



**HAL**  
open science

**Techniques, stratégies et finalités du relevé numérique et manuel : l'exemple de l'étude de l'ancienne abbaye de Saint-Gilles-du-Gard (projets de recherche AEGIDIANA-AEGIMAIOR)**

Andreas Hartmann-Virnich, Heike Hansen

► **To cite this version:**

Andreas Hartmann-Virnich, Heike Hansen. Techniques, stratégies et finalités du relevé numérique et manuel : l'exemple de l'étude de l'ancienne abbaye de Saint-Gilles-du-Gard (projets de recherche AEGIDIANA-AEGIMAIOR). L'archéologie des bâtiments en question : Un outil pour les connaître, les conserver et les restaurer, Nov 2010, Liège, Belgique. pp.19-34. <halshs-01211429>

**HAL Id: halshs-01211429**

**<https://shs.hal.science/halshs-01211429v1>**

Submitted on 5 Oct 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# TECHNIQUES, STRATÉGIES ET FINALITÉS DU RELEVÉ NUMÉRIQUE ET MANUEL : L'EXEMPLE DE L'ÉTUDE DE L'ANCIENNE ABBAYE DE SAINT-GILLES-DU-GARD (PROJETS DE RECHERCHE AEGIDIANA-AEGIMAIOR)

ANDREAS HARTMANN-VIRNICH & HEIKE HANSEN<sup>1</sup>

## 1. INTRODUCTION

L'ancienne abbaye de Saint-Gilles-du-Gard, haut lieu de pèlerinage qui connut son apogée du 11<sup>e</sup> au début du 13<sup>e</sup> siècle, est célèbre pour sa façade occidentale (fig. 1) et pour la « vis de Saint-Gilles », l'escalier en vis du chevet, chefs-d'œuvre de l'art roman tardif méridional. Occultés par la célébrité de ces deux ouvrages, la vaste et prestigieuse abbatiale romane, malmenée depuis les guerres de religion, et ses bâtiments monastiques inédits n'avaient jamais encore fait l'objet d'une investigation archéologique et archivistique approfondie. Pour rendre justice à ce complexe monumental exceptionnel

mais méconnu, dans le but de restituer les antécédents, la genèse, la forme et l'évolution du bâti qui le compose, les deux projets de recherches dont les travaux font l'objet du présent article portent sur les trois volets complémentaires de l'étude archéologique du bâti, de la fouille archéologique et des recherches d'archives<sup>2</sup>.

Au-delà de l'importance propre de son objectif monographique, l'étude archéologique du complexe monastique porte sur un cas de figure exemplaire à plus d'un titre. Si le plan de l'abbatiale, inspiré des relevés détaillés réalisés par l'architecte Charles Questel dans la perspective des restaurations de l'édifice suite



Fig. 1  
Saint-Gilles-du-Gard.  
Façade occidentale.

Photo : A. Hartmann-  
Virnich, © LAMM

<sup>1</sup> Dr Andreas Hartmann-Virnich, Professeur à l'Université d'Aix-Marseille (Aix-Marseille Université AMU), membre du Laboratoire d'Archéologie Médiévale et Moderne en Méditerranée (LA3M UMR 7298), AMU/CNRS. Dr Heike Hansen, Institut für Architekturgeschichte (IFAG), Universität Stuttgart (2009-2011), chercheur associé du Laboratoire d'Archéologie Médiévale et Moderne en Méditerranée (LA3M UMR 7298).

<sup>2</sup> Depuis la rédaction initiale de la présente contribution, plusieurs articles faisant le bilan de nos recherches assortis d'une synthèse historique et historiographique ont été publiés (voir bibliographie en fin d'article).

à son classement en 1840<sup>3</sup>, fut régulièrement reproduit et commenté depuis le 19<sup>e</sup> siècle dans les ouvrages de synthèse sur l'architecture romane en France<sup>4</sup>, l'édifice en tant que tel a été pour ainsi dire entièrement occulté par la façade, dont le décor remarquable n'a eu cesse de monopoliser et de susciter l'attention des chercheurs des 19<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> siècles. Les études architecturales, centrées sur la crypte et sur la « vis de Saint-Gilles », pâtirent d'une vision d'ensemble incomplète, conséquence du démontage quasi exhaustif des parties orientales et de la complexité déconcertante de l'église inférieure, dont l'architecture porte les traces évidentes d'une évolution constante au cours de la mise en œuvre. Rarement abordée par une histoire de l'art intéressée au premier chef, sinon exclusivement par la sculpture et les questions artistiques, stylistiques et iconographiques d'usage, l'architecture ne fit guère l'objet de nouveaux travaux de relevé et d'étude substantiels. Abstraction faite d'un jeu de plans et de coupes, réalisé au milieu des années 1970 par l'architecte en chef des Monuments historiques Jean-Pierre Dufoix en vue de nouveaux travaux de restauration, le monument n'avait jamais fait l'objet d'un relevé précis conforme aux exigences d'une étude archéologique des élévations. Un autre aspect fondamental de l'historiographie est le silence au sujet de l'aire du cloître et des restes des bâtiments monastiques. Divisés en plusieurs propriétés privées depuis la vente en tant que bien national, en 1791<sup>5</sup>, rachetés progressivement depuis la fin du 20<sup>e</sup> siècle par la commune, les restes de l'ancien monastère, conservés pour la plupart dans un état fragmentaire fortement dégradé,

au point de menacer ruine, restent inaccessibles aux visiteurs.

Conséquence de la restructuration et de la séparation physique des parcelles par des murs et des bâtiments, la précision géométrique et altimétrique incertaine des plans existants, tributaire de moyens techniques non vérifiables, s'avérait d'emblée insuffisante pour une étude précise de la relation spatiale et axiale entre l'église et le monastère et, partant, leur relation chronologique. Il en allait ainsi pour l'orientation divergente des édifices autour de l'ancienne aire claustrale, dont la forme réduite et la géométrie irrégulière annonçaient une origine hétérogène.

La thèse de doctorat de Heike Hansen (2007, 2013), qui entreprit entre 1999 et 2003 le relevé pierre à pierre intégral et l'analyse constructive du mur de façade (fig. 2) apportèrent une première réponse à la demande d'un renouvellement complet de l'approche archéologique, formulée dès 1978 lors d'une journée d'étude de la Société française d'archéologie (SAUERLÄNDER, 1978). Le relevé manuel assisté par des mesures prises au tachéomètre laser mit en évidence le potentiel d'une approche fondée sur une documentation précise et systématique de tous les indices constructifs, analysés sans interférence avec l'essence partiellement spéculative des approches antérieures. L'étude, centrée sur le processus de la mise en œuvre, mit en évidence plusieurs faits remarquables jusqu'alors ignorés qui posaient d'emblée la double question de la genèse de l'église et de son rapport avec le bâti préexistant : un important affaissement de la partie sud de la structure

<sup>3</sup> Paris, Médiathèque du Patrimoine, Archives des monuments historiques, pl. 1049, 34225. Charles Questel, vers 1840-1842 ; cf. Hansen, 2007, p. 220, fig. 34 ; p. 221, fig. 36-37. Une copie du plan du chœur datée du 2 mai 1842, qui représente l'état après le dégagement de l'intérieur entrepris en 1840, est conservée aux Archives départementales du Gard (8 T 420). Un plan de l'église supérieure actuelle, daté du 18 juin 1842 et signé Delmas, se fonde probablement sur les travaux de Questel (Paris, Médiathèque du Patrimoine, Archives des monuments historiques, pl. 1090 ; Hansen, 2007, p. 223, fig. 40).

<sup>4</sup> La publication des archives graphiques de la Commission des monuments historiques (Archives, s.d. [1855-1877]) et celle des travaux d'Henry Révoil (1873, II, pl. LVI) ont favorisé la diffusion précoce d'une documentation de référence.

<sup>5</sup> Un plan du mois de mai 1791, signé P. Guignard, montre les bâtiments monastiques dans leur état avant la vente des biens nationaux (Archives départementales du Gard, G 1235). Un *plan de l'ancien cœur de l'église collegiale des cy devant chanoines de St Gilles et des batiments qui la voisine*, réalisé probablement par la même main représente l'ancien chœur avant la poursuite des destructions après la Révolution.

