

Dossier

La 3D en archéologie

Pour un usage raisonné de la 3D en archéologie

Robert Vergnieux & François Giligny***

L'usage de la 3D en archéologie constitue une vraie révolution, qui modifie à la fois nos habitudes de travail mais aussi notre façon de considérer les vestiges archéologiques et nos objets d'étude. Cependant, la 3D s'inscrit également dans une tendance ancienne d'intégration de nouvelles technologies et d'adoption d'innovations que l'archéologie pratique depuis qu'elle a commencé à se constituer en discipline scientifique dès la fin du XIX^e siècle. En ce sens, elle est donc à la fois une vieille et une nouvelle frontière.

Quels objectifs ?

Comme pour toute innovation, une réflexion sur les apports ou les mirages de la 3D en archéologie s'impose. Elle nécessite tout d'abord de prendre en compte les objectifs que son usage permet d'atteindre et les besoins auxquels elle répond : s'agit-il de besoins nouveaux ou d'une manière de faire autrement ce que l'on faisait déjà depuis longtemps à l'aide d'autres méthodes ? La 3D autorise-t-elle une plus grande précision ou correspond-elle simplement à un changement de paradigme et de perspective ? Ses objectifs sont-ils de progresser dans l'analyse et l'interprétation des faits archéologiques ou seulement de représenter visuellement et virtuellement ce que l'on se représentait déjà mentalement ou en 2D ?

La lecture des applications et études de cas diffusées depuis environ une vingtaine d'années dans ce domaine fait ressortir quatre types de besoins principaux. Tout d'abord, la visualisation et la manipulation des objets : approcher la topographie d'un site terrestre ou sous-marin, se déplacer dans un environnement très contraint comme une grotte, une mine ou un aqueduc, réaliser et contrôler le relevé tridimensionnel d'un décapage archéologique, manipuler un objet volumineux ou trop fragile, voir le contenu d'une urne cinéraire ou l'organisation d'un dépôt d'objets avant de le fouiller, consulter à distance des collections, voilà quelques finalités de nombreuses applications de la 3D en archéologie.

Un second type de besoin concerne le traitement et l'analyse des données, qui apportent des réponses à des questions précises mais font aussi émerger de nouvelles questions. Ces analyses peuvent s'attacher à mesurer un objet, calculer sa masse, identifier les parties manquantes ou les vides, calculer la répartition des forces qui permettent de l'animer, procéder à des remontages virtuels d'artefacts ou à une anastylose, identifier les contours des enlèvements sur un objet lithique, etc.

* *Fondateur d'Archéovision
et d'Archéotransfert,
vergnieux@yahoo.fr*

** *Professeur des universités,
UMR Trajectoires, CNRS,
Paris 1 Panthéon-Sorbonne,
Maison Archéologie & Ethnologie
René-Ginouvès, Nanterre,
francois.giligny@univ-paris1.fr*

Le troisième point concerne la communication : qu'elle s'adresse au public le plus large ou à un public particulier (non-voyants, personnes à mobilité réduite...), qu'il s'agisse de communication scientifique ou de formation, la 3D est désormais rentrée dans les mœurs via les dispositifs de réalité virtuelle ou de réalité augmentée avec des moyens de mise en œuvre très variés, parfois mobiles.

Enfin, la 3D répond à un besoin de conservation et d'archivage des données. Que ce soit pour conserver un état avant intervention pour un restaurateur ou un archéologue découvrant une grotte, un double numérique d'un monument menacé – en zone de risque naturel ou de guerre –, un document ou une collection d'artefacts ou d'écofacts, l'archive numérique se distingue désormais d'une réplique ou d'un moulage. La question de son statut comme document archéologique et celle de ses modalités de conservation à long terme sont également cruciales si nous ne voulons pas voir disparaître ce nouveau type d'archives.

Quelles stratégies ?

