



HAL
open science

Cluny: de la gestion de données à la réalité augmentée

Christian Pere, Sébastien Faucher

► **To cite this version:**

Christian Pere, Sébastien Faucher. Cluny: de la gestion de données à la réalité augmentée. Virtual Retrospect 2007, Robert Vergnieux, Nov 2007, Pessac, France. pp.61-67. hal-01765810

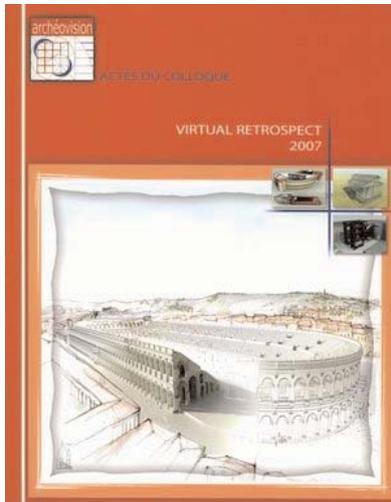
HAL Id: hal-01765810

<https://hal.science/hal-01765810>

Submitted on 18 Apr 2018

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.

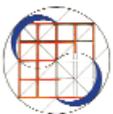
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Vergnien R. et Delevoie C., éd. (2008),
Actes du Colloque Virtual Retrospect 2007,
Archéovision 3, Editions Ausonius, Bordeaux

Tiré-à-part des Actes du colloque Virtual Retrospect 2007

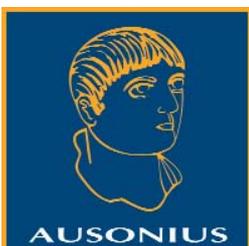
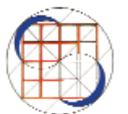
Pessac (France) 14, 15 et 16 novembre 2007



C. Pere, S. Faucher,

Cluny: de la gestion de données à la réalité augmentée

.....pp.61-67



Conditions d'utilisation :
l'utilisation du contenu de ces pages est limitée à un usage
personnel et non commercial.
Tout autre utilisation est soumise à une autorisation préalable.
Contact : virtual.retrospect@archeovision.cnrs.fr

<http://archeovision.cnrs.fr>



Cluny : de la gestion de données à la réalité augmentée

Christian Père, Sébastien Faucher
Laboratoire Le2i, Institut Image-ENSAM
2 rue T. Dumorey, 71000 Chalons-sur-Saône
Phone/Fax : +33 3 85 90 98 60/+33 3 85 90 98 61
{pere.faucher}@cluny.ensam.fr

Résumé : L'abbaye de Cluny, haut lieu de la chrétienté au moyen-âge rayonna sur toute l'Europe à partir du XI^e siècle. C'est en 910 que les premiers moines arrivèrent à Cluny pour y bâtir la première église. Sous l'abbatiat d'Hugues de Semur de 1049 à 1109, les besoins d'espace et la recherche de la spiritualité poussent les moines à construire une église aux proportions exceptionnelles de 1088 à 1130 : la Maior Ecclesia. Plus grande église de la chrétienté jusqu'à la construction de Saint-Pierre de Rome au XVI^e siècle, Cluny III présentait des attributs hors normes : 187 mètres de longueur, une quarantaine de mètres en élévation sous la coupole du grand transept, cinq nefs, deux transepts, 301 fenêtres, 5 clochers, des chiffres imposants pour l'époque médiévale. Malheureusement, la révolution française n'épargna pas l'Ordre de Cluny qui fut démantelé et dont l'église abbatiale se transforma en vaste carrière de pierres. Aujourd'hui, ne subsiste en élévation qu'environ 8 % de l'édifice, dont le bras sud du grand transept qui, avec le clocher de l'Eau Bénite, permet d'appréhender les dimensions remarquables et la qualité exceptionnelle de l'architecture. Jusqu'en 2010 et au-delà, afin de commémorer la fondation de Cluny, un grand chantier de restauration est engagé, il comprend deux volets indissociables Gunzo et Hézelon, noms des moines qui imaginèrent et construisirent la grande église. Hézelon est le programme de restauration et d'aménagement du patrimoine de Cluny qui permettra de conserver et valoriser les vestiges de l'abbaye. Gunzo est un consortium de recherche sur les nouvelles technologies de l'image pour la connaissance et la valorisation du patrimoine clunisien. Afin de faciliter la lecture du site où les parties subsistantes du monument s'enchevêtrent avec les constructions de la ville, des dispositifs de réalité augmentée permettront aux visiteurs de mieux comprendre le lieu et de se plonger dans le passé. En réponse à la décision de préserver les haras nationaux construit à l'époque napoléonienne, la réalité augmentée permet d'éviter de détruire des bâtiments empreints également d'une histoire fusse-t-elle plus récente. L'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers dont les locaux sont dans les bâtiments monastiques et la société On-Situ travaillent depuis plusieurs années sur la restitution numérique temporelle de l'abbaye de Cluny. Le programme de recherche Gunzo permet de mettre en place une chaîne numérique complète de création, d'application et de diffusion de la connaissance, de partir d'une base de données rigoureuse enrichie par le travail de fouilles des