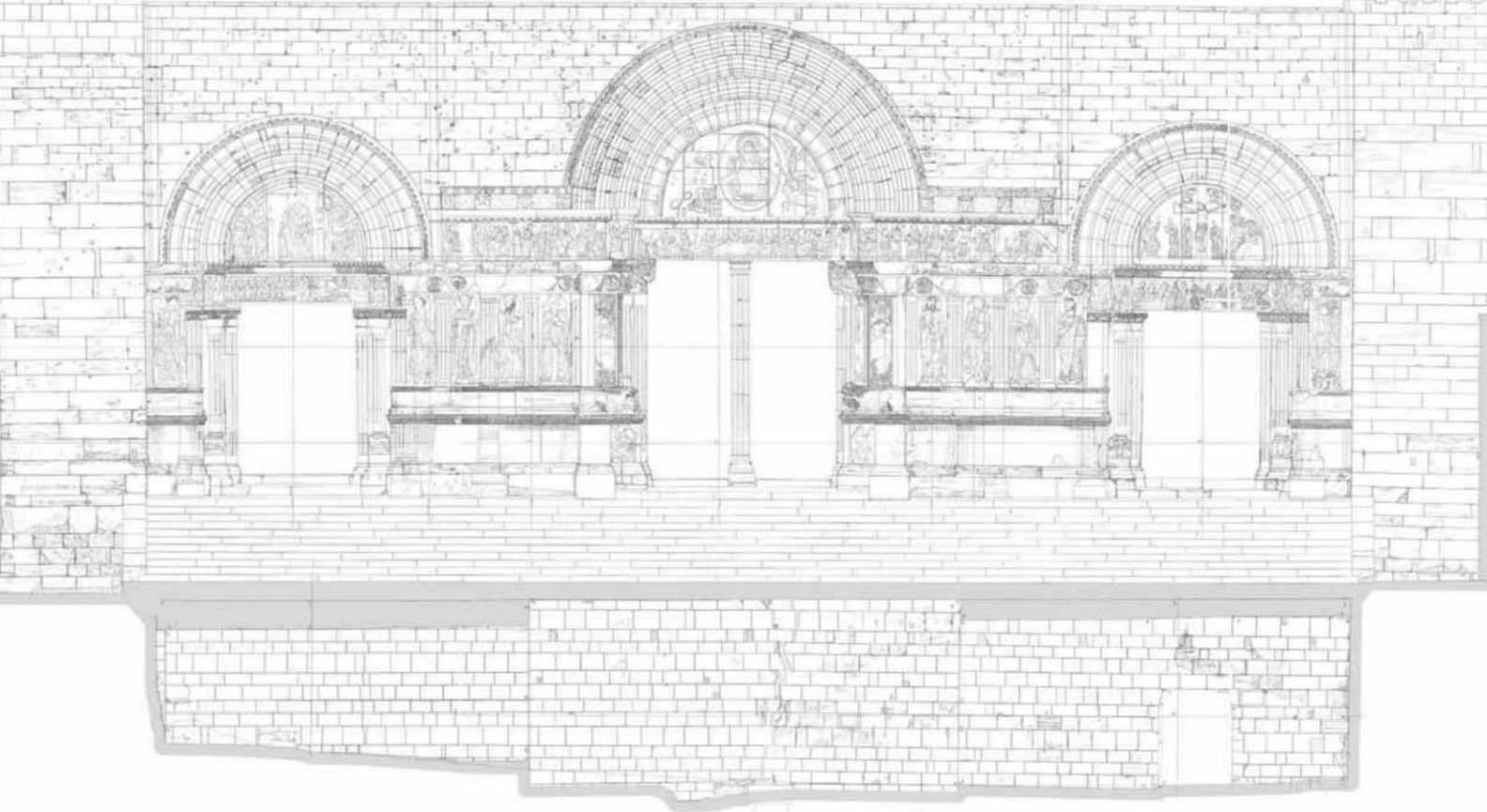


Fig. 2

Abbatiale de Saint-Gilles-du-Gard. Relevé pierre à pierre de la façade occidentale (HANSEN, 2007, pl. 7).

de la façade, que les bâtisseurs, conscients du problème, avaient tenté de compenser au fur et à mesure de la construction par le surdimensionnement des assises et des joints de l'appareil ainsi que par une remise d'aplomb des tourelles latérales au-dessus des portails, accusait un problème fondamental de stabilité du terrain, dont la cause fut identifiée par la suite à l'occasion de fouilles entreprises au pied de la façade (HANSEN *et al.*, 2007; HARTMANN-VIRNICH *et al.*, 2013, p. 379-380) et dans l'église inférieure par la découverte d'un mur antérieur qui avait occasionné la rupture du socle saillant sous le portail central. Dès lors, l'incidence du bâti antérieur sur la configuration actuelle de l'église et de l'espace claustral s'annonçait comme un vecteur fondamental de toute l'étude archéologique ultérieure.

Ce constat fut à l'origine de la mise en œuvre du projet de recherche franco-allemand *AEGIDIANA — L'abbaye de Saint-Gilles-du-Gard*.

*Recherches archéologiques, d'archéologie du bâti et archivistiques sur l'histoire monumentale d'un chef d'œuvre oublié de l'art roman en France* codirigé par Andreas Hartmann-Virnich, Klaus Jan Philipp et Heike Hansen<sup>6</sup>, poursuivi depuis 2012 par le projet collectif de recherche *AEGIMAIOR — L'ancienne abbaye de Saint-Gilles-du-Gard. Archéologie et histoire monumentale d'un site monastique majeur du Midi de la France*<sup>7</sup>. Conformément à l'intitulé, l'étude qui porte sur l'ensemble du complexe abbatial médiéval poursuit trois axes complémentaires, mettant en parallèle l'étude archéologique du bâti, la fouille et les recherches archivistiques. En termes d'acquisition et d'enregistrement des données, l'épine dorsale de la recherche sur le complexe monastique de Saint-Gilles-du-Gard est le relevé numérique au tachéomètre laser et le relevé manuel à l'échelle 1/10<sup>e</sup> de certaines élévations dont l'analyse fine s'avère essentielle pour l'étude de l'ensemble. Si le développement des technologies laser

<sup>6</sup> Hartmann-Virnich A., Philipp K.J. et Hansen H. (dir.), *L'abbaye de Saint-Gilles-du-Gard. Recherches archéologiques, d'archéologie du bâti et archivistiques sur l'histoire monumentale d'un chef-d'œuvre oublié de l'art roman en France*, Die Abtei Saint-Gilles-du-Gard. Bauforschung, Archäologie und archivalische Studien zur Baugeschichte eines vergessenen Hauptwerks der französischen Romanik. Projet de recherche franco-allemand (ANR-DFG), Laboratoire d'Archéologie Médiévale Méditerranéenne LAMM UMR 6572 (depuis 2012 : Laboratoire d'Archéologie Médiévale et Moderne en Méditerranée LA3M UMR 7298), Université de Provence (depuis 2012 : Aix-Marseille Université AMU)/CNRS et Institut für Architekturgeschichte (IFAG), Universität Stuttgart, mai 2009-décembre 2011.

<sup>7</sup> Hartmann-Virnich A. et Hansen H. (dir.), *Laboratoire d'Archéologie Médiévale et Moderne en Méditerranée LA3M UMR 7298*, Aix-Marseille Université AMU/CNRS, en partenariat avec la Direction régionale des affaires culturelles Languedoc-Roussillon et la Ville de Saint-Gilles-du-Gard.

et la maîtrise d'ouvrage des études préalables tendent aujourd'hui à privilégier l'emploi du scanner 3D, l'adaptation de cet outil et de ses applications spécifiques aux besoins d'une étude archéologique du bâti reste problématique à plus d'un titre. Les performances du scanner se situent en effet dans un domaine qui n'est que partiellement compatible avec les enjeux de l'étude en cours : le nuage de points — constitué, à l'époque de la rédaction de la présente communication, à raison d'environ 5 000 points mesurés par seconde pour un laser «à temps de vol»<sup>8</sup> et d'environ 100 000 coordonnées par seconde pour un scanner à décalage — produit un moulage virtuel de l'objet dont la précision dépend de la densité du balayage, décroissante en fonction de la distance de l'appareil. Si le maillage du nuage de points peut atteindre une précision millimétrique, il reste neutre et aléatoire et il est nécessaire d'en extraire, dans un deuxième temps, les éléments pertinents pour l'étude archéologique du bâti : composantes architectoniques, blocs individuels, surfaces, traces d'outil, matériaux, signes lapidaires, etc.

Efficace pour la saisie géométrique indistincte des volumes et des surfaces dans leur ensemble quels que soient leur intérêt, leur nature et leur date pour la connaissance archéologique du monument, le scan est en effet inopérant pour l'identification des points précis qui définissent les contours et détails d'une structure en vue de son analyse, ce qui impose un traitement a posteriori, réalisé habituellement sans contact visuel avec l'objet réel. Il en va de même pour la Corrélation épipolaire dense (CED), procédé dérivé de la photogrammétrie numérique qui offre une alternative économique et performante à la scannerométrie laser qu'elle tend aujourd'hui à supplanter, forte de son coût réduit et du développement rapide de la chaîne logicielle connexe en vue d'une simplification et démocratisation de la mise en œuvre. En clair, un nuage de points, aussi dense et précis soit-il du point de vue de la mesure, ne constitue qu'un moulage ou fac-similé tridimensionnel de l'objet, alors que

le relevé tachéométrique ou manuel réalise une lecture interprétée du contenu en réponse aux questionnements de l'étude archéologique. Dans le domaine du bâti ancien, les deux approches peuvent être comparées à la différence entre le fac-similé d'une pièce d'archives et sa transcription, traduction et analyse paléographique qui en restitue le contenu et le sens.

