

La dégradation du retable sculpté par Francesco Laurana pour l'ancienne cathédrale de Marseille (la vieille Major)

Impact des anciens traitements de restauration dans le processus de dégradation saline d'un marbre de réemploi

Quelques mots pour débiter...

Le retable sculpté par Francesco Laurana à la fin du XV^e siècle pour l'ancienne cathédrale de Marseille (appelée aujourd'hui la Vieille Major) est un des premiers chefs-d'œuvre de la Renaissance en France. Malheureusement, le marbre blanc qui le compose, se désagrège et se desquame. Une restauration s'appuyant sur quelques analyses et comportant notamment des dosages des sels solubles a été réalisée en 1997/1998 dans le but d'arrêter l'altération et de sauver ce chef-d'œuvre. Cette intervention ne s'est malheureusement pas avérée efficace et on a constaté une rapide reprise de la dégradation. Face à cet échec, il a été décidé d'entreprendre des études documentaires et scientifiques approfondies pour établir le diagnostic précis des altérations et proposer les travaux de restauration/conservation plus appropriés pour assurer la conservation de cette œuvre prestigieuse.

Le retable se compose d'une double arcature de plein cintre sous laquelle se dresse l'autel consacré à Saint Lazare. Il est constitué d'un assemblage de blocs de marbre blanc sculptés d'environ six mètres de hauteur pour cinq mètres de largeur (**figure 1**).

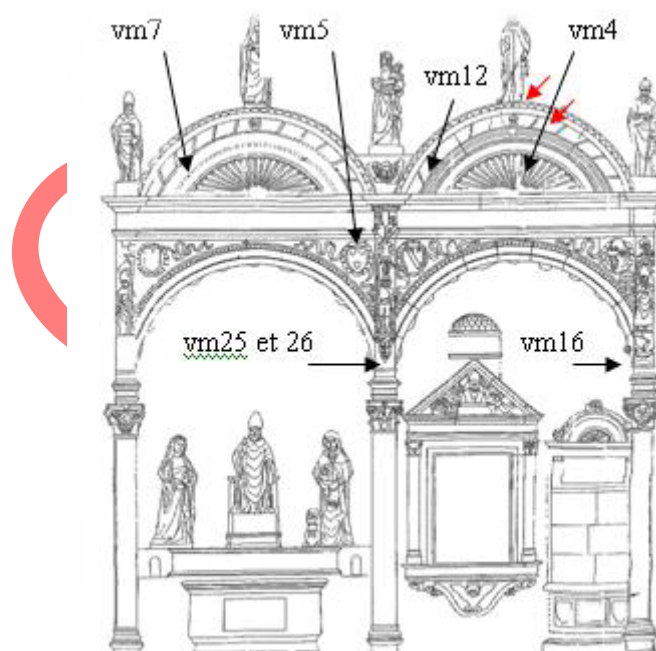


Figure 1 : relevé du retable et localisation des échantillons pour les dosages en sels solubles (les flèches rouges signalent les deux claveaux déposés pour l'étude).

Commandée en 1477 par le Chapitre pour la cathédrale, cette œuvre porte la date de 1481 et a été sculptée par F. Laurana secondé par plusieurs autres sculpteurs italiens dont Thomas de

Côme¹. Le retable est adossé au fond du bras nord du transept de l'ancienne cathédrale de Marseille, Notre Dame La Major, familièrement appelée la vieille Major. Cet édifice construit à partir de 1150 et situé en bordure de mer, a été partiellement détruit vers 1850 pour permettre la construction de la nouvelle cathédrale Sainte Marie Majeure. L'ancienne cathédrale est actuellement fermée au culte et au public et présente un état de conservation peu satisfaisant malgré plusieurs campagnes de restauration réalisées au XX^e siècle.

