Technologie 3D et relevé d'art pariétal : une application inédite dans la grotte de Marsoulas

Carole Fritz, Gilles Tosello, Guy Perazio, José Péral et Lionel Guichard

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/insitu/6745>

DOI : 10.4000/insitu.6745

ISSN : 1630-7305

Éditeur

Ministère de la Culture

Référence électronique

Carole Fritz, Gilles Tosello, Guy Perazio, José Péral et Lionel Guichard, « Technologie 3D et relevé d'art pariétal : une application inédite dans la grotte de Marsoulas », *In Situ* [En ligne], 13 | 2010, mis en ligne le 24 avril 2012, consulté le 14 novembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/insitu/6745> ; DOI : 10.4000/insitu.6745

Ce document a été généré automatiquement le 14 novembre 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.

Technologie 3D et relevé d'art pariétal : une application inédite dans la grotte de Marsoulas

Carole Fritz, Gilles Tosello, Guy Perazio, José Péral et Lionel Guichard

- 1 En art pariétal paléolithique, la troisième dimension a toujours constitué une difficulté majeure dans la phase d'étude et de relevé des parois ornées. Dans la grotte de Marsoulas, un volet de l'opération 3D a été consacré à une évaluation de l'intérêt de ces nouvelles technologies dès les premières étapes de la recherche. Ce choix a paru bien adapté pour répondre aux diverses contraintes de temps et d'espace que le site impose aux chercheurs ; il est apparu aussi comme une nouvelle piste pour mieux maîtriser la préparation des relevés tout en facilitant le mode de restitution final.

L'étude de la grotte de Marsoulas et le relevé des parois

- 2 La grotte et la méthode d'étude ont été présentées dans un article de ce même volume¹. On peut en résumer les principaux éléments : une galerie étroite longue de 50 m, un lourd passé de fouilles qui ont bouleversé les sols, une conservation variable des parois ornées avec un fort impact visuel des graffitis et actes de vandalisme, un art pariétal très abondant en grande partie inédit, des œuvres monumentales inscrites dans les reliefs et les creux des parois, un site fermé au public pour raisons de conservation.
- 3 Pour le chercheur, les dommages subis par la grotte ont eu comme conséquence de compliquer la lecture de l'art pariétal. De plus, la morphologie très variable de la roche, l'absence fréquente de recul, la fragilité extrême des surfaces imposent des conditions de travail contraignantes pour le relevé. La méthode utilisée, le relevé sur photographie, permet l'enregistrement des informations avec précision. La restitution finale des œuvres et de leur support est obtenue par infographie.

Figure 1

Grotte de Marsoulas, paroi droite. Encadré, le panneau de gravures et peintures D35-37 (longueur 2 m environ)

Phot. Carole Fritz. © Ministère de la Culture et de la Communication, Carole Fritz

- 4 L'un des inconvénients que présente le relevé sur photographie est la nécessité de segmenter les surfaces lors des prises de vue afin de disposer d'une bonne résolution de détail. Il est fréquent de faire quatre à six clichés par mètre carré. Il faut ensuite les assembler à l'ordinateur pour constituer une mosaïque, qui servira de support au relevé graphique. Le principe est simple mais la mise en œuvre s'avère plus délicate, surtout dans la seconde partie de la grotte entre 30 et 50 m ; là, la paroi droite fortement oblique recèle des gravures et peintures depuis la voûte jusqu'au ras du sol, alors que la hauteur au centre de la galerie ne dépasse pas 1,20 m (**fig. n° 1**). Dans ces conditions, il est impossible de respecter le parallélisme entre le plan moyen de la paroi et celui de l'appareil photographique, d'où les déformations importantes qui affectent les clichés. Un logiciel de traitement d'images permet de remédier en partie à ce problème majeur mais le remontage à l'écran devient alors très long et demande de fréquentes vérifications sur place. La 3D nous a paru une opportunité à saisir pour voir dans quelle mesure elle pouvait aider à résoudre cette difficulté méthodologique.

