

Acquisition et modélisation tridimensionnelles : applications en Sciences Humaines et Sociales

Thibaut Delval, Cyril Giorgi, Louis Hugonnier, Maximilien Lhomel, Sylvain Rassat, François- Joseph Ruggiu

▶ **To cite this version:**

Thibaut Delval, Cyril Giorgi, Louis Hugonnier, Maximilien Lhomel, Sylvain Rassat, et al.. Acquisition et modélisation tridimensionnelles : applications en Sciences Humaines et Sociales. International Colour Association (AIC) Conference 2020, Nov 2020, Avignon, France. hal-03653207

HAL Id: hal-03653207
https://cstb.hal.science/hal-03653207

Submitted on 27 Apr 2022

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.

Acquisition et modélisation tridimensionnelles : applications en Sciences Humaines et Sociales.

THIBAUT DELVAL[1], CYRIL GIORGI[2], LOUIS HUGONNIER[3], MAXIMILIEN LHOMEL[4], SYLVAIN RASSAT[5], FRANÇOIS-JOSEPH RUGGIU[5].

[1] Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, 14 boulevard Newton, 77447 Marne-La-Vallée.
[2] Inrap, Centre de recherches archéologiques, 32 rue Délizy, 93692 Pantin cedex.
[3] Inrap, Centre de recherches archéologiques, 3 Rue du Commandant Gérard, 02200 Soissons.
[5] Centre Roland Mousnier, UMR 8596, CNRS-Sorbonne Université, 1, rue Victor Cousin, 75230 Paris cedex 05.

[1] Thibaut.DELVAL@cstb.fr ,
[2] cyril.giorgi@inrap.fr ,
[3] louis.hugonnier@inrap.fr ,
[4] maximilien.lhomel@laposte.net ,
[5] sylvain.rassat@cnrs.fr, francois-joseph.ruggiu@cnrs-dir.fr

Résumé - Depuis quelques temps, les techniques d'acquisition et de modélisation tridimensionnelles révolutionnent l'usage des données spatiales. Pour les sciences humaines et sociales (S.H.S), les champs exploratoires sont extrêmement étendus. La conservation numérique de patrimoines architecturaux, l'analyse de surfaces de sols ou de tissus urbains sont désormais associables aux problématiques d'aménagement du territoire, historiques ou encore archéologiques.
Combinant, totalement ou en partie l'exhaustivité de l'enregistrement d'un lever laser ou photogrammétrique, la modélisation standardisée d'un maquettage numérique standardisé ou Building Information Model (B.I.M) et l'usage de données massives (BIG DATA), certains projets S.H.S peuvent, alors, atteindre une étude immersive de la quatrième dimension. L'exploitation simultanée et diachronique de toutes ces entités spatiales, archéologiques ou historiques est, désormais, réalisable.
Ces quelques s'appuient sur trois cas d'étude utilisant à divers degrés l'acquisition à haute densité (photogrammétrie ou lasergrammétrie), des bases de données massives et le maquettage standardisé de bâtiment ou Building Information Model (B.IM). L'oppidum de Vermand (Aisne, France), l'étude de la ville de Charleville (Ardennes, France) ainsi que les chapelles d'Osiris à Karnak (Egypte), illustreront cette évolution décisive.

Abstract - For some time now, three-dimensional acquisition and modeling techniques have revolutionized the use of spatial data. For the humanities and social sciences (H.S.S), the exploratory fields are extremely extensive. The digital preservation of architectural heritage, the analysis of soil surfaces or urban fabrics are now associated with land use planning issues, historical or archaeological.
Combining, in whole or in part, the completeness of the registration of a laser or photogrammetric survey, the Building Information Model (BIM) and the use of massive data (BIG DATA), some H.S.S projects can, then, achieve an immersive study of the fourth dimension. The simultaneous and diachronic exploitation of all these spatial, archaeological or historical entities is now possible.
This presentation is based on three case studies using partially or totally high-density acquisition (photogrammetry or lasergrammetry), massive databases and the BIM. The oppidum of Vermand (Aisne, France), the study of the city of Charleville (Ardennes, France) and the chapels of Osiris at Karnak (Egypt) will illustrate this decisive evolution.

