



**HAL**  
open science

## Sauvegarder les données numériques 3D du patrimoine

Robert Vergnieux

► **To cite this version:**

Robert Vergnieux. Sauvegarder les données numériques 3D du patrimoine. Virtual Retrospect 2009, Robert Vergnieux, Nov 2009, Pessac, France. pp.181-184. halshs-01864933

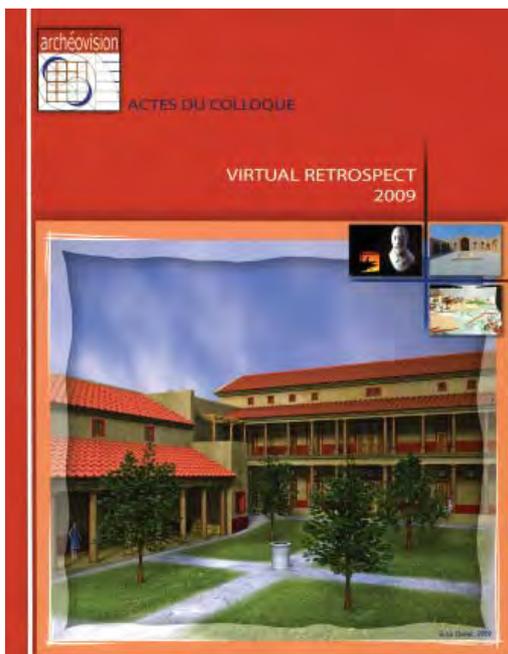
**HAL Id: halshs-01864933**

**<https://shs.hal.science/halshs-01864933v1>**

Submitted on 31 Aug 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.



Vergniew R. et Delevoie C., éd. (2010),  
Actes du Colloque Virtual Retrospect 2009,  
Archéovision 4, Editions Ausonius, Bordeaux

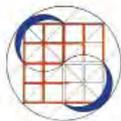
## Tiré-à-part des Actes du colloque **Virtual Retrospect 2009**

Pessac (France) 18, 19 et 20 novembre 2009

R. VERGNIEUX

*Sauvegarder les données numériques 3D du patrimoine*

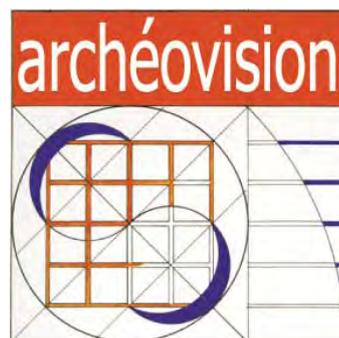
pp. 181-184



tge **ADONIS**



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](mailto:virtual.retrospect@archeovision.cnrs.fr)





# Virtual Retrospect 2009

Collection Archéovision  
Volume 4

---

AUSONIUS ÉDITIONS

*Ouvrage financé avec le concours du  
Très Grand Équipement ADONIS du CNRS*



— Bordeaux 2010 —

# Sauvegarder les données numériques 3D du patrimoine

Robert Vergnieux  
vergnieux@u-bordeaux3.fr

Plate-forme Technologique 3D (Archéovision) - UMR 5607, Ausonius, Université de Bordeaux

**Résumé :** Les investissements en temps et en financement pour la réalisation de scènes 3D justifient pleinement la mise en place de services mutualisés de sauvegarde des données numériques 3D en SHS. Mais le plus important est que ces données 3D constituent des sources documentaires qui doivent être impérativement documentées, protégées et pérennisées pour la continuité de la recherche sur le patrimoine archéologique.

**Mots-clés :** archéologie, scène 3D, réalité virtuelle, modélisation, sauvegarde, pérennisation, géométrie, textures

**Abstract :** Time and financing investments involved to realize 3D scenes fully justify the implementation of mutualised services for 3D numerical data backup in Humanities and Social Sciences. But the most important thing is that these 3D data constitute documentary sources that must imperatively be documented, protected and preserved for the continuity of archaeological heritage research.