archéologues pour aboutir à des périphériques portatifs de réalité augmentée mobile à destination des visiteurs. Cette présentation propose un tour d'horizon du grand chantier numérique de Cluny : abbaye européenne de la connaissance.

Mots-clés : Cluny, maquette virtuelle, base de données, restitution numérique, numérisation, réalité virtuelle, réalité augmentée

Abstract : Cluny III was the greatest abbey of the Christendom until the construction of Saint-Peters of Roma in the 17th century. Unfortunately, the Order of Cluny was broke up with the French revolution, and the church became a stone pit carry. Until 2010, for the commemoration of the Cluny foundation, a great restoration yard has begun. It is composed of two parts: Hézelon which is the restoration and development program for the patrimony of Cluny; and Gunzo, which is a research assembly on new image technologies, for knowledge and valorisation of the site. To facilitate the comprehension of this patrimony, and to allow the public to access its past, augmented reality features had been developed.

Keywords : Cluny, virtual mock-up, database, digital restoration, digitalization, virtual reality, augmented reality

CLUNY III OU LA LÉGENDE DU MOINE GUNZO

La légende de l'abbaye bénédictine de Cluny fondée en 910 veut que le moine Gunzo, ancien abbé de Baumes-Messieurs ait eu un songe vers l'année 1088. Alors que l'abbaye disposait déjà d'une belle église construite sous l'abbatiat de Mayeul à la fin du X^e siècle, Gunzo vit dans ses rêves le plan d'une église extraordinaire par ses dimensions, sa beauté et sa clarté. Il fait part de sa vision à l'abbé Hugues, traça sur le terrain le plan qui lui était apparu et convainquit l'abbé d'entreprendre la construction de ce qui devait devenir la plus vaste église de la chrétienté jusqu'à la construction de Saint Pierre de Rome, cinq siècles plus tard. C'est l'architecte Hézelon de Liège qui fut chargé d'assurer la maîtrise d'ouvrage.