La méthodologie numérique adoptée se fonde sur une dynamique développée dans le cadre du partenariat interuniversitaire franco-allemand fédérant l'actuel Laboratoire d'Archéologie Médiévale Méditerranéenne et Moderne en Méditerranée (LA3M UMR 7298), Université d'Aix-Marseille AMU/CNRS, et l'Institut d'histoire de l'architecture (Institut für Architekturgeschichte – IFAG) de l'Université de Stuttgart. À précision millimétrique, le relevé au tachéomètre laser est réalisé en temps réel sur place grâce au logiciel TachyCAD, en enregistrant, en traçant de visu et en décrivant d'emblée les éléments pertinents. Sans compter le coût compétitif de l'équipement (appareil de mesure, ordinateur, logiciels) par rapport au scanner — d'environ 10 à 5 % — la méthode inverse avantageusement à la fois la chronophagie et la relation analytique avec l'objet architectural observé visuellement, mesuré et enregistré in situ : la rapidité du scanner et de la CED sur le terrain étant en effet inversement proportionnelle à la durée de la phase de traitement en atelier, réalisée a posteriori et habituellement à distance de l'objet, à la différence du relevé tachéométrique en question qui procède d'une approche systématique directe de son objet sur le terrain, et qui est conséquemment configurée spécifiquement en fonction des objectifs et besoins de la recherche archéologique, réduisant d'autant le traitement en atelier. Aussi, la méthode répond-elle à une des principales exigences du relevé archéologique qui ne saurait faire l'économie du contact direct avec son objet sans interface. Elle permet en outre de redresser, d'importer et de superposer les relevés existants.

<sup>8</sup> Calculant la distance par mesure du temps parcouru par le rayon laser entre l'appareil et l'objet. Information MAP GMSAU.

## 2. LES RELEVÉS

### 2.1. Le relevé numérique : plan, élévations et coupes

Si la position des éléments mesurés dans l'espace tridimensionnel est essentielle pour l'analyse archéologique et la création in fine de maquettes virtuelles tridimensionnelles traduisant la restitution des états successifs de l'édifice étudié (ECHTENACHER *et al.*, 2011, 2013), l'approche archéologique s'appuie en premier lieu sur une documentation bidimensionnelle et la projection parallèle. Plusieurs types de données illustrent l'adaptation du relevé tachéométrique au but recherché. Le degré de précision des plans (fig. 3), qui dépend du nombre d'éléments distinctifs mesurés et enregistrés à différents niveaux de l'élévation — fondations, murs, plinthes, bases, supports, ouvertures, voûtement, signes lapidaires, inscriptions, traces de revêtements, etc. — permet de saisir sur le terrain et

de prendre en compte les innombrables changements d'alignement qui ont accompagné la mise en œuvre des parements internes de l'église inférieure de Saint-Gilles. Plus significatif encore, la définition exacte de la relation spatiale entre les différents bâtiments monastiques ouvre sur une analyse des systèmes d'axe contrastants voire contradictoires qui ont accompagné la genèse du bâti actuel (fig. 4), indice probable de l'influence du bâti antérieur dont la présence avérée<sup>9</sup> ou supposée motive et oriente les recherches archéologiques du sous-sol. Ainsi, le plan de l'église actuelle accuse un contraste entre deux orientations différentes : une forte convergence des murs gouttereaux vers l'est compense un désaxement des piliers et de la travée centrale de l'église inférieure. Ceux-ci sont, en revanche, d'équerre avec l'aile orientale du cloître, résidu d'un système plus ancien qui fut effacé par la construction de l'église actuelle, venue absorber près de la moitié de l'espace claustral vers la fin du 12<sup>e</sup> siècle.

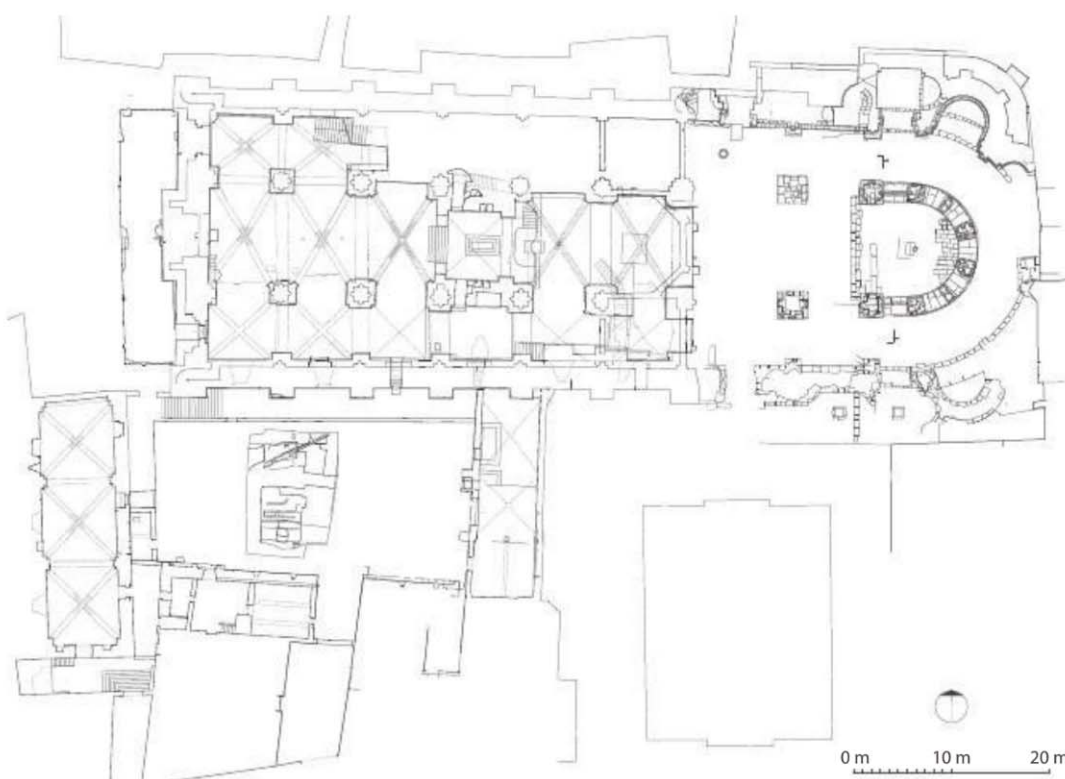


Fig. 3

Plan général de l'abbaye (H. Hansen, 2009-2010).

© IFAG.

<sup>9</sup> Les fouilles de 2010 ont en effet mis au jour des restes de constructions du Haut Moyen Âge dans l'ancienne aire claustrale. L'orientation de ces murs préfigure le plus ancien des systèmes d'axe identifiables dans l'ensemble monastique du second millénaire (BUFFAT *et al.*, 2011 ; HARTMANN-VIRNICH & HANSEN, 2011 ; HARTMANN-VIRNICH *et al.*, 2013, p. 386-388).

