

Jacques Moulin

Architecte en chef
des monuments historiques

Les greffes par empreintes numériques



Les greffes sont un moyen de compléter avec le même matériau un ouvrage dégradé que l'on souhaite rétablir dans sa solidité ou sa compréhension. La pratique est plus ancienne que le terme, récemment pris à la chirurgie. Dès le XVII^e siècle, elle a permis de restaurer certains des marbres les plus célèbres de l'Antiquité, comme le *Faune Barberini* ou la *Vénus d'Arles*, et les plus grands sculpteurs s'y sont exercés. Son usage sur les bâtiments est plus tardif et amène d'autres réflexions.

Montereau-Fault-Yonne, église
Notre-Dame-et-Saint-Loup

CI-dessus

Figure 1
Ébrasement nord du portail
central, avant travaux.

Ph. Jacques Moulin.

Page de droite

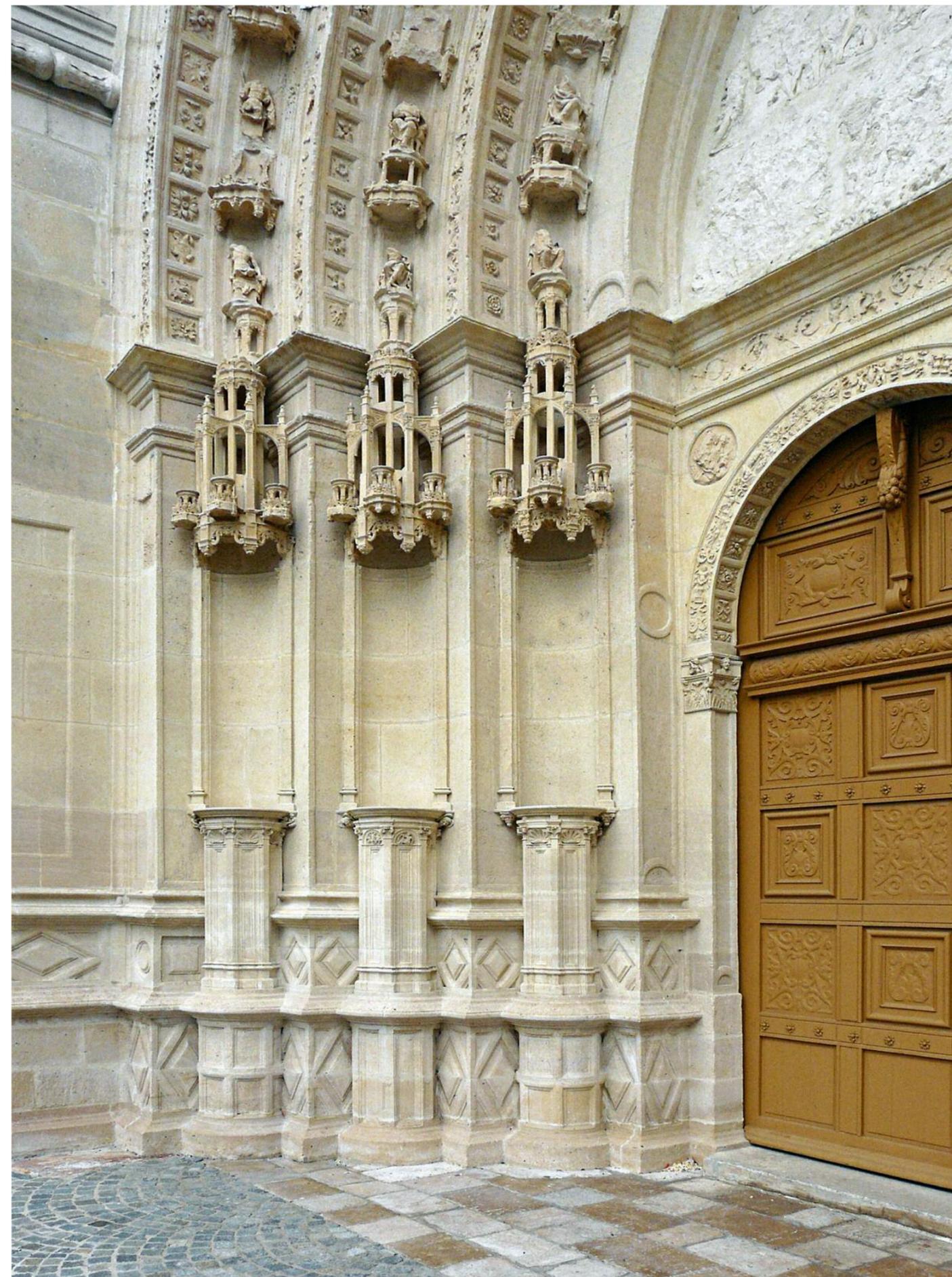
Figure 2
Ébrasement nord du portail,
après restauration. La réfection
du tympan fait actuellement
l'objet d'une réflexion
avec la Ville.