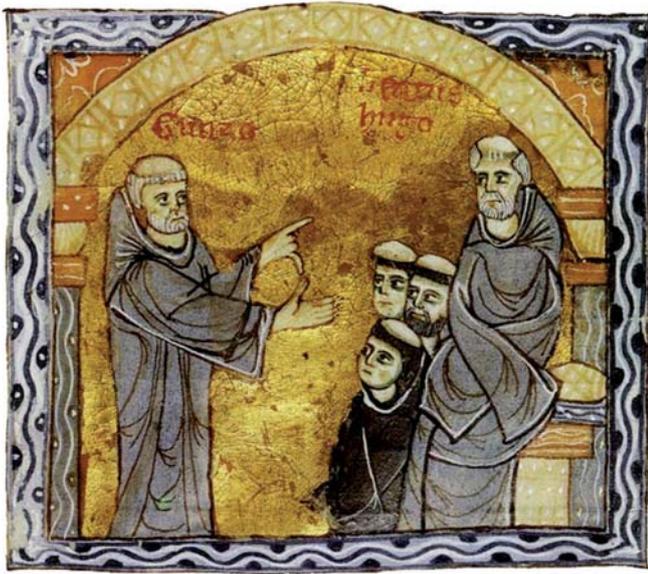


Fig. 1. Parchemin enluminé : Gunzo communiquant sa vision à l'abbé Hugues de Semur.

Fig. 2. Image réelle et image en réalité augmentée du site de Cluny (crédits : ENSAM/On-Situ).

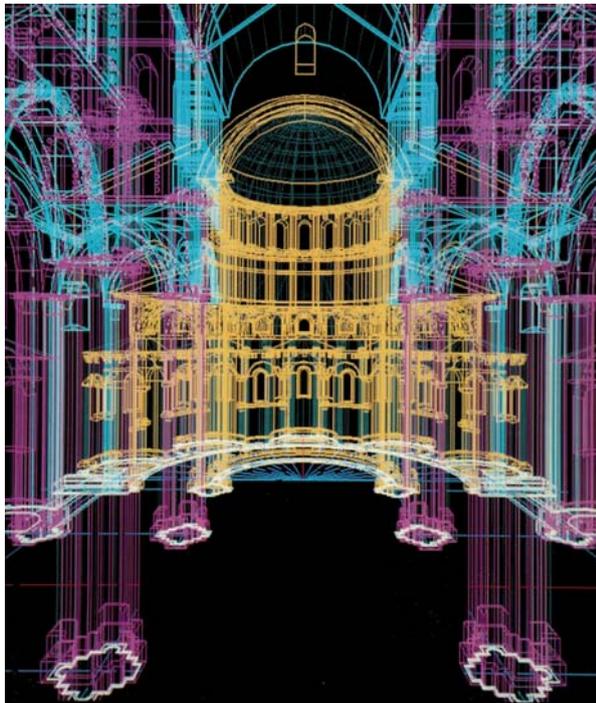


Fig. 3. Extrait du film "Mémoires de pierres".

Très rapidement, ce chef d'œuvre de l'architecture médiévale vit le jour, innovant au plan des techniques de construction par bien des aspects : voûte en berceau semi brisé, construction sur des pieux fichés dans le terrain alluvial, caractère porteur de la structure plus que des murs, importance des percements permettant un jeu extraordinaire avec la lumière.

Le financement de l'église fut assuré par des donations en provenance du roi d'Espagne, du roi d'Angleterre et profita des excellentes relations que Cluny entretenait avec l'empereur germanique. Ainsi, Cluny put s'affirmer comme le chef d'ordre de l'Éclésiastion Cluniacensis, puissant réseau de plus de mille filiales réunissant 10.000 moines dans l'Europe entière.

Malheureusement, la révolution française a été fatale pour la grande église abbatiale Cluny III, il ne subsiste aujourd'hui qu'à peine 8 %, suite à la destruction de l'église à partir de 1798 pour en faire une carrière de pierres utilisées à la construction du haras national.

Aujourd'hui, les bâtiments monastiques du XVIII^e siècle abritent les locaux de l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, prestigieuse école d'ingénieurs à prédominance mécanique. Les étudiants de l'école vivent à l'intérieur même de ce lieu chargé d'histoire médiévale.

C'est dans le cadre d'un projet de fin d'études en 1990 que la première restitution numérique de la grande église naît. L'étudiant (NDLR : Christian Père en l'occurrence) a passé de longues heures au musée d'Art et d'Archéologie de Cluny pour retrouver les schémas, plans et coupes de l'archéologue américain Kenneth John Conant, qui avait redécouvert l'abbaye au début du XX^e siècle.