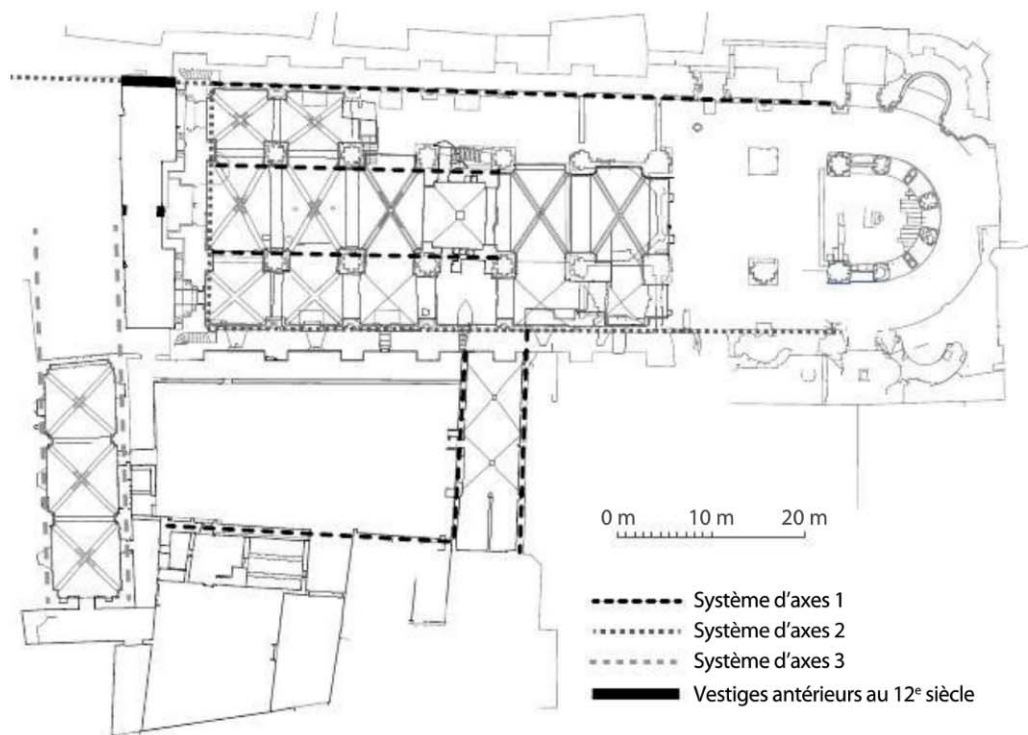


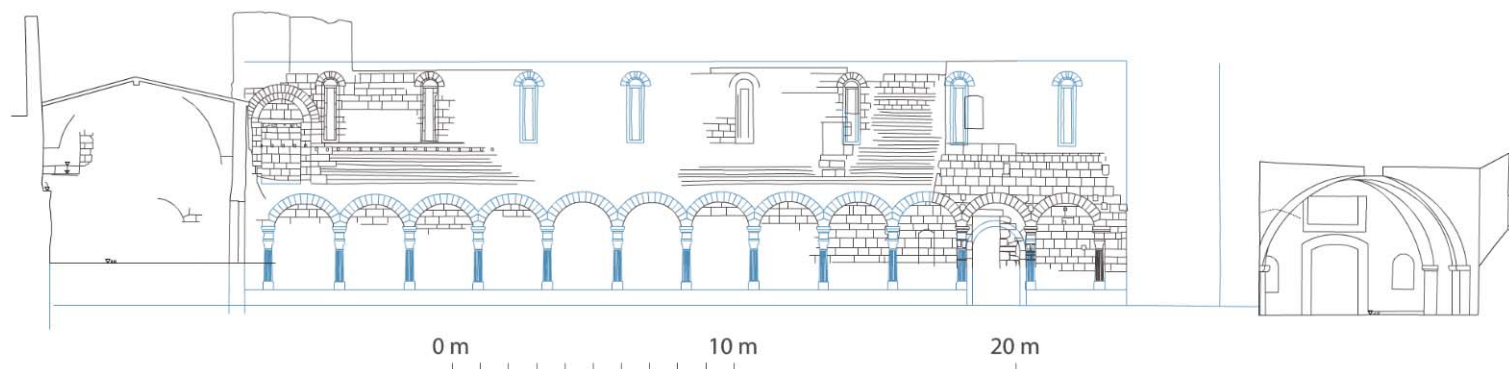
Fig. 4

Interprétation des orientations divergentes des composantes du plan.

H. Hansen, 2010,  
© IFAG ; A. Hartmann-  
Virnich (d'après un  
relevé de HANSEN, 2009-  
2010), © LAMM.

La mise en relation altimétrique et topométrique précise des différents monuments du monastère par rapport à l'ensemble monumental, l'un des principaux acquis inédits du travail de relevé numérique, donne lieu à une nouvelle vision de la chronologie relative des constructions et, partant, à une nouvelle approche de la relation fonctionnelle entre les bâtiments claustraux et l'église. Il en va ainsi pour le périmètre du cloître roman, dont le prolongement jusqu'à mi-hauteur du socle de la façade romane, mis en évidence par le relevé et l'étude des élévations, était tout à fait inconnu. Cette révélation donna enfin un sens aux arrachements verticaux scandant un mur conservé au pied de la façade, qui purent être identifiés comme les négatifs laissés par le démontage des pilastres engagés de l'arcade latérale de l'ancienne galerie occidentale. Elle permit en même temps de réinterpréter un massif de maçonnerie mis au jour lors de fouilles conduites en amont du projet comme probable fondation du mur-bahut de l'arcade entre la galerie et le préau, détruit lors de la mise en chantier des fondations de la grande abbatale. L'exemple de l'aile méridionale, long et vaste édifice doté d'une somptueuse salle à l'étage sur toute sa longueur, illustre l'intérêt de la démarche (fig. 5). L'existence d'une fenêtre

ébrasée dans le mur méridional de la travée de la confession, condamnée et obturée à l'issue d'un changement du projet architectural survenu très tôt dans la mise en œuvre de l'édifice, suppose que l'ordonnance initialement prévue pour l'église inférieure romane tint encore compte d'un espace ouvert au sud à l'emplacement du bas-côté actuel (HARTMANN-VIRNICH & HANSEN, 2013<sup>a</sup>, p. 303-313 ; p. 312, fig. 18). Elle confirme aussi que l'organisation des bâtiments monastiques se rapportait à un espace claustral plus large, à peu près carré, qui comprenait dans son angle nord-est un puits qui fut ensuite incorporé dans le collatéral de l'église inférieure. Ainsi, la reconstruction de la galerie nord du cloître, imposée par le rétrécissement de l'aire claustrale, laissa en place un conduit oblique orienté vers le puits, dont les fouilles du préau ont permis de retrouver les vestiges (HARTMANN-VIRNICH *et al.*, 2013, p. 384 ; p. 385, fig. 15). Le rapport des bâtiments monastiques avec l'église précédente, aujourd'hui incompréhensible, est illustré par le portail à l'étage de l'aile méridionale, qui reliait la vaste et somptueuse salle en pierre de taille à l'intérieur du bâtiment, interprétée comme dortoir, à l'église haute, dont l'existence est attestée par divers récits des deux rédactions du *Livre des miracles de saint Gilles*,



datées respectivement vers 1121-1125 et vers 1150-1166<sup>10</sup>. Or, l'église haute actuelle, dépourvue de tout passage du côté du cloître, fut dotée d'une porte latérale à l'est de l'aile orientale : le fait que le chœur monastique, probablement séparé de l'église des laïcs par un jubé entre la troisième et la quatrième travée occidentale, se trouvait désormais plus à l'est, pourrait expliquer l'obturation de la porte primitive du dortoir, dont le moyen appareil de facture romane semble en effet dater de la même époque.

## 2.2. Le relevé numérique pierre à pierre

Une autre application de la méthode de relevé numérique, dont les performances sur le terrain permettent une saisie accélérée d'informations relatives à la forme de l'objet, et leur représentation vectorisée grâce au logiciel connexe (AutoCAD), consiste dans le relevé pierre à pierre des élévations en pierre de taille comme support d'une cartographie tridimensionnelle de certains critères distinctifs tels que les dimensions moyennes de l'appareil, les signes lapidaires et les types de pierre (fig. 6). Ainsi, les marques lapidaires sont-elles relevées individuellement au tachéomètre, en mettant en évidence leur corrélation avec les niveaux et changements d'appareil à l'intérieur et à l'extérieur pour l'ensemble de l'édifice. Dans le cas de l'église abbatiale, la répartition inégale

des zones d'appareil à signes lapidaires et les variations de la forme comme de la fréquence des types de signe suivent la progression de la mise en œuvre par tranches horizontales et verticales, qui s'accordent notamment aux étapes majeures de la mise en œuvre, étudiées à l'exemple du mur gouttereau méridional : il en va ainsi, à titre d'exemple, pour la partie inférieure du mur gouttereau sud dans les cinq travées occidentales jusqu'à la hauteur d'appui des larges baies ébrasées, venues remplacer un premier projet d'ouvertures de plus modeste envergure, et pour les assises sous la claire-voie du collatéral de l'église supérieure qui s'interrompent à la jonction de la cinquième travée et du pilier intermédiaire de la quatrième. Le fait que les mêmes marques apparaissent aussi à la façade, au même niveau, confirme le lien intrinsèque entre l'ouvrage de la façade et la nef, déjà mis en évidence par les recherches doctorales de Heike Hansen. L'enregistrement des données s'appuiera à terme sur le logiciel MonuMap, complémentaire au logiciel TachyCAD, auquel il ajoute les performances d'un SIA (système d'information architectural), interrogeable à partir du relevé tridimensionnel.

Si les relevés au tachéomètre, doublés d'une couverture par photoredressement réalisée indépendamment pour illustrer l'état actuel des surfaces murales, constituent la base pour l'analyse dimensionnelle et spatiale des éléments

Fig. 5

Bâtiments claustraux. Coupe est-ouest ; aile méridionale : relevé tachéométrique de la façade nord avec restitution, en bleu, des parties détruites (H. Hansen, 2009-2010).

© IFAG

<sup>10</sup> GIRAULT & GIRAULT (dir.), 2007, n° 8, p. 70 ; n° 15, p. 120 ; n° 19, p. 134 (se référant à l'« église supérieure » de la plus importante des trois églises détruites en 1116) ; n° 20, p. 140 (miracle situé à l'époque de l'empereur Conrad III, donc entre 1138 et 1152).

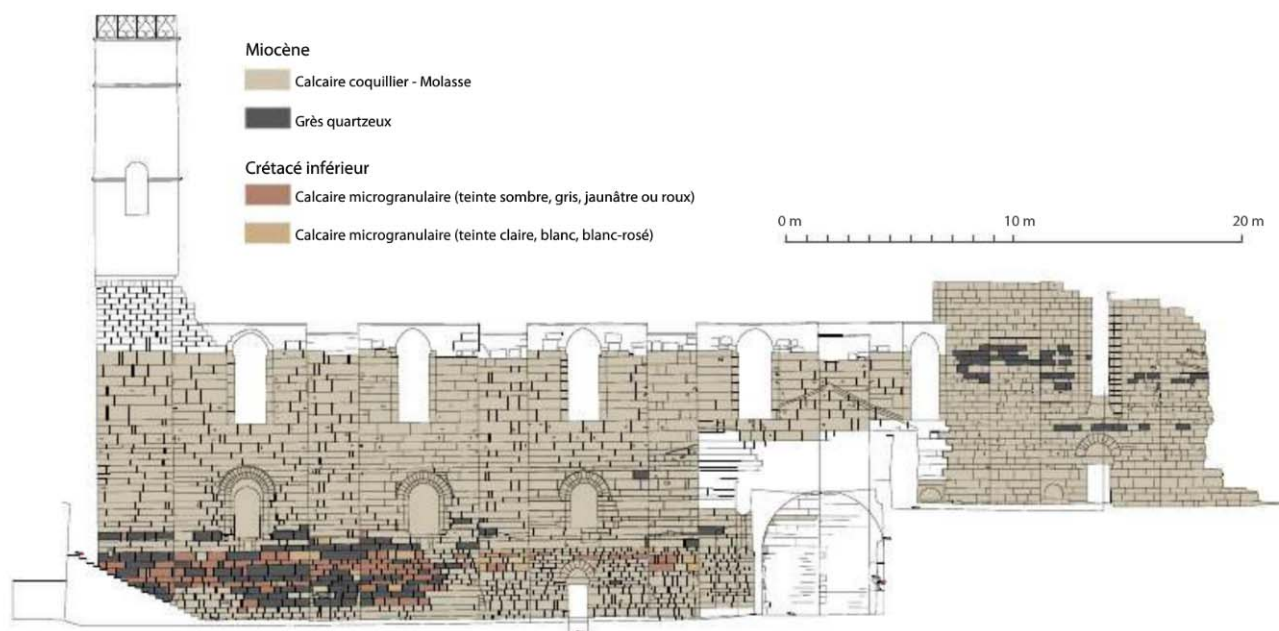


Fig. 6

Élévation sud de l'église avec cartographie des matériaux.