**Keywords :** archaeology, 3D scene, Virtual Reality, Modelling, preservation, geometry, texture

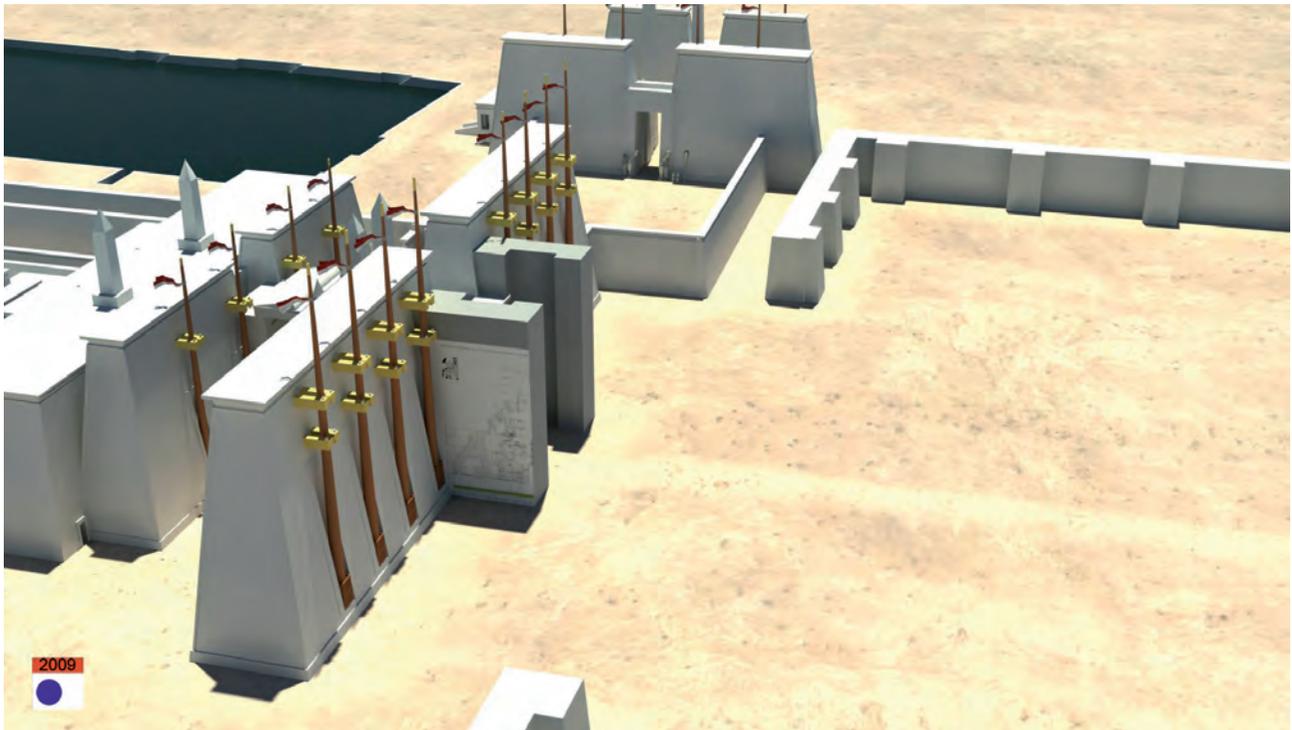
## QUELLES SONT CES DONNÉES QU'IL FAUT SAUVEGARDER ?

Sous l'expression "Réalité Virtuelle" de nombreuses notions très distinctes sont actuellement amalgamées. L'archéologie n'échappe malheureusement pas à la règle. Il règne encore une grande confusion dans l'usage des outils de la 3D dans le champ de l'archéologie et du patrimoine. Mais en fait, de quoi est-il réellement question ? Pour l'archéologie cela se résume à deux problématiques bien définies et souvent complémentaires. La première consiste à l'enregistrement des données existantes, éventuellement amenées à disparaître lors de la fouille ou risquant de se détériorer au fil du temps. Cela concerne aussi la numérisation de vestiges archéologiques épars comme des objets conservés en musée. Ce type d'enregistrement 3D que sont la scannographie laser 3D, la tomographie, ou bien encore la photogrammétrie viennent s'ajouter, sans les remplacer, aux techniques d'enregistrement déjà existantes comme le fac-similé, la photographie, le relevé etc. La seconde consiste à restituer des volumes 3D aujourd'hui disparus. Le travail de restitution

3D des parties manquantes est en soit un sujet de recherche à part entière qui doit être traité en tant que tel : équipe de recherche, objectifs scientifiques, évaluations, cadre de financement, échéancier déclarés, publications, etc...

