

Numérisation 3D du site orné de la Grotta Scritta à Olmeta-di-Capocorso (Haute-Corse)

■ Pierre GRUSSENMEYER - Albane BURENS - Samuel GUILLEMIN - Emmanuel ALBY - Franck ALLEGRIINI SIMONETTI
Marie-Laurence MARCHETTI

Le site de la Grotta Scritta I se trouve sur le versant ouest du Cap Corse, sur la commune d'Olmeta-di-Capocorso (département de la Haute-Corse). L'abri sous roche est implanté sur un éperon ouest de la chaîne la Serra, à quelques 412 m d'altitude. Dans le contexte régional d'un vaste ensemble de sites mégalithiques à vocation funéraire (régions du Nebbiu et des Agriates) et d'un art rupestre préhistorique insulaire particulièrement riche en motifs gravés (essentiellement géométriques), la Grotta Scritta constitue l'unique site à figurations peintes de Corse. La vingtaine de représentations pariétales est agencée dans la partie supérieure du surplomb rocheux et tire partie de la microtopographie de la paroi. Aujourd'hui, la Grotta Scritta est un site vulnérable, rendu fragile par l'action du temps et de l'homme. Le travail de numérisation 3D de l'abri et des peintures de la Grotta Scritta a été réalisé par des topographes et des archéologues de l'INSA de Strasbourg et de l'UMR 5602 GEODE de Toulouse, en combinant des acquisitions de lasergrammétrie et de photogrammétrie terrestre. Ces techniques permettent d'acquérir une documentation 3D complète sans contact avec les parois de l'abri. Elles présentent l'avantage de garantir une parfaite préservation du site. Nous présentons dans cet article la méthodologie de traitement des données images et laser en vue de l'obtention des modèles 3D produits dans le cadre de cette opération (nuages de points, modèles maillés, modèles texturés, orthophotos). Au-delà de leur utilité en terme de valorisation, de communication et de restitution virtuelle, les modèles générés constituent également des outils d'aide à l'analyse et à la perception de la complexité des volumes de l'abri (notamment les formes repliées sur elles-mêmes de la coupole abritant les peintures). L'extraction d'orthophotographies depuis le modèle 3D de la Grotta Scritta a ainsi servi de support au relevé vectorisé des peintures.

MOTS-CLÉS

patrimoine culturel, préhistoire, art rupestre, relevé 3D, photogrammétrie terrestre, balayage laser

En mars 2014, une équipe de chercheurs de l'INSA de Strasbourg (ICube UMR 7357) et de Toulouse (Geode UMR 5602) a réalisé le relevé

3D du site orné de la Grotta Scritta pour le compte de la commune d'Olmeta-di-Capocorso (Haute-Corse, France), propriétaire du site archéo-

logique, à des fins de conservation, de recherche et de valorisation. Nous présentons dans cet article les caractéristiques historiques et archéologiques de ce site remarquable et les premiers résultats issus des travaux de numérisation 3D. La numérisation 3D du site constitue un document essentiel à la demande de classement du site au titre des Monuments Historiques.

Contexte d'intervention

■ Présentation géographique du site

Le site de la Grotta Scritta I se situe à Olmeta-di-Capocorso, commune la plus méridionale du Cap Corse (Haute-Corse, France) (figure 1). La région est formée par une chaîne dorsale schisteuse orientée dans un axe nord-sud, relativement élevée et aux crêtes effilées. La chaîne



Figure 1. Localisation de la Grotta Scritta (Olmeta-di-Capocorso, Corse, France) et vue de la coupole ornée (en haut à gauche).



est caractérisée à l'est et à l'ouest par des éperons et des contreforts délimitant des vallées parallèles. Le village d'Olmata-di-Capocorso est établi dans l'une d'elles, ouverte à l'ouest sur le golfe de Saint-Florent et adossée à la *Serra*. Le site est implanté sur un éperon ouest de la chaîne montagneuse, à quelque 412 m d'altitude. Surplombant la mer Méditerranée, le site domine aujourd'hui la plage de sable et galets noirs de Negro et offre une vue panoramique sur le golfe de Saint-Florent. On accède à la Grotta Scritta à pied depuis le village d'Olmata, par l'ancien chemin reliant Olmeta à Nonza, sur 3,07 km. Il faut compter environ une heure de marche, par ce chemin en partie dallé.