H. Hansen, 2009-2010, © IFAG ;  
étude géologique :  
A. Hairabian, 2010,  
© LAMM ;  
DAO : L. Maggiori, 2011,  
© LAMM

relevés à l'échelle du bloc individuel analytique, la documentation de l'état des maçonneries est réalisée sous la forme désormais classique d'orthophotographies. La finalité de cette documentation, qui à elle seule s'avère souvent inopérante pour une identification certaine des éléments pertinents pour l'étude archéologique (blocs, signes lapidaires, joints, traces de revêtement...), diffère donc nettement de celle du relevé tachéométrique.

### 2.3. La prise en compte des fouilles archéologiques

Second volet archéologique du programme *AEGIDIANA*, les fouilles conduites depuis 2009 ont pour objet la poursuite des investigations dans le sous-sol, commencées dans les années 1970 sans méthode stratigraphique au sens strict du terme<sup>11</sup>, et reprises en 2004 par trois sondages au pied de la façade et du mur gouttereau sud, à l'intérieur (MARKIEWICZ, 2004). Si ces dernières interventions, motivées par la recherche des causes de l'instabilité du terrain sous la moitié sud de l'abbatiale, n'avaient donné qu'un aperçu limité des fondations et de leur relation avec des constructions

préexistantes (HARTMANN-VIRNICH, 2013, p. 380 ; p. 382, fig. 10), le programme en cours devait privilégier la zone claustrale dans le but d'apporter des informations substantielles sur une zone dont la fouille ne pouvait bénéficier d'un contexte de financement dans le cadre des futurs travaux de restauration et des recherches archéologiques préventives. L'objectif des fouilles du cloître, précédées de sondages de reconnaissance en 2009 (MARKIEWITZ, 2010) et conduites en deux campagnes sur une large tranchée transversale nord-sud en 2010 (BUFFAT *et al.*, 2011 ; HARTMANN-VIRNICH *et al.*, 2013) porte sur la vision diachronique de l'espace claustral, à la recherche des traces ou vestiges des galeries romanes, détruites et démontées au milieu du 17<sup>e</sup> siècle, des différentes phases du cimetière et des indices et traces d'habitat antérieures à l'établissement monastique. La prise en compte des fouilles dans le relevé numérique imposait un suivi systématique des étapes de la fouille par des campagnes de relevé, en vue d'une saisie détaillée des principales structures et éléments identifiés : tranchées d'épierrement, vestiges de constructions, sols, sépultures à coffrage de pierre. Complémentaire à la documentation

<sup>11</sup> Pour un bilan synthétique de ces investigations à partir des archives inédites, voir HARTMANN-VIRNICH, 2013, p. 377-379 ; p. 378-381, fig. 1-7.

réalisée au cours de la fouille dont il permet le nivellement et le calage topographique, le relevé au tachéomètre alimente avant tout la réflexion sur le contexte topographique et chronologique de l'ensemble, grâce à sa réalisation sur le terrain en temps réel, en collaboration avec les intervenants. La précision du nivellement global et celle, relative, de l'emplacement des murs-bahuts des galeries du cloître déterminé à partir de la saisie du négatif des murs épierrés et des rares restes de maçonnerie en place, sont une des clefs de la restitution des constructions disparues et de leur place dans l'évolution du bâti (HARTMANN-VIRNICH & BONETTI, 2013<sup>a</sup>, 2013<sup>b</sup>). Il en va de même pour l'anastylose numérique hypothétique des arcades réalisée dans un second temps à partir de l'analyse et étude comparative des fragments du décor et des blocs d'appareil de l'ancienne galerie nord, qui ont échappé à la récupération et transformation en chaux à une époque incertaine que les sources écrites et les données stratigraphiques permettent de rattacher très probablement aux travaux de la reconstruction de l'église entre 1650 et 1655 (HARTMANN-VIRNICH & BONETTI, 2013<sup>a</sup>, p. 393, fig. 6; 2013<sup>b</sup>, § 16, fig. 6).

## 2.4. Le relevé manuel

Pour compenser les limites techniques, méthodologiques et déontologiques de l'outillage numérique, les projets de recherche sur l'abbaye de Saint-Gilles comportent aussi un volet de relevés manuels à haute précision. Paradoxalement, le développement technologique en faveur des méthodes numériques rend obsolète la discussion sur le pour et le contre des méthodes manuelles et numériques, menée naguère dans le contexte d'une mise en concurrence qui est aujourd'hui largement dépassée (WEFERLING *et al.*, 2001)<sup>12</sup>. La révolution numérique a toutefois contribué à occulter la complémentarité des méthodes, et à discréditer

le relevé manuel auprès des maîtres d'ouvrage qui ignorent les enjeux d'une étude archéologique du bâti. À Saint-Gilles, le dessin manuel à l'échelle 1/10<sup>e</sup>, réalisé sur échafaudage au contact direct avec les surfaces murales au cours d'une observation exhaustive, établit une cartographie analytique précise et systématique des élévations. Le geste de l'archéologue traduit le résultat d'une observation de visu minutieuse en prenant en compte des indices qui exigent pour la plupart un examen rapproché à l'aide d'un éclairage changeant, adapté de façon optimale à la détection de toutes les traces d'outil, signes lapidaires, tracés, graffiti et autres incisions dans la surface de la pierre, des jointoiments et des restes d'enduit : autant d'éléments qui échappent facilement, au moins partiellement sinon entièrement, à une interprétation faite sur support photographique, réalisé avec un seul éclairage<sup>13</sup>. La différence équivaut pour ainsi dire à celle entre une photographie aérienne et une carte d'état major, qui fournit un canevas analytique de l'ensemble des données géographiques et topométriques prises en compte et cartographiées de manière systématique pour l'analyse du terrain.

L'exemple du mur sud de l'église inférieure (fig. 7) illustre l'intérêt de la méthode adoptée. Pour pallier la visibilité fortement réduite et le contre-jour des fenêtres, le changement de l'éclairage rasant a révélé un grand nombre d'incisions diagonales sur les blocs, faiblement tracés à la pointe : ce marquage, également présent sur le pilier occidental du côté sud et sur certains blocs de l'étage du bâtiment claustral méridional, est lié en partie basse à un niveau de blocs hétérogènes refaçonnés pour leur emploi dans les maçonneries : un des indices qui permettent d'individualiser une des toutes premières phases de la construction de la crypte, cruciale entre autres pour l'interprétation de la célèbre inscription commémorant la fondation de l'église en l'an 1116, qui est incisée dans un bloc du

<sup>12</sup> Le second colloque sur le même sujet, tenu cinq ans plus tard et consacré exclusivement aux méthodes numériques, n'aborde plus la question du relevé manuel et de son intérêt méthodologique pour l'archéologie du bâti (RIEDEL *et al.*, 2006).

<sup>13</sup> Voir nos réflexions à ce sujet et la bibliographie dans HARTMANN-VIRNICH, 2011<sup>a</sup>, 2011<sup>b</sup>.

premier contrefort occidental. Cette inscription, considérée traditionnellement comme un élément authentique, car conforme aux sources historiques, et comme terminus ad quem du début de la construction de l'édifice roman, se trouve ainsi intégrée dans l'appareil en remploi qui constitue la base du nouvel édifice (fig. 6). Or, la chronologie relative complexe de l'espace claustral et de l'église, telle qu'elle est mise en évidence grâce aux travaux archéologiques, contredit cette date précoce, qui est en réalité antérieure de plus d'un demi-siècle au début de la mise en œuvre de l'abbatiale actuelle. La relecture des sources écrites, épigraphiques et archéologiques suggère en effet que l'inscription provient de l'église précédente (HARTMANN-VIRNICH, 2012; HARTMANN-VIRNICH & HANSEN, 2013<sup>a</sup>, p. 295-297). Un autre vestige du processus constructif, à peine perceptible, mais identifié grâce au relevé manuel, sont des traits verticaux tracés en ravalement sur le parement à l'aplomb des ogives de la voûte. Dans la mesure où les voûtes sur croisée d'ogives répondent à un changement de projet à l'achèvement de l'église inférieure, ces repères, probablement destinés au

positionnement des cintres comme le suggèrent des cas similaires<sup>14</sup>, accusent la trajectoire et la forme aléatoire des ogives, relativement précoces dans la région, dont la géométrie précise dut échapper au savoir-faire de leurs concepteurs comme de leurs bâtisseurs. L'analyse détaillée des parements, à l'aide d'un puissant éclairage adaptable, a enfin donné lieu à la découverte de décors peints totalement inconnus jusqu'alors, dont les traces d'une peinture murale du 13<sup>e</sup> siècle au centre du mur oriental de la crypte, figurant une Vierge à l'Enfant entourée de saints, un thème et un emplacement privilégiés qui posent la question des usages liturgiques à côté du culte du saint ermite (HARTMANN-VIRNICH & HANSEN, 2013, p. 326, fig. 39).