C'est dans un second temps seulement que se pose pour les archéologues le problème de la communication des résultats scientifiques au titre de la valorisation de la recherche. Et c'est à ce stade que la confusion apparaît. Il faut distinguer deux domaines fondamentaux de production de modèles numériques 3D autour du patrimoine, lors de programmes de recherche en archéologie d'une part et lors d'utilisation en tant qu'illustration pour les médias d'autre part. Si les premiers peuvent sans problème servir la valorisation, par contre les seconds, produits exclusivement pour un objectif de communication ne peuvent, à de rares exceptions, servir la recherche.

Des sociétés d'infographie avec l'aide ponctuelle d'un archéologue produiront pour le mieux un film ou des images de synthèse issus d'un modèle numérique 3D réalisé pour l'occasion. Les images n'ont alors pas vocation à être conservées. Quelques secondes d'animation 3D sur un temple antique n'ont d'intérêt que dans le cadre de la manifestation pour laquelle elles ont été produites : documentaire, exposition, journées du patrimoine par exemple. Si un film documentaire peut entrer dans le catalogue de l'INA, les modèles 3D ayant servi à l'élaboration des images de synthèse qu'il peut contenir ne sont jamais archivés. Les scènes 3D produites dans le cadre de l'étude du patrimoine entrent dans une logique totalement différente. Elles sont élaborées au cours d'un processus de recherche archéologique. Mais laissons de côté les films ou images 3D générés pour la seule communication. Intéressons nous ici aux données 3D produites dans le cadre de programmes de recherche pilotés par la communauté scientifique.



*Exemple de scène 3D utilisée pour l'étude de l'entrée du temple de Karnak sous Amenhotep IV (projet ANR Aton3D). Une partie des données numériques date des années 1986 alors que d'autres parties ont été modélisées en 2009.*

#### LA NOTION DE "SCÈNE 3D"

Sous le terme de "scène 3D" nous comprenons un ensemble de données numériques utiles pour visualiser grâce à l'image de synthèse un espace archéologique continu à l'échelle 1/1. Cela peut concerner soit un site archéologique, soit des vestiges épars. Ces scènes 3D sont composées en général d'un ensemble de jeux de données qui rassemblent le modèle numérique de terrain, la géométrie des volumes, la surface des volumes (texture), la matière des volumes (voxel), la couverture végétale (pour les sites) ainsi que toute la documentation scientifique associée aux objectifs de recherche.

#### La géométrie de la "Scène 3D"

Indépendamment de la technique employée pour obtenir cette "géométrie", la scène 3D existe par un ensemble de points dont les coordonnées sont connues (x, y, z). Les points peuvent être "visualisés" sur un écran d'ordinateur (ou toutes autres sorties numériques existantes ou à venir). Un maillage est alors réalisé à partir de ces points qui composent ainsi la surface des "objets" de la scène 3D. Ces éléments 3D peuvent être "installés" sur un modèle numérique de terrain si nécessaire dans le cas de sites archéologiques. Ce n'est en général pas nécessaire pour des objets épars. Le résultat obtenu sur l'écran constitue un double numérique à l'échelle 1/1 de la géométrie de l'original. Est-il utile de rappeler ici que ce double n'est pas l'original ? C'est à dire qu'une surface très complexe est simplifiée en un nuage de points

entre lesquels l'information géométrique est seulement estimée. La précision de positionnement de ces points dans l'espace doit être connue ainsi que leur densité. Ces deux informations permettent de quantifier l'écart qui existe entre l'original et son double numérique. Cette information est indispensable pour un usage scientifique de la scène 3D. Ces données numériques peuvent avoir des origines diverses : acquisition par scanner laser 3D ; par tomographie ; par photogrammétrie ; mais encore peuvent avoir été créées par CAO.