I. Historique des anciennes restaurations du retable

Les gravures et les photographies du XIX^e siècle permettent de constater l'existence de lacunes et de dégradations² ainsi que plusieurs marques d'interventions anciennes encore visibles sur le retable : rejointoiement partiel avec un mortier à base de ciment gris et, plus localement, au plâtre, réparation du modelé sculpté avec un mortier grisâtre clair recouvert d'une couche blanche d'homogénéisation avec le marbre.

Les recherches de documents en archives ont permis de retrouver dans les mémoires des ouvrages exécutés des informations souvent incomplètes sur plusieurs interventions anciennes dont la réalisation n'est cependant pas certaine :

- 1922, intervention préconisée par l'Architecte en chef des Monuments historiques J. Formigé dans un rapport et approuvée lors d'une délibération du conseil municipal pour un dépoussiérage général, des rejointoiements au ciment, la fixation des parties détachées, des incrustations de marbre dans les parties manquantes avec raccord sur les morceaux neufs en rapport avec les parties conservées,
- Devis très sommaire de l'atelier du sculpteur/restaurateur M. Maimponte daté du 17 décembre 1954, qui prévoit un nettoyage général, une patine, la mise en place d'un enduit de fond et sous arcs, le scellement des parties cassées, l'élimination des tirants métalliques,
- 1958, devis pour le «nettoyage avec soin au chiffon de laine de l'autel Saint Lazare et à la cire pour marbre» par une entreprise de maçonnerie et taille de pierre régionale (Vivian) (ordre de service du 15 juillet 1958 de l'Architecte en chef des Monuments historiques J. Sonnier).

La couverture en dalles de pierre calcaire est refaite dans les années 1993/94 par l'Architecte en chef (J.-P. Dufoix) pour remédier aux fuites qui occasionnaient d'importantes infiltrations d'eau dans les maçonneries.

Suite à une étude préalable réalisée en 1997, comprenant notamment un relevé cartographique des altérations et des dosages de sels solubles, des travaux de restauration bien documentés sont entrepris par un restaurateur de sculpture expérimenté qui applique deux traitements selon le phasage suivant :

- 1997, préconsolidation des zones très altérées au silicate d'éthyle (Wacker OH)
- 1998, consolidation des zones altérées au RC 90 (Rhodia, produit composé d'un mélange de silicate d'éthyle et de méthylphenylpolysiloxane).

A peine un an plus tard, une fulgurante reprise des altérations est constatée qui menace le décor sculpté.

¹ Rouquette J.-M., 1974, p. 435-441.

² Evangélisti E. *et al.*, 2003, 46 p.

Une première étude a montré que l'altération progressait sur les surfaces sculptées (cartographie) et que les teneurs en sels solubles supposés être la cause de cette dégradation étaient faibles dans l'épaisseur du marbre³. Des mesures par sonde capacitive effectuées pour déterminer l'origine des solutions et des sels solubles permettaient de constater que les teneurs en eau étaient plus élevées au sommet du retable, dans sa partie raccordée à la maçonnerie par des voutains de brique. Selon ces résultats, il était donc possible de conclure que les solutions chargées en sels solubles provenaient vraisemblablement de ce mur humide (via les voutains) et contaminé en sels du fait de l'infiltration des eaux de pluie avant la réfection des couvertures.

En 2003, le Centre interdisciplinaire de conservation et de restauration du patrimoine (CICRP) est saisi et reprend une étude diagnostique complète à partir d'un nouvel examen et de nouveaux prélèvements (figure 1) dans le cadre d'un stage de recherche sur les mécanismes de dégradation de la pierre par les sels solubles⁴

II. Méthodes d'étude

Après une phase d'observation menée in situ à partir d'un échafaudage qui donnait accès à l'ensemble de la façade sculptée, une vingtaine d'échantillons de marbre dégradé et du mortier de réparation grisâtre, a été prélevée sur l'ensemble du retable. Décrits sous la loupe binoculaire, ces échantillons ont été utilisés pour différents types d'analyses :