Ph. Jacques Moulin.

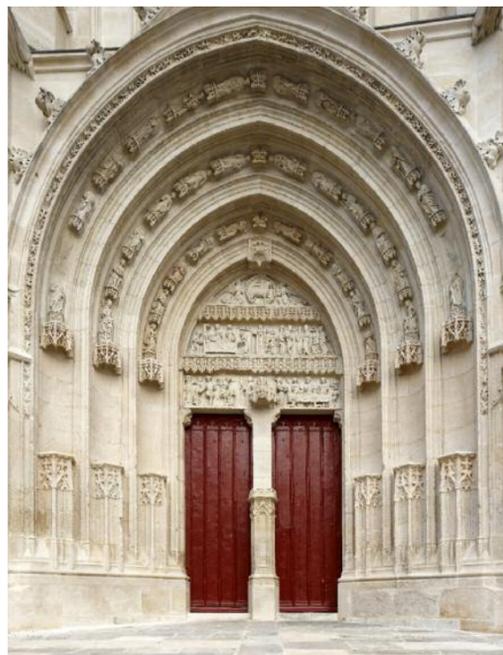
Sur les pierres dont les cassures présentaient des reliefs complexes, la méthode consista longtemps en une retaille offrant une surface plane sur laquelle était scellée la partie refaite. Malgré toutes les précautions qui pouvaient être prises, l'opération réduisait significativement la matière originelle et démultipliait les joints. Sur un appareil régulier, chacun connaît l'effet désastreux créé par la géométrie aléatoire des bouchons, et sur un ouvrage mouluré ou sculpté, les refouillements entraînent un réel amoindrissement du décor authentique. En un mot, et aussi bien exécutée qu'elle pouvait l'être, la greffe aboutissait non seulement à une perte de matière mais également à une perte de crédibilité des ouvrages refaits. Depuis quelques années, la capacité à reproduire par empreinte numérique les formes les plus complexes, ainsi que l'apparition de colles à la fois solides et poreuses, a renouvelé la méthode et ouvert des capacités d'intervention qui bouleversent les approches de la restauration.

Une première expérience à Montereau

Un premier essai fut tenté en 2008-2009 sur le portail de l'église Notre-Dame-et-Saint-Loup de Montereau-Fault-Yonne (Seine-et-Marne). Très dégradé mais peu visible, il avait été dégagé en 1986 lorsque furent démolies les dernières maisons qui touchaient la façade de l'église. Le portail apparaissant alors avec toutes ses mutilations successives, la Municipalité sollicita sa restauration. L'enjeu était complexe. Soit le portail était restauré dans ses dispositions ruinées et le travail ne répondait pas à l'attente de la Ville, soit l'ensemble était refait de manière traditionnelle et ses quelques vestiges anciens risquaient de disparaître. Malgré ses dégradations, le portail conservait les précieuses informations permettant de connaître très exactement ses dispositions anciennes. Le parti adopté fut donc de le nettoyer et de refaire les éléments détruits en conservant l'intégralité des traces qui avaient rendu possible leur restitution. Alors que le projet prévoyait un ensemble de greffes traditionnelles, l'entreprise SNBR proposa de réaliser mécaniquement les empreintes des parties cassées, sur lesquelles devaient être ajustées les pierres neuves. Les blocs complémentaires furent taillés ou sculptés de manière habituelle, puis des scans 3D des pierres anciennes furent effectués et les revers des pierres neuves furent excavés pour copier précisément les formes. Apparemment simple, le processus se révéla plus complexe que prévu, mais les essais successifs finirent par convaincre. En montant progressivement en technicité, les soubassements et les niches ont pu être refaits en préservant les vestiges qui avaient servi à retrouver leurs dispositions. Le travail sur les dais fut plus ardu encore, car leur porte-à-faux aurait normalement imposé de refaire tous leurs ancrages dans la maçonnerie, et donc de détruire les arrachements qui subsistaient. Le même principe fut pourtant développé et tous les dais furent reconstitués en gardant leurs arrachements anciens. En respectant le budget initial de l'opération, l'essai permit de pousser plus loin encore la restauration des dispositions anciennes du portail, à l'exception des figures des voussures et du tympan sculpté.