Suite à la diminution des coûts des matériels et à l'amélioration des interfaces utilisateurs, l'usage des technologies 3D en archéologie est de plus en plus courant. D'abord développés dans les milieux technologiques industriels qui ont pris l'archéologie comme champ d'application, les outils 3D tendent aujourd'hui à rejoindre la panoplie courante de l'archéologue. Les opérations ou programmes de recherche s'appuyant sur de tels usages sont confrontés à la pluridisciplinarité, ce qui n'est pas toujours simple. Il faut dès lors répondre aux besoins et objectifs des différents intervenants amenés à utiliser les modèles 3D et choisir le mode d'acquisition des données adapté à ces besoins.

Il n'est pas rare de lever des fonds pour étudier un site archéologique au prétexte d'un programme de valorisation 3D, tout comme il n'est pas rare de lever des fonds pour étudier un site patrimonial au prétexte d'un projet d'innovation technologique 3D. Mais il est parfois difficile de maintenir des objectifs scientifiques dans ces contextes d'innovation technologique et de valorisation, où la place et le rôle de l'expert en sciences humaines et sociales (archéologue, historien, historien de l'art, préhistorien, architecte, etc.) restent fondamentaux pour l'obtention de résultats scientifiques.

L'une des clefs pour une intégration réussie de l'usage des technologies 3D dans un projet archéologique est l'identification du rôle de chaque spécialiste dans chacune des différentes phases d'activité d'un projet 3D. Cela concerne les ingénieurs 3D, les développeurs 3D, les infographistes, les archéologues, les architectes, les historiens, les historiens de l'art, les épigraphistes, les archéomètres et toutes les disciplines connexes.

Quels rôles pour les acteurs ?

La coexistence entre l'innovation au sens du numérique 3D et l'accroissement des connaissances au sens des SHS est une relation idéale qui tient parfois de l'utopie mais doit être recherchée sans trêve. Pour mieux identifier les rôles de

chacun et leurs limites, il n'est pas inutile de rappeler ici les activités principales qui composent tout projet de recherche en sciences humaines et sociales (SHS) s'appuyant sur des technologies 3D.

Elles sont au nombre de cinq :

- Acquisition 3D : transposition des vestiges physiques en modèles numériques 3D ; cette acquisition peut être directe, par lasergrammétrie ou photogrammétrie, ou bien indirecte, par modélisation logicielle du réel s'appuyant sur des relevés traditionnels (plans, coupes, fac-similés, dessins, photographies isolées, etc.).

- Restitution 3D : modélisation 3D de vestiges partiellement ou totalement disparus. Elle se fait à partir de vestiges *in situ*, de vestiges épars, d'attestations iconographiques, textuelles et de parallèles.

- Simulation 3D : reproduction numérique de mouvements ou de sons du passé, qui passe par exemple par l'étude de mécanismes de machines hydrauliques anciennes ou se fait à partir de vestiges d'instruments de musiques anciens.

- Valorisation 3D : production d'interfaces de visualisation à partir des modèles 3D, de l'interface web et de films en images de synthèse au cave 5 face, en passant par les casques de réalité augmentée.

- Pérennisation des modèles 3D : ces modèles sont des enregistrements 3D de structures archéologiques que les fouilles ont parfois fait disparaître, ou bien des synthèses 3D issues de réflexions scientifiques d'équipe. Il est important d'en préserver la lisibilité par la sauvegarde et la pérennisation des fichiers numériques.

Entre l'acquisition et la modélisation, la responsabilité scientifique de l'expert 3D ou de l'archéologue ne sera pas la même. Pour les SHS, ces acquisitions peuvent être préparatoires à la publication scientifique. Les fac-similés numériques ou les ortho-photographies deviennent des moyens courants d'édition de sources archéologiques. Cependant, restituer des espaces disparus ne peut être de la seule responsabilité des développeurs 3D, même s'ils font bénéficier le projet d'avancées technologiques par la création de nouvelles interfaces ou de techniques d'éclairage spectaculaire du virtuel, par exemple. De la même façon, les archéologues ne peuvent décider de choix technologiques pour résoudre des problèmes de développement 3D innovant. Les expertises réciproques de l'archéologue et de l'ingénieur 3D ne sont donc pas interchangeables.