La contribution de la 3 D au relevé d'art pariétal

- 5 Rappelons que la quasi-totalité de la grotte a été scannée avec des densités variables (1 point par centimètre pour les zones non ornées et 1 point tous les 2 millimètres pour les autres) avec un triple objectif :
- archiver des parois menacées par divers phénomènes naturels et dont la conservation à long terme est problématique ;
 - visualiser l'espace de la galerie et permettre des visites « virtuelles » de ce site désormais fermé au public. Cette application, concrétisée à l'occasion d'un film

documentaire², est exposée dans un autre article de ce volume. Un site web <http://www.creap.fr/Marsoulas-3D.htm> consacré à Marsoulas en montre un extrait en ligne ;

Figure 2

Deux clichés du même panneau D35-37 (moitié gauche). Éclairage rasant de la gauche pour les gravures

Phot. Cabinet Perazio. © Ministère de la Culture et de la Communication

Figure 3

Deux clichés du même panneau D35-37 (moitié gauche). Éclairage frontal pour les peintures

Phot. Cabinet Perazio. © Ministère de la Culture et de la Communication

- tester l'apport de la 3D à la phase du relevé. Nous avons choisi pour ce test un panneau oblique et difficile d'accès (en paroi droite, entre 35 et 37 mètres de l'entrée), couvert de gravures et de peintures. Depuis longtemps, nous cherchions une solution pour obtenir un montage photographique de cette surface de 3 m² environ, longuement prospectée et qui avait révélé une riche iconographie, en bonne partie inédite car il faut se coucher sur le dos pour suivre les traits gravés, dont certains disparaissent même dans le remplissage sédimentaire. Les prises de vue ont été réalisées par le photographe L. Guichard sous la direction de G. Tosello : une série de photos en lumière rasante pour les gravures, une autre en lumière frontale pour les peintures noires et rouges (**fig. n° 2, n° 3**). Il n'était pas nécessaire de contrôler les paramètres de distance ou de parallélisme puisque les clichés choisis furent corrélés aux reliefs, enregistrés en 3D avec la précision maximale. Nous n'étions alors préoccupés que de la bonne lisibilité des tracés, notamment des fines gravures. On a ensuite extrait et imprimé deux orthoprojections (chacune constituée de 12 photos de détails corrélées) pour les deux types d'éclairage qui ont servi de support aux relevés des gravures puis des peintures dans la grotte (**fig. n° 4, n° 5**). L'étape longue et fastidieuse de la mosaïque photo assemblée à l'ordinateur a été ainsi éliminée ; dans ce cas précis, elle n'aurait d'ailleurs pas été réalisable. Le relevé dans la grotte s'est ensuite déroulé de manière habituelle avec une précision accrue puisque le montage photo était plaqué sur des données tridimensionnelles contrôlées ; rappelons que l'orthoprojection correspond au plan moyen de la paroi, celui qui permet de rendre compte au mieux de la répartition des gravures et peintures en fonction des mouvements de la paroi.

Figure 4

Modélisation 3D du panneau D35-37 (densité de 1 point tous les 2 mm) (échelle = 20 cm)

Doc. Cabinet Perazio. © Ministère de la Culture et de la Communication, Cabinet Perazio

Figure 5

Corrélation (« matching ») de photos en cours sur le panneau D35-37 (orthoprojection pour les gravures). Chaque cliché de détail est remplacé sur le modèle 3D

Doc. Cabinet Perazio. © Ministère de la Culture et de la Communication, Cabinet Perazio

- 6 Si l'on dresse un bilan de cette méthode « mixte » de relevé, on peut dire qu'elle fonctionne bien et que les résultats sont très satisfaisants, surtout pour une première application, aussi bien pour les spécialistes de l'art pariétal que pour les géomètres. En effet, cette succession complexe d'opérations n'avait jamais été tentée à un tel niveau de précision et il était difficile d'en prévoir l'issue avec exactitude. Cette expérience commune nous suggère les commentaires suivants.