### 3. LA RESTITUTION TRIDIMENSIONNELLE VIRTUELLE

Une ultime finalité du relevé numérique polyvalent est la mise au point d'une restitution tridimensionnelle du complexe monumental, réalisée à titre d'outil de réflexion sur la validité

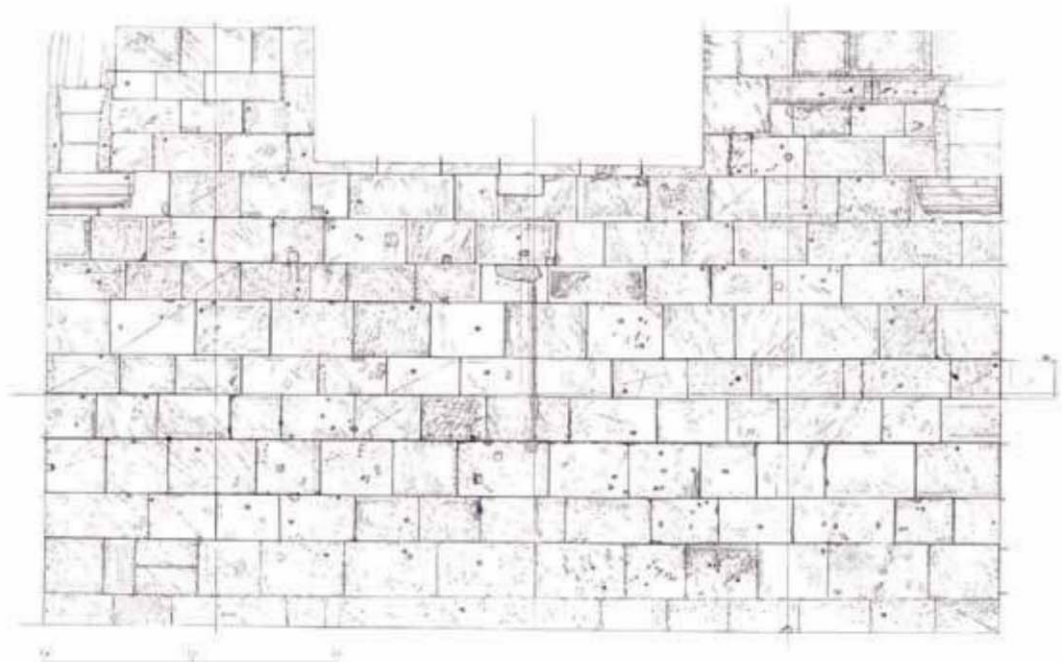


Fig. 7

Église inférieure.  
Relevé manuel  
pierre à pierre à  
l'échelle 1/10<sup>e</sup> de la  
quatrième travée du  
mur gouttereau sud  
(H. Hansen, 2011).

© IFAG

<sup>14</sup> Voir pour la fin du 13<sup>e</sup> siècle le cas du réfectoire de l'abbaye cistercienne de Silvacane, en Provence occidentale (HARTMANN-VIRNICH & MOLINA, 2010).

des hypothèses (fig. 8; ECHTENACHER *et al.*, 2011, 2013). L'église et les bâtiments monastiques sont conservés dans un état particulièrement fragmentaire, altéré et précaire, conséquence d'un abandon progressif depuis la sécularisation de l'abbaye en 1538, et de l'intrusion définitive du monde laïque dans l'ancien espace claustral attestée au plus tard dès l'époque moderne par la population mixte du cimetière. La profonde déchéance de l'abbaye et de la ville de Saint-Gilles, consommée dès le 15<sup>e</sup> siècle, dut détourner l'intérêt des artistes, des érudits, des cartographes et de leurs commanditaires de la forme physique du monument et de la ville. Une seule image de la ville de Saint-Gilles, réalisée vers 1500 par le « maître de saint Gilles » (Londres, National Gallery) ne peut être considérée comme une représentation de l'abbatiale avant les destructions des guerres de religion, malgré certains traits qui semblent rappeler la position des églises et du château à l'arrière-plan de la scène qui figure la rencontre légendaire du roi Wamba avec l'ermite<sup>15</sup>. Cependant, si l'on est tenté d'identifier l'église

dans la partie droite de l'image avec l'abbatiale, le contexte parisien des images du cycle rend cette interprétation improbable, car les lieux représentés dans les trois autres tableaux du même cycle, la Sainte-Chapelle, Notre-Dame de Paris et l'abbatiale de Saint-Denis, suggèrent la référence à un quatrième lieu francilien, identifié avec Pontoise et la vallée de l'Oise (WOLFF, 2010, p. 350). Le réalisme caractéristique des autres images du cycle suggère que le peintre prit en compte des éléments clairement identifiables dans sa composition imaginaire, l'échelle réduite de la représentation incite en tout cas à une interprétation prudente des détails de l'église : si l'on ne veut malgré tout exclure l'hypothèse que celle-ci évoque réellement la forme physique de l'édifice méridional, le clocher, détruit en 1622, aurait été traité comme l'un de ses traits distinctifs, susceptible d'identifier clairement l'endroit de la sépulture du saint pour ceux qui avaient accompli le pèlerinage.

La restitution des parties hautes de la nef et des élévations du chevet et du transept est



Fig. 8

Église inférieure et supérieure, travées occidentales. Maquette numérique tridimensionnelle de la 7<sup>e</sup> étape de construction.

Restitution : G. Echtenacher, 2010-2013 [d'après H. Hansen, A. Hartmann-Virnich & G. Echtenacher], © IFAG

<sup>15</sup> WOLFF, 2010. Notice pour le n° 178, p. 345-350.

compromise à la fois par l'absence de références iconographiques et par l'inachèvement de l'édifice dont les sources écrites antérieures à la sécularisation donnent une image aussi lacunaire que contradictoire. À ce problème s'ajoute l'originalité de l'ordonnance architecturale composite, caractérisée par la diversité des références et des emprunts fusionnés pour former un ensemble insolite dans toute la région bas-rhodanienne (HARTMANN-VIRNICH & HANSEN, 2013<sup>a</sup>, p. 329-340). Dans ce domaine, l'exactitude géométrique et la qualité analytique du plan numérique (fig. 3) révèlent le caractère tout à fait spécifique du chevet dont le plan se distingue de celui de la nef par sa conception rigoureuse. Le fait que les murs gouttereaux de la nef convergent de la façade à l'entrée du déambulatoire de plus de deux mètres pour se rapprocher de l'envergure réduite du chevet, suppose que le chevet obéit à une logique autonome, dont la plus grande exactitude géométrique se distingue jusque dans l'ordonnance rayonnante des supports du rond-point. Les colonnes géminées de ce dernier, empruntées au répertoire du premier gothique, contrastent avec les piles cruciformes de la nef, de tradition romane, et accusent la différence entre les deux parties tributaires chacune de sources différentes.

Dans le contexte de cette diversité déconcertante des références, la recherche des parallèles régionaux et non régionaux, un des thèmes directeurs des recherches futures, se fonde à son tour sur la pertinence du relevé numérique. L'unique autre chevet roman à déambulatoire et chapelles rayonnantes dans la région, à l'exception de celui, beaucoup plus ancien, de la cathédrale de Viviers située à une centaine de kilomètres en amont (ESQUIEU, 1995, p. 320, fig. 3 ; p. 321) est celui de la crypte de Notre-Dame de Montmajour, puissante abbaye bénédictine située à une trentaine de kilomètres seulement sur la rive provençale du Rhône. La crypte de Montmajour, sans doute achevée dès 1153, date à laquelle la communauté met en service le chœur liturgique dans l'église supérieure, préfigurait peut-être un chevet sur