Chapitre 3 Conservation / restauration La restauration des surfaces



3.

D'autres expérimentations à Congis et à Provins

Cette tentative généra d'autres projets. À l'église Saint-Martin de Congis-sur-Thérouanne (Seine-et-Marne) et dans la salle capitulaire du prieuré Saint-Ayoul de Provins (Seine-et-Marne), des restaurations antérieures s'étaient arrêtées aux chapiteaux sculptés. À Congis, la prise d'empreintes numériques permit de proposer deux greffes sculptées qui raccordèrent ce qui restait des décors anciens aux tailleurs refaits. Le chapiteau reprit ainsi son volume sans diminuer les sculptures anciennes. De même, à Saint-Ayoul, une pile et son chapiteau avaient été à moitié ruinés par un incendie, et leur remplacement imposait une importante reprise en sous-œuvre. Les ouvrages furent donc laissés en place et complétés par des pièces qui rétablirent leurs volumes dans leur forme et leur solidité. Avec un étaieement léger et des compléments en pierre dont les parements et toutes les sculptures furent taillés manuellement, le travail s'éleva à moins du tiers du prix initialement envisagé.

Le perfectionnement de la méthode à Meaux

Après plusieurs chantiers au cours desquels furent améliorés méthode, équipe et matériel, une expérience complémentaire fut menée en 2016 avec la Drac d'Île-de-France sur le portail Saint-Jean de la cathédrale de Meaux. Cette intervention fut l'occasion de tester des greffes nombreuses et de petites dimensions sur un ouvrage fortement dégradé. L'objectif n'était pas d'effacer les traces du temps, mais de rétablir une lecture architecturale du portail, au sein de laquelle les détériorations n'apparaîtraient plus dominantes. Sur les plinthes, les travaux furent réalisés de manière traditionnelle, en remplaçant les blocs abîmés par des pierres neuves. En revanche, plus de quarante-huit greffes complétèrent les parties cassées des piédestaux, des dais et des arcatures du tympan. Chaque élément ancien fut nettoyé, scanné et numérisé, puis complété en image de synthèse. Les pièces à refaire furent taillées par approche mécanique et manuellement, puis excavées

au moyen d'un robot pour épouser au millimètre près les reliefs anciens. Ces greffes complétèrent donc les interventions des restaurateurs, qui effectuèrent le nettoyage, le dessalement et la consolidation des parties médiévales. Du côté de la maîtrise d'œuvre, le travail fut également différent. Tous les documents d'exécution furent adaptés et validés, non sur des dessins mais sur des modèles numériques 3D valant projets, maquettes puis attachements figurés. Durant tout le chantier, les opérations sur écran furent donc aussi importantes que celles sur échafaudage. Sans amoindrissement de l'œuvre originelle et de manière réversible – il suffirait de fraiser les parties refaites –, le portail a retrouvé une cohérence architecturale et une lisibilité qu'aucune méthode antérieure n'aurait pu obtenir. Malgré ses grandes dimensions, sa pierre fragile et son décor très abîmé, sa restauration n'a pourtant pas dépassé 360 000 € TTC.