#### La surface de la "Scène 3D"

La connaissance de la définition ainsi que de la précision de la "texture" est fondamentale pour l'usage de la 3D dans le contexte du patrimoine. Une part non négligeable de l'expertise de l'archéologue, du préhistorien ou de l'historien de l'art passe par une approche visuelle des vestiges et ne peut se satisfaire d'une approximation hasardeuse. L'œil de l'expert saisira les nuances porteuses de sens dans une coupe stratigraphique alors qu'une image restituée artificiellement annihile immédiatement toutes possibilités d'expertise à partir de la scène numérique 3D. Ce point est par exemple fondamental dans le cas de l'étude des parois ornées. Par souci de conservation, la réalisation de scène 3D prend tout son sens si l'archéologue a accès non seulement à la géométrie des gravures mais aussi à une "texture" maîtrisée dans sa précision afin que son expertise puisse s'exercer sur l'objet numérique.

### La matière de la "Scène 3D" (le cas des scènes 3D d'objet)

Les techniques de la tomographie permettent d'accéder à une image numérique de "l'intérieur" des objets. Si toutes les images obtenues par ce procédé peuvent être corrélées entre elles dans l'espace, il est plus complexe d'en extraire des modèles 3D selon les différents matériaux qui composent l'objet original. Là encore il est important d'évaluer avec précision les écarts entre l'original et la réplique numérique toujours dans le souci d'une parfaite maîtrise de son utilisation scientifique.

### La documentation scientifique associée à "Scène 3D"

Les scènes 3D d'objets ou de sites archéologiques doivent être accompagnées d'un minimum d'informations pour qu'elles soient utilisables dans les processus de recherche. En plus de toutes les données scientifiques nécessaires au projet il est important que le projet lui-même soit documenté. Ces informations complémentaires doivent éclairer sur le contexte de la production de la scène 3D. Il est souhaitable de pouvoir disposer des informations suivantes : cadre administratif de la recherche, équipe scientifique en charge du projet de recherche, objectifs scientifiques, équipe 3D qui a produit la scène 3D, n° de version de la scène 3D et date de réalisation, la bibliographie associée, lieu de sauvegarde et format des données, etc.

### RÉFLEXION SUR L'USAGE DES "SCÈNES 3D"

#### Copie numérique de l'original (V0)

Le double numérique 3D (scène 3D) permet un travail différent de celui pouvant être fait sur un objet original. C'est cette différence qu'il est souhaitable de pouvoir évaluer lors de la réalisation de la copie numérique. En effet, de cette réflexion doit naître la définition de la méthode à employer et la façon de procéder à l'acquisition 3D. Une scène 3D peut permettre de réaliser des mesures de dimensions par exemple alors que cela peut être difficile sur l'original (fragilité, accessibilité etc). Notons ici encore l'importance du calibrage de la texture pour l'expertise visuelle de l'archéologue. Il reste fondamental de connaître la précision du mappage de la texture par rapport au document original pour estimer avec justesse les prises de mesure sur la scène 3D d'un objet archéologique.

#### Outil de visualisation d'hypothèses (V1 à V3)

Un usage très fréquent des scènes 3D correspond à la restitution numérique des parties manquantes (restitution des parties détruites d'un édifice antique, complétion d'une sculpture fragmentaire). Rappelons ici que dans ce type de recherches, les scènes 3D ne prouvent rien à elles seules. La scène 3D permet seulement de réaliser et de visualiser les hypothèses de restitution. Cette visualisation est une aide précieuse, encore faut-il bien en comprendre les limites. C'est en fait une façon rigoureuse d'évacuer les hypothèses fautives. Par exemple vouloir placer une porte dans un édifice

antique peut se révéler physiquement impossible à l'endroit précis retenu comme hypothèse ? Dans le même registre, la scène 3D permet de valider les possibilités "matérielles" de telle ou telle hypothèse mais elle ne peut les prouver. Démontrer la validité d'une hypothèse est une action de recherche normale, traditionnelle se construisant par un raisonnement scientifique basé sur des faits. L'image 3D en soi ne prouve rien. Si on occulte le processus de recherche traditionnel, les images 3D peuvent faire illusion et convaincre fausement : c'est la porte ouverte aux élucubrations des non spécialistes.