- examen pétrographique de sections polies et de lames minces,
- examen au microscope électronique (microscope environnemental ESEM Philips 330 du service commun d'analyse de l'Université de Marseille – Provence Saint Charles) équipé d'un spectromètre dispersif en énergie pour des microanalyses élémentaires (EDAX),
- analyse des phases organiques au microscope IRTF (Perkin Elmer, Spectrum 2000) équipé d'un système microATR (réflexion totale atténuée) au moyen d'un cristal de germanium pour effectuer des analyses de surface par contact sur des plages d'environ 100 x 100 µm,
- analyse des phases minérales cristallisées par diffraction des rayons X (diffractomètre Panalytical MPD X Pert Pro équipé d'un détecteur X'celerator et d'un capillaire de silicium de 100µm de diamètre, 40KV x 55mA, anode Cu),
- dosage des anions chlorures et sulfates par chromatographie ionique et du sodium par spectrométrie d'émission de flamme des sels solubles après une mise en solution des échantillons selon le protocole italien CNR, *Doc Normal 13/83 : dosaggio dei sali solubili*⁵,
- la couleur de cathodoluminescence (CL) a été observée sous faisceau d'électrons sous vide par microscopie optique et la quantité de lumière a été calculée par une cellule photoélectrique. Une seconde série de mesures a été faite à l'aide d'un photomultiplicateur et d'un spectromètre couplé au MEB.
- Enfin des mesures de vitesses du son ont été réalisées à travers le matériau pour évaluer sa cohésion interne (mesure de la vitesse ultrasonique par l'Auscultateur

³ Boule A., 2001, p. 20.

⁴ Désarnaud J., 2004, 64 p.

⁵ Billault V., 2004, 12 p.

dynamique AU2000, 60000Hz, marque CEBTP). Ces mesures ont été effectuées sur deux claveaux de la lunette droite déposés pour des essais de dessalement.

III. Présentation des résultats

- **Identification du matériau**

Le marbre est à grains fins et il présente de rares veines grises. L'examen pétrographique et l'analyse par cathodoluminescence ont permis d'identifier un marbre de Carrare (grain moyen 250 μm , taille maximum des grains 500 μm). Des formes sculptées ont été retrouvées au dos de deux voussoirs déposés sur l'une des lunettes sommitales du retable (**figure 2**). Ces sculptures témoignent qu'il s'agit d'un marbre de réemploi provenant d'un monument antique, probablement local.



Figure 2 : vue du revers de l'un des deux claveaux déposés sur la lunette droite, présentant les moulures d'une colonne probablement antique.

- **Description des dégradations**

Les deux principales formes d'altération qui affectent la surface sculptée du marbre sont la désagrégation granulaire et la desquamation. La désagrégation granulaire correspond au détachement des grains de calcite du marbre, sous la forme d'un sable fin et confère au modelé un relief usé, comme érodé (**figure 3**).



Figure 3 : désagrégation granulaire du marbre sur le sommier d'un arc avec conservation partielle de la couche brunâtre translucide (craie).

La surface du marbre est pulvérulente, sans cohésion. La desquamation produit des écailles de marbre dont l'épaisseur varie de quelques millimètres jusqu'à environ un centimètre. Dans les zones les plus dégradées, plusieurs écailles peuvent se superposer pour atteindre quelques centimètres de profondeur (**figure 4**).



Figure 4 : superposition de plusieurs desquamations successives dites en « pelure d'oignon » sur la frise portant la dédicace à Saint Lazare.

Ces deux morphologies souvent associées ne se développent pas sur toute la surface du retable, mais sont concentrées dans sa partie haute.

Les vitesses du son mesurées sur les deux claveaux déposés varient entre 0 et 1500 m/sec, alors que les vitesses mesurées sur un marbre frais et sain⁶ atteignent généralement 5 à 6000 m/sec. Ces valeurs globalement très basses caractérisent bien un marbre dégradé, poreux et fissuré.

- Mise en évidence des anciens traitements

Plusieurs interventions anciennes ont été mises en évidence à la surface du marbre.

Un revêtement de quelques dizaines de micromètres, à fortes teneurs en fluor, silicium et magnésium a été observé sur les grains de calcite les plus superficiels (**figure 5**).

