

---

## L'apport de l'imagerie numérique à l'étude d'un décor architectural complexe : le mur de scène du théâtre antique d'Orange

*The contribution of digital imaging to the study of a complex architectural setting: the stage of the ancient theatre of Orange (Vaucluse)*

**Titien Bartette et Emmanuelle Rosso**

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/insitu/21669>

DOI : 10.4000/insitu.21669

ISSN : 1630-7305

### Éditeur

Ministère de la Culture

### Référence électronique

Titien Bartette et Emmanuelle Rosso, « L'apport de l'imagerie numérique à l'étude d'un décor architectural complexe : le mur de scène du théâtre antique d'Orange », *In Situ* [En ligne], 39 | 2019, mis en ligne le 29 mai 2019, consulté le 11 juillet 2019. URL : <http://journals.openedition.org/insitu/21669> ; DOI : 10.4000/insitu.21669

---

Ce document a été généré automatiquement le 11 juillet 2019.



In Situ Revues des patrimoines est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

---

# L'apport de l'imagerie numérique à l'étude d'un décor architectural complexe : le mur de scène du théâtre antique d'Orange

*The contribution of digital imaging to the study of a complex architectural setting: the stage of the ancient theatre of Orange (Vaucluse)*

Titien Bartette et Emmanuelle Rosso

---

## Introduction

- 1 Construit sous Auguste, le théâtre antique de la colonie romaine d'*Arausio* (actuelle ville d'Orange, Vaucluse), en Gaule Narbonnaise, est l'un des trois théâtres les mieux conservés du monde romain – et le seul en Occident à avoir préservé l'intégralité de son bâtiment de scène, qui se déployait sur une hauteur de 37 mètres et une longueur de plus de 100 mètres (**fig. 1**). Inscrit au patrimoine mondial de l'Unesco depuis 1981, le théâtre d'Orange est également l'un des monuments les plus emblématiques du renouvellement de l'architecture théâtrale à l'époque augustéenne, en ce qu'il constitue un exemplaire précoce en milieu provincial de *theatrum latinum* doté d'un front de scène monumental et architecturé. Le mot célèbre de Louis XIV, qui en faisait « la plus belle muraille du royaume », évoquait la façade extérieure de l'édifice, mais le front de scène que pouvaient admirer les spectateurs assis dans les gradins était bien plus richement orné : il était à l'origine enrichi d'un décor en marbre, plaqué ou libre. Au total, près de 5 000 fragments de cette ornementation nous sont parvenus (colonnes, fragments d'architraves, frises ou corniches, chapiteaux, placages divers) ; ils ne représentent pourtant qu'une faible partie de la parure originelle.

Figure 1

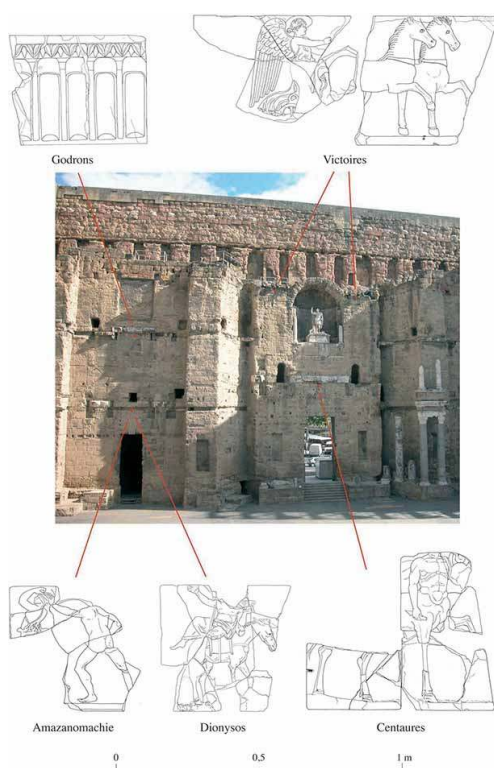


Le front de scène du théâtre d'Orange : état actuel.

Phot. P. Disdier, CNRS. © CNRS.

- 2 Or ce décor sculpté est demeuré en grande partie inédit, à la fois en raison des circonstances de découverte des fragments et du caractère singulier d'un tel corpus lapidaire, d'une grande ampleur mais très lacunaire ; en outre, la présence d'un ambitieux programme figuratif à sujet mythologique, attesté par quatre frises figurées, est d'une grande rareté dans le contexte des décors théâtraux romains<sup>1</sup> : des cortèges de Centaures porteurs d'offrandes et de Victoires conduisant des chars, une Amazonomachie et un thiasse dionysiaque rythmaient la façade monumentale (**fig. 2**). Mais le monument est surtout unique en son genre par la corrélation possible entre une élévation bien conservée et un ensemble sculpté d'une exceptionnelle richesse.

Figure 2



Emplacement des frises figurées sur le mur de scène du théâtre d'Orange.

Phot. A. Badie, IRAA CNRS AMU. © IRAA CNRS AMU.

- 3 Une nouvelle étude scientifique du théâtre s'imposait donc : entreprise en 1998 sous l'égide de l'Institut de recherche sur l'architecture antique du CNRS<sup>2</sup>, elle se fonde à la fois sur un relevé des structures conservées et un inventaire exhaustif et raisonné des fragments pour proposer la restitution de ses différentes phases d'aménagement, d'enrichissement, de restauration et de spoliation. Néanmoins, l'ampleur de la documentation et des vestiges, et leurs conditions de conservation particulières – dispersion des fragments sur deux sites, présence de restaurations anciennes, état de fragmentation extrême – interdisaient d'embrasser l'ensemble des données, conduisant à une série d'impasses qu'un recours aux outils numériques d'acquisition et de visualisation des données, combiné aux outils traditionnels de relevé et d'analyse, a permis de dépasser en partie. En effet, ce « virage numérique » opéré en 2015 n'autorise pas seulement une manipulation et une appréhension beaucoup plus aisées du matériel, mais a permis de réelles avancées scientifiques et la formulation de nouvelles propositions de restitution qui conduiront à terme, nous l'espérons, à une présentation au public. Appliquées dans un premier temps à une partie très restreinte du décor figuré (l'une des frises du front de scène), les techniques d'imagerie numérique sont dorénavant exploitées à plus vaste échelle dans la reconstitution de ce complexe puzzle tridimensionnel, puisque c'est la modélisation de l'ensemble de l'édifice qui est actuellement en cours de réalisation. La présente contribution a pour objectif de mettre en évidence les défis et les enjeux de l'étude d'un décor monumental, de montrer les apports complémentaires de la photogrammétrie et de la modélisation, et les modalités d'une conversion de l'outil de visualisation en outil de recherche.

## État des recherches

- 4 L'architecte Auguste Caristie (1783-1862), qui supervisa le dégagement du théâtre des habitations qui occupaient la *cavea* et publia dès 1856 la première monographie consacrée au monument<sup>3</sup>, ne connaissait qu'un nombre restreint de blocs sculptés et un plus petit nombre encore de fragments de décor figuré. Ce n'est que dans la première moitié du <sup>xx</sup>e siècle que fut exhumée l'immense majorité des vestiges connus du décor du front de scène : dans les années 1930 de la fosse du rideau de scène, où ils avaient été précipités lors du démantèlement de l'édifice, puis dans les années 1950, de la cave d'un édifice situé à proximité immédiate du théâtre antique (rue de la République), où ils constituaient, en un véritable « nid de marbres », un probable dépôt de chauffourniers ; certains fragments recollaient avec ceux précédemment découverts dans la fosse, de sorte que leur provenance commune est assurée.
- 5 Cette dichotomie initiale a fortement pesé sur les recherches ultérieures ; pendant plusieurs décennies, l'étude des fragments n'a pas dépassé le stade des premiers classements par grandes séries typologiques ou iconographiques (**fig. 3**).

