le nettoyage n'a pas été poussé jusqu'à élimination totale de la résine, compte tenu de notre manque de connaissances concernant la réaction du support à cette élimination, de la faible voire inexistante solvabilité du Bedacryl® et, surtout, de son rôle encore actif comme agent de cohésion des grains du grès.

L'opération la plus importante a concerné le nettoyage des polychromies d'origine. Partant d'un débat éthique sur le besoin de conserver les polychromies pour des raisons historiques, on a pris la décision d'approfondir l'étude de la couche monochrome noire qui recouvrait toute la surface et que l'on considérait d'époque contemporaine et à



(fig. 5) Installation d'un système de climatisation, de refroidissement, de déshumidification et de filtrage de l'air avec sondes mixtes d'humidité et de température contrôlées à distance.

caractère décoratif. Les analyses ont permis de constater la présence de patines médiévales sous-jacentes dans certains secteurs de la coloration noire, localisées sur les carnations et vêtements de certains personnages, avec identification de blanc de plomb, vermillon et gypse, d'une huile comme liant, et de quelques couches avec des traces d'or et d'étain (un alliage à base de zinc, plomb et étain). Dans ces secteurs, on a mis au jour la polychromie d'origine, permettant ainsi de constater la grande qualité chromatique qui devait présenter le portail.

À la différence des autres interventions, ici on a agi uniquement de façon ponctuelle sur les parties qui en avaient besoin, en employant les produits les mieux adaptés à la pierre. On a donc consolidé avec la même résine acrylique utilisée en 1964, le Bedacril® (actuellement Synocrit® 9122X, à 2% de xylène). Afin de stabiliser et d'adhérer les fragments relativement mobiles, on a procédé au colmatage des espaces vides et des fissures par injection d'un mortier fluide à base de chaux hydraulique, précédé d'une humidification avec une solution hydro-alcoolique. Pour le remplissage des zones creuses, le scellement des fissures et des desquamations, on a utilisé un mortier hydraulique à grain fin qui permet un accès aisé partout. L'utilisation des mortiers a toujours été précédée d'un nettoyage à l'éponge afin de mieux apercevoir la texture des matériaux. Pour recoller les fragments détachés, correspondant essentiellement à d'anciennes restaurations, on a

utilisé le Mowital® B 60HH au 20% d'alcool éthylique, transparent et faiblement rétractile. Les restitutions volumétriques avaient pour objectif d'améliorer la dimension esthétique de l'ensemble de l'ouvrage. On a ainsi évité la reconstitution ou remplacement des fragments manquants, visant uniquement le remplissage des creux et assurant la continuité volumétrique des lignes essentielles du portail afin de faciliter sa lecture. On a utilisé deux types de mortier, en fonction de la localisation de la zone creuse à traiter, en profondeur ou en surface, toujours constitués d'un mélange de chaux aérienne et de chaux hydraulique avec du sable.

La conservation de ce monument ne s'achève pas avec cette opération. Il fallut mettre en œuvre un plan de conservation préventive afin de garantir sa stabilité aussi longtemps que possible. Ce plan, développé par le CRBMC, prévoit la procédure à suivre pour améliorer la conservation du portail et l'étanchéité de l'atrium, les routines appropriées pour la maintenance de la climatisation, ainsi que le protocole d'intervention pour le personnel en charge de la gestion, des visites et de l'entretien du monastère. Chaque intervention au titre de la conservation-restauration du portail et de son environnement doit se faire sous le contrôle et la direction du CRBMC. L'entretien et le nettoyage de la poussière de surface déposée sur le monument devront être réalisés périodiquement par des spécialistes en restauration. Tout cela dépend d'un financement annuel que l'on doit



(fig. 6) Détail du nettoyage des polychromies.





(fig. 7) Vue générale après intervention.

obtenir, consolider et gérer, et sans lequel il est impossible d'assurer la conservation du portail de Ripoll dans son état actuel.

Nous ne pouvons pas envisager avec certitude l'avenir du portail, ni être sûrs que les procédés de conservation validés à ce jour nous permettront de garantir sa pérennité. Toutefois, les opérations réalisées et la gestion en cours nous permettent d'être optimistes. Quoi qu'il en soit, ce sera toujours un ouvrage fragile sur lequel il faudra rester vigilant. Bien d'autres portails de grande qualité dont la préservation est souhaitable, si l'on peut se permettre de faire ce type d'appréciation, n'auront pas la chance d'être conservés comme le portail de Ripoll. Mais il faudra bien envisager des mesures physiques (et non chimiques) pour préserver tous ces monuments qui se dégradent, exposés à l'extérieur, là où les procédures de conservation-restauration ne peuvent empêcher leur dégradation à long terme. La

généralisation d'un système de conservation comme celui que l'on a pu mettre en place sur le portail de Ripoll peut être considérée comme une chimère. Il n'empêche qu'il faut sérieusement réfléchir aux problèmes posés par ces monuments, car la réalité nous attend au tournant.

# La restauration de la chapelle de Francesco Laurana dans l'ancienne cathédrale Notre-Dame-de-la-Major à Marseille

Philippe Bromblet – scientifique de la conservation du patrimoine, CICRP<sup>1</sup>

Lieu : Bouches-du-Rhône (13) - Marseille

Monument et type de protection : chapelle de Francesco Laurana, cl. MH (liste de 1840)

Type et dates de l'opération : dessalement par bains et par compresses, septembre 2010 – janvier 2014.

Maîtrise d'ouvrage : CRMH/DRAC PACA, Robert Jourdan, CRMH, et David Kirchthaler, ingénieur du patrimoine, avec l'assistance scientifique du CICRP

Maîtrise d'œuvre : François Botton (ACMH)

Dessalement : entreprises Eschlimann (Martin Labouré) et Sculptura (Colette Brussieux)

Démontage, étaieage : entreprise MH Vivian (Thierry Guyon)

**Contexte** – La chapelle qui abrite l'autel et l'armoire de la châsse des reliques de saint Lazare, est une commande du chapitre achevée en 1481 par Francesco Laurana, sculpteur italien d'origine dalmate. Elle constitue l'une des premières manifestations de la Renaissance en France. Le monument se présente comme un édicule à deux travées, de 5 mètres de haut pour 6 mètres de large, constitué d'une double arcature de plein cintre, surmonté d'un entablement gravé et de lunettes. Animé d'un riche décor, le monument est sculpté dans des blocs de marbre blanc (Carrare) antique de remploi.



{fig. 1} État de dégradation du marbre avant dessalement, extrémité de la lunette de droite.

**Problématique(s) et méthodologie** – Le marbre est affecté dans les parties hautes de graves phénomènes de dégradation par désagrégation et desquamation. Plusieurs campagnes de restauration successives, dont la dernière en 1997-1999, n'ont pas stoppé la dégradation qui s'intensifie dans les années 2000. Les études menées par le CICRP concluent à la responsabilité majeure des cristallisations salines (halite et gypse) apportées par des infiltrations et par l'emploi de sable de plage dans la maçonnerie à l'arrière de la chapelle et bloquées sous une surface traitée par une série de produits filmogènes ou hydrophobes. Des fragments de blocs sont déposés et soumis à des essais de dessalement par les Ateliers Méridol puis à des vieillissements accélérés. Ces études et essais permettent au maître d'œuvre de définir une méthodologie détaillée (CCTP) décrivant la nature et le phasage des interventions : échafaudage, étaieage, constat d'état, pré-consolidation, démontage, installation de l'atelier de dessalement et des racks de séchage dans la sacristie voisine, protocole de dessalement et contrôle. Par pragmatisme, il est décidé que les blocs

---

1. La communication initiale lors de la journée d'étude du 19 octobre a été donnée par François Botton, architecte en chef des Monuments historiques et maître d'œuvre du chantier.



[fig. 2] Vue générale de la chapelle.

contaminés à cœur de la partie haute très dégradée seront démontés et dessalés par bains tandis que la partie basse de l'édicule faiblement contaminée et bien moins dégradée sera dessalée par compresses.

**Travaux réalisés** – À partir de 2010, les travaux de conservation démarrent sur deux claveaux pour ajuster les opérations. Au terme de 40 mois d'opération, 32 blocs dont le poids varie entre 11 à 432 kg (moyenne

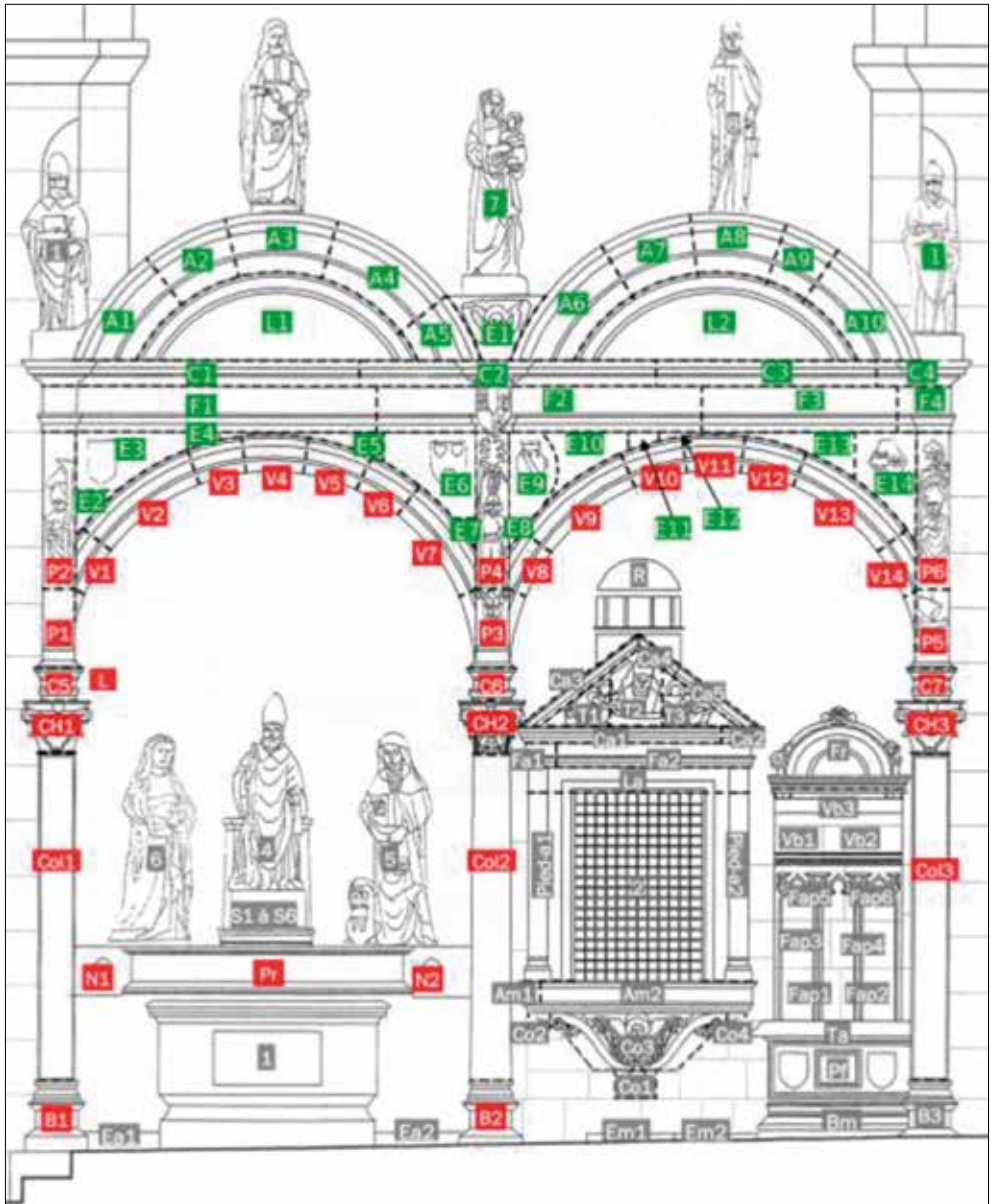
176kg) ont été dessalés par bains dans une dizaine de bacs en polypropylène et en acier inox pour les éléments les plus grands. Ce dessalement est effectué avec de l'eau déminéralisée produite à partir de l'eau de la ville par une station de déminéralisation installée sur place. Le suivi des bains est assuré par des mesures régulières de la conductivité de l'eau et par la mesure des teneurs en chlorures et nitrates par électrodes spécifiques. Le nombre de bains varie selon les blocs de 2 à 7 (moyenne 4) pour des durées totales de dessalement comprises entre 37 et 546 jours (moyenne 224). Pour la partie inférieure dessalée en place, 3 applications de compresses à base de kaolin, sable et eau déminéralisée, sélectionnées d'après les résultats de tests préalables d'efficacité et d'adhérence de plusieurs formulations (kaolin, cellulose, attapulgite) ont été réalisées. Un papier absorbant était disposé sur la surface pré-mouillée du marbre et un film

plastique recouvrait la compresse pour éviter un séchage trop rapide. Le suivi a été réalisé par dosage des chlorures et nitrates extraits par électrodes spécifiques.

**Conclusion** – 5 ans après la fin des opérations de dessalement, alors que d'importants travaux se terminent à l'intérieur de la Vieille Major (confortement, sol, restauration des parements...), une mission vient d'être lancée avec François Botton, architecte en chef, Benoît Lafay, restaurateur de sculptures, et le CICRP pour effectuer un bilan et un constat d'état sur les blocs posés sur racks et sur la partie inférieure de la chapelle toujours étayée, et pour définir un protocole de conservation (réparation, consolidation, etc.) qui permette d'envisager sereinement la restauration et le remontage de la chapelle dans des conditions satisfaisantes.



(fig. 3) Atelier de dessalement installé dans la sacristie au sein de la Vieille Major, avec une partie des bacs couverts pour éviter toute contamination biologique et les blocs dessalés en place sur les racks.