■ *Le site de la Grotta Scritta 1*

La Grotta Scritta 1 (ou "Grotte peinte") constitue l'unique site à figurations peintes de Corse. Elle correspond en réalité à un surplomb rocheux naturel, orienté à l'ouest, formant une coupole en aplomb de la paroi, à quelques 2,50 m du sol actuel. Cet encorbellement d'environ 2 m de large fait saillie par rapport à la falaise. C'est à l'intérieur de cette coupole, à laquelle on accède en escaladant la partie inférieure du surplomb rocheux, que 20 motifs peints à l'ocre rouge et deux graffiti gravés ont été découverts par R. Grosjean dès la fin des années 50 (Grosjean 1959).

Aucune occupation archéologique n'a pu y être associée directement. Cela dit, un petit abri nommé "Grotta Scritta 2", encore récemment utilisé par des bergers, est localisé à quelques mètres en contrebas du site. Un muret de clôture récent ceint l'espace compris entre les deux sites. Le plafond de ce second abri est couvert de gravures et graffiti pour la plupart récents.

Les 20 représentations pariétales répertoriées sur les parois de la Grotta Scritta 1 ainsi que les 2 graffiti récents occupent la partie supérieure du surplomb rocheux, baignée de lumière en fin de journée. Réalisées à l'oxyde de fer, les motifs peints se développent à l'intérieur d'une coupole présentant de multiples petites alvéoles, dépressions et aspérités à l'intérieur d'un espace d'environ 1,30 m de large sur 0,70 m de hauteur. Les motifs semblent

tirer parti de la micro-topographie de la roche (Weiss 2000). Parmi les motifs principaux, on dénombre 7 représentations anthropomorphes dont 3 anthropomorphes représentés avec un appendice caudal ou sexuel (l'un d'eux porte des cornes, les deux autres présentent les bras levés ou baissés), 3 anthropomorphes stylisés et un dérivé d'anthropomorphe. Deux motifs plus complexes paraissent figurer des cavaliers sur leur monture. Des signes secondaires sont associés aux motifs principaux : il s'agit essentiellement de points (ou taches), de traits, mais également d'une ligne brisée et d'un triangle au tracé pointillé. Deux motifs complexes composés de traits et de points ont pu être interprétés comme des motifs en forme de peigne. Deux graffiti modernes ont plus récemment été gravés à proximité directe des peintures, à l'intérieur de la coupole. L'ensemble des motifs peints se répartit à l'intérieur de différents micro reliefs de la cavité (un bandeau central, plusieurs alvéoles et une dépression).

Une chronologie en 5 étapes des différents moments de réalisation des motifs peints a été proposée par M.C. Weiss, sur la base d'une différenciation de la couleur des pigments utilisés, des techniques de réalisation et de la répartition des figures à l'intérieur des micro-reliefs du support rocheux (Weiss 1998).

À l'exception de deux graffiti récents, les motifs peints sur les parois de la Grotta Scritta 1 semblent pouvoir être rattachés à un vaste courant méditerranéen postglaciaire caractérisé par un art schématique dont l'Espagne est considérée comme le centre. On retrouve à la Grotta Scritta quelques-uns des grands principes régissant cet art pictural : la schématisation et la simplification des figures, la répétition des motifs et leur superposition ou encore l'association et la complémentarité de certaines représentations (Hameau 1995). Un nombre important de parallèles a été établi entre les représentations peintes de la Grotta Scritta I et des motifs rupestres et pariétaux bien connus dans la péninsule ibérique, dans le Piémont italien, mais aussi en Provence et en Sardaigne (Grosjean 1959 ; Ripoll Perello 1967 ; D'Arragon 1997 ; Arca

2002). Dans le Sud de la France, cet art a été mis en évidence dans les Pyrénées Ariégeoises, en Languedoc Oriental, dans le Dauphiné et bien sûr en Provence. Les plus importantes concentrations de sites étant enregistrées à l'est du Rhône (Hameau 1995).