Figure 3



Fragments de chapiteaux du théâtre d'Orange classés peu après leur découverte dans la fosse de la scène.

Phot. Abel. © Archives du musée d'Orange.

- 6 Les travaux de Robert Amy (1904-1986) s'attachèrent surtout à une meilleure connaissance des structures en place et si les travaux plus approfondis menés dans les années 1980 par Michel et Nancy Janon sur les frises figurées ont permis une restauration partielle au Musée d'Orange<sup>4</sup>, leur restitution resta toutefois déconnectée des autres composantes des ordres (**fig. 4**).



Figure 4



La frise de l'amazonomachie restaurée au Musée d'Orange.

Phot. P. Disdier, CNRS. © CNRS.

- 7 La reprise en 1998 de l'étude de l'édifice a donné lieu à la première véritable analyse du corpus, qui a permis des avancées décisives dans la compréhension des différentes phases d'ornementation du mur de scène, dont la plus ancienne remonte à la fin de l'époque augustéenne : plusieurs publications ont présenté des propositions de restitution relatives à certaines parties du mur de scène – notamment l'élévation de la partie centrale<sup>5</sup> – ou à des décors spécifiques – une série de plaques ornées d'aigles guirlandophores par exemple<sup>6</sup>. En 2015, grâce au programme « Convergence » de Sorbonne Université est née une première collaboration avec l'Institut des sciences du calcul et des données dans le cadre d'un projet visant la numérisation, la reconstitution et la restitution tridimensionnelle de la frise à décor dionysiaque.

Figure 5



Le front de scène du théâtre d'Orange : état actuel et évocation des ordonnances du premier niveau.

Phot. Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

- 8 Attestée par 80 fragments, elle prenait place au premier niveau des parties latérales de la *frons scaenae* (fig. 5) ; elle a été retenue en raison de l'absence de toute restauration et des questions spécifiques soulevées par son interprétation : des Ménades, Satyres, Silènes et divinités en procession sur des chars composaient un cortège ayant la particularité de comporter des figures récurrentes reproduites à l'identique et de proposer parallèlement

des variations sur un même type de figures (**fig. 6**). La numérisation devait en premier lieu permettre d'en vérifier l'unité et d'en restituer, au moins partiellement, la séquence figurative, mais les questions purement iconographiques devaient être complétées par une réflexion stylistique et technique sur l'atelier de sculpteurs ayant réalisé ce vaste décor figuré : la démarche se justifiait par la mise en œuvre d'un vocabulaire et d'une syntaxe ornementales caractéristiques du courant dit « néo-attique », un style puisant ses références dans des œuvres du classicisme grec et largement diffusé dans le monde romain à partir du 1<sup>er</sup> s. av. J.-C. : il est fondé sur des combinaisons complexes de figures de répertoire, de sorte que la restitution d'une grande partie des lacunes est possible.

Figure 6



La frise dionysiaque : deux exemplaires d'un même type de Ménade.

Phot. P. Disdier, CNRS. © CNRS.

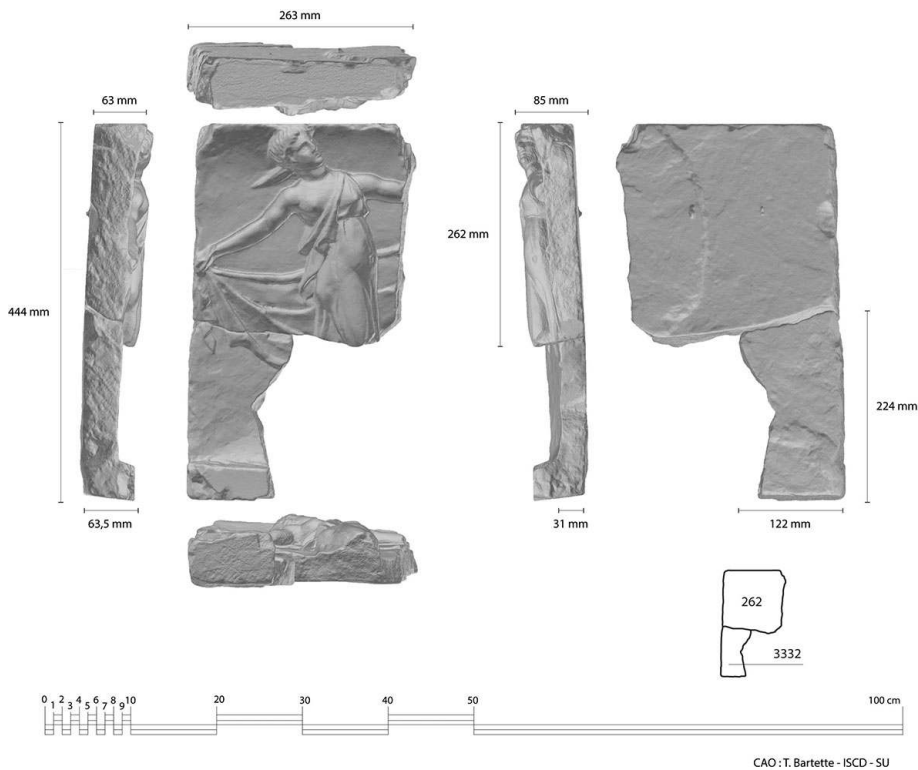
## Modalités et objectifs du projet

- 9 Le projet NuméRO (Numérisation et Restitution de la frise dionysiaque du théâtre d'Orange) a mobilisé une équipe associant l'Institut des sciences du calcul et des données<sup>7</sup> de l'université Pierre et Marie Curie, l'université de Paris-Sorbonne et l'Institut de recherche sur l'architecture antique du CNRS, en étroite collaboration avec la conservation du Musée d'Orange<sup>8</sup>. L'enjeu méthodologique résidait dans l'application des techniques de modélisation en 3 dimensions à un objet archéologique fragmenté en vue d'une restitution virtuelle fondée sur des fonctionnalités précises, définies en amont de l'acquisition des données.
- 10 Une première étape a consisté à réaliser les fac-similés numériques des fragments selon la technique de la photogrammétrie par corrélation dense ; les prises de vues ont été

effectuées par Pascal Disdier, photographe au CNRS, au dépôt archéologique d'Orange. Le traitement des données (alignement des clichés, mise à l'échelle, construction des nuages denses et des maillages) a été effectué par Titien Bartette. Parallèlement, une base de données des fragments, destinée à faciliter leur mise en série ultérieure, a également été mise au point.

- 11 Les modèles obtenus par photogrammétrie étant des copies exactes en 3D de l'objet relevé, il est évidemment possible de les soumettre à toute manipulation effectuable sur l'objet réel : ainsi, la faculté de s'affranchir des contraintes inhérentes au déplacement de lourds objets de marbre et au rapprochement de fragments conservés en des lieux différents est en soi un acquis extrêmement précieux. En second lieu, l'obtention des modèles facilite la production de la documentation indispensable à la confrontation des éléments du corpus et à la constitution d'un catalogue classique, par l'extraction automatique de profils et de sections, par exemple, mais aussi par la réalisation de « relevés » appliquant le principe de l'orthophotographie (**fig. 7**). Il s'agit là de facilités techniques non négligeables, mais qui sont loin d'épuiser les opportunités offertes par de tels outils.