(fig. 4) Nomenclature des blocs avec en rouge ceux démontés et dessalés en bains et en vert ceux dessalés par presse sans démontage.

## Table ronde

# Dépose ou restauration *in situ*, quelles solutions pour Moissac ?

### Intervenants :

Laurent Barrenechea – conservateur régional des Monuments historiques, DRAC Occitanie  
Agatha Dmoschowska-Brasseur – conservatrice-restauratrice de sculptures, Atelier Bouvier, les Angles (Gard)  
Philippe Gisclard – architecte des Bâtiments de France, UDAP de Tarn-et-Garonne  
Marie-Anne Sire – inspectrice générale des Monuments historiques, IGMH, Paris

### Modérateur :

Thierry Zimmer – directeur adjoint du Laboratoire de Recherches des Monuments Historiques

### Thierry Zimmer

---

Comme vous l'avez compris, nous avons eu la chance d'avoir l'explication des phénomènes qui nous ont été décrits avec des exemples extrêmement précis et issus de l'expérience de nombreux spécialistes dans les domaines des sciences, de l'architecture, de l'histoire de l'art. Je vais donner tout d'abord la parole à Laurent qui sera en première ligne, en tant qu'émetteur d'avis régalien, lors de la prise de décision en phase de restauration, après les différentes études.

### Laurent Barrenechea

---

Je tiens d'abord à dire que ce n'est pas moi qui prendrai une décision, moi je signerai un accord le plus collégial possible, bien évidemment. Comme vous l'imaginez, quand on s'attaque à un monument comme Moissac, que ce soit son cloître, son portail ou même le reste du site abbatial, on prend le soin de recueillir des avis éclairés et d'en faire une synthèse qu'on veut la plus rationnelle et la moins idéologique pour reprendre les termes de François Botton. On espère alors prendre les décisions les plus adaptées pour transmettre cet édifice exceptionnel pour des générations nombreuses et futures. Je crois que cette journée a vraiment été passionnante puisqu'elle a permis d'avoir une connaissance à la fois de l'édifice au travers des interventions de Manon Vidal et de Stéphane Thouin, mais aussi des phénomènes que sont les sels d'une manière générale et les moyens, les outils, les procédures qui permettent, on l'a vu selon des conditions qui sont aujourd'hui, je crois, assez bien rationalisées, peut-être plus qu'à l'époque de Notre-Dame-La-Grande, l'extraction ou la réduction des sels à l'intérieur des maçonneries. Je crois qu'on a juste oublié, au passage, d'évoquer un des éléments qui a peut-être conduit à l'organisation de cette journée en tout cas du côté de la DRAC et, je pense, aussi de l'Inspection générale : préalablement à la mise en bain de blocs de pierre, il faut les extraire. Et la première peur est celle de la dépose, c'est-à-dire de l'acte mécanique d'arracher des éléments sculptés romans à la façade qui les contient depuis plusieurs siècles. Je pense que c'est à la fois une crainte qui est très physique, celle de la destruction de la pièce en tant que telle ; et puis aussi une crainte déontologique de cette idée un peu violente et un peu forte de venir arracher des blocs à un édifice dont l'unité serait ainsi endommagée. D'un autre côté, on a pu voir l'efficacité des bains. Je pense qu'elle a été bien démontrée aujourd'hui, avec les protocoles extrêmement précis qu'ont développés Olivier Rolland, Philippe Bromblet et Véronique Vergès-Belmin, et qui démontrent qu'il y a une logique, d'un point de vue scientifique, à venir proposer ce type d'intervention pour certains types de blocs. Je pense aussi qu'on a la chance à Moissac d'avoir déjà des éléments qui sont soit déposés – les fameux bas-reliefs qui l'ont été dans les années 1980 – soit qui, de toute façon, devront impérativement l'être – c'est le cas d'un des chapiteaux du cloître. À mon sens, cela nous permettra d'effectuer ces fameux

tests qui viendront rationaliser les craintes que l'on peut avoir dès que l'on envisage le traitement par bain, et notamment celle de la durée. On ne peut pas dire combien de temps cela va durer tant qu'on n'a pas fait de test. Or, la nature même des travaux d'ordre public que l'on effectue engendre la question du coût induit par la durée du traitement. Je pense aussi que la vigueur des interventions réalisées dans les années 1970 et 1980, notamment ces deux loges construites à l'intérieur des contreforts de la façade, nous permettent, quelque part de nous abstraire un petit peu de cette peur déontologique de la dépose pour certains des éléments, ceux qui sont accessibles facilement depuis l'arrière. Et on a vu, d'ailleurs, qu'elles ont même été conçues pour cela, on peut l'imaginer en tout cas, par Bernard Voinchet dès l'origine. Grâce à cette journée, il me semble que l'on est en capacité de venir progressivement, par faisceaux successifs qui se rétréciraient, deviner ou imaginer un protocole d'intervention qui se voudra le plus précis et le plus étayé possible d'abord par les tests sur les éléments déposés, ensuite, par une sorte de cartographie des interventions. Ces dernières devront être corrélées avec la capacité de dépose aisée par ces loges creusées. Et ensuite, je reprends là aussi un des termes employés par François Botton, par le panachage des techniques. Ce panachage des techniques est déjà proposé aujourd'hui, comme vous l'avez vu dans l'étude de monsieur Thouin en lien avec monsieur Rolland, et il me semble qu'à la lumière de cette journée, c'est effectivement ce mixte d'interventions qui devra être privilégié. Et enfin, je conclurai sur ce point-là, l'exemple de Poitiers a été bien évidemment passionnant puisqu'il nous a permis quelque part d'évaluer la façon dont les techniques se sont précisées depuis une vingtaine d'années. On a vu que cela avait un côté très expérimental encore à Poitiers et qu'aujourd'hui, on est vraiment dans des interventions qui sont effectuées d'une manière très scientifique. Mais surtout l'intervention sur Poitiers nous a permis de mesurer l'importance d'avoir une mise sous surveillance du portail dès lors qu'il sera restauré. Il ne faudra pas considérer qu'une fois qu'on aura coupé les rubans, on aura un magnifique portail, aussi beau qu'à Ripoll, et que les interventions s'arrêteront. Il faudra bien voir avec la ville propriétaire comment la DRAC peut, à ses côtés, continuer cette démarche itérative d'entretien, de surveillance de ce portail. Nous devons continuer d'en mesurer les évolutions. On sera ainsi en capacité, peut-être, de continuer à intervenir comme cela a été fait à Poitiers où l'on a vu qu'on est venu quelques années plus tard mettre de nouvelles compresses.

### Thierry Zimmer

---

C'est effectivement un des points fondamentaux que le suivi sous une forme ou une autre, par monitoring ou par déplacements fréquents. Pour le portail et le cloître restaurés, ce sera quelque chose de fondamental. Dans le cadre de cet entretien, je vais passer la parole à l'architecte des Bâtiments de France dont on sait que les fonctions sur les bâtiments de l'État, entre autres, l'amènent à beaucoup réfléchir sur les problèmes de suivi et d'entretien.

### Philippe Gisclard

---

Je voudrais élargir un petit peu le sujet. Si nous sommes là aujourd'hui, c'est à cause de l'abbatiale. Une légende dit que c'est Clovis qui en aurait déterminé l'emplacement en lançant son javelot depuis les hauteurs de Moissac vers des marais où il n'existait rien. Nous avons donc déjà un javelot lancé depuis la terre vers l'eau. Et je vois que le slogan de la ville de Moissac, c'est de l'eau à la pierre, donc nous sommes tout le temps dans le sujet. Mais au-delà de cela, c'est une des premières destinations touristiques du département, voire de la région, sur les chemins de Saint-Jacques-de-Compostelle. Donc, il y a un enjeu majeur, tout le monde l'a bien compris. Et si on est tous là aujourd'hui réunis, c'est parce que l'on prend moult précautions pour éviter de faire des erreurs, et donc, c'est bien l'objet monumental qui est au cœur du sujet. Je suis vraiment absolument ravi de cette rencontre, de la richesse des interventions qui ont eu lieu. Elles vont permettre de prendre les bonnes décisions. La ville de Moissac est très investie sur son

patrimoine. D'abord, il n'y a pas que l'abbaye, il y a aussi l'église Saint-Martin, il y a aussi les problèmes hydrographiques, on a parlé du canal, on a parlé des réseaux d'eau souterrains, etc. On a beaucoup pensé que les désordres étaient dus souvent à des remontées capillaires. On s'aperçoit que les sels sont présents dans la pierre, donc aujourd'hui, on se pose la question de comment dessaler. Et j'ai beaucoup été impressionné par l'intervention de Pere Rovira i Pons à propos de Ripoll : c'est un peu un balayage cinématographique, on l'a vu à la fin avec la petite vidéo. Ce qui est très important après, c'est tous les intervenants qui vont venir derrière pour restaurer ce portail. On parle du dessalement, mais il n'y a pas que le dessalement. L'étude qui a été confiée au cabinet Thouin touche tout un panel de problématiques sur les pierres elles-mêmes, sur les joints, sur la desquamation, sur l'influence et les répercussions dues aux pigeons. Dans le cloître, vous avez remarqué qu'il y a un immense cèdre qui pose des problèmes en termes de maintien de l'humidité sur une partie du cloître, de problèmes racinaires qui défoncent les sols, etc. Donc, là, nous sommes en train de vraiment focaliser une question majeure bien évidemment, mais vous voyez un petit peu tout ce qui est à intégrer par cette étude et qui est aussi à prendre en compte entre les instances patrimoniales et la ville de Moissac. Ceci dit, j'ai beaucoup appris aujourd'hui, et j'aurais tendance à être encore plus prudent finalement par rapport aux solutions qui sont apportées par les uns et les autres, par rapport à la question de ces dessalements. Il est vrai que pour qu'un bureau d'étude puisse passer une commande, il faut qu'il ait des données très précises. Or, c'est vrai que cette question du temps de dessalement à laquelle on ne sait pas apporter une réponse précise, nécessiterait peut-être, l'Inspection le dira, de procéder peut-être par étapes prudentes, par des tests qui seraient effectués sur des déposes ponctuelles ou des éléments qui sont déjà déposés puisqu'il y a déjà des éléments qui sont déposés et qui pourraient permettre de faire ces tests pour savoir justement quel temps serait nécessaire à un dessalement optimum qui permettrait une repose et une stabilisation du processus. À mon simple niveau, ce que je peux dire, c'est que c'est un des éléments de l'étude, mais c'est aussi une question qui est majeure puisque comme c'est une destination touristique, les visiteurs viennent aussi pour la statuaire à Moissac, donc on ne peut pas envisager qu'on dépose la totalité des éléments. Il y a une dimension qui est aussi positive en termes d'attractivité c'est qu'aujourd'hui, le public est de plus en plus intéressé par tout ce qu'on vient de voir ici, c'est-à-dire, les techniques de restauration, les techniques de dessalement, et qu'il y a certainement une piste à trouver même en termes de communication pour amplifier la notoriété de Moissac sur une restauration exemplaire. Donc, on est tous là aujourd'hui pour essayer de voir comment on peut mettre en œuvre ces éléments-là, et comment, certainement, il faudra étudier la possibilité d'accompagner la ville sur un volet de communication à ce sujet.

### Thierry Zimmer

---

Effectivement, le volet communication, quelles que soient les solutions retenues, sera fondamental aussi bien du point de vue touristique que vis-à-vis de l'ensemble des habitants et des personnes qui sont impliquées dans la restauration future de ce portail insigne. Qui dit restauration dit restaurateur, donc je vais passer la parole à notre représentante de l'atelier Bouvier pour qu'elle nous donne son sentiment sur ce qu'elle a pu entendre aujourd'hui.

### Agata Dmochowska-Brasseur

---

Je suis restauratrice praticienne et c'est vrai que des journées comme celle d'aujourd'hui nous permettent de faire un point sur toutes les expériences, sur l'évolution des méthodes. On se rend compte qu'elles évoluent énormément d'année en année, et aussi de l'importance de la coopération des praticiens avec les scientifiques et bien sûr les architectes et la maîtrise d'ouvrage. Pour nous, les restaurateurs, il est important de pouvoir avoir l'appui des chercheurs qui peuvent vérifier nos tests et nos essais. C'est vrai qu'aujourd'hui, dans tous les exemples, on a pu voir que sans cette coopération, on ne peut pas aller de l'avant.



Cette journée était très enrichissante, par tous les exemples évoqués : aussi bien d'Espagne avec la problématique des consolidations, avec des matériaux quand même très difficiles à enlever, avec des acryliques, qu'avec la belle restauration de Poitiers, ou encore la Major à Marseille. Cela nous donne de l'espoir sur l'avancement des processus de dessalement.

### Thierry Zimmer

---

Je vais laisser la parole maintenant à Marie-Anne Sire, inspectrice des Monuments historiques, pour nous donner son sentiment sur cette journée qu'elle a suivie avec nous.