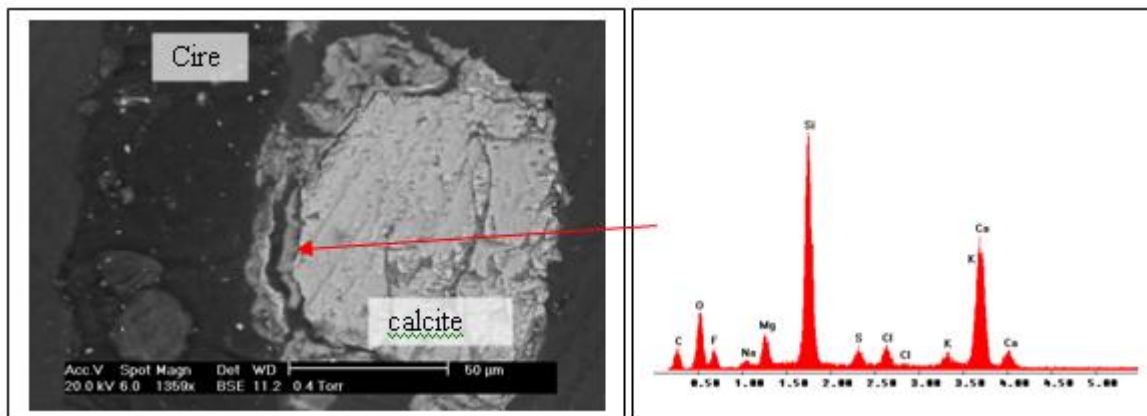


Figure 5 : image en électrons rétrodiffusés (MEB) d'un grain de calcite à la surface du marbre avec une fine couche de fluosilicate de magnésium (spectre EDS), section polie. Une fine couche de consolidant (silicate d'éthyle et polysiloxane) et une épaisse couche de cire superficielle surmontent le traitement de fluosilicate.

Cette couche fine (10 à 20 µm) et discontinue qui ne persiste que sur quelques grains, correspond vraisemblablement aux traces d'un traitement de fluosilicate de magnésium, traitement connu et appliqué en Europe au XIX^e siècle pour protéger les pierres⁷. Une couche organique épaisse (50 à 500 µm), de couleur brun-clair, translucide et bulleuse, recouvre toute la sculpture. Les analyses en spectrométrie infrarouge (microATR) ont permis d'identifier la composition de cette couche dont le spectre correspond à celui de la cire d'abeille (**figure 6**).

⁶ Simon S. et Sneath R., 1996, p. 159-166.

⁷ Lazzarini L. et Tabasso M.-L., 1989, 264 p.