Figure 7



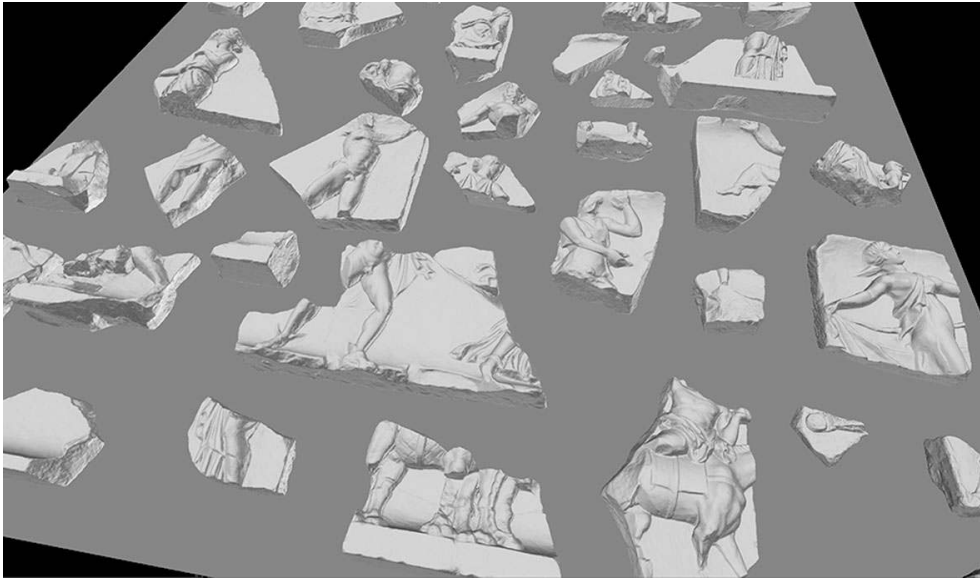
Une Ménade de la frise dionysiaque : « relevé » à partir du fac-similé numérique.

CAO Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

- 12 L'un des principaux objectifs consistait à manipuler l'intégralité des fragments dans un espace virtuel commun (**fig. 8**), ce qui supposait la mise à l'échelle et l'orientation préalables des fragments, mais aussi un remaillage des modèles. Ce dernier, qui s'est appuyé sur les logiciels de triangulation de surface mis au point par Pascal Frey et ses collaborateurs<sup>9</sup>, a permis d'accélérer considérablement le temps de calcul, en allégeant le modèle sans altération de la donnée ou de la qualité du rendu (**fig. 9**).

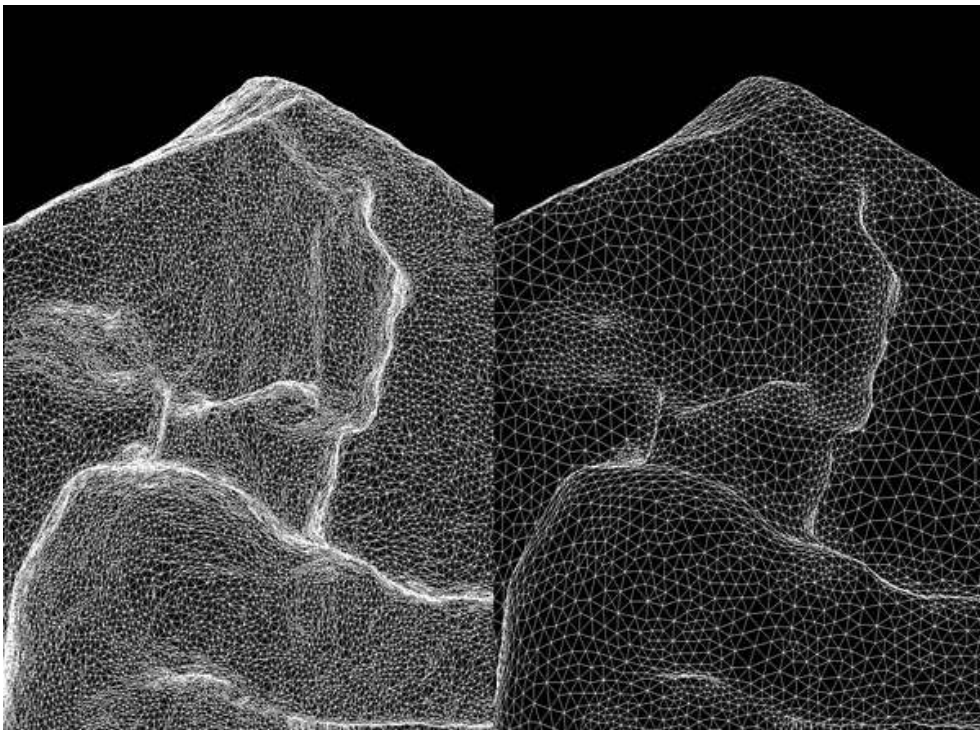


Figure 8



La « bibliothèque » des fac-similés numériques.  
Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

Figure 9

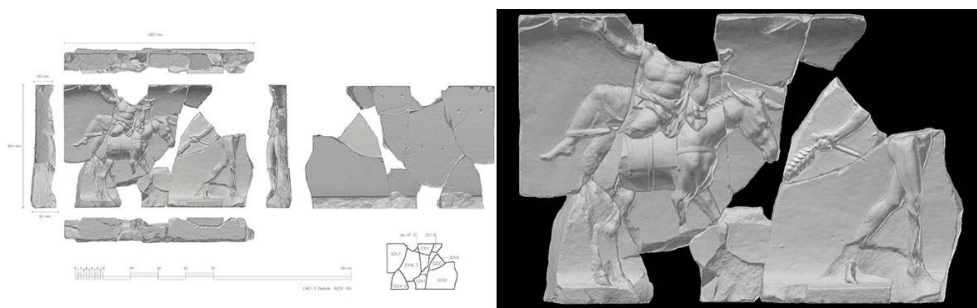


Traitement du maillage d'un fragment figurant un satyre dansant.  
Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

- 13 Il s'agissait ensuite de pouvoir vérifier ou proposer des raccords, afin de recomposer des ensembles cohérents à partir de fragments disjoints, qu'ils aient été préalablement observés sur le terrain ou non (fonction de « collage virtuel ») (fig. 10) ; à l'inverse, la

prise en compte simultanée de l'ensemble des caractéristiques matérielles des fragments a conduit à écarter des rapprochements que suggérait le seul décor figuré.

Figure 10



La frise dionysiaque : silène ivre sur un âne et satyre dansant, ensemble de fragments jointifs recomposé à partir des fac-similés numériques.

CAO Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

- 14 Mais la fonction la plus novatrice consistait à pouvoir combiner, voire « superposer » les moulages numériques de figures attestées par plusieurs exemplaires, à deux fins : premièrement, vérifier l'exactitude des répliques effectuées à partir d'un même carton par les praticiens romains. Grâce à des comparaisons volumétriques de ces figures récurrentes, nous avons mis en évidence une série de points communs, aux coordonnées constantes d'un modèle à l'autre – elles correspondent aux contours des figures –, tandis que des variations dans le traitement des volumes (drapés, chevelures) sont à mettre sur le compte de mains plus ou moins habiles ou de contraintes physiques avec lesquelles les lapicides devaient composer (bords de plaques, adaptations à une composition de plusieurs personnages, etc.). En second lieu, il s'agissait de restituer en volume des personnages complets à partir de la combinaison de différentes « portions » attestées de figures récurrentes : c'est le cas notamment d'un type de porteuse d'offrandes dont on peut dorénavant proposer une restitution (**fig. 11**). Cette fonction d'assemblage par intégration est donc assimilable à une restauration virtuelle, peu coûteuse et non invasive, complémentaire d'une restitution graphique classique – et surtout aisément modifiable. Un travail de confrontation plus précis encore a permis de décomposer les éléments de la frise en figures-matrices – des opérations que seul l'outil numérique permettait d'obtenir par extraction des figures de leur support (le fond de plaque). Nous avons donc pu reconstituer en partie le répertoire de cartons à disposition de l'atelier dans la composition de la frise ; or il ressort de ces observations que l'officine néo-attique active à Orange a composé un très vaste cortège – plusieurs dizaines de mètres linéaires – pour chacune des frises figurées – à partir d'un nombre étonnamment restreint de modèles, mais aussi que certains d'entre eux n'étaient pas constitués de personnages complets mais d'éléments corporels indépendants les uns des autres – des éléments sécables, composant en quelque sorte des corps à la découpe – pouvant être combinés entre eux de manière à former une procession harmonieuse mais variée.