### Marie-Anne Sire

---

On a pu voir combien le sujet est complexe, combien le débat n'est pas clos et combien le portail de Moissac est au cœur d'une réflexion qui n'est pas nouvelle puisque cela a été la réflexion menée aussi par nos prédécesseurs, comme Manon Vidal l'a très bien montré ce matin, avec les grands rapports de Viollet-le-Duc notamment. Souvenons-nous quand même que depuis le début, la Commission nationale des Monuments historiques est associée au sort de Moissac puisque le portail de Moissac est un peu une page de l'histoire de la restauration en France. Les prédécesseurs du 19<sup>e</sup> siècle ont tout fait pour tenter, malgré les altérations constatées, de maintenir l'intégrité de ce portail et de le transmettre. Le fameux devis de Viollet-le-Duc du 19 décembre 1847 s'en fixe l'objectif en disant ne rien déposer, maintenir en place, étudier et maintenir. Dans les différents passages en commission nationale de ce problème du portail de Moissac - j'ai repris les rapports du 27 octobre 1980 et du 17 septembre 1984 devant la délégation permanente de la commission nationale - la volonté de tous les prédécesseurs au sein de ce service a été de dire maintenir, maintenir à tout prix, maintenir en place l'intégrité d'un portail, bien sûr, en sachant qu'il y a un équilibre à apporter entre le portail dans sa monumentalité architecturale qu'il faut à tout prix conserver et la lisibilité de son décor sculpté, qui parfois, au titre de la conservation préventive, justement, a nourri ce type de projet, de déposer pour sauver les sculptures aux dépens de l'unité architecturale de l'intégrité, de l'authenticité de l'ensemble auquel elles appartiennent. Alors, je pense que là est le cœur du débat. Bien sûr, il faut sauver les sculptures, mais pas leur faire perdre leur sens, ne pas les rendre orphelines d'un décor architectural auquel elles appartiennent. Et je suis certaine, pour avoir étudié de près la dépose qui a eu lieu avant que je sois en poste dans cette région en 1982 et en avoir beaucoup discuté avec Bernard Voinchet, la dépose des deux éléments de piédroit de droite lui a été imposée en 1982. Elle devait donner lieu à dessalement puis repose. Nous sommes en 2018, cet engagement sur la repose n'a jamais abouti. Elles sont toujours déposées, elles ont failli disparaître. Il y a un moment où on les a cherchées, Chantal Fraisse s'en souvient sans doute, elle doit être dans la salle. Du coup, il faut rappeler, Laurent Barrenechea vient de le dire, le risque de la dépose. Le risque de la dépose est crucial, et il faut l'avoir en tête. Combien va-t-on en perdre dans leur état d'altération ? Et il faut s'en souvenir parce que ce risque de perte, il est irréversible. Ce que l'on aura perdu à la dépose pour conserver le reste, on l'aura perdu. Et donc, ce risque de dépose, je pense qu'il faut l'évaluer pleinement. Danger aussi du processus et du suivi, et tous l'ont indiqué. Ce processus, il est complexe, il exige plusieurs équipes. Il existe un suivi dans le temps qui est très difficile à mettre en place parce que justement, il n'est pas maîtrisable dans le temps, cela dure. Danger donc, si un jour, il y a repose, de la repose aussi. Que va-t-il se passer pour la repose ? Comment va se faire la coexistence entre les éléments qui auront été déposés et mis en bac et ceux qui auront été maintenus *in situ* ? Incertitude des résultats puisqu'en fait, tout le monde l'a montré, les incertitudes des résultats sur Poitiers sont aussi démontrées sur la chapelle de la Vieille Major à Marseille. On est dans une technique qui est en pleine évolution. Nous ne sommes pas sur des résultats aboutis, nous sommes sur une recherche en cours. Est-ce que lorsqu'il y a recherche en cours, on prend un risque avec le portail de

Moissac, monument emblématique pour toute la France, classé depuis 1840 et classé patrimoine mondial ? Pour ma part, je préconise vraiment la prudence totale. Et je ne voudrais pas qu'en ayant voulu sauver ce portail, on le compromette gravement du fait, justement, de l'incapacité de mener dans le temps long une telle intervention. Moissac n'est pas un terrain d'expérience, Moissac est une page d'histoire architecturale, d'histoire de la sculpture pour la nation tout entière. Et je pense que cela ne doit pas donner lieu à des essais en termes de dessalement par bains. Par contre on peut, comme le fait Stéphane Thouin, proposer le traitement des sculptures déjà déposées. Bien sûr. Et cela, on aurait pu le faire depuis longtemps déjà, puisqu'en fait, le dessalement avait commencé en 1982 et qu'il a été interrompu. Mais peut-on aujourd'hui se mettre, au vu de tout ce qui a été vécu, à proposer une dépose pour l'ensemble des piédroits, sachant qu'une partie peut être déposée facilement à la hauteur des panneaux comme vous l'avez vu avec les cavités derrière, mais que ce n'est pas le cas du tout des parties hautes. Les parties hautes très altérées vont donc souffrir au moment de la dépose. Ces conditions de dépose, il faut les avoir en tête. Ne pas sacrifier ne serait-ce qu'un élément dans un ensemble qui mérite tout entier d'être transmis aux générations suivantes.

### Laurent Barrenechea

---

Je crois que les termes du débat ont été très clairement posés par Marie-Anne Sire. Je les avais un peu lancés en introduction, c'est la dépose, le geste qui fait peur légitimement. Bien évidemment, dans un monde idéal, on se dirait qu'une dépose extrêmement soignée avec une technique de dessalement extrêmement maîtrisée ne se conçoit qu'avec une réinstallation dans l'œuvre. Mais comme le soulignait Marie-Anne, c'est dans un monde parfait, et depuis 1982, visiblement, on n'y est toujours pas. Donc, la véritable question est bien là. Elle est aussi de déterminer si la dégradation actuelle du portail est suffisamment mesurable, suffisamment quantifiable pour savoir ce que l'on gagne à le laisser en place face aux risques de la dépose ou ce que l'on perd à ne pas oser intervenir en se disant que la dépose sera moins grave finalement que l'altération courante. Je crois que c'est aussi une des questions à laquelle on ne peut pas vraiment répondre, mais qui, à mon avis, est la clé des choses. Ce qui est sûr c'est que le portail continue à s'endommager. Notre difficulté est d'identifier une solution alternative. On a vu à Ripoll une solution que je trouve très intéressante qui est de traiter l'objet architectural comme un objet muséographique à l'intérieur d'un environnement conditionné, régulé. Je pense que c'est malheureusement difficilement envisageable à Moissac, et peut-être qu'il existe encore une quatrième voie qui mériterait qu'on y réfléchisse.

### Thierry Zimmer

---

La parole est aux intervenants.

### Une habitante de Moissac

---

Veillez m'excuser, moi, je n'y connais rien du tout. Je suis venue parce que j'habite à Moissac, que je fais l'accueil à l'abbatiale bien souvent, des touristes, des pèlerins qui sont de passage. Et j'habite à Moissac depuis le début des années 1970. Et moi, je tremble quand je vous entends dire « soyons prudents ». Mais moi, je vous dis, jusqu'à quand ? C'est bien joli de dire « respectons... attention les risques... il faut transmettre aux générations... ». Mais je suis désolée ! Dans quelque temps, il n'y aura plus rien à transmettre. C'est tout. J'ai vu les embrasements dans les années 1970, elles étaient totalement lisibles, totalement lisibles les sculptures. On pouvait identifier tous les personnages, c'était très clair, c'était magnifique. Et quand je le vois maintenant, ça me rend malade. Et les touristes qui passent, combien de fois ils m'ont fait la réflexion en me disant : « Oui, on nous le vante, mais quand même c'est drôlement abîmé. Il n'y a plus grand-chose à voir ». J'ai entendu cette réflexion

bien des fois. Alors moi, cela fait, malgré tout, pas si longtemps, depuis les années 1970. Et je ne reconnais plus le portail que j'ai découvert à ce moment-là. Alors, dans dix ans, dans vingt ans, il y aura quoi à transmettre ? On reconnaîtra quoi ? Là, on a déjà une demi-ruine sur certaines sculptures à transmettre. Alors, je voulais juste transmettre mon inquiétude et mon constat : cela va très vite. Cela s'abîme à une vitesse folle. Et donc, soyons prudents, mais n'oublions pas qu'à un moment, il faut quand même faire quelque chose. Excusez-moi, je ne suis pas scientifique, ni restauratrice, ni financière malheureusement. Je pense aussi qu'il faut, tant que j'ai le micro, que je souligne aussi qu'il y a un manque terrible de communication que ce soit vis-à-vis de la population moissagaise en général comme des touristes. Je vois, tous les pèlerins qui passent. Bon, ils vont donner, éventuellement, pour le denier du culte ou pour un cierge, mais tout le monde pourrait être aussi sensible ou sensibilisé aux difficultés de cette restauration et aux moyens financiers colossaux dont tout le monde est conscient. On donne pour le Téléthon, on peut donner aussi pour Moissac.

### Marie-Anne Sire

---

Bien, sûr, on est sur une opération qui exige un bilan avantage-inconvénient. On est en pleine évaluation du risque. Il n'est pas du tout évident si les résultats devaient être à tout prix immédiats et immédiatement perceptibles, se lancer dans le risque vaudrait peut-être la peine. Là, vous avez bien compris, il y a une vraie incertitude. Du coup, c'est prend-on le risque sur quelque chose qui n'est pas certain ? D'autant qu'aujourd'hui, on a quand même des moyens alternatifs de maintenir. De maintenir par compresses, on sait le faire, on l'a fait ailleurs, et cela demande une maintenance régulière. Cela demande effectivement de ne pas poser un problème radical. Vous savez, on est tous très attachés à un homme, Ruskin, qui au 19<sup>e</sup> siècle écrivait : « Entretenez vos monuments, vous n'aurez pas à les restaurer ». Si on entretenait ces piédroits dans l'état d'altération dans lequel ils sont, mais avec une vigilance constante pour éviter qu'une altération s'accélère, ce serait déjà beaucoup. De plus, je veux quand même rappeler que cette place, auparavant, on y circulait avec des voitures, et que la ville de Moissac a fait des efforts énormes pour empêcher la circulation et donc, l'arrivée des gaz d'échappement, etc., qui faisaient souffrir terriblement ce portail. Ces décisions-là, elles ont été prises et il faut rendre hommage à ceux qui les ont prises parce que c'était difficile pour les élus. Et du coup, l'ambiance, l'environnement du portail n'est plus le même du tout, il a été nettement amélioré. Donc, il ne faut pas non plus avoir une idée de l'altération comme devant s'aggraver sans cesse. On peut la stabiliser et parfois, il vaut mieux avoir quelque chose qui est dans son état d'altération, mais qui est là plutôt que se lancer dans quelque chose d'énorme, une opération radicale qui va poser des problèmes à la dépose et qui ne nous rend pas sûrs, trois ans plus tard, d'avoir les mêmes éléments à reposer.

### Jean Ferrant

---

Nous avons effectué une visite avec Manon Vidal, il y a trois semaines, de l'arrière des piédroits, des cavités. Tout à l'heure, elle a montré une photographie où on voit très bien l'arrière des panneaux, particulièrement, des panneaux du piédroit de gauche. Ces panneaux sont très fissurés, micro-fissurés, on a même des cassures, il y a même des agrafes, trois, si mes souvenirs sont bons. Ma question est simple : est-ce que ces panneaux peuvent être déposés et est-ce que c'est compatible avec un dessalement par bain ?

### Olivier Rolland

---

Oui. Je suis passé voir aussi ces reliefs. Non seulement ils peuvent être déposés, mais celui dont vous parlez, il faut vraiment le déposer. Ceci dit, on peut le reposer salé, je trouve que ce serait dommage. Mais il va vraiment falloir le déposer pour travailler dessus,

oui. Sinon, effectivement, il risque de tomber tout seul. Il faut lui faire une protection, un facing, et faire ensuite un travail de consolidation très sérieux qui se fera dans de bien meilleures conditions s'il est déposé que s'il reste en place, oui, c'est certain. (...) Lui, il va falloir le déposer ou il risque de tomber, c'est aussi certain. Mais après, c'est vrai que ce sont des décisions à prendre. Moi, je donne juste un avis technique.

**Agata Dmochowska-Brasseur**

---

Je voudrais répondre à Olivier. Premièrement, je ne crois pas qu'il ne soit pas capable parce que je l'ai vu à l'œuvre. Et deuxièmement, c'est vrai que nous, on a eu l'expérience des restaurations du cloître de Saint-Trophime à Arles. Il y avait justement un grand problème de sels. Avec l'aide du LRMH et du CICRP, et bien sûr sous la direction de François Botton, il y a eu une vraie gestion des risques comme on le disait. On a pu trouver quand même la composition des compresses, on espère les plus adaptées. On est parti d'une vingtaine de compositions qu'on a testées, d'abord sur les plaques. Nous en avons senti trois que nous avons testées *in situ*. Ensuite, nous avons pu les envoyer pour étude au LRMH après le dessalement. Deux ans après, nous sommes revenus observer. Il n'y a pas de dégradation au bout de deux ans, rien n'a bougé. Il y aura quand même une surveillance plus détaillée. Mais c'est vrai que ce n'est pas facile, on peut faire un dessalement, peut-être pas complet comme a dit notre collègue allemand, mais plutôt une diminution des sels solubles qui stabilisent mieux l'état de conservation.

**Jean-Louis Rebière**

---

Est-ce que si on n'avait touché à rien du tout, enfin, si on avait laissé les choses avec de la maçonnerie derrière, il serait moins fragilisé qu'en l'état actuel ?

**Olivier Rolland**

---

Non, il n'a pratiquement pas touché en fait ces choses-là. Cela change assez peu de choses. De toute façon, les portes sont fermées. Ce qui est assez mauvais de manière générale, contrairement à une idée reçue, c'est de ventiler et d'augmenter les différences de température et d'humidité relative. Et donc là, cela a pu les augmenter un petit peu. (...) On avait beaucoup parlé de l'hypothèse du point de rosée. Très franchement, depuis que j'ai sorti des saumures de sels hygroscopiques, des éléments en pierre aussi bien sur le portail que sur le cloître, vu la quantité de saumures due à des sels hygroscopiques qu'il y a dedans, il n'y a vraiment pas besoin de point de rosée, l'humidité vient de là. Les travaux qui ont été faits étaient nécessaires, mais hélas, ils ne sont pas suffisants parce que dedans, il y a une saumure hygroscopique. J'ai montré ce matin, sur une diapo, un chien égyptien au musée du Louvre, il s'abîme dans sa vitrine à 75 % d'humidité relative. Cela devait tout bloquer. Normalement, à 75 % d'humidité relative, cela ne devrait pas bouger dans une vitrine à 55 %. Mais dedans on a du nitrate calcium, le même sel pratiquement que celui que l'on a à Moissac avec un mélange qui est très hygroscopique. En fait, à la limite, si vous essayez de climatiser un système comme cela, c'est l'énergie de la climatisation qui va détruire l'œuvre. Je veux dire que c'est instabilisable tant qu'on n'a pas sorti ce mélange-là de l'objet.