1 L'oppidum de Vermand (Aisne, France) : exploration numérique d'un terroir archéologique.

Positionné à 11km au nord-ouest de Saint-Quentin (Aisne, France), Vermand s'étend sur un rebord de plateau dominant la vallée secondaire de l'Omignon (affluent de la Somme). Ce bourg doit principalement sa renommée à la présence d'une agglomération fortifiée de l'âge du fer (oppidum). L'agglomération actuelle se superpose, en grande partie, sur ce chef-lieu de cité des gaulois Viromanduens (Collard 2007). Celui-ci, positionné sur l'éperon barré, s'étend sur une surface d'environ 15 ha. Dès 1840, une inscription au classement des monuments historiques (M.H) vient protéger ce lieu et les différentes fortifications subsistantes (Fiche Mérimée : PA00115969).
Le contexte archéologique de l'agglomération et de son territoire est riche. Du 18^{e}siècle à nos jours, près de 50 opérations scientifiques ont eu lieu livrant nombre d'informations archéologiques couvrant un large spectre chronologique : du Paléolithique moyen à l'antiquité (Lemaire et al., 2000), où prédomine le corpus antique, en relation avec l'oppidum. Au 19^{e} siècle, Sir Mortimer Wheeler y voyait encore l'agglomération entourée d'un rempart emmotté atteignant par endroits 20 pieds (Wheeler,

Richardson 1957). Cette levée de terre précédée d'un fossé est partiellement imperceptible aujourd'hui. C'est bien là une des questions fondamentales à laquelle une campagne d'acquisition Lidar de données de 2016 couplée à une modélisation B.I.M répondent (figure 1). Grâce à cette association, une échelle de lecture différente mais complémentaire est, dès à présent, possible pour le rempart. En effet, sa position, son degré de conservation et son organisation au sein de l'oppidum sont à présent mis en parallèle avec les différentes données contemporaines (foncier, viaire, etc.) de l'aménagement du territoire. L'impact des aménagements actuels sur les vestiges classés M.H ainsi que la mise au jour d'un nouvel élément défensif inconnu jusqu'à présent sont les résultats de cette imbrication de l'acquisition (Lidar) et modélisation (B.I.M).



Figure 1 : respectivement de 1 à 3: modélisation exhaustive, modèle numérique d'élévation et bâtiment B.I.M, modèle numérique de terrain avec présence de fortifications inconnues à ce jour.

2 Charleville : une ville modélisable de sa fondation à nos jours.

Pour le second exemple, le procédé est différent car, contrairement au précédent, ce projet scientifique commence par une modélisation informelle suivie d'une campagne d'acquisition à haute densité.
La principale caractéristique de la ville de Charleville (devenue Charleville-Mézières en 1966, Ardennes, France), concernant l'histoire de sa population, est la réalisation par les autorités municipales de la fin du 17e siècle, et jusqu'au 20e siècle, d'un recensement nominatif, spatialisé et annuel des habitants (Rathier et al., 2013 et Ruggiu, 2005).
Une base de données démographique et historique « Charleville » a été créée dès 2007. Elle est forte d'environ 66000 personnes (pour un total de plus d'un million d'entrées). « CHARLEVILLE » est désormais exploitée par un outil de gestion de données massives (ou « BIG DATA ») appelé « Démo-Hist » (Rassat, Ruggiu, 2019). Ainsi, il est possible de repérer, dans le temps et l'espace, des individus, de suivre l'évolution familiale et de reconstituer leur parcours de vie. « Demo-Hist » autorise le recensement et l'intégration de sources documentaires, spatiales et temporelles. Grâce au lien entre « Démo-Hist » et un système d'information géographique (S.I.G), une modélisation du tissu urbain de 1767 à nos jours a été initiée en employant pleinement le B.I.M. Avec « Demo-Hist », le B.I.M permet d'exploiter la composition architectonique et démographique de chaque parcelle, îlot, habitation de cette ville, de sa genèse à nos jours, comme un vrai S.I.G en 3D (Figure 2).