Figure 11

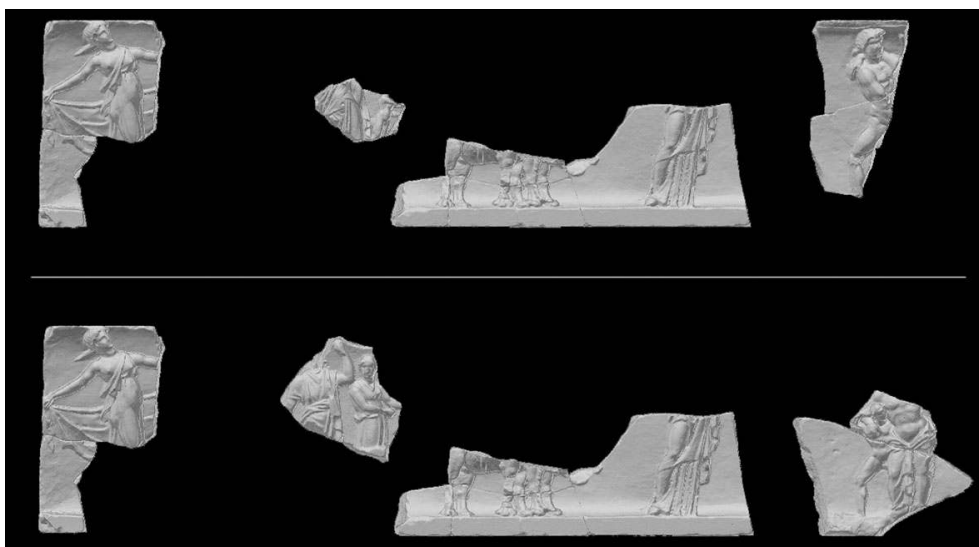


Figure de porteuse d'offrandes : proposition de restitution tridimensionnelle à partir de la combinaison de portions de figures conservées.

CAO Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

- 15 La manipulation des fac-similés dans un même espace virtuel après leur mise à l'échelle permet de proposer plusieurs restitutions et ainsi, de mettre à l'épreuve différentes hypothèses dans un souci de validation scientifique, mais aussi de sincérité dans la restitution des résultats au public. Le temps requis pour l'élaboration d'une restitution graphique au moyen des techniques traditionnelles conduit généralement à publier une seule image, au risque de fixer durablement ce qui n'est qu'un état préliminaire ou intermédiaire de la réflexion. En l'occurrence, le caractère très lacunaire de la frise n'autorise pas de solution unique ou définitive, d'où l'importance de pouvoir multiplier aisément des assemblages de fragments ; cette opportunité instaure un tout autre rapport aux objets et confère également un statut différent aux hypothèses en tant que telles. C'est ainsi que le thiasse dionysiaque comportait des chars accueillant des divinités dont l'un est conduit par un bige d'éléphants : les parallèles attestés suggèrent d'y restituer le char de Dionysos lui-même, mais aucun raccord n'étant conservé entre char et attelage, il nous a paru important d'élaborer une proposition alternative, puisqu'une divinité féminine sur un char conduit par un Éros est également attestée (**fig. 12**). La restitution des frises figuratives impliquait d'en déterminer au préalable les grandes lignes constitutives, c'est-à-dire le rythme et la période, autrement dit, l'écart et la succession des personnages. Le décor étant trop varié, il s'agit en réalité d'un écart moyen, déterminé par des solutions numériques, logicielles et visuelles, en fonction des portions de plaques conservant plusieurs personnages. L'imagerie numérique tridimensionnelle aura par conséquent permis la mise à l'épreuve de différentes lectures de manière beaucoup plus souple que la restitution graphique traditionnelle, ainsi que la prise en compte de critères techniques.

Figure 12



Char divin conduit par un bige d'éléphants : deux propositions de restitution.

CAO Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

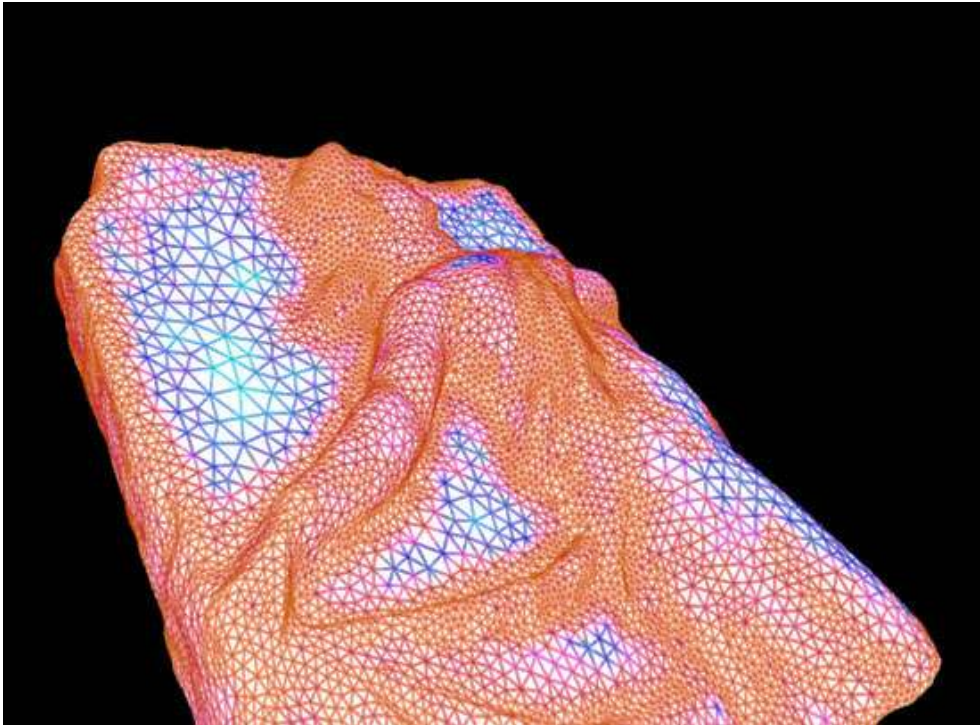
## Observation, analyse et interprétation des traces d'outils et de mise en œuvre

- 16 Parallèlement au développement des fonctionnalités favorisé par la création d'un espace numérique de travail unique et à la manipulation des fragments, la confection des fac-similés tridimensionnels a en effet été l'occasion d'une observation plus fine de chaque pièce singulière. Comme pour tout relevé traditionnel effectué dans le cadre d'une étude lapidaire, l'observation minutieuse du bloc est essentielle à sa compréhension. Néanmoins notre regard est conditionné dès l'abord par le mode de représentation visé et les habitudes graphiques personnelles : le relevé – devenu support de l'étude, en remplacement de l'objet archéologique – contient une part de subjectivité. La qualité des informations fournies par les modèles numériques garantit la « sauvegarde numérique » pérenne de l'objet patrimonial par l'enregistrement de la totalité des informations pertinentes pour des études futures, qui permet une meilleure diffusion au sein de la communauté scientifique. Dans un premier temps, la recherche des traces d'outils, de fixation ou de mise en œuvre des plaques de marbre était dictée par le souci de nourrir le processus de restitution architecturale et iconographique en le fondant aussi sur des critères techniques. Un questionnement spécifique a dès lors été élaboré sur l'ensemble des traces relatives au travail des *lapidarii* et *sculptores*, qu'elles soient repérables à l'œil nu ou rendues visibles uniquement par le recours aux modes de rendus inédits offerts par les fac-similés numériques. Alors que l'application de la texture photo-réaliste perturbe et compromet la lecture des blocs, en conservant notamment les taches diverses, lichens, colles et mortiers de restaurations, le choix d'une texture neutre, conforté par la possibilité de jouer avec les éclairages, met en évidence les cavités, les ressauts et fait apparaître certaines traces d'outils à l'exclusion d'autres types d'altération de surface. La « carte des degrés d'accident »<sup>10</sup> (fig. 13) et celle des normales<sup>11</sup> facilitent également la détection de ces informations « épidermiques » et offrent un mode de représentation



analytique inédit et parfaitement adapté<sup>12</sup>, qui a donc fait émerger un questionnement relevant d'une « archéologie de l'atelier » et du chantier de construction.