MÉMOIRES DE PIERRES

De ce travail quasiment "bénédictin" tant il exigea de patience et de minutie dans l'étude de la documentation ancienne, naquit progressivement un modèle en trois dimensions de la Maïor Ecclésiastion Mobilisant des moyens informatiques lourds de la société IBM à la Défense. Le résultat convainquit les dirigeants de l'Agence d'Ingénierie Graphique, qui décida de produire un document grand public reprenant le résultat de mes travaux. Ce film "Mémoires de Pierres", connut une très forte notoriété, à travers sa diffusion sur les chaînes nationales de la télévision et sa présentation sur le circuit de visite auprès des 100.000 visiteurs annuels pendant plusieurs années.

QUAND GUNZO RENCONTRE HÉZELON

Soucieux de la conservation du "patrimoine numérique" que représentait le modèle 3D créé en 1991, la maquette numérique de la grande église de Cluny fut convertie aux nouvelles versions des logiciels CAO. Ceci permit à l'ENSAM et à son Institut Image de réaliser en 2002 une nouvelle présentation de cette reconstruction en utilisant une salle d'immersion virtuelle reconfigurable (MoVE) que l'ENSAM avait acquise pour mener une coopération avec le groupe

PSA. Dans ce cube à géométrie variable de 3 mètres d'arête, les faces sont des écrans sur lesquels des images doubles sont calculées en temps réel en fonction de la position de l'observateur. Celui-ci voit ainsi, à travers des lunettes stéréoscopiques la représentation en trois dimensions de l'objet ou de l'espace intérieur qu'il observe.

Autour de cet équipement, une équipe d'une dizaine d'ingénieurs chercheurs a mis au point en un an une nouvelle représentation 3D de la Maïor Ecclésiastion La recherche a porté en particulier sur la reconstitution des jeux de la lumière à l'intérieur de l'église, en fonction des heures, des jours et des saisons. A partir de ces résultats, une visite virtuelle accessible au grand public a été développée pour le compte du Centre des Monuments nationaux (CMN). Sur un grand écran de 6 mètres de large installé sur le parcours de visite de l'abbaye, les visiteurs équipés de lunettes peuvent visiter la grande église à différentes heures et être témoins du jeu de la lumière et de l'architecture.

Depuis le début de l'année 2006, le laboratoire a donné naissance à une jeune entreprise, essaimage de l'Institut Image de l'ENSAM-Cluny, la société On-Situ développe et conçoit des dispositifs innovants en réalité virtuelle.

PROJET PÉDAGOGIQUE, PROJET DE VALORISATION ET DE DÉVELOPPEMENT, PROJET DE RECHERCHE

Inaugurée en octobre 2004, cette nouvelle présentation virtuelle de la Maïor Ecclésiastion est le point de départ d'un ambitieux programme prévu par l'ENSAM et le Centre des Monuments nationaux, qui consiste à faire de Cluny un Centre de recherche et d'innovation sur le patrimoine numérique, notamment en matière de vision virtuelle du patrimoine et de réalité augmentée.

La première étape consiste à définir une base de données adaptée patrimoine. Cette base informatique est le cœur du dispositif, elle est constituée d'objets 2D (textes, numérisation de livres et gravures anciens) et d'objets 3D issus soit de numérisation 3D, soit de modélisation à partir de documents de référence et de la connaissance de scientifiques (archéologues, historiens, architectes) spécialistes de Cluny.

Constitution d'une base de données

Toutes ces innovations produisent un patrimoine de données numériques important qu'il est nécessaire de gérer. Pour cela un projet de conception d'une base de données adaptée patrimoine a été lancé. Son but est de proposer un formalisme de gestion de données numériques issues du patrimoine. La base de données doit être un outil d'échange et de connaissance aussi bien pour le public que pour les chercheurs. Elle doit donc être exhaustive et permettre la diffusion de connaissances assimilables par la majorité des publics.