Les phases de validation 3D apportent généralement des avancées quant à la connaissance volumique des sites ou objets étudiés. Il est obligatoire d'en faire la démonstration par écrit pour que ces nouveautés soient intégrées par la communauté scientifique du domaine concerné. L'apport scientifique correspondant doit donc impérativement donner lieu à des publications autres que celles portant sur les innovations technologiques. C'est actuellement la seule façon de valider des propositions de restitutions. En effet, si les modèles 3D aident à évacuer les mauvaises hypothèses et à débusquer les bonnes solutions, ils ne prouvent rien par eux-mêmes.

L'activité de restitution 3D, elle, doit être totalement sous la responsabilité d'acteurs SHS. Tout autre dispositif constitue

un non-sens. Ces nouveaux objets numériques sont au cœur du dispositif et autorisent des échanges pluridisciplinaires qui produisent des connaissances nouvelles.

Défense et illustration de la 3D en archéologie

Afin d'illustrer les différents aspects de l'usage des modèles 3D en archéologie, nous avons souhaité présenter dans ce dossier un panorama d'expériences et d'études de cas en faisant appel à la fois à des chercheurs experts en la matière et pratiquant depuis longtemps ces technologies, mais aussi à de plus jeunes chercheurs ayant intégré dans leurs travaux de thèse, par exemple, la 3D comme élément essentiel de leur méthodologie de recherche.

François Djindjian nous propose ici une réflexion épistémologique sur l'introduction de la 3D en archéologie, entre «évolution technique ou révolution méthodologique». Remontant aux origines des techniques analogiques et numériques, il conclut sa réflexion par une discussion sur les freins sociologiques sensibles au niveau de l'ensemble de la profession, mais aussi du cadre institutionnel. Il se base sur son expérience d'archéologue et d'enseignant en méthodologie qui a créé un des premiers enseignements sur la 3D et l'archéologie numérique en France¹.

1. Cours de «Réalité virtuelle en archéologie», Master d'archéologie de l'Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne en 2009, puis «Archéologie numérique» en 2012.

Pascal Mora propose un retour d'expérience à partir d'études de cas développés au sein d'Archéovision, structure présentée en fin de dossier. Sa réflexion porte tant sur les méthodes d'acquisition que sur les usages, en contexte subaquatique, avec le phare d'Alexandrie, ou en grotte, à Cussac ou Bruniquel.

Valentin Grimaud, Serge Cassen et Carlos Rodríguez-Rellán développent les expériences de documentation des architectures funéraires monumentales du Néolithique qu'ils mènent depuis une dizaine d'années dans l'ouest de la France.

Théophile Nicolas et ses coauteurs s'intéressent particulièrement à la tomographie, à l'impression 3D et à la réalité virtuelle comme moyens de révéler des informations contextuelles et structurelles sur de simples artefacts ou sur des objets plus complexes comme des dépôts, des incinérations ou des momies.

Bastien Rueff met en lumière la restitution des modes d'éclairage grâce à la réalité virtuelle, approche qui s'inscrit dans le cadre plus large de l'archéologie des perceptions et des sens. S'appuyant sur un historique récent, il discute des biais et des objectifs de ces applications en réalité virtuelle.

Rémi Méreuze et Claire Alix développent une application de la 3D à la lecture des traces de travail sur les architectures en bois en milieu arctique, en commentant leurs protocoles d'acquisition et les résultats qu'ils ont obtenus.

Dans une seconde partie, nous avons choisi, sans exhaustivité aucune, de présenter certaines structures et équipes de recherches ayant promu et utilisant la 3D en France afin de montrer une image diversifiée et de constituer une sorte de panorama institutionnel.