**Jean-Louis Rebière**

---

Pour l'anecdote, je vais vous donner une petite information. Vous savez qu'on dit qu'il y a un relief qui a été enlevé qui était en résine et que les autres sont en marbre. Et une fois, je suis passé à Moissac, et on voit les touristes essayer de taper sur les marbres pour découvrir lequel est en résine et lequel est en marbre. Donc cela, c'est l'effet pervers de la résine.

**Agata Dmochowska-Brasseur**

---

Moi, je voulais répondre au monsieur qui a parlé des plaques qui sont fissurées. Je me pose la question, est-ce que je me rappelle bien que la plaque qui est fissurée, elle est à côté de celle-ci qui a été changée par Viollet-le-Duc ? Non. D'accord, ce n'est pas celle-là. Cela veut dire, ce n'était pas à cause de la pose ? D'accord. Parce qu'on peut aussi se poser la question, à quel moment ces fissures sont apparues ? Est-ce qu'on a des documents, soit photographiques ou dans les dessins, à quel moment, cette fissuration est apparue et suite à quel mouvement ?

**Manon Vidal**

---

La plaque en question est sur l'ébrasement de gauche. Toutes ces fissures sont reprises par des agrafes qui sont rouillées. On en a parlé avec Bernard Voinchet qui nous a dit qu'il les a trouvées en creusant. Donc, c'est forcément une intervention antérieure. Lui supposait que c'était une intervention du 19<sup>e</sup> siècle. Ce qui signifie que ces panneaux déjà, ont été déposés pour être consolidés par l'arrière.

**Marie-Anne Sire**

---

Alors, les agrafes, elles doivent avoir été posées par Émile Olivier en 1854, puisqu'en fait, on a le devis de Viollet-le-Duc, du 19 décembre 1847, qui ensuite, passe le relais à Émile Olivier qui complète sur la partie arrière de la maçonnerie. Donc, les agrafes qui rouillent, elles sont de 1854, parce qu'on a même le mémoire de travaux.

**Olivier Rolland**

---

Ce qui veut donc dire qu'il y a eu une dépose à cette époque ?

**Marie-Anne Sire**

---

Il y a eu un traitement des parties arrière avec agrafes parce qu'effectivement, il y avait ouverture des cryptes par Viollet-le-Duc.

**Olivier Rolland**

---

Voilà. Alors, cela me fait très plaisir ce que vous dites-là parce que Viollet-le-Duc qui disait qu'il ne fallait rien déposer, a déposé les reliefs pour les sauver quand même et les a reposés.

**Marie-Anne Sire**

---

Oui. Mais il faut que dans la réflexion, vous différenciez toujours les panneaux qui, bien sûr, on fait l'objet d'interventions, de la frise. Cela m'étonne parce que dans les présentations, on ne dissocie pas les différents registres. Or, vous l'avez fait par la nature des matériaux, mais pas par la position. Ce n'est pas du tout le même problème, les panneaux des piédroits et la frise au-dessus, parce que dans toute l'histoire, on voit très bien qu'ils ne les ont pas traités de la même manière. Et dans le panneau de piédroit, on voit très bien que la position des marbres par rapport aux petits reliefs différents aussi n'est pas du tout traitée dans l'histoire par les devis qu'on a, Viollet-le-Duc et Olivier, de la même manière. Donc moi, j'ai l'impression que vraiment, cette approche du portail, il faut qu'on la différencie par les gestes qui ont eu lieu, registre par registre, élément par élément. Ils n'ont pas du tout été traités de manière égale.

**Laurent Barrenechea**

---

Pour aller dans le sens de ce que dit Marie-Anne, mais quelque part, de ce que disait aussi François Botton ou

d'un des éléments de conclusion de Poitiers, on l'a bien vu qu'en fonction des différents matériaux, les réactions sont différentes et sur une plus ou moins longue échéance d'analyse, on voit que la pierre de Bonnillet ne réagissait pas de la même façon que l'autre pierre dont j'ai oublié le nom. Ce qu'on a vu aussi, et cela a été présenté ce matin, c'est que le portail de Moissac est réalisé avec tout un tas de pierres différentes. Donc, il est évident qu'il y a, à mon sens, des interventions qui doivent être qualifiées en fonction de la nature de la pierre aussi et des attentes que l'on a, mais aussi en fonction de la capacité de dépose, simple pour la partie basse, c'est une évidence, et quasiment impossible dès lors qu'on n'est plus derrière les petites logettes. Donc, ce qui serait assez intéressant, ce serait de savoir aujourd'hui, dans le cadre de l'étude de diagnostic, si on a une possibilité d'évaluer ce genre de traitement alternatif qui permettrait, pour les parties simples à déposer où le mal a déjà été fait tant par Viollet-le-Duc que Théodore Olivier, de dissocier ces panneaux bas facilement déposables, de les traiter par bain, et bien sûr de les remettre en place. Est-ce qu'il est suffisant pour pérenniser ce portail de se contenter de déposer ces parties-là et d'avoir un traitement en œuvre sans dépose pour les parties supérieures ?

### Stéphane Thouin

---

C'est vrai qu'on ne l'a pas exprimé de façon aussi claire que ce qui vient d'être dit dans nos conclusions puisque c'étaient des conclusions provisoires. Mais il est certain qu'il y a une sorte de graduation dans le traitement du portail et que si on parlait, ce qui semblait aussi convenir et faire le consensus, à savoir de se servir des éléments déposés ou de l'élément qu'on doit déposer sur le cloître pour faire une première expérimentation par bain, il faut aussi envisager la suite. C'est-à-dire qu'une fois qu'on a fait l'expérimentation, même si cela dure un an et demi ou deux ans, si on fait l'expérimentation, c'est qu'à un moment, si elle est concluante, après, il faut se poser la question de ce qu'on va faire. Donc, c'est peut-être aussi déterminer dans les ordres d'urgence et les capacités, effectivement, les éléments du portail où la dépose serait, disons, la moins traumatisante par rapport à l'ensemble de l'œuvre. Et donc, faire une hiérarchie dans laquelle, évidemment, les panneaux de bas relief du registre inférieur paraissent tout de suite, disons, en seconde position dans le temps, mais cela prendra peut-être du temps, pour éventuellement être traités par bain si toutes les garanties ou tous les résultats s'avéraient disons, satisfaisants pour cela. À l'inverse, quant à donner une réponse quantifiée sur la capacité des solutions alternatives, c'est-à-dire par compresses, de régler le problème : d'après ce que j'ai compris aujourd'hui, personne ne pourra s'aventurer pour dire que la solution alternative est équivalente. Ce qu'on sait par compresse, c'est qu'on arrivera, d'une certaine façon, à diminuer la présence de sel, mais dans quelle proportion, je pense que c'est difficile parce qu'autant avec un bain, on pourra connaître la masse globale de sels contenus dans la pierre, autant, en œuvre, c'est déjà beaucoup plus difficile. Donc, c'est plutôt un choix presque de doctrine, à un moment, de dire qu'on met en œuvre ce processus. Mais je pense qu'il est un petit peu illusoire, en tout cas au stade de nos connaissances actuelles, de vouloir le quantifier.

### Jean-Louis Rebière

---

Je voulais poser une question parce qu'il fut un temps, j'ai un peu étudié l'abbaye de Moissac, et c'est en tombant dans des archives du conservateur de la fin du 19<sup>e</sup> siècle, il a laissé sur un petit mot « avec tout ce qu'ils vont mettre sur le portail, je ne suis pas sûr que cela va donner des choses extraordinaires ». Alors, est-ce qu'on sait quel est le produit qui a été mis sur le portail dans les années, soit 1880, soit 1900. Parce qu'il y a un moment, il a un mouvement d'humeur, il fait un petit mot sur un bout de papier et dit : « on est en train de mettre un truc qui ne me plaît pas du tout ».

### Marie-Anne Sire

---

Pour ce qui est décrit dans les badigeons et les couches qui recouvrent le tympan. J'ai la description de Viollet-le-Duc qui est disponible à la MAP, qui indique qu'il trouve en fait, les éléments du tympan couverts d'une couche qu'il estime être de l'huile. Mais c'est remis en cause parce qu'en fait, on n'en trouve aucune trace. Ce qui fait que peut-être il utilise ce mot-là pour désigner autre chose. Ce qui est intéressant, c'est qu'il décrit cela et quand Olivier arrive, dans son propre devis, il ne prévoit plus le débadigeonnage qu'a prévu Viollet-le-Duc. Donc celui-là a dû avoir lieu, mais nous n'avons pas le mémoire de travaux. Donc, il y a un produit du temps de Viollet-le-Duc qui, sans doute, recouvre des éléments de polychromie puisqu'au moment où il débadigeonne, il décrit quand même qu'il a trouvé du vermillon dans une partie du tympan, etc. Alors, les archives, si cela vous intéresse, les archives d'Olivier, qui était donc l'architecte diocésain après Viollet-le-Duc, ont été microfilmées aux archives de Montauban, elles sont disponibles, et Marcel Durliat était en lien direct avec la famille Olivier, ce qui fait que tout ce que Durliat a publié est fait à partir des archives personnelles d'Olivier. C'est Durliat notamment et Méras aussi qui avaient travaillé sur la partie d'ange, la partie inférieure, Chantal Fraïsse la connaît bien. La partie d'ange inférieure du piédroit de droite qui a été trouvée dans le soubassement de la mise au tombeau. Cela, c'est publié en 1954.

### Philippe Bromblet

---

Je voulais revenir sur le fait de faire un entretien quand on a des pierres avec des sels. Je ne sais pas si François Botton est encore dans l'assistance. Non. J'ai suivi ce travail pour le CICRP qui a beaucoup participé au diagnostic sur le Laurana. Cette chapelle avait été l'objet d'une restauration dans les années 1990. L'intervention de François Botton sur le dessalement est arrivée entre dix et quinze ans après. Il y avait très peu de sels dans ce marbre et il y a eu une intervention de restauration, un peu d'entretien on va dire, qui a été faite dans les années 1990, et c'était un échec total. Et si on n'avait pas démonté, je crois que François Botton ne l'a pas assez dit, si on n'avait pas dessalé ces claveaux, on ne les aurait plus à l'heure actuelle. On en a perdu d'ailleurs. Actuellement, on est en train de faire une grande étude parce qu'il y a des claveaux qu'il va falloir restituer en sculpture. En quinze ans, cela s'est accéléré et on a perdu certaines sculptures, définitivement sur ces claveaux Renaissance. Et on avait moins de 0,1 % de chlorure et donc, on a fait une restauration, un nettoyage. Vous dites que les dessalements par bain ne sont pas encore au point. Mais quand j'entends monsieur François Jeanneau parler de Notre-Dame-la-Grande ou quand je vois le Laurana, on a quand même progressé à chaque fois et le bilan est positif. On a sauvé ces pierres sculptées, on a sauvé ces sculptures parce que les sels c'est redoutable et même à des teneurs très faibles, parce qu'ils développent des pressions et parce qu'ils sont hygroscopiques. C'est vraiment redoutable et il faut prendre la mesure du danger d'une pierre qui comporte ces sels pour sa conservation.

### Véronique Vergès-Belmin

---

Je voulais simplement dire que pour ce qui est du portail, les reliefs qui sont en bas sont soit en pierres dures, soit en marbre, mais cela n'est pas la même pierre que ce qu'il y a au-dessus. Par exemple, la Présentation au temple, c'est une pierre calcaire qui est tendre, qui n'a pas du tout les mêmes propriétés que le marbre. Donc simplement, si un test de dessalement est fait sur le relief qui est déposé, qui est en marbre, on ne pourrait en tirer des conclusions que sur les parties en marbre, mais pas sur les parties qui sont au-dessus.

### Patrick Ploszaj

---

Je suis étudiant en master patrimoine à Cahors. Je souhaitais intervenir pour tout simplement dire que j'ai beaucoup appris par rapport aux problématiques de conservation et

de restauration du patrimoine. Il y a quelque chose quand même que je n'ai pas beaucoup entendu à travers cette conférence, c'est le fait que nous-mêmes, à notre époque, nous pouvons ajouter des éléments qui, plus tard, deviendront patrimoine. Et j'ai beaucoup entendu les problématiques de garder les éléments tels quels dans le temps alors que c'est tout de même un processus qui est très difficile à figer dans le temps. Et je me demande, peut-on aujourd'hui réfléchir à une manière de restaurer le patrimoine en se disant que nous-mêmes, nous apportons un élément qui, plus tard, sera patrimoine, et donc, ne pas seulement se focaliser sur ce que l'on souhaite conserver, mais nous-mêmes apporter quelque chose. Qu'est-ce que l'on peut penser par rapport à notre époque ?