Figure 13



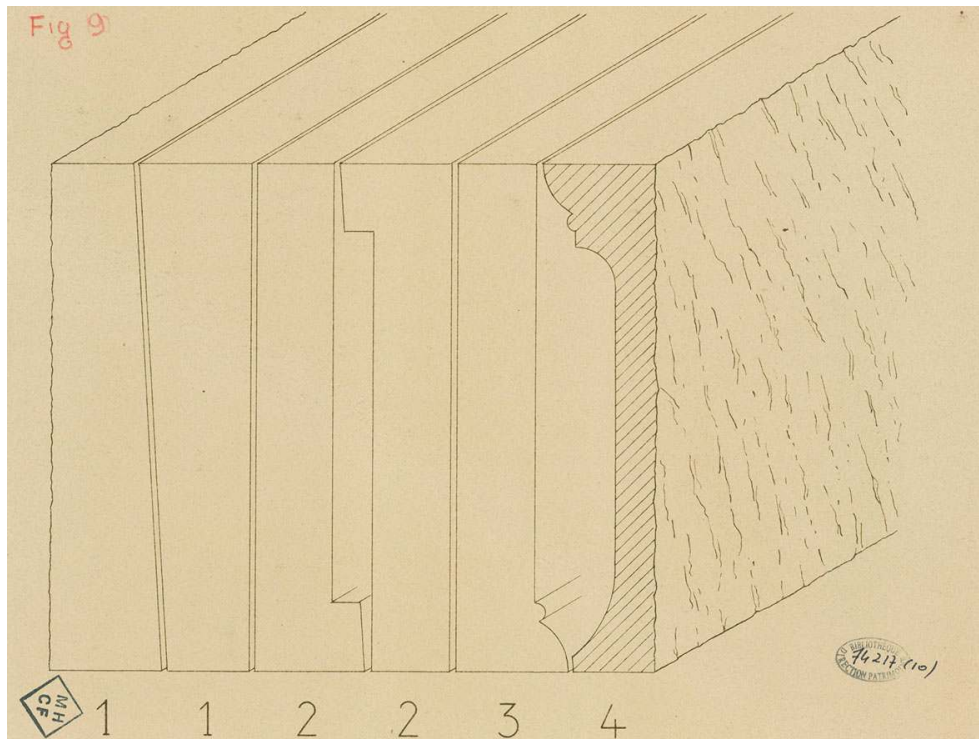
Fragment figurant un satyre dansant : carte des degrés d'accident.

Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

- 17 Nous avons ainsi mené une réflexion sur les modes de débitage oblique des plaques, déjà identifiés par Jules Formigé (1879-1960)<sup>13</sup>, à partir de l'observation de la face arrière des fragments (**fig. 14**).



Figure 14

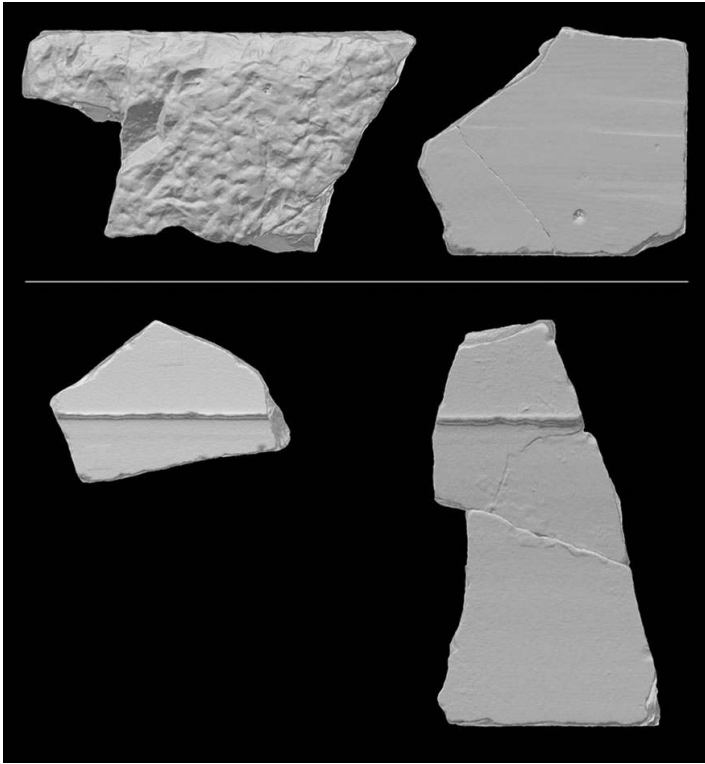


Les modalités de réalisation des plaques sculptées : dessin de Jules Formigé conservé à la Médiathèque de l'architecture et du patrimoine.

© Ministère de la Culture, Médiathèque de l'architecture et du patrimoine.

- 18 Certains traitements de surface, de l'usage de la gradine au polissage en passant par l'utilisation du ciseau, ont pu être suivis d'un fragment à l'autre, qu'ils soient jointifs ou non, pour opérer des rapprochements. Ainsi certaines plaques présentaient une surface parfaitement régulière, d'autres un piquetage grossier, d'autres encore un bandeau saillant à l'arrière (**fig. 15**), probablement hérité du débitage à la scie des plaques de marbre. Des collages nouveaux entre fragments non décorés ont d'ailleurs pu être établis grâce à ce type d'observations (**voir fig. 10**).

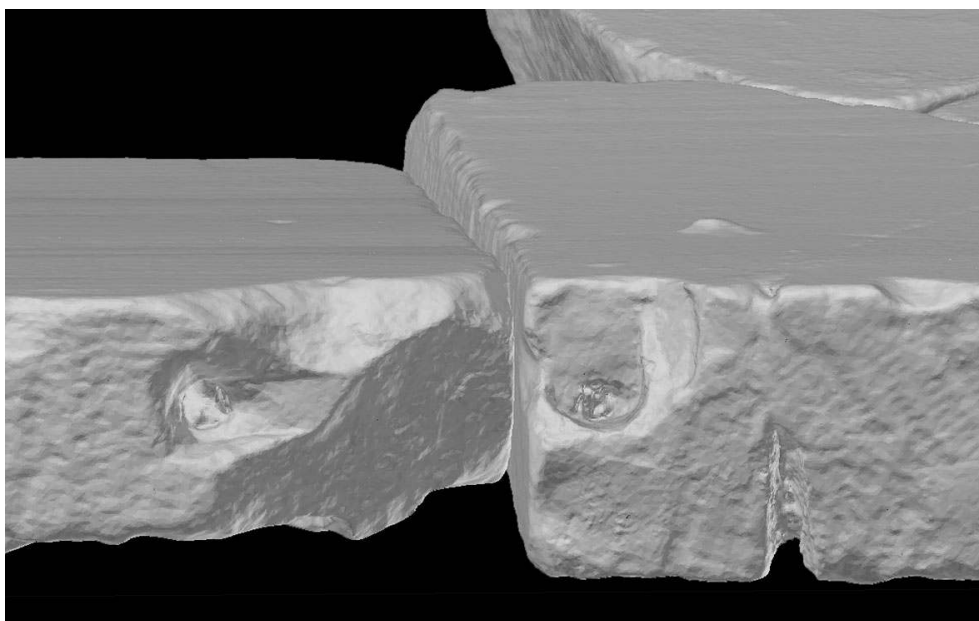
Figure 15



Le traitement des faces arrière de plusieurs fragments de la frise dionysiaque.  
Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

- 19 C'est également un système de scellements et de techniques de mise en œuvre extrêmement complexe qui a pu être mieux compris. En premier lieu, la face ornée des frises présente un fond de plaque concave : deux plaques consécutives devaient donc avoir des faces de parement en parfaite concordance, mais il n'en allait pas de même pour les faces arrière, dont l'orientation dépendait du débitage des plaques. Dans ce cas, seule la coïncidence des mortaises de scellement d'une plaque à l'autre permet d'appuyer les rapprochements que l'iconographie doit aussi valider (**fig. 16**).