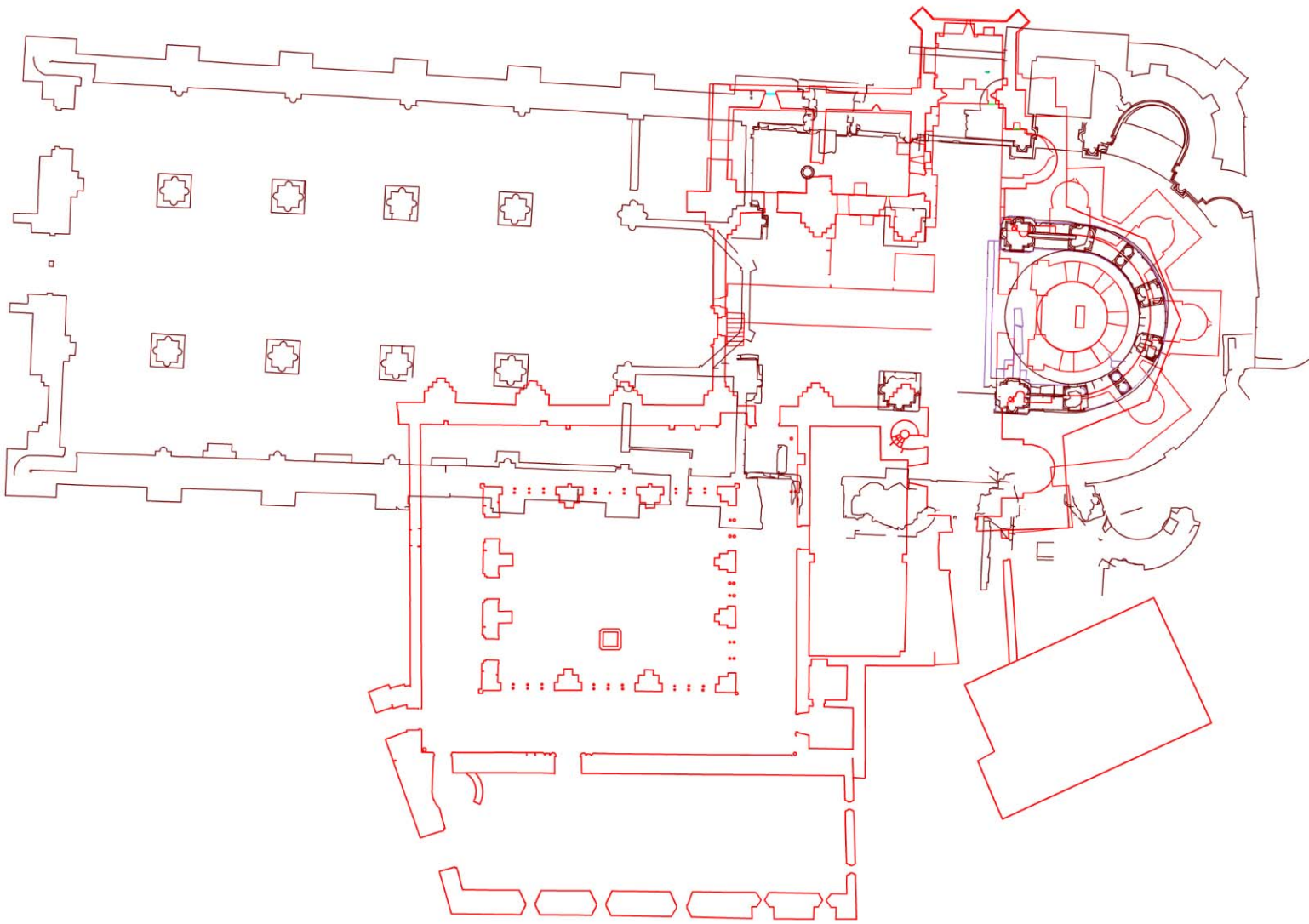
le même plan à l'étage, réduit en fin de compte à un simple chevet tri-absidal. Le chantier de Montmajour, contemporain de la construction du prédécesseur de l'abbaye saint-gilloise commencée en 1116, ne pouvait manquer d'impressionner, tant les proportions de l'église abbatiale et de ses puissantes substructions semi-rupestres étaient inhabituelles.

Or, la largeur identique du déambulatoire de Montmajour et du socle du rond-point à Saint-Gilles, de 198 cm, soit l'équivalent d'une canne<sup>16</sup>, pourrait en effet révéler une relation concrète entre les deux chevets. La superposition des plans numériques des deux chevets, réalisés avec la même précision millimétrique (fig. 9), montre une concordance de l'entrée du déambulatoire par rapport au centre, alors que le chevet de Saint-Gilles est beaucoup plus vaste, de sorte que l'envergure de son déambulatoire dépasse le périmètre des chapelles de la crypte de Montmajour. Une coïncidence fortuite paraît d'autant moins probable que les deux édifices atypiques, les seuls exemples de ce type de chevet dans la région, se distinguent en même temps par l'adoption du parti d'une véritable église inférieure, d'une ampleur hors norme (HARTMANN-VIRNICH, 2001). Une relation formelle semble indéniable et on ne saurait exclure que l'abbatiale de Saint-Gilles fut conçue en réponse tardive à celle de Montmajour, une hypothèse qui sera au cœur d'une future enquête archéologique.

#### 4. CONCLUSION

*Von High Tech bis Handaufmass (De la haute technologie au relevé manuel).* Une décennie après ce premier colloque de l'Université de Cottbus sur les techniques et méthodes du relevé, et à l'encontre de la marche vers le «tout-virtuel», l'intitulé de la démarche peut être inversé et nuancé: le coût raisonnable et le maniement simple du tachéomètre laser ainsi que la souplesse de la chaîne logicielle

<sup>16</sup> La canne à huit pans gravée dans le mur occidental du cloître de l'abbaye de Montmajour mesure 206,5 cm (8 × 25,8 cm). Sa date est toutefois postérieure au 12<sup>e</sup> siècle ; celle gravée dans la façade de la cathédrale d'Alès mesure 197 cm (8 × 24,6 cm), illustrant l'amplitude potentielle de l'unité de mesure.



utilisée dans le cadre des projets de recherche sur l'abbaye de Saint-Gilles placent le domaine des technologies numériques au premier plan à côté des techniques de mesure par nuage de points. En même temps, la diversité des finalités de l'étude monumentale justifie le recours conjoint à des méthodes complémentaires, où le relevé manuel centré sur des problématiques spécifiques trouve tout son sens, pour répondre efficacement à la nécessité d'identifier, de

mesurer et de cartographier systématiquement les objets de la recherche dans un temps donné. L'exemple de Saint-Gilles, l'un des principaux chefs-d'œuvre de l'art roman dans le Midi méditerranéen, illustre l'intérêt de cette complémentarité pour un renouvellement fondamental de la vision archéologique du monument, qui change aussi celle de la place de ce dernier dans le panthéon des chefs-d'œuvre de l'art roman en général.

**Fig. 9**  
 Abbayes de Saint-Gilles-du-Gard et de Montmajour, superposition des plans tachéométriques (H. Hansen, 2009-2011).  
 © IFAG

## BIBLIOGRAPHIE

Archives, [1855-1872]. *Archives de la Commission des monuments historiques publiées par ordre de Son Excellence M. Achille Fould, ministre d'État*, t. 1, Moyen Âge – architecture religieuse, première partie – églises, Paris.

BUFFAT L., SCHNEIDER L. & HARTMANN-VIRNICH A., 2011. Saint-Gilles. Les Jardins du Cloître. In: *Bilan scientifique de la région Languedoc-Roussillon 2010*, Montpellier, Direction Régionale des Affaires Culturelles Languedoc-Roussillon, Service Régional de l'Archéologie, p. 85-86.

CRISPIN A., VACHEYROUX G., DABAS M. & HARTMANN-VIRNICH A., 2013. Cartographie géoradar de l'ancienne abbaye de Saint-Gilles-du-Gard. In: HARTMANN-VIRNICH A. & HANSEN H. (dir.),

Saint-Gilles-du-Gard. Nouvelles recherches archéologiques sur un monument majeur de l'art roman, *Bulletin Monumental*, 171-4, p. 339-340.

ECHTENACHER G., HANSEN H. & HARTMANN-VIRNICH A., 2011. Reconstructing the Building Process of Saint-Gilles-du-Gard Abbey. 3-D Modelling as an instrument for Archaeological Analysis of Historic Architecture. In: *Proceedings of the International Conference/Actes du colloque international Arch-I-Tech, Archeologie/architecture Ingénierie-Technologie, Cluny, 17-19 novembre 2010*, Bordeaux, Ausonius, p. 171-177.

ECHTENACHER G., HANSEN H. & HARTMANN-VIRNICH A., 2013. Saint-Gilles-du-Gard. La restitution 3D : un outil au service de la réflexion archéologique. In: HARTMANN-VIRNICH A. & HANSEN H. (dir.), Saint-Gilles-du-Gard. Nouvelles recherches archéologiques sur un monument majeur de l'art roman, *Bulletin Monumental*, 171-4, p. 341.

ESQUIEU Y., 1995. La cathédrale Saint-Vincent de Viviers. In: *Congrès archéologique de France. 150<sup>e</sup> session. Monuments de la Moyenne Vallée du Rhône, 1992*, Paris, Société française d'archéologie, p. 317-331.

GIRAULT M. & GIRAULT P.-G. (dir.), 2007. *Livre des Miracles de saint Gilles*, Liber miraculorum sancti Egidii. La vie d'un sanctuaire de pèlerinage au XII<sup>e</sup> siècle, Orléans, Paradigme (Medievalia, 60).

HANSEN H., 2007. *Die Westfassade von Saint-Gilles-du-Gard. Bauforschende Untersuchungen zu einem Schlüsselwerk der südfranzösischen Spätromanik*, Institut für Architekturgeschichte der Universität Stuttgart. <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2008/3363/>

HANSEN H., 2013. La façade de l'ancienne abbatale de Saint-Gilles-du-Gard : recherches d'archéologie du bâti sur la construction. In: HARTMANN-VIRNICH A. & HANSEN H. (dir.), Saint-Gilles-du-Gard. Nouvelles recherches archéologiques sur un monument majeur de l'art roman, *Bulletin Monumental*, 171-4, p. 345-374.