### Laurent Barrenechea

---

Je comprends le principe de votre intervention. La difficulté, c'est que là, si on ne parle que du portail bien évidemment, on est sur un objet architectural qui est extrêmement fini et sur lequel, il me semble, d'un point de vue déontologique, l'intervention contemporaine doit se contenter de pouvoir en assurer la conservation. J'avoue que je ne vois pas bien quel type d'intervention contemporaine il pourrait y avoir si ce n'est, et c'est peut-être dans ce sens-là que vous ouvriez le débat, l'idée de remplacer des claveaux, des éléments de sculpture totalement endommagés par une nouvelle forme de sculpture. Cela peut aussi être une réflexion que Ripoll nous invite à imaginer. Mais au-delà de Ripoll, on peut parler de la cathédrale de Lausanne. Le grand porche polychrome qui est au sud de la cathédrale suisse, qui était un porche ouvert, a été, il y a une dizaine d'années, occulté aussi pour des raisons de préservation des sculptures et surtout des polychromies médiévales qui étaient miraculeusement préservées dans la cathédrale vaudoise. Alors, est-ce que cette question est légitime à Moissac ? J'avoue que la configuration architecturale de ce porche qui est extrêmement ouvert, qui n'est pas intégré dans une sorte d'arcature, une sorte d'atrium comme à Ripoll, laisse quand même un petit peu dubitatif par rapport à cela. Si on arrivait à construire une sorte d'édicule extrêmement intégré d'un point de vue architectural, qui permettrait un conditionnement du portail, il s'en trouverait préservé d'une manière plus facile. Néanmoins, ce qu'on perdrait sans aucun doute c'est la cohérence architecturale de l'ensemble. Et quelque part, on basculerait dans une sorte de préservation muséographique du portail qui serait en contradiction même avec sa nature architecturale et sa vocation urbaine aussi parce qu'il a une véritable dimension à l'échelle de la ville de Moissac.

### Philippe Gisclard

---

Un exemple à Montauban qui est pourtant beaucoup plus récent : la cathédrale du 17<sup>e</sup> siècle où on a des sculptures de Marc Arcis qui ont été déposées parce que la pierre se dégradait à très grande vitesse et remplacées par des copies. C'est beaucoup dire que ce soit des copies, il s'agit d'une invention des années 1950 marquée. Donc, si c'est cela que vous appelez, une intervention contemporaine sur un édifice, cela peut être un exemple, mais je ne suis pas sûr que ce soit reproductible non plus à Moissac. Après, il y a d'autres techniques. L'Institut du Monde arabe à Paris présente actuellement des restitutions en 3D en image immersive des monuments disparus ou des monuments qui ont été malheureusement frappés par les conflits. Il y a aussi un apport des techniques comme la photographie au 19<sup>e</sup> siècle a pu permettre de documenter finalement ces édifices. Documents qui nous servent aujourd'hui pour les diagnostics. Comme le moulage du musée des Monuments français aussi nous permet de voir que les altérations ont existé, mais qu'elles ne sont pas si rapides que cela puisque quand on compare même le portail d'aujourd'hui au moulage des monuments français du 19<sup>e</sup> siècle, on s'aperçoit qu'il est quand même encore relativement préservé dans son intégrité.



### Laurent Barrenechea

---

Un complément par rapport à ces interventions contemporaines, je tenais à signaler ce qui se passe aujourd'hui à Angers. Ariane Dor m'en a parlé suite à un colloque auquel elle a participé. La cathédrale Saint-Maurice d'Angers présente un portail de la fin du 12<sup>e</sup> siècle ou début du 13<sup>e</sup> siècle, qui a conservé des vestiges de polychromie, et qui était protégé par un porche qui a dû être démolit au 18<sup>e</sup> siècle ou début 19<sup>e</sup> siècle. Ariane m'expliquait qu'il est aujourd'hui prévu un concours pour venir concevoir un nouveau porche devant le portail destiné à préserver et à le remettre dans les conditions d'origine, et qui finalement, pendant plusieurs siècles, ont permis d'en permettre la transmission. Je pense que c'est une démarche qui est intéressante, puisque c'est justement, venir apporter une strate d'architecture contemporaine, peut-être pas dans le sens de son expression, mais en tout cas dans le sens de sa datation, en restitution d'un élément qui a disparu.

### Agata Dmochowska-Brasseur

---

Je peux juste rajouter, parce que j'ai eu le plaisir d'intervenir sur Angers qu'aussi, il y a surtout cette nécessité de stabiliser les altérations dues aux sels, et les caractéristiques du tuffeau. Et c'est vrai que j'ai pu constater par moi-même, en attendant, il y a une palissade en bois. Certes, elle est inesthétique, elle est cachée, mais par contre, elle maintient les conditions de température d'humidité assez stables en comparaison de l'extérieur, que nous avons constaté sur notre propre corps pendant les gros froids et grosses chaleurs.

### Véronique Vergès-Belmin

---

Je voulais ajouter à propos de la cinétique d'altération au niveau du porche que le LRMH a rendu en 2010 un rapport qui compare les états de surface d'une sélection de sculptures du porche entre 2000 et 2010, et sur dix ans. Je vous invite à lire ce rapport et à regarder les illustrations et de vous faire vous-même votre avis, votre propre avis, à partir des photographies tout simplement sur l'état d'évolution et les cinétiques d'altération au niveau du porche du Moissac.

### Valérie Gaudard

---

Je voulais poser une question concernant le temps du dessalement par bain, parce que dans les premières interventions de la matinée, on nous a expliqué qu'il était très long, on parlait d'années. Et monsieur Franzen nous a montré des exemples où les dessalements étaient sur des périodes beaucoup plus courtes, entre un et trois mois. Où est la vérité entre les deux ?

### Olivier Rolland

---

J'aurais deux choses à dire. D'abord les exemples que Christoph Franzen a montrés concernent surtout du gypse superficiel. Donc, il est en surface. C'est assez facile de l'enlever. Ce n'est pas du tout le problème que l'on a Moissac. Les prélèvements que j'ai faits sur les chapiteaux montrent que le nitrate de calcium va jusqu'au cœur et qu'on a des teneurs aussi importantes, qui n'ont pas l'air importantes comme cela parce que ce ne sont pas des grosses teneurs en fait, mais comme cela se déplace, cela peut faire de grosses teneurs sur la surface, c'est une question de rapport surface-volume. Et d'autre part, Christoph Franzen nous a bien expliqué que c'est un dessalement partiel qu'il fait, et vu les quantités de sels sorties dans la dernière compresse, je peux vous assurer que des objets en question contiennent toujours beaucoup de sel. Maintenant, dans tout dessalement, on laisse toujours des sels. Mais généralement, avec un dessalement par bain, ce matin, je ne voulais pas rentrer dans les détails, mais le chien d'Assiout, les sels font partie de son histoire, cela vient d'arriver du Nil, on ne voulait pas tous les enlever, on a estimé, on a refait un 3<sup>e</sup> bain, parce que le 2<sup>e</sup> bain n'était pas encore

assez bas, c'était limite disons. Mais on a failli s'arrêter même dès le 2<sup>e</sup> bain. Mais rien que ces deux bains-là, c'était assez long. Et la technique de faire couler de l'eau en surface comme nous a montré Christoph, c'est adapté pour des sels qui sont déjà répartis en surface. Et malheureusement, à Moissac, on a un cas qui est un peu plus embêtant que cela.

### Clément Guinamard

---

Bonjour. Clément Guinamard, je suis restaurateur. Vous avez parlé du moulage du portail. Moulage, si je me souviens bien qui a été fait, peut-être en 1880. C'est peut-être le produit qui était posé dessus dont parlait monsieur. Je pense aux résidus de ces moulages qui pourraient empêcher le dessalement. Est-ce que Olivier tu as vu cela ? Est-ce que tu as vu des résidus de produit de moulage ?

### Olivier Rolland

---

Non, à l'époque, c'est un moulage en terre. Et donc, les résidus gênaient très peu de dessalement, ce sont des argiles, ce n'est presque rien pour le dessalement.

### Benoît Lafay

---

Je crois qu'on a vu aujourd'hui, avec tous les exemples qui ont été donnés, qu'on connaît bien les processus de salinisation des pierres, comment cela arrive sur les monuments. On commence à avoir une certaine maîtrise de la désalinisation - bien qu'aujourd'hui, je préférerais presque le terme évoqué par notre collègue allemand, « diminution des sels dans la pierre ». Je crois qu'aucun restaurateur ne pourrait se permettre de dire : « Ben oui, je vous rends une pierre dessalée, il n'y a plus de sels dedans », cela serait même totalement illusoire, - on s'est rendu compte, malgré tout, qu'il y a des choses pour lesquelles on n'a pas encore tout à fait de maîtrise. Je ne suis pas scientifique, mais en tant que restaurateur, comme le disait Olivier Rolland, nous travaillons un peu de manière intuitive, mais on se rend bien compte qu'il y a des choses sur lesquelles on n'a pas forcément de maîtrise, notamment, sur ce qui se passe à l'intérieur même de la pierre. Oui, on peut mesurer parfaitement la quantité de sel qu'on extrait dans les bains. Pour ma part, aujourd'hui, j'essaie même de faire des mesures de sels spécifiques pour bien suivre l'évolution des sels qu'on veut enlever, ce qui est encore plus précis qu'une simple mesure de conductivité qui est une mesure globale. Cela, on arrive à bien le maîtriser, mais pour ce qui se passe réellement dans la pierre, il y a encore des choses qu'on ne maîtrise pas, et encore moins, évidemment, dans une pierre que dans une maçonnerie, parce que finalement, vous allez créer quelque part, vous allez mettre de l'eau, vous allez enlever les sels qui sont en surface. Mais ce qui se passe derrière est plus incertain. C'est peut-être ramener et faire bouger des choses qui étaient équilibrées. Et simplement, je voudrais en profiter, puisqu'il y a quand même aussi beaucoup de personnes ici qui sont des institutions ou des donneurs d'ordres, pour souligner la difficulté pour nous en tant que restaurateurs de répondre dans le cadre d'un appel d'offres qui est un cadre un peu restrictif et rigide, qui nous oblige à donner exactement, à dire exactement ce qu'on va faire pour les problèmes de dessalement. On se rend bien compte que pour nous, c'est de plus en plus difficile puisqu'en réalité quand on commence un dessalement, on ne sait pas très bien où on va. On a bien lu aujourd'hui que c'est en cours de dessalement qu'on peut avancer les choses et aller plus loin dans la méthodologie ou le temps qu'on va utiliser. Et c'est vrai que pour nous, en tant qu'indépendant, répondre à des appels d'offres de dessalement, cela devient excessivement complexe.

### Thierry Zimmer

---

Madame l'adjointe à la culture de la ville de Moissac, nous allons vous laisser conclure cette journée.

C'est difficile de conclure après une journée aussi passionnante, et puis toutes vos interventions aussi extraordinairement intéressantes. C'est vrai que nous avons une population

très inquiète parce que cela fait à peu près trente ans que nous avons des études sur ce tympan et qu'elle aimerait bien maintenant voir passer à la phase action. Moi aussi, j'aimerais bien cela. Mais, de tout ce qui a été nos échanges aujourd'hui, vos exposés, vos retours d'expérience, je crois qu'il faut être prudent. J'en ai retenu une notion de prudence qui me semble très importante. J'ai fait une liste de points au fur et à mesure de vos interventions, qui vont peut-être ne pas être dans l'ordre, mais qui me semblent importants pour justement partir sur cette idée de prudence. J'ai relevé que l'important c'était bien le monument et que le choix du ou des traitements doit être fait dans cet esprit. Qu'il était indispensable de procéder au nettoyage préalable de l'élément et de veiller au traitement des abords de cet élément. Il faut effectuer des contrôles fréquents de l'état de l'élément au cours du dessalement. Il faut impérativement prévoir une période de surveillance et de suivi après le dessalement. Les méthodes de dessalement doivent être combinées, choisies suivant la taille des objets et la nature des matériaux utilisés. Plus les causes des désordres ont été étudiées et comprises, plus les actions de restauration seront efficaces et durables. À la suite des dessalements par bain, doivent être apposées des compresses pendant la période de séchage. Tout cela pour dire qu'il faut bien étudier les causes, bien choisir les traitements et bien assurer le suivi. C'est facile à dire, plus difficile à mettre en œuvre. Le souci de la dépose aussi c'est quelque chose qui nous tient à cœur. C'est vrai que c'est un traumatisme pour tout le monde. Les exemples d'absence de repose, on en connaît tous, il y en a eu à Moissac. Je pense qu'il va falloir déposer. Mais surtout, il faudrait trouver le moyen pour qu'à l'avenir on oblige à reposer. Si c'est dans le temps, malheureusement aussi cela dépend de décisions politiques. Les mandats municipaux se suivent, ce ne sont pas toujours les mêmes acteurs. J'aimerais bien que les choses, sur des bâtiments comme cela, soient assez avancées pour que l'intérêt du bâtiment passe avant tous les autres intérêts politiques. J'espère que cela peut se faire. Je ne sais pas. Alors, il me semble avoir compris que la première action à mener c'est le nettoyage pour préparer la pierre à son traitement. Dès que les causes auront été bien identifiées, tout en gardant bien à l'esprit que la balance bénéfice-risque soit bien pesée, des essais pourraient être donc envisagés dans ce sens avec, pour le tympan, des essais sur les éléments déposés, puisque nous avons la chance d'avoir cette faculté de faire ces essais-là, et pour le chapiteau test qui va effectivement être déposé, puisqu'il faut impérativement procéder à la restauration de la colonne, de sa base et même du mur. L'importance de la communication a été évoquée aussi. Cela aussi, c'est quelque chose auquel on a pensé depuis très longtemps, et on voudrait faire de ce temps de travail plutôt un atout qu'un handicap et effectivement, ce que vous venez de dire madame me conforte dans cette idée, il faut vraiment faire de la médiation, expliquer. Je crois que le monument le mérite, et puis les Moissagais et les touristes aussi. Ils ont besoin de comprendre parce que c'est vrai que tout est long. Et plus c'est long, plus il faut qu'ils le comprennent. Alors je vais aussi insister sur un autre problème. C'est un problème très important pour nous, c'est le problème de financement de tout ce travail. Vous savez que Moissac est une petite ville pauvre avec deux quartiers élus en politique de la ville, donc, on va avoir besoin de financements très importants, de l'aide de tous. Je pense que Moissac et ce patrimoine méritent cela. J'espère qu'on va pouvoir aller trouver des partenaires institutionnels, mais aussi des mécènes. Il va falloir nous aider à mettre tout cela en place parce que c'est quand même important. J'ai appris avec un petit peu d'étonnement que c'était une des premières fois où ce genre de colloque, enfin, de journée d'étude est mis en place. Je suis un peu étonnée, mais j'en suis très contente. Je crois que les échanges entre scientifiques, restaurateurs, enfin tous les gens qui sont intervenus sont très intéressants, et sûrement très fructueux, et je vous en remercie.