Figure 16

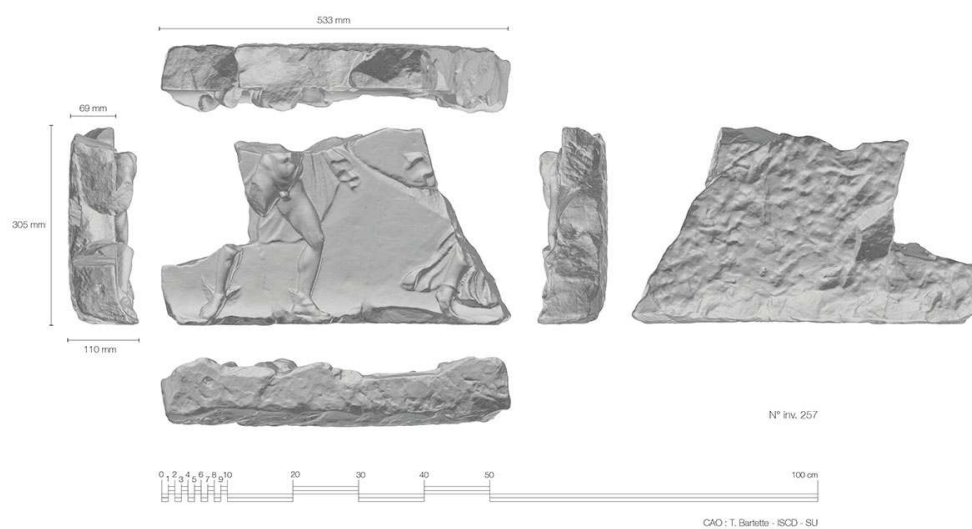


Lit d'attente de deux plaques contiguës et mortaises correspondant à l'insertion d'une agrafe métallique disparue.

Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

- 20 Nous avons pu non seulement identifier et caractériser les mortaises modernes (dues à des restaurations anciennes souvent fautives ou aux présentations successives en musée), mais aussi repérer plusieurs types différents – et plusieurs états – de scellements antiques. En effet, les frises de placage étaient formées d'une succession de tables de marbre de faible épaisseur, qui étaient liées entre elles horizontalement par de simples goujons ou de puissantes agrafes métalliques. Au sein de l'entablement, elles étaient insérées entre une feuillure ménagée au lit d'attente de l'architrave sous-jacente et la corniche en grand appareil qui les surmontait, et étaient dans le même temps fixées à l'arrière sur une poutre calcaire. Une compréhension plus fine de ces dispositifs a permis en outre d'identifier des interventions liées au démontage de certaines plaques en vue de leur restauration dans l'Antiquité : par exemple, l'une d'entre elles est privée du listel inférieur systématiquement présent sur les autres plaques et présente en outre un piquetage grossier du lit de pose, qui dénote une reprise (**fig. 17**) ; une telle intervention s'explique par la nécessité de démonter la seule frise alors que les autres composantes de l'ordre restaient en place sur le monument : pour la desceller, les lapicides ont dû ôter le bandeau inférieur puis régulariser le lit de pose pour remplacer ou restaurer la plaque endommagée.

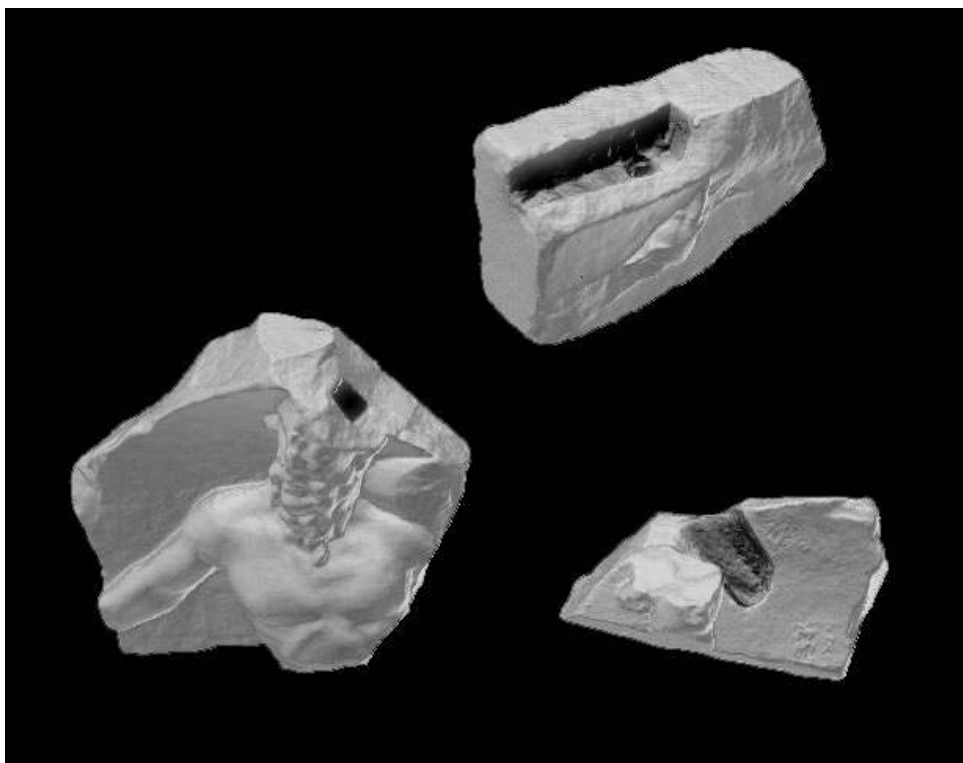
Figure 17



Plaque de la frise dionysiaque privée de listel inférieur et présentant un piquetage grossier à l'arrière.  
CAO Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

- 21 Enfin, les mortaises d'agrafes ont pu être appréciées en trois dimensions, permettant ainsi d'étudier leur volume initial, leur morphologie et leur orientation afin d'aiguiller les tentatives de rapprochements entre plaques contiguës (**fig. 18**).

Figure 18



Mortaises de fixation sur plusieurs fragments de la frise dionysiaque.  
Titien Bartette-ISCD. © ISCD.

- 22 Ces observations liées à la mise en œuvre des frises de placage sur le mur de scène ont donc permis deux types d'avancées : en premier lieu, la confirmation de l'existence d'une ou plusieurs réfections ou réparations du mur de scène, déjà suggérées par l'analyse des matériaux et de l'étude stylistique, mais aussi la formulation d'hypothèses sur la « trousse à outils » des praticiens actifs sur le chantier du théâtre d'Orange.

## Extension à l'ensemble du décor et nouvelles perspectives

- 23 Les résultats prometteurs de cette première approche numérique du décor ont conduit à étendre la méthode à l'ensemble du mur de scène. Pour ce faire, la photogrammétrie est combinée à une modélisation du théâtre fondée sur l'ensemble de la documentation graphique et photographique disponible : seuls certains blocs d'architecture significatifs ou bien conservés sont numérisés et servent de support à une modélisation à l'aide du logiciel Autodesk 3dsmax<sup>14</sup> ; à partir d'une section conservée, on peut ainsi extrapoler les sections manquantes sans risque d'erreur. Le cas de l'architrave et de la corniche qui constituaient, avec la frise dionysiaque, l'entablement du premier ordre latéral (**fig. 19**) constitue un bon exemple de décor sériel aisément restituable à partir des dizaines de fragments conservés au dépôt archéologique d'Orange.