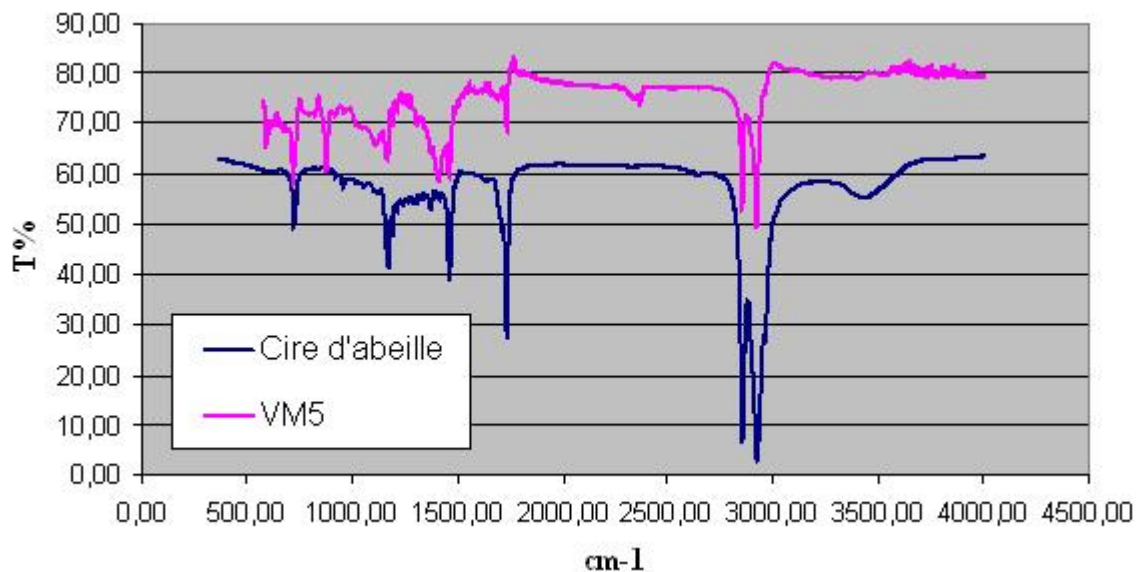


Figure 6 : spectres infrarouge de la couche brun clair à la surface du marbre (échantillon vm5) et d'une cire d'abeille de référence.

Dans les zones dégradées, un mortier grisâtre riche en alcalins (Na, K) a été utilisé pour réparer les détails de la sculpture. Les analyses indiquent que ce mortier est constitué d'agrégats calcaires et d'une phase liante à base de calcite, résultant donc d'une prise aérienne par carbonatation de portlandite. La présence de quelques hydrates de type tobermorite (CSH) indique que la prise a été aussi hydraulique. Des grains d'anhydres résiduels de C3A (célite) et C2S (bélite) qui sont des phases minérales caractéristiques des liants hydrauliques, ont par ailleurs été observés. Il s'agit donc vraisemblablement d'un mortier à base de chaux hydraulique. Les réparations effectuées avec ce mortier à base de chaux hydraulique, ont été recouvertes par un badigeon blanc (épaisseur 30 μm) composé de calcite pure et donc réalisé à la chaux aérienne, de manière à s'intégrer à l'œuvre.

Toutes ces interventions anciennes témoignent de l'existence d'un processus de dégradation en cours depuis plus d'un siècle.

Les analyses ont aussi permis de mettre en évidence les deux traitements à base de silicium appliqués en 1997 et 1998 pour la préconsolidation et la consolidation du marbre. Les microanalyses élémentaires et les cartes de distribution des éléments (Si, Ca) montrent notamment une bonne imprégnation des produits jusqu'à plusieurs millimètres de profondeur (figure 7).

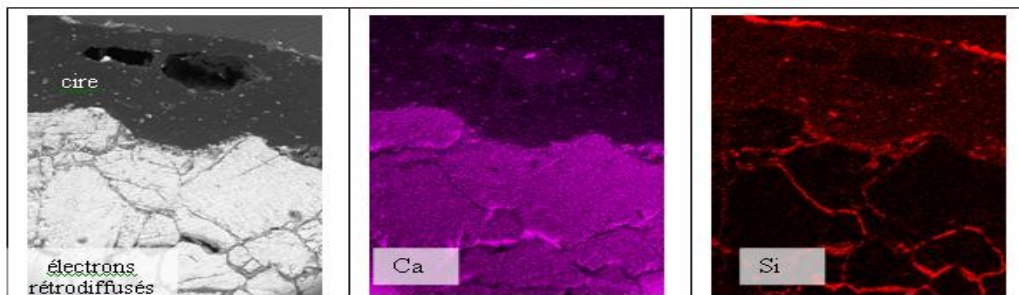


Figure 7 : image en électrons rétrodiffusés (MEB) et cartes de distribution des éléments silicium et calcium (EDS) à la surface du marbre ciré montrant sur section polie la pénétration des consolidants à base de silicium (silicate d'éthyle et polysiloxane) dans la porosité intergranulaire du matériau altéré.

Cependant, cette consolidation ne s'est pas révélée durablement efficace alors que l'effet hydrofuge des produits utilisés, mis en évidence par la projection de microgouttes d'eau à la surface du marbre (effet perlant), persiste depuis dix ans.