L'art schématique est communément daté entre la fin du Néolithique - Chalcolithique et le Bronze Ancien. Cette attribution est fondée sur une contemporanéité supposée entre les peintures et gravures découvertes dans le sud de la France et la présence de vestiges mobiliers à proximité directe. À la Grotta Scritta, en l'absence de tout contexte archéologique et de relations clairement établies entre les motifs, les peintures ne peuvent être datées avec plus de précisions. Il semble toutefois que la représentation de chevaux dans les deux motifs dits des "cavaliers" tire la chronologie vers le haut, la présence d'équidés n'étant pas attestée en Corse avant l'âge du Fer. Ces deux figures pourraient être légèrement plus récentes que les autres représentations anthropomorphes (Weiss 1998). Rappelons que, dans un contexte d'un art rupestre insulaire particulièrement riche en motifs gravés (sites de E Schippiate et de Petra-Frisgiata, Cambia par exemple), la Grotta Scritta constitue l'unique site abritant des motifs peints.

■ *Historique des travaux et études menés sur le site*

Le site de la Grotta Scritta, connu de la population locale de longue date (Kreuzer 1977), a été officiellement découvert par Roger Grosjean dans les années 50 (Grosjean 1959). À la suite de cette première étude, plusieurs archéologues français et étrangers ont visité et étudié le site.

Les premiers relevés des motifs peints ont été publiés à la fin des années 60 puis dans les années 70. Des divergences notables existent entre les différents relevés (Grosjean 1969, Beltran 1968, Kreuzer 1977). Les interprétations des motifs et les propositions de phasage chronologique proposées par les différents chercheurs ne concordent pas toujours (Grosjean 1959, 1960, 1966, 1969 ; Gagnières

1959 ; Beltran 1968 ; Kreuzer 1977 ; Ripoll Perello 1967). C'est en 1997, dans le cadre d'un programme de recherche collectif dédié à l'art rupestre de Corse, que M.-C. Weiss réalise, avec une équipe de 15 personnes, la première étude exhaustive des motifs peints de la Grotta Scritta I et en propose un phasage chronologique (Weiss 1998, 2000). L'auteur recense notamment l'ensemble des motifs secondaires (traits, points...) non encore répertoriés et propose une interprétation des différentes figures et signes. Il perçoit la Grotta Scritta comme une sorte d'"écran" pour des œuvres, certes réalisées sur une certaine durée, mais reflétant une même idéologie, au travers de symboles renouvelés (Weiss 1998). Il attribue d'ailleurs au site une fonction plus religieuse que picturale. Consécutivement à cette étude, d'autres travaux seront consacrés ou citeront le site (Lanfranchi, Weiss 1997 ; D'Arragon 1997 ; Amadei, Ottaviani 1999 ; Weiss 1998, 2000, 2003, 2007 ; Arca 2002, Peche-Quilichini 2003)...

Dans une publication de 2007, M.C. Weiss revient sur la cohésion des trois premières phases de réalisation des peintures de la Grotta Scritta I (groupe stylistique A) et met en évidence des liens stylistiques entre les motifs de la Péninsule Ibérique, de la Corse, de la Provence et de la Sardaigne, sur la base de similitudes observées sur le motif d'anthropomorphe aux bras baissés ou sur l'association récurrente entre les signes (points) et les figures anthropomorphes.

Méthodologie du relevé

■ Objectifs

Dans le but de préserver l'intégrité du site, les méthodes d'acquisition de données 3D mises en œuvre sont non destructives et favorisent le recours à des techniques d'enregistrement et de prise de mesures sans contact. Le travail de numérisation 3D de la Grotta Scritta I, réalisé par des topographes et archéologues des UMR 7357 ICube de l'INSA de Strasbourg et UMR 5602 GEODE de Toulouse, a comme objectif le calcul de modèles 3D à partir de nuages de points denses obtenus par



Figure 2. (a) Scanner Faro Focus 3D à mi-hauteur de la paroi et (b) relevé photo à 7 m du sommet du surplomb rocheux.

lasergrammétrie terrestre et par relevé photogrammétrique. Ces techniques permettent d'acquérir une documentation 3D complète, sans contact avec les parois de l'abri. Elles présentent l'avantage de garantir une parfaite préservation du site.