Une réalisation économique à Versailles

Le dernier chantier en cours à Versailles (Yvelines), sur le portail royal de l'orangerie du château, répond à un objectif opposé. Il ne consiste pas à refaire des décors précieux mais, au contraire, des parements droits et réguliers dont les pierres, toutes anciennes et en calcaire de Saint-Leu, étaient ponctuellement dégradées. Renouvelant le principe des bouchons mais sans refouillement dépassant les parties abîmées, en rapportant une masse de pierre strictement complémentaire et en évitant tout joint rectiligne, ces greffes se révèlent particulièrement efficaces et discrètes. Par l'optimisation des volumes mis en œuvre, elles apportent une réponse pertinente à un chantier qui imposerait une réelle économie de matériau.

Il ressort de ces travaux plusieurs conclusions. Tout d'abord, les greffes par empreintes numériques ont dépassé le stade de l'expérimentation. Elles sont techniquement maîtrisées, plus économiques que les méthodes traditionnelles et beaucoup plus respectueuses de l'authenticité des monuments. Elles permettent également une ambition et une durabilité d'ouvrage qu'aucun ragréage n'a jamais pu apporter. La principale question à leur sujet n'est plus de savoir en quoi elles sont intéressantes, mais pourquoi elles restent à ce point sous-utilisées. Par ailleurs, et contrairement à une idée reçue, le travail sur ordinateur et la taille mécanique des empreintes – voire d'une partie de la sculpture – n'ont pas diminué le rôle des tailleurs de pierre. Ils l'ont même démultiplié, car ils peuvent participer de nouveau à la restauration des grands décors sculptés, dont ils étaient exclus depuis de nombreuses années, et eux seuls sont capables de réaliser correctement les scans des ouvrages anciens et les restitutions numériques. Leur travail a changé, certes, mais autant que celui de l'architecte, qui doit établir ses projets et suivre ses chantiers d'une manière radicalement nouvelle. Enfin, et certainement, c'est la conception de la restauration monumentale qui peut être amenée à évoluer. Alors que, depuis toujours, les objectifs intellectuels de la conservation et de la restitution apparaissent contradictoires, les greffes par empreintes numériques ouvrent une voie nouvelle, pleinement respectueuse des monuments et dorénavant libre de retrouver leur architecture. C'était une capacité d'action attendue depuis longtemps.

J. M.



4.



5.

Meaux, cathédrale Saint-Étienne, façade occidentale, portail Saint-Jean

Ci-contre

Figure 3

Vue générale du portail, après restauration (2016).

Ph. David Bordes.

Ci-dessus

Figure 4

Mise au point des compléments par empreintes numériques de l'un des dais des voussures, avec exemple de greffe en pierre.

Ph. David Bordes.

Provins, prieuré Saint-Ayoul

Figure 5

Reprise de l'une des piles de la salle capitulaire. La demi-corbeille refaite par empreinte numérique est en cours de mise en place. La colonne et le tailloir ont été complétés par la suite, selon la même méthode.

© 2BDM.

Montereau-Fault-Yonne, église Notre-Dame-et-Saint-Loup

Figures 6 a à 6 f

Restauration de l'un des dais d'ébrasement avec une greffe par empreinte numérique.

6 a. Modélisation d'après numérisation.

6 b. Préparation sur épure.

6 c. Restitution DAO.

6 d. Pièce taillée et sculptée.

6 e. Mise en place de la greffe.

6 f. Dais partiellement restauré.

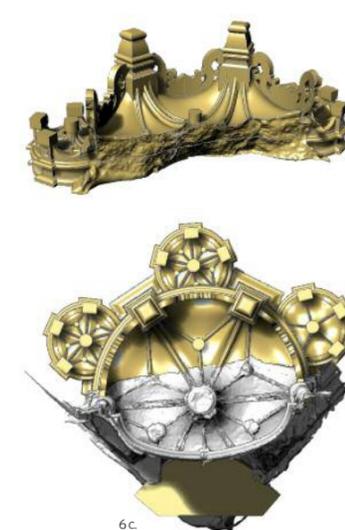
© SNBR.



6 a.



6 b.



6 c.



6 d.



6 e.



6 f.



7 a.



7 b.



7 c.



7 d.

Congis-sur-Thérouanne, église Saint-Martin

Figures 7 a à 7 d

Restauration de la corbeille sculptée de l'un des chapiteaux du chœur.

7 a. Avant travaux.

7 b. Pièces taillées et sculptées.

7 c. Après travaux.

7 d. Restitution DAO.

© 2BDM.