Les analyses montrent que les cristallisations salines sont manifestement responsables de la dégradation du marbre du retable. Les sels impliqués sont la halite et le gypse. L'altération saline affecte un matériau de réemploi, provenant probablement du démantèlement d'un édifice antique, sans doute plus poreux et plus fragile qu'un marbre sain fraîchement extrait. L'ancienne cathédrale étant située en bordure de mer, les embruns et les pluies sont vraisemblablement responsables des apports des sels solubles. Jusqu'aux travaux de réfection de la toiture en 1993/94, l'édifice a subi des infiltrations d'eau dues à des défauts d'imperméabilité de la couverture en dalles de pierre. Ces infiltrations ont pu faire migrer les sels d'origine marine à travers les maçonneries et contaminer le retable qui est adossé au parement intérieur dans sa partie haute par deux voutains en briques très capillaires liées au mortier de chaux.

D'autres sources de sels sont envisageables. Ainsi, une partie des chlorures et des sulfates peut avoir été apportée par le marbre de réemploi lui-même, pour peu que le monument dont il provenait (ou leur lieu de stockage avant réemploi ?) ait été situé dans le même environnement côtier. Par ailleurs, plusieurs matériaux tels que le ciment, la chaux hydraulique et le plâtre qui ont été mis en œuvre pour des réparations, des rejointoiements, sont connus pour fournir aussi des ions (sodium, sulfates...) pour la formation des sels solubles⁸.

Les analyses montrent qu'une succession de traitements superficiels a été appliquée jusqu'à la dernière intervention de 1997/98. Le traitement le plus ancien mis en évidence est une fluosilicatisation (fluosilicate de magnésium), peut-être réalisée au XIX^e siècle ou en 1922 lors de l'intervention dirigée par J. Formigé. Ce type de traitement est bouche-pores et a un effet d'induration superficielle⁹. Ensuite, la totalité de la surface sculptée a été cirée avec une cire de type cire d'abeille. Ce cirage pourrait avoir été fait lors de l'intervention de 1961 qui propose une telle opération. Ce matériau organique est filmogène et hydrophobe. Enfin, les traitements de consolidation appliqués en 1997/98 ont des propriétés hydrofuges réputées. Il est bien connu que ces traitements bouche-pores, filmogènes, hydrophobes ou hydrofuges, ont tendance à diminuer la capacité d'évaporation de la pierre et, qu'en bloquant les solutions et les cristallisations de sels sous la surface traitée, ils sont capables d'intensifier les désordres¹⁰. La dégradation qui affecte le marbre du retable de F. Laurana résulte ainsi d'un ensemble de facteurs dont des interventions inappropriées, faute d'un diagnostic préalable global prenant en compte l'œuvre et son environnement. L'étude réalisée par le CICRP apporte d'importantes données concernant les causes de la dégradation du retable et les échecs successifs des traitements antérieurs. Elle souligne la difficulté d'apprécier le rôle des sels à partir des analyses pour un matériau aussi peu poreux que le marbre. L'étude permet aussi de préconiser des interventions que l'on peut espérer plus efficaces.

A la suite de cette étude, la Conservation régionale des Monuments historiques a engagé des travaux de conservation sous la maîtrise d'œuvre de l'Architecte en Chef et avec l'assistance scientifique du CICRP. La moitié haute de la chapelle a été soigneusement démontée par l'entreprise de taille de pierre et l'équipe de restaurateurs. Le démontage a largement confirmé le réemploi, plusieurs blocs montrant à leur revers des moulures ou des formes

⁸ Arnold A. et Zehnder K., 1989, p.31-58.

⁹ Bromblet P. *et al.*, 2002, p. 204.