Afin de déterminer une classification logique et efficiente, la solution adoptée est la détermination d'une structure produit associée à une dénomination des éléments. À partir de la

structure produit, il est possible de déterminer les différentes classes de la base de données ainsi que leurs attributs principaux. Il est néanmoins nécessaire de compléter les champs de la base de données ainsi trouvés par des attributs complémentaires ainsi que par des classes permettant de gérer cette base de données. Ceci permet d'élaborer un Système de Gestion des Données Techniques (SGDT) dont le rôle est de suivre les évolutions des données ainsi que des éléments décrits par celles-ci. Le résultat de cette gestion est un management des connaissances sur les monuments référencés.

La structure produit définit les liaisons entre les données ainsi que leur classement. Il se présente sous la forme d'une hiérarchisation de mots clés correspondant aux données. De ce fait, il ne doit contenir uniquement que les mots clés permettant de trouver de façon logique les données. Ces mots clés doivent donc être assez spécifiques pour permettre l'exécution de requêtes dans la base de données.

La structure produit se compose de trois niveaux : le niveau supérieur, le niveau configuration et le niveau inférieur. Le niveau inférieur regroupe le nom des fichiers ainsi que leur type. Le niveau supérieur contient les mots clés classés du plus général au plus spécifique selon un organigramme descendant. Le niveau configuration permet de sélectionner les options définissant l'objet décrit.

Le niveau supérieur de la structure produit doit reposer sur les termes d'architectures propres aux monuments religieux. Il part du monument (monastère, ...) pour arriver à l'élément (portail, travée, ...). Les options du niveau de configuration sont dans le cas de ce projet les hypothèses faites par les archéologues. Le niveau inférieur décrit les différents assemblages d'éléments architecturaux ou l'élément architectural élémentaire sur le(s)quel(s) les documents portent.

La base de données référence ainsi la maquette numérique du monument dans ses différentes configurations temporelles et selon les hypothèses de restitution plausibles. Elle permet de visualiser les modèles 3D d'un édifice au fil du temps.

Réalité augmentée

La réalité augmentée consiste à montrer sur une même image interactive des vestiges d'une époque donnée, encore visibles à l'œil nu et des éléments de la même époque qui ont disparu. Une telle approche, permet, dans le cas de monuments amputés ou recomposés, de faciliter la compréhension de la configuration à une époque donnée.

Un dispositif in situ a été mis au point et testé à Cluny par l'équipe de l'Institut Image et la société On-Situ. Un écran pivote sur deux axes autour d'un pied fixe. L'observateur oriente cet écran à sa convenance et observe les vestiges du transept de la Maïor Ecclesia resitués dans la grande église telle qu'elle était au XII^e siècle. La lumière ambiante éclaire à la fois les parties réelles et les parties virtuelles, grâce à une capture en temps réel de la voûte céleste et de sa luminosité.

L'étape suivante du dispositif consiste à mettre au point un écran nomade, qui n'aura plus de point fixe. Le visiteur sera localisé par un système type GPS, l'orientation de l'écran qu'il tiendra à la main sera mesurée grâce à un gyroscope électronique et l'image sera calculée en temps réel pour prendre en compte ces paramètres et permettre au visiteur de voir ce qu'il aurait vu à une autre époque. Ce système de réalité augmentée mobile baptisé Visioguide est ainsi une fenêtre vers le passé qui est donné à chaque observateur, apte à choisir le siècle de son observation.