Actuellement, la plupart des projets de numérisation 3D combinent balayage laser et photogrammétrie terrestre (Grussenmeyer *et al.*, 2012). Ces deux techniques répondent à plusieurs objectifs :

- de conservation : pour visualiser le plus finement possible les altérations de tous ordres ;
- de valorisation et de recherche : en permettant le relevé intégral de l'abri et de la terrasse d'implantation.

La paroi ornée a fait l'objet d'un traitement spécifique le plus fin possible. Ceci afin de pouvoir être utilisé comme base à la restitution virtuelle 3D, de réaliser un relevé détaillé des motifs peints ou encore de réaliser des fac-similés en résine à l'aide d'imprimantes 3D.

■ Solutions techniques utilisées

Le relevé lasergrammétrique a été effectué avec un scanner à balayage Faro Focus 3D S120 avec caméra intégrée (Figure 2 a). Ce scanner a une portée allant de 0,60 m à environ 100 m et le constructeur annonce une incertitude de mesure de 2 mm à 25 m. Notons que cette précision peut dépendre de nombreux paramètres (type de surface mesurée, incidence du rayon de mesure, etc.). La miniaturisation (5 kg) et la souplesse d'utilisation de ce scan-

ner laser a permis sa mise en œuvre dans un contexte particulièrement contraignant (stations de numérisation dans une coupole étroite et à la topographie accidentée, située à environ 2.50 m de hauteur ; présence d'une végétation particulièrement dense à proximité directe du site). Parallèlement, un relevé photogrammétrique a été réalisé à partir de plusieurs stations sur trépied (Figure 2 b) à l'aide d'un boîtier Canon EOS 5D MarkII et de plusieurs objectifs calibrés de 20, 24 et 105 mm utilisés sans auto-focus (focale fixe tenant compte des positions du trépied par rapport à l'objet).

Compte tenu des difficultés d'accès au site, aucun système GPS géodésique ni station totale n'ont pu être emportés sur le site. Les relevés n'ont donc pas été géoréférencés et le canevas local constitué d'un réseau de sphères Faro et de cibles a été utilisé pour recaler entre eux les données lasergrammétriques et photogrammétriques. Des mires tricolores (Figure 3) ont été disposées dans l'abri pour vérifier la



Figure 3. Disposition de deux mires de mise à l'échelle dans la partie supérieure du surplomb rocheux où l'on distingue les représentations pariétales.



mise à l'échelle des modèles. Bien que non géoréférencé, les nuages de points ont cependant été orientés à quelques degrés près grâce à la boussole intégrée au scanner Focus 3D.

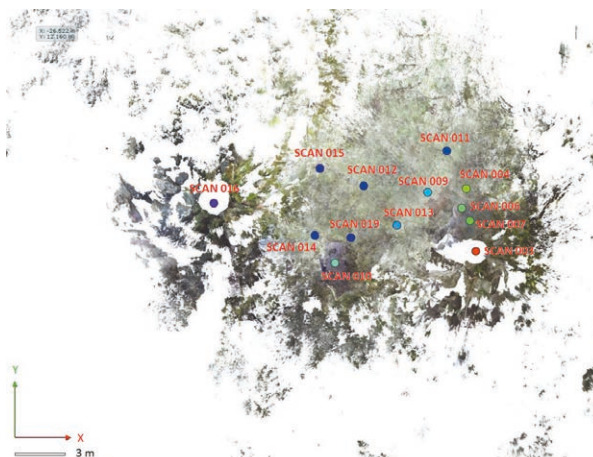
■ Traitement des données

Relevé lasergrammétrique : les nuages de points sont issus de 13 stations, espacées de 1 à 4 m (Figure 4) et réparties en hauteur sur l'ensemble du site (Grotta Scritta 1, terrasse et Grotta Scritta 2). La consolidation et la colorisation ont été réalisées à l'aide du logiciel *Faro Scene*. Après ajustement, les écarts constatés sur les sphères sont inférieurs à 1,5 cm. Pour l'acquisition des nuages de points, le scanner a été paramétré avec une résolution spatiale de 6 mm à 10 m, ce qui compte tenu de la répartition des stations permet d'obtenir un nuage de points très dense. Les travaux de segmentation et de rééchantillonnage ont été réalisés à l'aide du logiciel *3D Reshaper*.