¹⁰ Miquel A. *et al.*, 2002, p. 271-291.

architecturales reconnaissables (colonnes etc.). Les blocs de marbre dégradé ont d'abord été consolidés de manière provisoire au moyen de gazes collées à leur surface. Ils sont ensuite dessalés dans des bains successifs d'eau déminéralisée (Figure 8) selon un protocole précis qui permet de suivre l'évolution des teneurs en sels et d'optimiser la durée et le nombre des bains. Quant à la partie basse moins dégradée et faiblement contaminée par les sels solubles, il a été décidé de ne pas la démonter. Les restaurateurs effectuent un dessalement superficiel en appliquant des compresses d'argile sur les surfaces accessibles. Ces opérations de dessalement sont longues. Courant 2012, le chantier n'est pas encore terminé mais les premiers blocs dessalés sèchent depuis plusieurs mois et ils ne montrent aucune reprise des altérations.



Figure 8 : claveau en marbre en cours de dessalement par bain

Pour en savoir plus...

Arnold A. and Zehnder K., 1989, «Salts weathering on monuments», *1st international symposium on the conservation of monuments in the Mediterranean basin*, Bari, p. 31-58.

Billault V., 2004, «Dosage de sels solubles, église de la vieille Major à Marseille», rapport ERM, Poitiers, 12 p.

Boule A., 2001, «Cathédrale de la Vieille Major – chapelle Saint Lazare – retable de Francesco Laurana – diagnostic de l'altération du retable», rapport LERM (Arles), 20 p.

Bromblet P, Mertz J.D., Vergès-Belmin V, Leroux L., 2002, Consolidation et hydrofugation de la pierre, dossier technique, *Monumental 2002*, revue scientifique et technique des monuments historiques, éditions du Patrimoine, centre des monuments nationaux, p. 200-243.

Désarnaud J., 2004, «Etude de la dégradation du marbre du retable de F. Laurana (Vieille Major, Marseille)», mémoire n° 597, Université Bordeaux 3, DEA Archéomatériaux, 64 p.

Evangélisti E, Diaz Pedregal P., Rager G., 2003, «Préservation du retable de Francesco Laurana, Chapelle Saint Lazare, cathédrale de la Vieille Major, Marseille, rapport de phase 1», 46 p.

Lazzarini L. et Tabasso M.L., 1989, *La restauration de la pierre*, éd. ERG, traduction J. Philippon, 264 p.

Miquel A., Bromblet P., Vergès-Belmin V., Binda L., Baronio G., De Witte E., De Clerq H., Van Hees R. and Brocken H., 2002, «Experimental study on the compatibility of a polysiloxane treatment with substrates loaded with sodium sulphate : influence of the physical properties of the substrates on the salt content limit», *International Journal for Restoration of Buildings and Monuments*, vol 8, n°2/3, p. 271-291.

Rouquette J.M., 1974, «Provence romane 1», *La nuit des temps n°40*, éd Zodiaque, 492 p.

Simon S., Sneath R., 1996, «Marble weathering in Europe – results of the Eurocare-Euromarble exposure programme 1992-1994», *8th international Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, éd. by J. Riederer, Berlin, p.159-166.

Ce texte est tiré de la publication suivante :

La dégradation du retable sculpté par Francesco Laurana pour l'ancienne cathédrale de Marseille (la vieille Major) : impact des anciens traitements de restauration dans le processus de dégradation saline d'un marbre de réemploi. (2009), Bromblet Ph., Désarnaud J., Vallet JM., Blanc A. et Blanc Ph. Actes du VIII^e Colloque international de l'Association for the study of marble and other stones used in antiquity (Asmosia), Aix en Provence, Maisonneuve & Larose, Maison méditerranéenne des sciences de l'homme.

Les acteurs

Bien culturel : Monument Historique

Durée de l'opération au CICRP : cette étude a été réalisée par Julie Désarnaud pendant son stage de recherche (Master 2) d'une durée de 6 mois au Cicrp en 2009.

Propriétaire du bien culturel : Etat,

CICRP : Philippe Bromblet (ingénieur de recherche), Jean-Marc Vallet (ingénieur de recherche)

Conservateur-Restaurateur : Sculptura (sous la direction de Colette Brussieux)

Architecte en chef des Monuments Historiques : François Botton