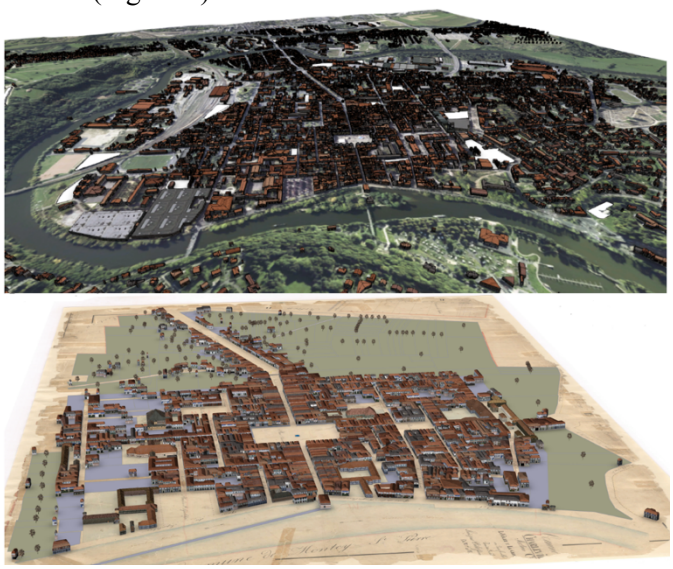


Figure 2 : modélisations de Charleville de nos jours (supra) et en 1834 (infra).

Outre le potentiel de valorisation et d'immersion virtuelle des publics académiques et non-académiques à partir d'une modélisation 3D, il sera possible, dès que la maquette urbaine de Charleville dite « plan Dodet » de 1727 aura été numérisée en

3D, d'effectuer une visualisation architecturale régressive au plan chronologique (Figure 3).

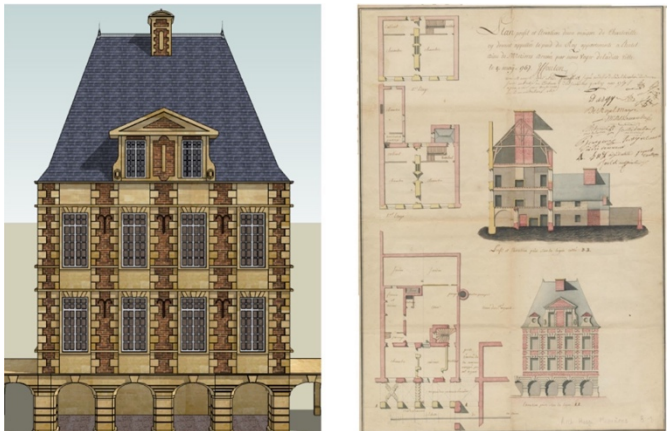


Figure 3 : exemple de bâtiment modélisé en B.I.M à partir d'un lever architectural de 1767.

3 Les chapelles osiriennes de Karnak : B.I.M et photogrammétrie pour la conservation numérique du patrimoine.

Depuis 2000, des fouilles sont menées sur les trois chapelles situées le long de la voie menant de la grande salle hypostyle au temple de Ptah à Karnak (Egypte).
Edifiées entre la XXV^{e} et XXVIe dynastie (7e-6e s. AEC), ces chapelles font partie des mieux conservées et des plus originales dans leur décoration, parmi les multiples édifices dédiés au dieu Osiris en périphérie du grand temple d'Amon de Karnak.
Ces opérations ont permis de dégager un certain nombre de remplois, mis en place lors d'une réfection postérieure de la chapelle, d'analyser ses fondations, ainsi que l'ensemble de ses composantes architecturales, qu'elles soient en pierre ou en briques crues.
L'état actuel des monuments implique une reconstruction virtuelle de leurs structures et de leurs décors, et, quand cela est possible, une anastylose. C'est le préalable à l'analyse architecturale, et à celle des programmes décoratifs de ces monuments.
En 2018 et 2019, parallèlement aux travaux de fouilles, deux campagnes photogrammétriques et de numérisation 3D des trois chapelles ont été réalisées. Sur le terrain, un travail quasi quotidien a été entreprit en levées topographiques et en prises de vues photographiques (env. 4850 clichés pour plus d'un milliard de points post-traitement, figure 4).