Figure 6

Relevé du panneau D35-37 corrélié sur le modèle avec la mosaïque de photos (échelle = 20 cm)

Doc. Carole Fritz, Gilles Tosello. © Ministère de la Culture et de la Communication, Cabinet Perazio, Carole Fritz, Gilles Tosello

- 7 Pour avoir une bonne qualité de détail sur ce panneau, il a fallu travailler avec des clichés de haute définition (16 millions de pixels chacun) ; leur matching (corrélation en français) aboutit à la création de fichiers très lourds (deux gigaoctets voire plus) que le cabinet Perazio a dû segmenter en 23 unités pour nous les faire parvenir ; à notre tour, nous avons dû les réassembler (il s'agit d'une opération simple, consistant à replacer les clichés bord à bord) pour imprimer le montage destiné au relevé. Après le relevé de terrain, l'opération a dû être refaite avec les relevés des peintures et gravures, numérisés en haute résolution, découpés en 23 morceaux, envoyés au cabinet Perazio où ils prirent la place des photos sur le modèle 3D (**fig. n° 6**). Une couleur unie constitue alors un fond neutre qui rend la perception des dessins plus aisée ; on peut aussi faire varier les directions d'éclairage (**fig. n° 7**).

Figure 7

Relevé complet du panneau D35-37 corrélié sur le modèle (échelle = 20 cm)

Doc. Carole Fritz, Gilles Tosello. © Ministère de la Culture et de la Communication, Cabinet Perazio, Carole Fritz, Gilles Tosello

- 8 À l'avenir, il conviendrait de prévoir un nombre moins élevé de photos de détails de façon à réduire la taille du fichier qui devra être corrélié au modèle ; de toute manière, les contraintes spatiales ne permettent pas d'exécuter un relevé à l'échelle 1, simplement parce que l'espace disponible au pied du panneau interdit toute manipulation de calques et tirages photographiques de grand format. Pour notre test, nous avons travaillé à 60 % de la taille originelle. On peut aussi tabler sur une augmentation de la mémoire des ordinateurs et une performance accrue des microprocesseurs, ce qui résoudra le problème (et réduira le nombre d'opérations). Il est même possible que les chercheurs pariétalistes puissent eux-mêmes segmenter le nuage de points selon les besoins, corrélier les photos sur la 3D du panneau concerné, imprimer l'orthoprojection puis refaire la même opération avec les relevés de terrain numérisés. Jusqu'à présent, cette possibilité n'existait pas en raison de la trop faible densité du nuage de points (à l'exception du grand panneau peint mais la corrélation de photos est déjà faite, au moins pour les plans généraux, par le cabinet Perazio). Cette densité trop faible de points ne permettait pas de replacer un cliché sur le modèle avec une précision suffisante sans l'intervention d'un technicien spécialisé.

- 9 Or depuis peu, une nouvelle génération de scanneur laser permet de résoudre le problème ; en effet, la nouvelle technologie de mesure laser aboutit à la création de nuages de points en nuances de gris plus élevées qui permettent de visualiser beaucoup mieux les reliefs et détails des parois. De telle sorte qu'il devient possible à un non-spécialiste (moyennant une formation de base) de faire les opérations décrites ci-dessus. De plus, le temps d'acquisition, le poids et l'encombrement des machines ont été fortement réduits.
- 10 En conclusion, la contribution de la 3D au relevé d'art pariétal s'avère très positive, dans la préparation des documents qui serviront de base à l'analyse dans la grotte tout comme dans la restitution des panneaux gravés et peints de Marsoulas. Des gravures ou des vestiges peints, à peine visibles sur place à cause de leur finesse ou de la morphologie accidentée des parois, sont révélés dans leur moindre détail, avec une grande facilité de lecture pour chacun.