## Posters

D'autres chantiers français, passés ou en cours, présentent une problématique de dessalement de pierres en œuvre et soulèvent la question d'une dépose des éléments contaminés ou de leur traitement sur place. N'ayant pu tous faire l'objet des communications orales lors de la journée d'étude, ils ont néanmoins été présentés sous forme de posters et soumis ainsi aux réflexions de l'assistance.

### La restauration du retable sculpté de la chapelle Notre-Dame-de-Bethléem de la cathédrale de Narbonne

Philippe Hertel – conservateur des Monuments historiques, DRAC Occitanie

Lieu : Aude [11] - Narbonne

Monument et type de protection : ancienne cathédrale Saint-Just-et-Saint-Pasteur de Narbonne, MHC 1840

Type et dates de l'opération : restauration du retable sculpté de la chapelle Notre-Dame-de-Bethléem, 1992-2000

Maîtrise d'ouvrage : ville de Narbonne et DRAC/CRMH (Luc Caudroy, CRMH, Thierry Dubessy, ingénieur du patrimoine)

Maîtrise d'œuvre : Régis Martin, ACMH

Entreprises : Ateliers Jean-Loup Bouvier (structure pierre) et SOGRA (dessalement et surfaces peintes, sous la direction de Colette Brussieux, restauratrice)

**Contexte** – Les bas-reliefs peints qui encadrent la statue de la Vierge à l'Enfant composent le retable de la chapelle axiale Notre-Dame-de-Bethléem, ouvrant sur le déambulatoire du chœur de la cathédrale de Narbonne. Ils constituent l'un des chefs-d'œuvre de la sculpture gothique du sud de la France. Ces bas-reliefs, cachés sous les décors des 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècles, ont été découverts progressivement entre 1954 et 1981. Ils ont fait l'objet d'une campagne de restauration préparée dès 1992 par de minutieuses analyses minéralogiques et chimiques, de

l'étude du réseau poreux de la pierre et d'un diagnostic précis des pathologies.

**Problématique(s) et méthodologie** – L'un des aspects les plus importants de cette intervention de longue durée a été la campagne de dessalement, dont le but principal a été de diminuer la concentration des sels et le transfert des fluides et minéraux en solution qui altéraient la pierre et provoquaient des pertes de polychromie. Le protocole de dessalement de ces blocs de calcaire fin et coquillé définissait au préalable une méthode très précautionneuse de manipulation et de transport des blocs en atelier.



[fig.1] *Registre de la vie du Christ* – Vue avant travaux.

**Travaux réalisés** – Avant toute opération de dessalement, les éléments de pierre polychrome ont été dépoussiérés, et les polychromies ont été refixées puis hydrofugées. Les parties non recouvertes de peinture ont été consolidées. Deux types de dessalement ont été effectués en fonction de la localisation des pierres et de leur état de conservation : des cycles de bains d'eau déminéralisée suivis de compresses, ou une immersion partielle d'eau déminéralisée suivie d'une opération d'électrolyse. La première méthode, la plus



(fig. 2) Vue générale du retable après repose.

généralement employée, a consisté en l'immersion des éléments dans trois ou quatre cycles de bain. Les compresses ont été réalisées à l'aide d'un papier en fibre polyester, non tissé et très absorbant. La seconde méthode a été employée pour les blocs plus fragiles et présentant des dommages très lourds dus à la saturation en sels solubles. Les opérations de séchage ont été réalisées jusqu'à assurer de bonnes conditions de conservation future des éléments. Les travaux se sont achevés en avril 2000 et ont permis le remontage des 32 blocs sculptés dans leur emplacement d'origine.

**Remarques et évaluations** – Il est à noter la particularité d'une zone très généralisée de calcin, située juste en dessous de la couche picturale, alors que l'œuvre est conservée à l'intérieur et non à l'extérieur d'un édifice : il est probable que cette couche ait été formée à la suite d'une exposition des blocs de pierre pendant plusieurs années en extérieur avant la campagne de polychromie, à moins que la préparation de la peinture ait entraîné des réactions chimiques ayant abouti à cette couche de calcin. Lors du premier bain, les sels ont eu tendance à être entraînés vers l'intérieur de la pierre alors qu'une partie des sels en surface

ont été éliminés. Par ailleurs, il a été constaté que chlorures et nitrates sont éliminés plus facilement et plus rapidement que les sulfates. Enfin, il a pu apparaître une coloration plus jaune de la pierre suite aux opérations de dessalement, notamment sur les parties saillantes, mais ce jaunissement a pu être éliminé par quelques compresses supplémentaires. La polychromie, en revanche, n'a pas subi de modifications de stabilité.

#### Bibliographie sommaire

Orrot (Géraldine), « Le grand retable de l'ancienne cathédrale de Narbonne : Étude technique du travail de la pierre », in *Archéologie du Midi médiéval*, 2001 p. 99-135.

Pradalier-Schlumberger (Michèle), *Toulouse et le Languedoc. La sculpture gothique 13<sup>e</sup>-14<sup>e</sup> siècles*, Presses universitaires du Mirail, Toulouse, 1998.

Demore (Myriam), Nougaret (Jean), Poisson (Olivier), *Le grand retable de Narbonne : le décor sculpté de la chapelle de Bethléem à la cathédrale de Narbonne et le retable en pierre du 14<sup>e</sup> siècle en France et en Catalogne : actes du 1<sup>er</sup> colloque d'histoire de l'art méridional au Moyen Âge*, Narbonne - Palais des Archevêques, 2-3 décembre 1988, éd. Ville de Narbonne, 1990.

## La restauration de l'autel de Saint-Guilhem-le-Désert

Benoît Lafay – conservateur-restaurateur de sculptures indépendant

Lieu : Hérault (34) - Saint-Guilhem-le-Désert

Monument et type de protection : autel dit de « Saint-Guilhem », MHC 4 juillet 1903

Type et dates de l'opération : traitement des verres et dessalement du marbre, 2013-2018

Maîtrise d'ouvrage : municipalité de Saint-Guilhem-le-Désert

Maîtrise d'œuvre : Benoît Lafay, restaurateur de sculptures

Contrôle scientifique et technique : DRAC Occitanie (CRMH)



(fig. 1) Lucien Bégule : photographie de l'autel aux environs de 1900, le marbre bien que commençant à s'altérer est encore en bon état.

**Contexte** – Restauré en 1990, l'autel présentait de nouveau en 2005 un faciès d'une dégradation importante du marbre due à la présence de sels hygroscopiques (sulfates de calcium et sulfates de magnésium). Installé dans l'église (un des lieux les plus visités de l'Hérault), les conditions climatiques de conservation de l'œuvre sont instables (grandes variations de l'humidité relative sur des temps très courts) favorisant le processus de dessiccation puis de solubilisation des sels.

**Problématique(s) et méthodologie** – Outre le traitement particulier des verres d'incrustation, il s'agissait surtout d'intervenir sur la problématique du dessalement des plaques de marbre de l'autel.

**Travaux/études envisagés/réalisés** – L'ensemble de l'étude puis des travaux de conservation et restauration de cet autel, ont été faits en collaboration avec la CRMH et le CICRP de Marseille, principalement pour décider de la méthodologie du dessalement et de son suivi.

Après l'étude de l'œuvre en 2005, l'ensemble de l'autel a été démonté, puis emporté en atelier, afin de pouvoir réaliser un dessalement de fond par bain d'eau déminéralisée. Un comité scientifique a été constitué.

Le problème particulier du dessalement d'éléments de marbre est l'extrême lenteur du processus. Pour la plaque frontale de marbre de 14 cm d'épaisseur, la mise en bain s'est étalée sur neuf mois. Cela engendre une difficulté particulière liée à la dégradation de l'eau des bains. Même dans une cuve à l'abri de la lumière, les parois de la cuve commencent au bout d'un mois à être poisseuses puis arrive l'apparition de micro-organismes (types algues).

Pour éviter ce phénomène, le bac de dessalement a été équipé d'un circuit de circulation de l'eau sur lequel est ajouté un système de désinfection de l'eau par lumière UV (type des stérilisateurs utilisés pour les piscines). Après des tests, il s'est avéré qu'il faut laisser la pompe avec le système de désinfection



(fig. 2) Personnage du soleil dans le panneau de la Crucifixion. La perte de surface du marbre est irrémédiable. Les sels cristallisés sont particulièrement visibles sur cette photographie.



(fig. 3) Cuve de dessalement : la cuve de dessalement avec le système de circulation et désinfection de l'eau du bain.

tourner au minimum entre 14 à 16 h par jour pour que cela soit vraiment efficace. Cela a permis de pouvoir laisser la plaque de marbre dans le même bain de dessalement pendant trois mois (au-delà duquel l'eau commence toutefois à se dégrader, ce qui impose un changement de bain). Le suivi de dessalement a été fait de manière assez classique avec des mesures régulières

de conductivité globale, mais aussi des mesures spécifiques de la teneur en sulfates, en magnésium et en chlorures. Ainsi que le préconise le CICRP dans les « Recommandations générales pour le dessalement des pierres », des prélèvements de marbre ont été faits en profondeur avant et après dessalement pour évaluer les teneurs en sels à l'intérieur du matériau.

**Conclusion** – La valeur seuil de 0,1% en dessous de laquelle on considère que la pierre n'est plus exposée aux sels a été quasiment atteinte au bout de ce processus de dessalement.

Après remise en place de l'autel à Saint-Guilhem (printemps 2018), une surveillance annuelle sur au moins cinq ans a été programmée pour suivre l'évolution du marbre dans les conditions climatiques peu favorables de l'église.

Remerciements : DRAC Occitanie / CRMH, CICRP, ainsi que l'ensemble des membres du comité scientifique du suivi de cette opération



(fig. 4) L'autel en fin de traitement et remis en place dans l'église de Saint-Guilhem-le-Désert.

# La restauration de la tour-porche de l'ancienne abbatale de Fleury à Saint-Benoît-sur-Loire

Gilles Blicck – conservateur des Monuments historiques, DRAC Centre-Val de Loire

Lieu : Loiret (45), Saint-Benoît-sur-Loire

Monument et type de protection : ancienne abbatale de Fleury, MHC 1840

Type et dates de l'opération : restauration de la tour-porche, janvier 2006-mai 2008

Maîtrise d'ouvrage : DRAC/CRMH Centre-Val de Loire, pour le compte de la commune propriétaire

Maîtrise d'œuvre : Régis Martin, ACMH

Entreprises : étude préalable : SOCRA, Périgueux – conservation-restauration des reliefs/moulages : atelier Morisse-Marini, Nice

**Contexte** – L'abbatale de Saint-Benoît-sur-Loire est l'un des monuments phares de l'art roman. Son exceptionnelle tour-porche élevée au début du 11<sup>e</sup> siècle en constitue un jalon fondamental, tant par son architecture que par ses chapiteaux richement sculptés.

**Problématique(s) et méthodologie** – Le décor sculpté de la tour-porche a été globalement épargné par la restauration radicale subie par le monument au 19<sup>e</sup> siècle. Les chapiteaux et reliefs qui le composent sont cependant sujets à des altérations depuis cette



(fig. 2) Plaque sculptée constituée de trois blocs après dépose.



(fig.1) Façade nord de la tour-porche avant travaux.

restauration. Réalisée par l'ACMH R. Martin en 2001, une étude préalable portant spécifiquement sur la tour-porche s'est appliquée à analyser l'ensemble des pathologies affectant les chapiteaux et les scènes historiées de cette partie de l'abbatale. La société SOCRA lui a été associée afin d'effectuer un examen pierre à pierre et les prélèvements, analyses et essais indispensables à la mise au point du protocole de restauration. Le haut degré d'altération des reliefs ornant la face nord, exposés de plein fouet aux intempéries, a été mis en évidence à cette occasion.

**Travaux réalisés** – Devant l'impossibilité d'assurer la conservation *in situ* l'ensemble des reliefs de la face nord (dix-sept plaques sculptées au total) au moyen d'une protection physique ne nuisant pas à l'esthétique du monument, les dix-huit plaques sculptées qui le composent ont été déposées en totalité après restauration et remplacées par des moulages.





(fig. 3) *Id.*, exposée dans le dépôt lapidaire après remontage : vision et ascension de saint Étienne.

Le protocole de restauration comprenait un dépolissage au pinceau, l'élimination des lichens au scalpel, une pré-consolidation au silicate d'éthyle, une micro-abrasion de la surface (pression inférieure à 1 bar), et enfin des

consolidations ponctuelles au silicate d'éthyle ou, en présence d'écaillés, à la colle acrylique.

**Conclusion** – Des observations techniques d'un grand intérêt scientifique ont pu être effectuées sur les plaques elles-mêmes ou leur mode d'ancrage dans la maçonnerie. Elles ont apporté des éléments de connaissance inédits sur les méthodes de travail du ou des sculpteur(s) impliqué(s). Le travail fut, à l'évidence, effectué en atelier et non *in situ*. L'examen rapproché et comparatif des sculptures a aussi permis de mettre en lumière les relations stylistiques étroites entre ces plaques et les chapiteaux des piles du rez-de-chaussée.

Toutes les plaques déposées sont conservées et exposées dans le dépôt lapidaire aménagé au sein même de l'abbaye, dépôt accessible sur demande aux chercheurs.



(fig. 4) Vue d'ensemble de la tour-porche après travaux.