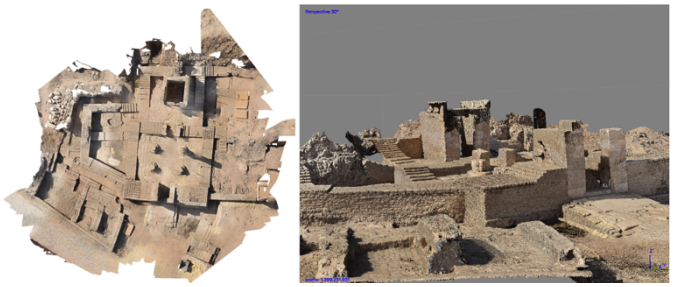


Figure 4 : Vue zénithale(gauche) et axonométrique (droite) du M.N.E obtenu à partir du nuage de points.

En laboratoire, plusieurs modèles ont pu être générés en 2018 et d'autres sont actuellement en cours de traitement concernant les trois chapelles étudiées.
La chapelle d'Osiris Ounnefer Neb Djefaou a reçu un traitement plus complet avec la réalisation d'un modèle numérique d'élévation (M.N.E) haute densité, accompagné de nombreuses zones très détaillées, (la rampe, la première porte, la salle hypostyle, la deuxième porte, le naos, la voie…). Bien que certaines zones aient reçu un traitement particulier, toutes les étapes ne sont pas encore arrivées à leurs termes. De nombreux relevés restent encore à réaliser, de même que le traitement des données de la campagne 2019.
Au-delà d'une base de travail topographique, numérique et architecturale, cette base documentaire permet de poser les premiers jalons d'un relevé numérique de terrain global, à l'échelle des trois chapelles.
Enfin, une modélisation 3D de la première porte de la chapelle Ounnefer « Neb neheh » a été entreprit, en raison de son état conservation. Ce modèle permettra de structurer toutes les étapes de l'analyse du bâti, mais également du programme de démontage, puis de restauration qui doivent être lancés dans les prochaines années, avec l'accord du ministère des Antiquités égyptiennes (figure 5).



Figure 5 : modèle 3D de la première porte de la chapelle Ounnefer « Neb neneh » avant restauration.

4 Bibliographie

COLLARD Jean-Luc 2007 – « Au Bas-Empire, la capitale des Viromandui se trouvait-elle à Saint-Quentin ou à Vermand ? », *Revue du Nord*, n°10, Hors-série collection Art et archéologie, p.349 à 393.

COULON Laurent, GIORGI Cyril, « Karnak - The chapels of Osiris to the north of the great hypostyle hall », In *French-Egyptian Center for the study of the Temple of Karnak (CFEETK), Activity report 2019*, p. 22.

LEMAIRE Patrice, COLLARD Jean-Luc, MALRAIN François (2000) – « Un grand établissement enclos de La Tène moyenne à Vermand (Aisne) : une première approche », *Revue archéologique de Picardie*, n°1/2, p.161-178.

FAUCHER Thomas, COULON Laurent, FRANGIN Elsa, GIORGI Cyril, « Un atelier monétaire à Karnak au IIe s. av. J.-C. », *BIFAO* 111, 2011, p. 145.

RATHIER, Carole, RUGGIU, François-Joseph, - « La population de Charleville de la fin du XVII^{e} siècle à la fin du XIX^{e} siècle », *Histoire & Mesure*, 2, p. 3-16, 2013.

RASSAT, Sylvain, RUGGIU, François-Joseph – « Big Data, maquette 3D et patrimoine numérique comme instruments d'étude démographiques et historiques : l'exemple de l'enquête Charleville ». *In situ, Revue des Patrimoines*.

RUGGIU, François-Joseph, « Pour une histoire de Charleville et de sa population sous l'Ancien Régime », *Revue Historique Ardennaise*, tome XXXVII, p. 77-88, 2005.

WHEELER (Sir Mortimer) et RICHARDSON K. (1957) – *Hills-forts of Northern France*, Oxford.