Pour l'ENSAM Cluny, le développement de ces dispositifs issus d'une fertilisation croisée avec les techniques disponibles en revue de projet pour l'industrie aéronautique est à la fois un projet de recherche et un projet de formation. Plusieurs sujets de projets pluridisciplinaires proposés aux élèves ingénieurs en formation diplômante contribuent d'ores et déjà à la réalisation de ce grand projet. L'ambition de la direction et de l'équipe pédagogique du Centre ENSAM de Cluny est de donner un sens à la formation d'ingénieurs, de façon à ce que ceux-ci comprennent, dans le cadre de ce projet, que les applications de leur savoir-faire vont bien au-delà de l'industrie manufacturière. C'est aussi une occasion d'ancrer l'Ecole et sa formation dans son histoire.

DONNER UN SENS À LA TECHNOLOGIE : MILLE ANS D'INNOVATION... ET ÇA CONTINUE !

L'École monastique de Cluny dispensait au Moyen Âge les sciences de la parole (trivium) ainsi que les sciences des nombres (quadrivium) qui comprenaient l'arithmétique, la géométrie, la musique et l'astronomie. Cette pratique des nombres comprenait aussi une réflexion sur leur symbolique. Le terrain intellectuel ainsi fertilisé a permis le développement de véritables prouesses technologiques, au nombre desquelles figure la conception et la construction de la grande église abbatiale, mais aussi celle de la charpente du Farinier, en carène de bateau renversée, le système hydraulique de l'abbaye, l'invention de la pendule à balancier, etc.

Au XXI^e siècle, les technologies de l'image mobilisées au service de la restitution du patrimoine s'inscrivent ainsi dans une longue tradition de haute technologie à Cluny.

Bibliographie

Ouvrages collectifs

Fuchs, Ph., éd. (2006) : *Le traité de la Réalité Virtuelle*, volume 4 : *Les applications de la réalité virtuelle*, 290.

Articles

Chandaria, J., G. A. Thomas, D. Stricker (2007) : "The MATRIS project: real-time markerless camera tracking for Augmented Reality and broadcast applications", *RealTimeP(2)*, No. 2-3, 69-79.

De Luca L., Ph. Veron et M. Florenzano (2005) : "Semantic Description and Multi-Representation in Architecture", in : *Virtual Retrospect 2005*, Ausonius Archéovision 2, Bordeaux, 31-37.

- De Luca L., C. Busarayat, C. Stefani, P. Véron et M. Florenzano, NUBES (2007) : "Une plateforme intégrée pour la description, l'analyse, la documentation et le partage de représentations numériques d'édifices architecturaux", in: *Colloque européen Architecture et archives numériques natives*, Paris.
- Fleury, Ph. (2005) : "Le 'plan de Rome' de P.Bigot et la reconstitution virtuelle de la Rome du IV^e siècle p.C.", in : *Virtual Retrospect 2005*, Ausonius Archéovision 2, Bordeaux, 87-88.
- Magenat Thalmann, N. et G. Papagiannakis (2006) : "Virtual Worlds and Augmented Reality in Cultural Heritage Applications Recording, Modeling and Visualization of Cultural Heritage, in Baltsavias et al. (eds) @2006 Taylor & Francis Group, London, ISBN 0 415 39208X, 2006, 419-430
- Magenat-Thalmann N., Foni A., G. Papagiannakis et N. Cadi-Yazli (2007) : Real Time Animation and Illumination in Ancient Roman Sites, in : *The International Journal of Virtual Reality 2007*
- Meyer E., Grussenmeyer P., JP. Perrin, A. Durand et P. Drap (2006): Intra-site level cultural heritage documentation: combination of survey, modeling and imagery data in a web information system", in : *The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST 2006*.
- Vergnieux, R. (2006) : "Réalité Virtuelle et archéologie", in : Fuchs 2006, chapitre 13 du volume 4.
- White, M., P. Petridis, F. Liarokapis, D. Pletinckx (2007) : "Multimodal Mixed Reality Interfaces for Visualising Digital Heritage", in : *International Journal of Architectural Computing (IJAC) 2007*.



Fig. 4. Immersion à l'échelle 1 dans la maquette numérique de l'abside.