HANSEN H., HARTMANN-VIRNICH A. & MARKIEWICZ C., 2007. L'abbatale de Saint-Gilles-du-Gard. In: *D'Espéran à Saint-Gilles, de l'Antiquité au Moyen Âge*, Nîmes (Archéologies gardoises, 4), p. 53-65.

HARTMANN-VIRNICH A., 2000. La « vis » de Saint-Gilles. In: *Congrès archéologique de France. 157<sup>e</sup> session. Monuments du Gard, 1999*, Paris, Société française d'archéologie, p. 293-299.

HARTMANN-VIRNICH A., 2001. La crypte dans l'architecture du chevet roman en Provence : état de la question. In : *Sanctuaires et chevets à l'époque romane. Culte des reliques, célébrations et architecture*, Actes du colloque d'Issoire, 14-15 novembre 1997, *Revue d'Auvergne*, 557, p. 31-53.

HARTMANN-VIRNICH A., 2011<sup>a</sup>. Dialoguer avec le monument : relevé manuel, consolidation et restauration de la porte orientale ayyoubide de la citadelle de Damas (Syrie). In: *Le relevé en architecture : l'éternelle quête du vrai*, Actes des journées internationales d'études de l'École de Chaillot, Cité de l'architecture et du patrimoine, Paris, 5-6 novembre 2007, Lyon, p. 114-129.

HARTMANN-VIRNICH A., 2011<sup>b</sup>. Transcrire l'analyse fine du bâti : un plaidoyer pour le relevé manuel dans l'archéologie monumentale. In : GALLET Y. (éd.), *Ex quadris lapidibus. La pierre et sa mise en œuvre dans l'art médiéval. Mélanges d'Histoire de l'art offerts à Éliane Vergnolle*, Turnhout, Brepols, p. 191-202.

HARTMANN-VIRNICH A., 2012. L'inscription de la fondation de l'abbatale de Saint-Gilles-du-Gard : réflexions sur un problème archéologique. In: ALCOY R., ALLIOS D., BILOTTA M.A. & GIANANDREA M. (dir.), *Le plaisir de l'art du Moyen Âge. Commande, production et réception de l'œuvre d'art. Mélanges d'histoire de l'art offerts en hommage à Xavier Barral I Altet*, Paris, Picard, p. 140-148.

HARTMANN-VIRNICH A., 2013<sup>a</sup>. Avant-Propos & Conclusion. In: HARTMANN-VIRNICH A. & HANSEN H. (dir.), Saint-Gilles-du-Gard. Nouvelles recherches archéologiques sur un monument majeur de l'art roman, *Bulletin Monumental*, 171-4, p. 291-292, p. 399-400.

HARTMANN-VIRNICH A., 2013<sup>b</sup>. « Et le dessain dicelle nestre pas en forme deglize ». Déchéance, infortune et réparation de l'abbatiale de Saint-Gilles-du-Gard aux XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècles. In : BLONDEAU C., BOISSAVIT-CAMUS B., BOUCHERAT V. & VOLTI P. (éd.), *Ars auro gemmisque prior. Mélanges en hommage à Jean-Pierre Caillet*, Turnhout, Brepols (Dissertationes & Monographiae, 6), International Research Center for Late Antiquity and the Middle Ages Motovun, University of Zagreb, p. 259-266.

HARTMANN-VIRNICH A. & BONETTI M.-P., 2013<sup>a</sup>. Les fragments de sculpture architecturale issus des fouilles du cloître de l'ancienne abbaye de Saint-Gilles-du-Gard. In : HARTMANN-VIRNICH A. & HANSEN H. (dir.), *Saint-Gilles-du-Gard. Nouvelles recherches archéologiques sur un monument majeur de l'art roman*, *Bulletin Monumental*, 171-4, p. 391-398.

HARTMANN-VIRNICH A. & BONETTI M.-P., 2013<sup>b</sup>. Ancienne abbaye de Saint-Gilles-du-Gard. Nouvelles recherches sur la sculpture architecturale « erratique », *Bulletin du centre d'études médiévales d'Auxerre* | BUCEMA [En ligne], 17.1 | 2013, mis en ligne le 16 avril 2013, consulté le 18 juin 2013. URL : <http://cem.revues.org/13004> ; DOI : 10.4000/cem.13004. ISSN électronique 1954-3093.

HARTMANN-VIRNICH A., BUFFAT L., SCHNEIDER L., LEGRAND-GARNOTEL A. & MASBERNAT-BUFFAT A., avec la collab. de HANSEN H. & MARKIEWICZ C., 2013. L'ancienne abbaye de Saint-Gilles-du-Gard. Les vestiges architecturaux du sous-sol d'après les investigations archéologiques. In : HARTMANN-VIRNICH A. & HANSEN H. (dir.), *Saint-Gilles-du-Gard. Nouvelles recherches archéologiques sur un monument majeur de l'art roman*, *Bulletin Monumental*, 171-4, p. 377-390.

HARTMANN-VIRNICH A. & HANSEN H., 2011. Saint-Gilles, ancienne abbaye, programme de recherche franco-allemand ANR-DFG AEGIDIANA. In : *Bilan scientifique de la région Languedoc-Roussillon 2010*, Direction Régionale des Affaires Culturelles Languedoc-Roussillon, Service Régional de l'Archéologie, p. 82-84.

HARTMANN-VIRNICH A. & HANSEN H., 2013<sup>a</sup>. Saint-Gilles-du-Gard. L'église abbatiale et les bâtiments monastiques. Nouvelles recherches archéologiques. In : HARTMANN-VIRNICH A. & HANSEN H. (dir.), *Saint-Gilles-du-Gard. Nouvelles recherches archéologiques sur un monument majeur de l'art roman*, *Bulletin Monumental*, 171-4, p. 293-338.

HARTMANN-VIRNICH A. & HANSEN H. (dir.), 2013<sup>b</sup>. Saint-Gilles-du-Gard. Nouvelles recherches archéologiques sur un monument majeur de l'art roman, *Bulletin Monumental*, 171-4, p. 291-406.

HARTMANN-VIRNICH A. & MOLINA N., 2010. Le réfectoire de Silvacane : recherches archéologiques sur le dernier chantier d'une abbaye cistercienne en Provence. In : VAN ROYEN H. (éd.), *Colloquium Natuursteen. Architecturale natuursteenfragmenten. De bouwhistorische problematiek rond. Afbraak, opgraving, consolidering en presentatie in lapidaria*, Actes du colloque de Koksijde, Abdijhoeve Ten Bogaerde, 23-24 octobre 2009, Abdijmuseum Ten Duinen 1138, Jaarboek, (Novi Monasterii, 9), p. 111-134.

MARKIEWICZ C., 2004. *Commune de Saint-Gilles-du-Gard. Abbatale de Saint-Gilles-du-Gard. Campagne de sondages archéologiques (autorisation n° 6027-208/2003, première phase)*, Direction Régionale des Affaires Culturelles Languedoc-Roussillon, Conservation régionale des Monuments Historiques, rapport inédit.

MARKIEWITZ [sic] C., 2010. Saint-Gilles. Abbatale, introduction à l'archéologie du cloître roman. In : *Bilan scientifique de la région Languedoc-Roussillon 2009*, Montpellier, Direction Régionale des Affaires Culturelles Languedoc-Roussillon, Service Régional de l'Archéologie, p. 87-90.

PALAZZO-BERTHOLON B., 2013. L'étude des mortiers de l'abbaye de Saint-Gilles-du-Gard. In : HARTMANN-VIRNICH A. & HANSEN H. (dir.), *Saint-Gilles-du-Gard. Nouvelles recherches archéologiques sur un monument majeur de l'art roman*, *Bulletin Monumental*, 171-4, p. 343-344.

RÉVOIL H., 1873. *Architecture romane du Midi de la France*, 3 t. et appendice, Paris, Veuve Morel & Cie.

RIEDEL A., HEINE K. & HENZE F. (éd.), 2006. *Von Handaufmass bis High Tech II. Modellieren, strukturieren, präsentieren. Informationssysteme in der historischen Bauforschung*, Interdisziplinäres Kolloquium vom 23.-26. Februar 2005 veranstaltet von den Lehrstühlen für Baugeschichte und ihre Vermessungskunde der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, Mainz.

SAUERLÄNDER W., 1978. Das 10. internationale Kolloquium der Société Française d'Archéologie : die Fassade der Abteikirche in Saint-Gilles-du-Gard, *Kunstchronik*, 31, p. 45-55.

WEFERLING U., HEINE K. & WULF U. (éd.), 2001. *Von Handaufmass bis High Tech. Messen, Modellieren, Darstellen. Aufnahmeverfahren in der historischen Bauforschung*, Interdisziplinäres Kolloquium vom 23.-26. Februar 2000 veranstaltet von den Lehrstühlen für Baugeschichte und für Vermessungskunde der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, Mainz.

WOLFF M., 2010. Maître de Saint-Gilles. In: BRESCH-BAUTIER G., CRÉPIN-LEBLOND T., TABURET-DELAHAYE É. & WOLFF M. (éd.), *France 1500. Entre Moyen Âge et Renaissance*, catalogue d'exposition de Paris, 6 octobre 2010-10 janvier 2011, Paris.