#### Outil de simulation de fonctionnement

Afin de pouvoir utiliser les scènes 3D pour effectuer des simulations, il est nécessaire de construire les restitutions les plus exactes possibles et les plus détaillées. En effet, ces scènes 3D présentent un potentiel scientifique pour une utilisation expérimentale. Il est possible d'étudier avec une très grande précision l'incidence du soleil sur les monuments, les effets sonores, les temps de déplacement, les contraintes mécaniques des édifices. De même les techniques du prototypage autorisent la réplique en matériaux "durs" des objets archéologiques restitués en 3D numérique par les scientifiques. C'est-à-dire que toutes ses scènes 3D peuvent s'avérer très utiles dans le long terme pour poursuivre les investigations, la compréhension et la valorisation des sites antiques. C'est pour ces raisons qu'il était fondamental de mettre en place un conservatoire des scènes 3D issues de la recherche archéologique et de la valorisation du patrimoine.

#### LA NÉCESSITÉ DE PÉRENNISER LES SCÈNES 3D

La Plate-forme Technologique 3D (Archéovision) soutenue par de la Région Aquitaine et le CNRS a été reconnue par le TGE-Adonis en tant que Centre de Ressources Numériques 3D. Archéovision est devenu un acteur important pour l'usage la 3D en SHS et leurs enjeux scientifiques. Nous sommes fortement sollicités par la communauté scientifique pour participer à la réflexion sur l'intégration de la 3D pour l'étude et la valorisation du patrimoine. L'un des points forts et stratégiques de notre activité est que tous les projets 3D pris en compte ou initiés par notre équipe sont dirigés par des chercheurs des SHS. La priorité est toujours accordée aux objectifs scientifiques. C'est le seul moyen d'échapper aux bluffs technologiques. Ce positionnement autorise un développement serein et pertinent de l'usage de ces techniques 3D qui doivent toujours être au service des programmes de recherche en SHS et non l'inverse.

Toutes ces activités montrent que la mutualisation des moyens de calcul ainsi que des espaces de stockage numérique maîtrisés sont indispensables pour conférer une dimension scientifique à l'usage de la 3D en SHS. Il est important de maintenir les modèles 3D non seulement tout au long de la recherche qui les a initiés mais aussi comme nous venons de le voir, bien au-delà pour les études et recherches à venir.

Nous disposons d'espaces de stockage importants dans le contexte de l'infrastructure du TGE-Adonis. Un travail préparatoire sur les schémas de métadonnées pour les scènes 3D est achevé. Des laboratoires ont commencé à nous confier des copies des scènes 3D au titre de la sauvegarde comme nous l'avions annoncé antérieurement. Pour l'instant nous nous engageons à restituer aux organismes versants, sur leur demande, une copie en l'état de leurs fichiers déposés. Un travail plus en profondeur est en cours sur la façon de pérenniser ces données 3D. Cela nécessite une approche pluridisciplinaire à laquelle participent plusieurs laboratoires d'informatique, d'archéologie et un centre de calcul. La mise en place de ces futures procédures de pérennisation se fait sous l'égide du TGE-Adonis et le pilotage d'Archéovision. Le catalogue des dépôts sera ouvert cet automne 2010. Une information à destination des unités de recherche les incitant

à intensifier le dépôt d'une copie des fichiers numériques des scènes 3D sera mise en place sur 2010-2011. Dans un même esprit nous testons la mise en ligne de serveur de nuages de points ainsi que d'outils de photogrammétrie aux service des laboratoires de recherche en archéologie.

Les investissements en temps et en financement pour la réalisation de scènes 3D justifient pleinement la mise en place de services mutualisés de sauvegarde des données numériques 3D en SHS. Mais le plus important est que ces données 3D constituent des sources documentaires qui doivent être impérativement documentées, protégées et pérennisées pour la continuité de la recherche sur le patrimoine archéologique.



Centre de Calcul d'IN2P3 : vue de la salle des clusters de PC où sont installés les serveurs de données du Centre de Ressources Numérique 3D du TGE Adonis ( Archéovision), © ccIN2P3.



Centre de Calcul d'IN2P3 : vue des armoires de stockage des sauvegardes des scènes 3D du Conservatoire National des Données Numériques 3D pour le patrimoine, © ccIN2P3.