Fig. 5. Image extraite du film en HD relief de 7 mm "Maior Ecclesia" (crédits : ENSAM/On-Situ)..

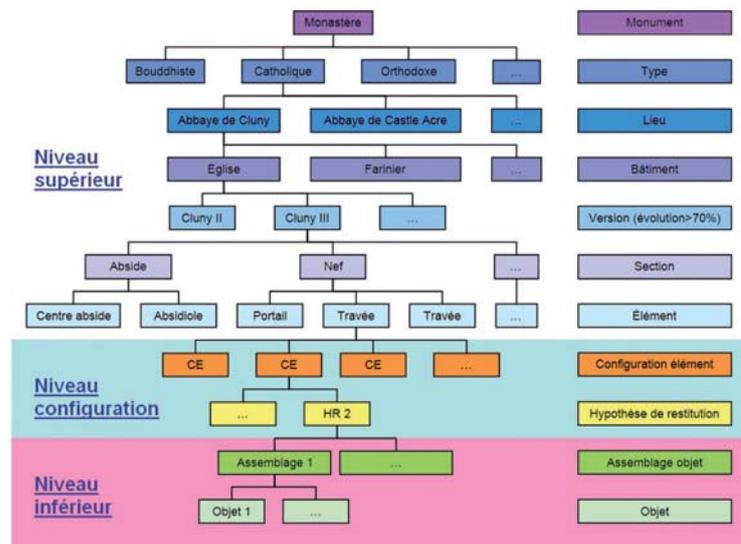


Fig. 6. Proposition de structure produit par le patrimoine.



Fig. 7. Image réelle et image augmentée du grand transept de Cluny III (crédits : ENSAM/On-Situ).

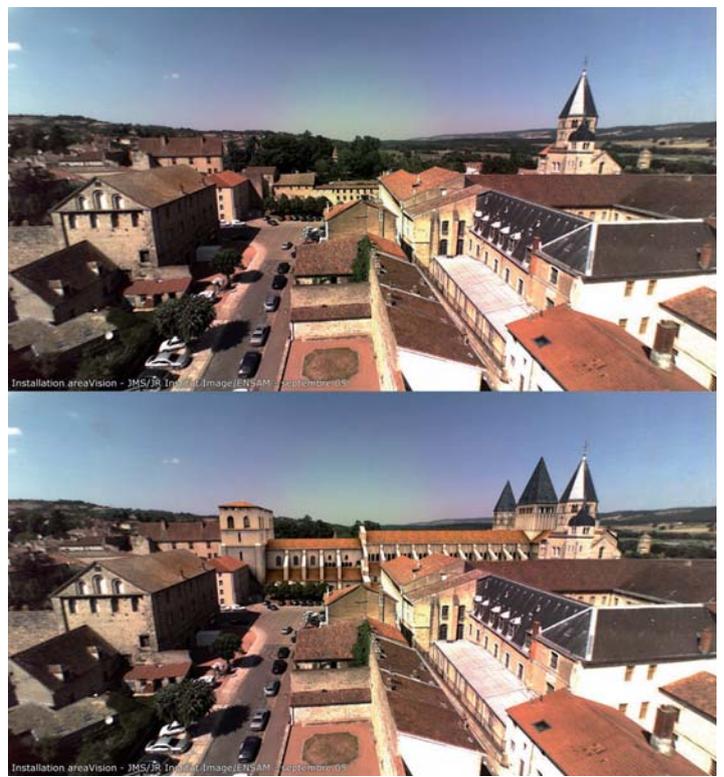


Fig. 8. Image réelle et image augmentée de la grande église de Cluny III (crédits : ENSAM/On-Situ).



Fig. 9. Le dispositif de Réalité Augmentée Areavision (crédits : ENSAM/On-Situ).



Fig. 10. Le ViioGuide : projet en cours de développement (crédits : ENSAM/On-Situ).