#### Bibliographie sommaire

Vergnolle (Éliane), « Saint-Benoît-sur-Loire, église abbatiale : dépose des reliefs sculptés de la face nord de la tour-porche », *Bulletin monumental*, t. 165-4, 2007, p. 383-386.

*id.*, *Saint-Benoît-sur-Loire, l'abbatiale romane*, Paris : Société française d'Archéologie, 2018, 270 p.

# La restauration du porche sculpté de l'église Saint-Georges d'Ydes

Pierre-Olivier Benech – conservateur des Monuments historiques, DRAC Auvergne-Rhône-Alpes

Lieu : Cantal (15) - Ydes

Monument et type de protection : Église Saint-Georges, MHC 1862

Type et dates de l'opération : Restauration du porche sculpté, en cours

Maîtrise d'ouvrage : ville d'Ydes

Maîtrise d'œuvre : ACA Architectes

Contrôle scientifique et technique : DRAC Auvergne-Rhône-Alpes / CRMH, LRMH

**Contexte** – L'église offre un exceptionnel porche orné d'ébrasements sculptés de hauts-reliefs en grès, *Daniel dans la fosse aux lions*, au sud, et L'Annonciation, au nord. Depuis quarante ans, on constate une érosion accélérée de l'ébrasement sud, exposé plein nord, faisant craindre sa disparition à terme. Des travaux ont été menés dès 1986 par différents architectes afin de remédier au problème. Une étude a été commandée en 2006 à Stefan Manciulescu, architecte en chef des Monuments historiques. Elle comportait un volet de tests de dosages en sels solubles, de nettoyage, du taux d'humidité, d'étude des lichens et du type de pierres en œuvre, réalisés par différents laboratoires (dont le LRMH à deux reprises pour définir une pierre de substitution et un

traitement contre les organismes microbiologiques). La phase d'études a repris en 2016 et abouti à la délivrance d'une autorisation de travaux en 2018 sous réserve de la définition d'un protocole de traitement des sculptures.

**Problématiques) et méthodologie** – Les origines des pertes de matière sont plurielles. La couverture de lauzes du porche a été remplacée au 19<sup>e</sup> siècle par des dalles de Volvic à l'étanchéité contestée ; de même, le niveau de sol a été rehaussé et les joints cimentés. Un apport d'humidité est aussi constaté du fait d'une exposition plein ouest, de remontées capillaires favorisées par la stagnation de l'eau sous le porche mais aussi par la présence d'une nappe phréatique affleurant, sans compter les infiltrations de toiture ruisselant sur l'intrados et l'absence d'un système de recueil des eaux pluviales satisfaisant. Cette humidité constante favorise la circulation de sels dont les efflorescences trahissent la présence en surface, en particulier en partie basse des piédroits, où des joints de ciment pourraient encore être avérés.



[fig.1] Vue générale du portail.

**Travaux/études envisagés/réalisés** – Suite à ces observations relevées par l'étude de diagnostic de 2006 et l'avant-projet de 2016, des mesures de deux types ont été préconisées, un pan visant les interventions sur l'enveloppe, l'autre les actions curatives appliquées sur les sculptures même. Le pôle pierre du LRMH a été sollicité au printemps 2017 afin de définir un protocole de traitement approprié. Deux typologies d'intervention ont été proposées, sachant que la dépose et la copie ont été refusées par la CRMH pour des raisons



(fig. 2) Vue intérieure du porche de la façade ouest, côté nord. Arcatures abritant des figures en haut-relief : Annonciation, Georges Estève, avant 1932.



(fig. 3) Porche, relief latéral droit : scènes en bas-reliefs sculptés. Eugène Lefèvre-Pontalis, s. d.

d'authenticité et de présentation. La première, le dessalement par compresse, devait concerner 90 % du porche. L'application par advection – malgré la rapidité de la procédure – s'avère cependant complexe du fait de formulations de compresses aussi nombreuses que les pierres mises en œuvre (un granite et deux brèches différentes s'ajoutent à l'arkose). La seconde, le dessalement par bains, devait être réservée aux reliefs les plus menacés. Cette seconde procédure exigeant la dépose – dangereuse – des sculptures, la CRMH a fait appel à l'IGMH pour recueillir son avis. Celle-ci s'est déclarée très réservée sur le démontage des reliefs pour cette même raison.

**Conclusion** – Aujourd'hui, une récupération des eaux de toiture ainsi que la création d'un drain circonscrivant le porche sont à l'étude, ainsi que l'isolation des reliefs par une feuille de plomb. La couverture doit également être ventilée. Une étude menée par un restaurateur de sculpture connaisseur de cette problématique est parallèlement programmée avant de passer à l'acte.



(fig. 4) Moulage de l'Annonciation conservé au musée des Monuments français.

## Conclusions

À l'issue de cette journée dense et riche en débats, quelques enseignements peuvent être tirés. On aura soin de les garder en mémoire au moment de prendre la décision d'intervenir matériellement sur les sculptures.

On retiendra ainsi que le dessalement par bain est un procédé aujourd'hui bien connu sur le plan scientifique, efficace dans la pratique, et régulièrement employé en milieu muséal comme dans les monuments historiques. Sa mise en œuvre implique une prise en compte globale de l'objet à traiter dans son environnement, de nombreuses analyses préalables et la mise en balance des avantages et risques de la méthode. Son principal atout réside dans son efficacité à long terme : il permet d'ôter bien plus de sels de la pierre que des compresses qui n'ont qu'une portée superficielle (quelques centimètres tout au plus) et rend possible le traitement de pierres peu poreuses, pour lesquelles les compresses sont, dans leurs compositions actuelles, inopérantes. Ses inconvénients principaux sont d'une part, la longueur du processus, difficile à évaluer de surcroît avant la mise en bain, d'autre part, en contexte monument historique, les difficultés techniques liées à la dépose d'éléments de grande taille et/ou en œuvre. Dans tous les cas, un suivi post-restauration sur une période minimale de cinq ans apparaît indispensable.

La problématique de la dépose constitue un défi technique et elle pose également des questions d'ordre déontologique liées à la notion d'authenticité du monument. Des discussions de la journée, il ressort que la dépose, fréquemment pratiquée depuis la naissance de l'administration des monuments historiques, demeure une pratique controversée, tant elle a pu être et reste considérée comme une menace pour l'authenticité d'un monument dans sa matérialité même. Elle peut pourtant constituer le dernier rempart face à la disparition totale de l'œuvre. Si son usage ne peut donc être proscrit, un projet de dépose devrait toujours s'appuyer sur une critique d'authenticité préalable du monument, basée sur une documentation historique et archéologique solide, ainsi que sur une évaluation objective des risques.



L'étude préalable, première phase d'intervention sur le portail de Moissac, est aujourd'hui achevée. Elle a été remise à la mairie commanditaire à qui incombe désormais la poursuite des démarches initiées. Cette journée d'étude n'aura été qu'une étape dans ce long processus. Elle aura du moins permis à la Conservation régionale des monuments historiques et au Laboratoire de recherche des monuments historiques de réaffirmer auprès de la municipalité moissagaise leur engagement indéfectible et leur soutien, tant scientifique que financier, dans la sauvegarde de cet élément de patrimoine majeur que constitue l'abbatiale de Moissac.

Moulage grandeur nature du portail de l'abbatiale, conservé au musée des monuments français.

## Bibliographie sommaire

### Principes physiques et état des connaissances sur le dessalement par bain

Pel (Leo), Sawdy (Alison), Voronina (Victoria), « Physical principles and efficiency of salt extraction by poulticing », in *Journal of Cultural Heritage*, vol. 11, n° 1, 2010, p. 59-67.

Hammecker (C.), Jeannette (D.) (Torun), « Rôle des propriétés physiques dans l'altération de roches carbonatées : exemple de la façade ouest de Notre-Dame-la-Grande de Poitiers (France) », in *V<sup>th</sup> international congress on deterioration and conservation of stone : proceedings*, Nicholas Copernicus University ; Institute of conservation and restoration of cultural property, Torun, 12-14.09.1988», Nicholas Copernicus Univ. Press Dep., 1988, p. 266-275.

Sawdy (Alison), Lubelli (Barbara), Voronina (Victoria) and Pel (Leo), « Optimizing the extraction of soluble salts from porous materials by poultices » in *Studies in conservation*, vol. 55, n° 1, 2010, p. 26-40.

Kröner (Stephan), Mañas Alcaide (Berta) et Mas-Barberà (Xavier), « Influence of substrate pore size distribution, poultice type, and application technique on the desalination of medium-porous stones », in *Studies in Conservation*, 2016, 61:5, p. 286-296.

Vergès-Belmin (Véronique) et Siedel (Heinrich), « Desalination of masonries and monumental sculptures by poulticing : a review », in *Restoration of buildings and monuments : an international journal*, vol. 11, n° 6, 2005, p. 391-407.

Lubelli (Barbara) et Van Hees (Rob), « Desalination of masonry structures: Fine tuning of pore size distribution of poultices to substrate properties » in *Journal of Cultural Heritage*, vol. 11, n° 1, 2010, p. 10-18.

Vergès-Belmin (Véronique), Heritage (Alison), Bourgès (Ann), « Powdered cellulose poultices in stone and wall painting conservation », in *Studies in conservation*, vol. 56, n° 4, 2011, p. 281-297.

Bourgès (Ann) et Vergès-Belmin (Véronique), « Application of fresh mortar tests to poultices used for the desalination of historical masonry » in *Materials and structures*, vol. 44, n° 7, August-Sept. 2011, p. 1233-1240.

Bromblet (Philippe), Vergès-Belmin (Véronique), Franzen (Christoph), « Toward an optimization of the specifications for water bath desalination of stone objects » in *Salt weathering on buildings and stone sculptures : SWBSS*, 19-22 October 2011, Limassol Cyprus, p. 397-404.

Bromblet (Philippe), Vergès-Belmin (Véronique), Franzen (Christoph), Aze (Sébastien), Rolland (Olivier), "Toward an optimization of the specifications for water bath desalination of stone objects", in I. Ionannou and M. Theodoridou (éd.), *Conference Proceedings of Salt Weathering on Buildings and Stone Sculptures*, Limassol, Cyprus, 19.-22. Oct. 2011, p. 397-404.

Franzen (Christoph), "Analytische Begleitung von Salzreduzierungsmaßnahmen" in Christoph Franzen (éd.), *Praxisorientierte Forschung in der Denkmalpflege*, Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmalen e.V., 2006, p. 31-140.

Franzen (Christoph), Aulitzky (Martin), Pfefferkorn (Stephan), "Moisture Transport during Poultice Application" in Steffen Laue (éd.), *Salt Weathering of Buildings and Stone Sculptures*, Potsdam, 2017, p. 168-175.

Franzen (Christoph), Hoferick (Frank), Laue (Steffen) et Siedel (Heiner), "Water bath desalination of sandstone objects" in W. Jadwiga, J. Lukaszewicz et P. Niemcewicz (éd.), *Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Torun, vol. 1, 2008, p. 881-888.

Franzen (Christoph), Hoferick (Frank), Laue (Steffen), Siedel (Heiner), "Water bath desalination followed by poultice treatment" in Alison Heritage, Adrian Heritage, Fulvio Zezza (éd.), *Desalination of Historic Structures and Objects*, Archetype Publications, London, 2013, p. 74 - 78.

Heritage (Alison), Funke (Friederike), Vergès-Belmin (Véronique), Bourgès (Ann), "Current use of poultices in the conservation of monuments" in Alison Heritage, Adrian Heritage, Fulvio Zezza (éd.), *Desalination of Historic Structures and Objects*, Archetype Publications, London, 2013.

Siedel (Heiner), Franzen (Christoph), Pummer (Erich), "In-situ 'vacuum' desalination - case study of a baroque tombstone" in Hilde De Clercq (éd.), *Salt Weathering on Buildings and Stone Sculptures*, Brussels, 2014, p. 481-496.

Vergès-Belmin (Véronique), Heritage (Alison), Bourgès (Ann), "Powdered Cellulose Poultices in Stone and Wall Painting Conservation - Myths and Realities" in *Studies in Conservation*, vol. 56, issue: 4, 2014, p. 281-297, DOI: <http://dx.doi.org/10.1179/204705811X13159282692923>

Vergès-Belmin (Véronique) et Siedel (Heiner), "Desalination of masonries and monumental sculptures by poulticing: a review" in *International Journal for Restoration of Buildings and Monuments*, 11 (6), 2005, p. 391-407.

WTA Guideline 3-13-18/E, *Non-destructive desalination of porous building material with poultices*, WTA Publications, Munich, à paraître (2019).

Ann Bourgès and Véronique Vergès-Belmin, "Practical advice regarding consistency and working properties of poultices", in *Desalination of historic buildings, stone and wall paintings*, ed. by Alison Heritage, Adrian Heritage and Fulvio Zezza, London : Archetype publ., cop., 2013, p. 49-53.

### **La restauration de Notre-Dame-la-Grande à Poitiers**

Vergès-Belmin (Véronique), Notre-Dame-la-Grande, « Poitiers: analyse et détermination des causes d'altération » in *Monumental*, n°1, décembre 1992, p. 38-41.

Jeanneau (François), « La restauration de la façade occidentale de Notre-Dame-la-Grande à Poitiers », in *Monumental*, 1995, n° 10-11, p. 51-61.

Godin (Jean), Pithon (Michel), Vergès-Belmin (Véronique), "A Four-year survey of the water contents and movements within a masonry core after a restoration campaign: a case study in Notre-Dame-La-Grande (Poitiers, France)", in *9th International congress on deterioration and conservation of stone: proceedings*, Venice, June 19-24, 2000, vol. 2, p. 73-81.

*Poitiers, Vienne, Notre-Dame-la-Grande*, compte-rendu sur l'état de conservation de la pierre dans la partie basse de la façade. Note LRMH P/99/103/VVB/CP.