Figure 19



Proposition de restitution du premier ordre latéral du front de scène.

S. Le Gall-HSCD. © ISCD.

- 24 Un autre exemple de cette combinaison est fourni par la frise de godrons<sup>15</sup> qui ornait le second niveau latéral du théâtre (**fig. 20**). La remise en contexte virtuelle de l'ensemble de ces éléments marmoréens, leur rapprochement, le complément de parties manquantes, la sculpture numérique de fragments documentés mais aujourd'hui disparus, les réparations de l'épiderme des blocs ou de leur décor, sont autant de processus rendant notre approche assimilable à une restauration virtuelle, évidemment réversible et susceptible d'être amendée à tout moment. La somme des opérations réalisées est enregistrée, identifiable et interrogeable sur le modèle numérique du front de scène.



Figure 20



Proposition de restitution du second ordre latéral du front de scène.

S. Le Gall-HSCD. © ISCD.

- 25 À terme, l'objectif est de proposer une restitution tridimensionnelle du théâtre enrichi de son décor dans une version d'immersion visuelle et sonore<sup>16</sup>. La nature des matériaux et leurs propriétés physiques et acoustiques seront prises en compte au même titre que l'architecture, et l'impact visuel et phonique de la toiture, du *velum* et de toute autre partie constituante de l'édifice sur la perception du public, des acteurs et des machinistes sera évalué. La numérisation associée à la modélisation débouchera donc sur un volet comportant des simulations, notamment acoustiques.

## Conclusion - Les solutions numériques tridimensionnelles dans le processus de restitution d'un décor figuré complexe

- 26 L'intérêt que présentent les techniques d'imagerie numérique appliquées au patrimoine n'est plus à démontrer et leur usage s'est désormais généralisé dans les domaines connexes de l'archéologie, de l'architecture, de l'étude du bâti et de l'histoire de l'art. La constitution, par la sauvegarde de données archéologiques par essence fragiles, d'une « mémoire numérique » susceptible d'être aisément et largement partagée ou diffusée, est évidemment primordiale. L'usage de ces technologies s'est révélé particulièrement pertinent pour la restitution de peintures murales ou de décors sculptés. Leur application à un monument aussi important que le théâtre d'Orange paraissait donc s'imposer ; il nous a cependant semblé opportun de souligner quelques apports spécifiques de leur mise en œuvre sur un corpus présentant à la fois un intérêt exceptionnel (en raison de la possibilité, fort rare pour les monuments antiques, de relier des *membra disjecta* statuariques à leur cadre architectural originel) et des contraintes particulières du support : en effet, l'éclatement et l'ampleur des témoignages se double d'un degré de fragmentation et de lacunes important pour un matériau difficile à manipuler. Les opportunités nouvelles offertes par les fac-similés numériques au plan de la visualisation – richesse des détails, appréhension simultanée de toutes les caractéristiques des fragments – ont bien vite débouché sur une approche et des questionnements scientifiques que le projet, dans sa formulation initiale, n'avait pas envisagés : si un travail sur la reproduction et la transcription des cartons par les sculpteurs faisait partie des objectifs visés, ce n'est que

dans une phase ultérieure que le relevé systématique, le classement et l'interprétation des traces d'outils et des mortaises de fixation sont apparus comme des critères fondamentaux pour la compréhension du travail de l'atelier et l'organisation du chantier, mais aussi la mise en évidence des phases d'enrichissement ou de réparation des décors marmoréens. Alors que la restitution de décors figurés complexes est généralement – et à juste titre – centrée sur les rapprochements iconographiques ou les seuls raccords formels attestés, le développement de solutions numériques de mesure, d'analyse et de restitution mais aussi les modes de visualisation inédits offerts par les fac-similés numériques ont permis de mener de front approche technique, stylistique et iconographique. C'est donc avec un regard renouvelé que l'on peut appréhender les processus de réalisation et de mise en place d'un décor sériel sur placage de marbre sur une *frons scaenae* monumentale.

- 27 La gestion facilitée d'une étude multi-échelles s'est également révélée précieuse : du niveau du fragment singulier à celui de la frise, de la frise à l'entablement, puis de l'entablement à l'ensemble des ordres du mur de scène, cette progression de proche en proche aura permis d'affiner à chaque étape le protocole d'étude ; mis au point pour une section restreinte du décor, il peut désormais être appliqué avec efficacité aux autres frises figurées et aux autres composantes décoratives. La dé-restauration en 2016 de la frise des Centaures, qui avait été partiellement remontée sur le mur de scène dans les années 1930 et qui avait souffert de cette exposition prolongée à l'extérieur (**fig. 21**), a pu être immédiatement suivie d'une numérisation des fragments ; les modèles pourront être rapprochés de ceux qui sont exposés au musée dans le même esprit de multiplication des hypothèses de restitution.

Figure 21



La frise des Centaures restaurée au théâtre d'Orange.

© CNRS-Centre Camille Jullian.

- 28 En définitive, ce premier projet exploratoire aura permis de pousser beaucoup plus loin une analyse qui ne pouvait être conduite, dans le temps imparti à l'étude, avec les

méthodes de relevé et de restitution traditionnelles. La complémentarité des techniques et des approches permet de combiner étude stylistique, restitution, restauration virtuelle et simulation. Deux paradoxes méritent enfin d'être soulignés : en premier lieu, le détour par le fac-similé numérique, en un sens « virtuel », ne conduit ni à s'affranchir ni à s'éloigner du fragment réel, il invite bien au contraire à en explorer d'autres aspects, puissamment liés à la matérialité des objets ; d'autre part, c'est par le recours à des textures neutres – donc apparemment artificielles – qu'il est possible de repérer des détails de traitement et de facture par ailleurs indécélables : l'évolution des modes de visualisation conduit à une conversion du regard.

- 29 Voir document en Annexe : Propositions de rapprochements des fragments de la frise dionysiaque (CAO Titien Bartette-ISCD)

---

## BIBLIOGRAPHIE

BADIE, Alain, MORETTI, Jean-Charles, ROSSO, Emmanuelle, TARDY, Dominique.

« L'ornementation de la *frons scaenae* du théâtre d'Orange : l'élévation de la zone centrale ». Dans NOGALES BASARRATE, Trinidad, RODÀ, Isabel (dir.). *Roma y las provincias : modelo y diffusion. Coloquio internacional, Mérida, 2009*. Rome : « L'Erma » di Bretschneider, 2011.

BADIE, Alain, MORETTI, Jean-Charles, ROSSO, Emmanuelle, TARDY, Dominique. « Les plaques aux aigles porteurs de guirlandes du théâtre d'Orange ». Dans BOURDIN, S., DUBOULOZ, J., ROSSO, E. (dir.). *Peupler et habiter l'Italie et le monde romain. Études d'histoire et d'archéologie offertes à Xavier Lafon*. Aix-en-Provence : Presses de l'université de Provence, 2014.

*Centaures*. Cat. exp., Musée municipal d'Orange, juillet-août 1988. Avignon : 1988.

CARISTIE, Auguste. *Monuments antiques à Orange, Arc de triomphe et théâtre*. Paris : Firmin Didot, 1856.

DAPOGNY, C., DOBRZYNSKI, C. & FREY, Pascal. « Three-dimensional adaptive domain remeshing, implicit domain meshing, and applications to free and moving boundary problems ». *Journal of computational physics*, 262, 2014.

JANON, Nancy et Michel, KILMER, Martin. « Les frises d'Orange. Le pouvoir mis en scène ». Dans LANDES, Christian (dir.). *Spectacula II. Le théâtre antique et ses spectacles*. Lattes : musée archéologique Henri-Prades, 1992.