Figure 8

Relevé de la partie inférieure droite du panneau et simulation d'éclairage frisant à partir du sol (échelle = 20 cm). Dans la grotte, cette surface oblique et proche du sol est d'une lecture très difficile
Doc. Carole Fritz, Gilles Tosello. © Ministère de la Culture et de la Communication, Cabinet Perazio, Carole Fritz, Gilles Tosello

Figure 9

Relevé du quart supérieur gauche du panneau (échelle = 10 cm) et simulation de lumière frontale. De fines gravures (chevaux, bisons, profil humain) sont enchevêtrées et superposées à des signes rouges

Doc. Carole Fritz, Gilles Tosello. © Ministère de la Culture et de la Communication, Cabinet Perazio, Carole Fritz, Gilles Tosello

- 11 En surmontant l'obstacle de « l'invisibilité », l'association étroite du relevé graphique et du modèle numérique est donc une réponse efficace et esthétique à la nécessité de diffuser l'art des cavernes en direction des publics les plus divers (**fig. n° 8, n° 9**). D'ailleurs, il est probable que nous ne sommes qu'aux premières applications de ces technologies croisées pour un domaine de recherche dans lequel la mise en espace des œuvres, très importante pour leur perception voire leur signification, restait un obstacle majeur. (**fig. n° 10**)

Figure 10

Communication présentée lors du séminaire **ART RUPESTRE : LA 3D UN OUTIL DE MÉDIATION DU RÉEL INVISIBLE ?** qui s'est tenu du 4 au 6 juin 2008 à Angles-sur-l'Anglin, coordonné par l'Institut national du patrimoine, avec la participation de la direction de l'architecture et du patrimoine.

NOTES

1. Voir également dans ce même numéro : Fritz, Carole, Tosello, Gilles, Azéma, Marc, Moreau, Olivier, Perazio Guy et Péral, José. Restauration virtuelle de l'art pariétal paléolithique : le cas de la grotte de Marsoulas. [Document électronique]. Paris : Ministère de la Culture et de la Communication.

2. « Marsoulas, la grotte oubliée », film de 26 minutes produit par CNRS Images, France 3 - Sud, Passé Simple, réalisé par Marc Azéma, écrit par Marc Azéma, Carole Fritz et Gilles Tosello. <http://www.creap.fr/Marsoulas-3D.htm>.

RÉSUMÉS

La troisième dimension a toujours constitué une difficulté majeure dans l'étude de l'art des grottes paléolithiques. À Marsoulas (Haute-Garonne), une opération 3D a été réalisée pour répondre aux diverses contraintes de temps et d'espace que le site impose aux chercheurs ; la 3D est apparue aussi comme une nouvelle piste pour mieux maîtriser la préparation des relevés tout en facilitant le mode de restitution final.

The third dimension always constitutes a major difficulty in the study of the Palaeolithic cave art. At the Marsoulas cave (Haute-Garonne), a 3D scan operation was undertaken in keeping with various constraints in terms of time and space which the site imposes on the research. The 3D scan emerges as a new way of improving on the initial phase of plotting prehistoric paintings, and can subsequently facilitate their final mode of restitution.

INDEX

Keywords : 3D technology and plotting prehistoric cave painting, novel application, Marsoulas cave, cave art, Marsoulas, prehistoric painting, engraving, Paleolithic, pattern, 3D, space, scanner, plotting, ortho-projection, cloud of points, matching

Mots-clés : art pariétal, grotte, Marsoulas, peinture, gravure, paléolithique, signe, 3D, espace, scanneur, relevé, orthoprojection, nuage de points, matching, corrélation

AUTEURS

CAROLE FRITZ

Chargée de recherche au CNRS, CREAP - Cartailhac, UMR 5608 TRACES. fritz@univ-tlse2.fr

GILLES TOSELLO

Chercheur associé, CREAP- Cartailhac, UMR 5608 TRACES. gilles.tosello@wanadoo.fr

GUY PERAZIO

Cabinet de géomètres experts Perazio. gp@perazio.com

JOSÉ PÉRAL

Cabinet de géomètres experts Perazio

LIONEL GUICHARD

Cabinet de géomètres experts Perazio