Jeanneau (François), « Le dessalement de la façade de l'église Notre-Dame-la-Grande de Poitiers: le contexte général du chantier de restauration », p. 199-206 et Vieweger (Thomas), « Méthode et application aux contraintes de chantier », p. 207-208, et Vergès-Belmin (Véronique), « Contrôles d'efficacité », p. 99-206 in *Le dessalement des matériaux poreux / 7<sup>e</sup> Journées d'études de la SFIIC, Poitiers, 9-10 mai 1996*.

« Église Notre-Dame-la-Grande, Poitiers: Damage assessment and diagnosis form. » in *Desalination WP3*, 9 p.

Godin (J.), Brifault (A.), Pithon (M.), *Évolution des teneurs en eau à l'intérieur des maçonneries de l'église Notre-Dame-la-Grande à Poitiers : années de suivi (1995-1998)*, Les-Ponts-de-Cé : Laboratoire régional des Ponts et Chaussées d'Angers, 1996. Quatre volumes correspondant aux années de suivi : 1995, 1995-1996, 1995-1997, 1995-1998.

Vergès-Belmin (Véronique), Godin (J.), Brunjail (C.), Chéné (G.), *Études de cas : l'église Notre-Dame-la-Grande de Poitiers et la cathédrale Saint-Gatien de Tours*, in Bernard Schrefler, Pierre Delage (dir.), *Géomécanique environnementale, risques naturels et patrimoine*, Paris : Hermès Science Publications, 2001, p. 307-329.

## La restauration de Ripoll

Amat (Patri), Ranesi (Rudi), *Estudi de l'estat de conservació de la portalada de Ripoll: examen organolèptic. Plànols i anàlisi de les degradacions, alteracions superficials, pàtines i policromies i intervencions anteriors*, March 2014.

Augusti (Selim), "Relación sobre la naturaleza, el estado y las condiciones del material de piedra que constituye la materia prima de la portada y del claustro de la basílica del monasterio de Santa María de Ripoll", in *Informes y Trabajos del Instituto Central de Conservación y Restauración*, n° 1, Ministerio de Educación Nacional. Dirección de Bellas Artes, 1964, p. 18.

Barral (Xavier), « La sculpture à Ripoll au 12<sup>e</sup> siècle », in *Bulletin Monumental*, vol. 131, n° 4, 1973. p. 316.

Barral (Xavier), « Le portail de Ripoll. État des questions », in *Les cahiers de Saint-Michel de Cuxa*, n°4, mai 1973, p. 153.

Cabrera Garrido (José Maria), *Informes y Trabajos del Instituto de Conservación y Restauración de Obras de Arte, Arqueología y Etnología. La conservación de la portada de Santa María de Ripoll*, n° 5, Valencia: Instituto de Conservación y Restauración de Obras de Arte, Arqueología y Etnología, 1965.

Camps (Jordi), "Toulouse, Gilabertus i el seu reflex en l'escultura romànica a Catalunya", in *Quaderns del MEV*, vol. 3, 2009, p. 33–34.

Camps (Jordi), "L'escultura romànica en pedra i fusta", in Perez Gonzalez (J.M.), *Enciclopèdia del Romànic a Catalunya*, Barcelona: Fundació S. M. la Real, MNAC, 2014, p. 124.

Iglesias (Manuel), "Anàlisi dels paràmetres de neteja amb làser i microprojecció d'abrasius dels materials petris de la Portalada de Santa Maria de Ripoll (Ripollès). Fase 1; Fase 2; Discussió, i Conclusions", Barcelona, December 2015.

Llagostera (Antonio), "Vicissituds. Portada romànica de Ripoll" in Alimbau (S.), Llagostera (A.), Rogent (E.) et Rogent (J.), *Pantocràtor de Ripoll. La portada romànica del monestir de Santa Maria*. Ripoll: Patronat del Monestir de Santa Maria de Ripoll, Ajuntament de la Comtal Vila de Ripoll, Centre d'Estudis Comarcals del Ripollès, 2009, p. 844.

Lorés (Immaculada), "La decoración escultórica en el monasterio de Santa María de Ripoll", in Garcia (J.A.); Teja (R.) (dir.), *Los grandes monasterios benedictinos hispanos de época románica (1050–1200)*, Aguilar de Campo: Fundació S. M. la Real, 2007, p. 176.

Porta (Eduard) et Artigau (Montserrat), *Estudi de conservació de la Portalada de Ripoll*, Sant Cugat: Servei de Restauració de Béns Mobles (SRBM), 2002.

Rovira (Pere), *Proposta de Pla Director per a la conservació de la Portalada de Ripoll*, SSTT Cultura Girona-CRBMC, 2008.

Rovira (Pere), "Història de la conservació i la restauració de la portalada de Ripoll", in Sureda (M.) (cur.), *La portalada de Ripoll. Creació, conservació i recuperació*, Viella, Rome, 2018, p. 141–163.

Vendrell (M.), Giraldez (P.), *Santa Maria de Ripoll. Pàtines, pintures i creixement de guix: estudi de diverses mostres*, Barcelona: Patrimoni 2.0, 2016.

Vendrell (Marius), Garcia (M.), *Portada Romànica de Ripoll. Estat de conservació i mecanismes de degradació*, Barcelona: Patrimoni-UB, 1992.

Vendrell (Marius), Giraldez (Pilar), Lluveras (A.), Torrents (Masso), *La portada Romànica de Santa Maria de Ripoll. Antecedents històrics i analítics, estat de conservació, assaig de neteja, suggeriments de restauració, propostes de futur*, Barcelona: Patrimoni UB. Recerca aplicada al Patrimoni Històric, Universitat de Barcelona, 2004.



Vendrell (Marius), Giraldez (Pilar), *Anàlisi qualitativa de la capacitat de filtrat de la radiació ultraviolada dels vidres del nàrtex de la portada de Santa Maria de Ripoll*, Barcelona: Patrimoni-UB, Universitat de Barcelona, 2008.

Vendrell (Marius), Giraldez (Pilar), Merino (L.), Boularand (S.), Senouci (S.), Vadillo (A.), *Santa Maria de Ripoll, Portada. Estudi dels materials de formació, acabat i decoració, estat de conservació, intervencions antigues i suggeriments de conservació*, Barcelona: Patrimoni 2.0, 2012.

Goldschmidt (W.), "Toulouse i Ripoll. L'origen de l'estil Gilabertus", in *The Burlington Magazine*, n° 432, mars 1939, vol. 74, p. 104-105, 108-111 and 114.

### **Historique des restaurations à Moissac**

Du Mège (Alexandre), *Voyage littéraire et archéologique dans le département de Tarn-et-Garonne*, 1828.

Durliat (Marcel), « Les crénelages du clocher-porche de Moissac et leur restauration par Viollet-le-Duc », in *Annales du Midi : revue archéologique, historique et philologique de la France méridionale*, t. 1, n°1, 1989, pages 427-445.

Leduc (Ingrid) et Chavignon (Sophie), *Le portail sud de l'église Saint-Pierre de Moissac, bilan des interventions et état de conservation*, mémoire de l'école du Louvre sous la direction d'Isabelle Pallot-Frossard, 2000-2001.

Méras (Mathieu), « La restauration du portail de Moissac au 19<sup>e</sup> siècle », in *Bulletin de la société archéologique et historique du Tarn-et-Garonne*, 1961, p. 15-18.

Méras (Mathieu), « L'abbaye de Moissac au 17<sup>e</sup> siècle d'après un inventaire de 1669 », in *Mémoires de la Société archéologique du Midi de la France*, 1961, p. 85-97.

Mouillac (Nathalie), *Catalogue de la documentation relative aux textes et documents illustrés concernant l'histoire architecturale de l'abbaye Saint-Pierre de Moissac*, mémoire de DEA, université Michel-de-Montaigne, Bordeaux, 1993, 3 vol.

Sire (Marie-Anne), « Le problème de la conservation du décor sculpté du portail sud de l'abbatiale Saint-Pierre de Moissac », in *Bulletin de la Société archéologique et historique du Tarn-et-Garonne*, 1984, p. 135-145.

Voinchet (Bernard), « Le portail de l'abbatiale Saint-Pierre à Moissac », in *La conservation de la pierre monumentale en France*, Presses du CNRS, 1992, p. 151-158.

Voinchet (Bernard) et Sire (Marie-Anne), « Conservation du décor sculpté de l'abbaye Saint-Pierre de Moissac », in *Entretiens du patrimoine. L'ornementation architecturale en pierre dans les monuments historiques*, 13-15 octobre 1988, Fontainebleau.

Société archéologique et historique du Tarn-et-Garonne, *Le voyage archéologique d'Alexandre Du Mège en Tarn-et-Garonne*, In Extenso Éditions, 2016.

Ouvrage publié par la Direction  
régionale des affaires culturelles  
(DRAC) Occitanie

Conservation régionale des  
monuments historiques (CRMH)  
Hôtel de Grave  
5 rue de la Salle l'Évêque - cs 49020  
34967 Montpellier Cedex 2  
Tél. 04 67 02 32 00  
Hôtel Saint-Jean  
32 rue de la Dalbade - BP 811  
31080 Toulouse Cedex 6

#### Directeur de la publication

Bruno Mikol, directeur régional  
des affaires culturelles par intérim

#### Rédacteur en chef

Laurent Barrenechea, conservateur  
régional des monuments historiques

#### Coordination scientifique

Hélène Palouzié, conservatrice  
régionale des monuments historiques  
adjoite, site de Montpellier

#### Coordination éditoriale

Fabienne Tuset, secrétaire  
de documentation

#### Graphisme

Charlotte Devanz

#### Relecture

Stéphanie Quillon

#### Photogravure et impression

Pure impression, Mauguio

#### Achévé d'imprimer

Novembre 2019

#### Dépôt légal

Décembre 2019

ISBN n° 978-2-11-155540-2

#### Crédits photographiques

Sauf mention contraire, les photographies sont de Jean-François Peiré,  
DRAC Occitanie.

Bibliothèque nationale de France : 16, 19 (fig. 6), 28 (fig. 3), 55  
Archives départementales de Tarn-et-Garonne : 17  
Médiathèque de l'architecture et du patrimoine : 18, 20, 73, 92 (fig. 1),  
97 (fig. 1 et 2)  
Olivier Rolland : 19 (fig. 4), 26, 27, 28 (fig. 4), 29, 30, 31, 32, 35, 36, 46,  
47, 48, 49, 50  
Centre expérimental de recherches et d'études du bâtiment et des  
travaux publics : 22  
Manon Vidal : 23  
Christoph Franzen : 41, 42, 43  
Philippe Bromblet : 45, 72, 74, 75  
François Jeanneau : 56  
Groux s.a.r.l. : 57, 63  
Véronique Vergès-Belmin : 60, 61, 62  
Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya : 64  
Université Bordeaux Montaigne : 65  
Arxiu Comarcal del Ripollès : 66  
Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya : 68, 69 (photo  
Carles Aymeric), 70, 71 (photo Ramon Maroto)  
SOCRA : 90, 91  
Benoît Lafay : 92 (fig. 2), 93  
Gilles Blieck : 94 (fig. 2)  
Art graphique et patrimoine : 94 (fig. 1)  
Région Centre-Val-de-Loire, Inventaire général : 95 (fig. 2) (photo Vanessa  
Lamorlette-Pingard)  
Région Centre-Val-de-Loire, Inventaire général : 95 (fig. 1) (photo  
Thierry Cantalupo)  
DRAC Auvergne-Rhône-Alpes : 96  
Cité de l'architecture et du patrimoine, musée des monuments français :  
97 (fig. 3), 99 (photo David Bordes)

#### Remerciements

La DRAC Occitanie tient à remercier les co-organisateurs de cette  
journée d'étude, la ville de Moissac, pour son soutien logistique, et le  
Laboratoire de recherche des monuments historiques pour son appui  
scientifique, ainsi que Cristina San Juan, du service régional de l'archéo-  
logie pour sa traduction de l'article de Pere Rovira I Pons.



Édités par la direction régionale des affaires culturelles Occitanie (conservation régionale des Monuments historiques), les ouvrages de la collection « Duo » proposent au public de découvrir des chantiers de restauration du patrimoine monumental et mobilier, des édifices labellisés « Patrimoine du XX<sup>e</sup> siècle » ou encore des immeubles et objets d'art protégés au titre des monuments historiques, dans l'ensemble de la région.

## **Le dessalement des pierres en œuvre L'exemple de Moissac à la lumière d'autres chantiers français et européens**

Depuis son classement sur la première liste des Monuments historiques en 1840, l'abbaye de Moissac n'a cessé d'être l'objet de tous les soins, l'attention de la municipalité et des services patrimoniaux se portant notamment sur son portail sud et son cloître. Durant des décennies, architectes, conservateurs et restaurateurs se sont succédé au chevet de ces chefs-d'œuvre de la sculpture romane.

Aujourd'hui, les reliefs de Moissac voient leur lisibilité comme leur conservation à long terme compromises. La récente étude préalable à la restauration a démontré le processus de dégradation en cours, dû à la contamination des pierres par des sels. La Conservation régionale des Monuments historiques d'Occitanie, la ville de Moissac et le Laboratoire de recherche des Monuments historiques ont décidé d'aborder les questions complexes liées à cette problématique et aux traitements à envisager dans le cadre d'une journée d'étude, organisée à Moissac le 19 octobre 2018.

Ce Duo réunit les interventions et les échanges fructueux des contributeurs à ce colloque, dans l'objectif de diffuser largement les acquis des expériences passées ou en cours et des regards croisés de tous les acteurs de la conservation-restauration.



Direction régionale des affaires culturelles Occitanie  
ISBN : 978-2-11-155540-2  
Diffusion gratuite - NE PEUT ÊTRE VENDU