SAURON, Gilles. « Réflexions sur le décor du front de scène du théâtre d'Orange ». *Revue archéologique*, 2004.

## NOTES

1. - SAURON, Gilles. « Réflexions sur le décor du front de scène du théâtre d'Orange ». *Revue archéologique*, 2004, p. 150-156.

2. - L'équipe est constituée d'Alain Badie, Jean-Charles Moretti, Dominique Tardy pour l'architecture et le décor architectural et Emmanuelle Rosso pour le décor figuré.

3. - CARISTIE, Auguste. *Monuments antiques à Orange. Arc de triomphe et théâtre*. Paris : Firmin Didot, 1856. C'est aujourd'hui encore la seule monographie qui ait été consacrée au théâtre d'Orange.
4. - JANON, Nancy et Michel, KILMER, Martin. « Les frises d'Orange. Le pouvoir mis en scène ». Dans LANDES, Christian (éd.). *Spectacula. II. Le théâtre antique et ses spectacles*. Lattes : musée archéologique Henri-Prades, 1992, p. 149-162. Voir aussi, Musée municipal d'Orange. *Centaures*. Cat. exp., Musée municipal d'Orange, juillet-août 1988. Avignon : impr. Laffont, 1988.
5. - BADIE, Alain, MORETTI, Jean-Charles, ROSSO, Emmanuelle, TARDY, Dominique. « L'ornementation de la *frons scaenae* du théâtre d'Orange : l'élévation de la zone centrale ». Dans NOGALES BASARRATE, Trinidad, RODÀ, Isabel (éd.). *Roma y las provincias : modelo y diffusion*. Rome : « L'Erma » di Bretschneider, 2011, p. 193-202.
6. - BADIE, Alain, MORETTI, Jean-Charles, ROSSO, Emmanuelle, TARDY, Dominique. « Les plaques aux aigles porteurs de guirlandes du théâtre d'Orange ». Dans BOURDIN, Stéphane, DUBOULOZ, Julien, ROSSO, Emmanuelle (dir.). *Peupler et habiter l'Italie et le monde romain*. Aix-en-Provence : Presses universitaires de Provence, 2014, p. 111-128.
7. - Alors Institut du calcul et de la simulation (ICS).
8. - En tant que projet lauréat du programme « Convergence-Sciences et patrimoine culturel », il a bénéficié d'un financement de l'IdeX SUPER. Nous tenons à remercier Cécile Varéon pour les conditions de travail optimales qui nous ont été offertes.
9. - À propos du remaillage des modèles et de *MMGTools*, la solution logicielle open source choisie, voir : DAPOGNY, Charles, DOBRZYNSKI, Cécile et FREY, Pascal. « Three-dimensional adaptive domain remeshing, implicit domain meshing, and applications to free and moving boundary problems ». *Journal of computational physics*, 2014, 262, p. 358-378.
10. - C'est la combinaison des solutions permettant de mettre en évidence les ruptures des formes, en pratique des angles prononcés rompant avec la régularité d'une partie du relief, en l'occurrence le fond de plaque.
11. - Elle permet de mettre en évidence l'orientation d'une face relativement à l'ensemble des faces de l'objet 3D.
12. - De ce point de vue, les processus et les rendus appliqués aux objets s'apparentent à la *Reflectance Transformation Imaging*, une méthode d'imagerie computationnelle permettant d'apprécier le degré d'accident et la carte des normales de la surface d'un objet à partir d'une prise de vues multiple depuis un point fixe et faisant varier l'éclairage. La photogrammétrie et l'analyse des fragments numérisés permettent de s'affranchir de cette autre méthode – plus adaptée à de l'épigraphe.
13. - Ce mode de débitage permet une économie de matériaux substantielle. Il rend chaque profil de plaque unique et autorise donc un premier rapprochement des fragments sur cette base.
14. - La modélisation est réalisée par Sébastien Le Gall, ingénieur d'études à l'ISCD avec l'aide de Titien Bartette.
15. - Voir dans la base Mémoire : notice APMH00097333.
16. - En effet, Robin Gueguen a obtenu un contrat doctoral et engagé en septembre 2015 une thèse consacrée à la « virtualisation architecturale, visuelle et auditive du théâtre antique d'Orange » sous la direction de P. Frey et E. Rosso. Cette thèse pluridisciplinaire prévoit une série de tests acoustiques réalisés en collaboration avec le CMAP (École Polytechnique) dans le but de restituer une ambiance sonore portant l'information de l'architecture de l'édifice et de ses matériaux, notamment grâce à l'effet de réverbération.

---

## RÉSUMÉS

Le théâtre augustéen d'Orange est le seul dans l'Occident romain à avoir conservé l'intégralité de son bâtiment de scène ; il est cependant aujourd'hui entièrement dépouillé du riche décor de marbre qui le parait à l'origine. Alors que des milliers de fragments de cette parure nous sont parvenus, il est paradoxalement difficile d'en proposer une restitution complète, du fait des conditions de conservation, de la présence de restaurations anciennes et de l'état de fragmentation extrême des vestiges. Dans la continuité de la nouvelle étude du théâtre entreprise en 2000, le recours à l'imagerie numérique pour l'étude du décor figuré a permis de dépasser une partie de ces obstacles : la numérisation et la réunion des fragments de certaines frises dans un même espace virtuel grâce à la mise au point d'un outil logiciel dédié a facilité considérablement observations, comparaisons, rapprochements et propositions de restitution. Dans un second temps, l'intégration de ces frises aux ordres du mur de scène a pu être envisagée. Qu'elle se soit fondée sur des critères techniques (relevé des traces d'outil, des mortaises de fixation, etc.), iconographiques ou stylistiques (détermination de rythmes et d'alternances caractéristiques, comparaisons volumétriques, restaurations de séquences figuratives, etc.), l'application de ces technologies aura non seulement fourni un outil de visualisation sans équivalent jusqu'à présent, mais aussi permis la multiplication des hypothèses de restitution et leur validation sans avoir à manipuler ou à déplacer les fragments.

The Augustan Theatre of the Roman city of *Arausio* (Orange, France) is the only one in the Roman West to have preserved its entire stage building; however, it is now completely stripped of the rich marble decoration that originally adorned it. While thousands of fragments of this decoration have survived, it is paradoxically difficult to propose a global restitution, due to the conservation conditions, the presence of ancient restorations and the extreme fragmentation of the remains. As a step of the new researches on the theatre undertaken in 2000, the use of digital imaging to study the figurative set has made it possible to overcome some of these obstacles: the digitisation and gathering of fragments of certain friezes in the same virtual space thanks to the development of a dedicated software tool has considerably facilitated observations, comparisons and restitution proposals. In a second step, the integration of these friezes into the orders of the *scaenae frons* could be considered. Whether based on technical criteria (tool traces, fixing mortices, etc.), iconographic or stylistic criteria (determination of characteristic rhythms, volumetric comparisons, restoration of figurative sequences, etc.), the application of these technologies has not only provided an unparalleled visualization tool to date, but also allowed the multiplication of restitution hypotheses and their validation.

## INDEX

**Mots-clés :** Théâtre romain, Orange, photogrammétrie, décor architectural, restitution numérique, frise figurée, décor dionysiaque

**Keywords :** Roman theatre, Orange, photogrammetry, architectural decoration, digital restitution, figured frieze, Dionysiac decoration



## AUTEURS

### **TITIEN BARTETTE**

Post-doctorant, ISCD, Sorbonne Université – faculté des Sciences titienbartette@gmail.com

### **EMMANUELLE ROSSO**

Maître de conférences HDR – EA 4081 « Rome et ses renaissances », Sorbonne Université – Faculté des Lettres, IUF rosso\_emma@yahoo.fr