Photogrammétrie : le relevé photogrammétrique a été réalisé avec plusieurs objectifs :

- être en mesure de produire un nuage de points dense susceptible de compléter le nuage de points obtenu par balayage laser (notamment pour la partie du surplomb rocheux accueillant les représentations pariétales) ;
- texturer les modèles maillés ;
- créer un catalogue d'images susceptibles de suivre l'évolution de la paroi et l'éventuel développement des lichens ;
- permettre la production d'orthophotos servant de support au relevé vectorisé des représentations pariétales.

Figure 4. Répartition de 13 stations lasergrammétriques sur l'ensemble du site de la Grotta Scritta (vue du dessus).
Grotta1 (surplomb rocheux) : stations 4, 6 et 7.
Grotta2 : stations 12, 14 et 19.



Le relevé avec l'appareil EOS5D Mark II a été organisé en plusieurs étapes en se plaçant respectivement à environ 1 m (3 stations), 3 m (4 stations) et 7 m (5 stations) du surplomb rocheux et en tenant compte des mises en station possibles. Une séquence de plusieurs photos successives a été réalisée à partir de chaque station en balayant l'espace visible du surplomb rocheux (Tableau 1).

	Taille du pixel-objet (mm)	Nombre d'images
<i>Focale</i>	24 mm	
1 m	0,3 mm	120
3 m	0,8 mm	110
7 m	1,9 mm	48

Tableau 1. Taille du pixel sur l'objet à différentes distances pour une focale de 24 mm (appareil EOS 5D Mark II, matrice-image 5616x3744 pixels, pixel-image de 6,4 microns)

Pour la mise à l'échelle des projets de photogrammétrie, plusieurs solutions sont possibles :

- mise à l'échelle simplifiée avec les mires tricolores (visibles sur la figure 3) ;
- mesure manuelle des sphères et des cibles du projet lasergrammétrique (Figure 5) sur les images ;



Figure 5. Identification des sphères et des cibles dans une image panoramique générée par l'outil "Webshare" de Faro Scene.

- identification des coordonnées de points d'appui dans le nuage de points laser.

Livrables

■ Données lasergrammétriques

Le nuage de points colorisé brut représente 680 millions de points à l'issue de l'assemblage des 13 nuages identifiés sur la figure 4. Après segmentation, le nuage initial est ramené à 208 millions de points (ce qui représente encore 7 Go au format ACSII). Le nuage global a finalement été segmenté en plusieurs parties et rééchantillonné pour être exploitable. À titre d'exemple, le nuage de points colorisé rééchantillonné à 1 cm (Figure 6) et limité à l'emprise de la Grotta Scritta 1 correspond à 1 million de points, soit environ 40 Mo.

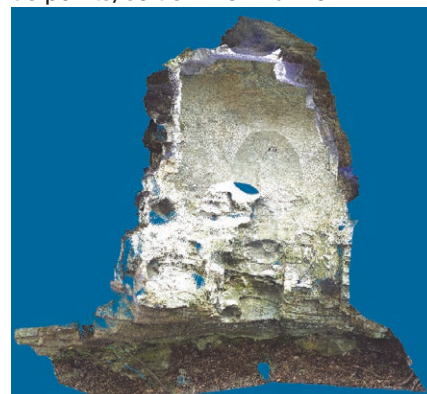


Figure 6. Nuage de points colorisé de la Grotta Scritta 1 (vue de face) rééchantillonné à 1 cm.

■ Données photos et photogrammétries

Les photos du tableau 1 ont été orientées à l'aide des logiciels PhotoModeler et Photoscan, et recalées sur le projet lasergrammétrique en mesurant des points caractéristiques sur le surplomb rocheux dans l'environnement Faro Scene. L'objectif de ces traitements est de calculer la position et l'orientation des photos issues de la caméra EOS 5D destinées à être utilisées pour texturer le modèle lasergrammétrique préalablement maillé. Les paramètres de calibration de l'appareil photo (Incarn) et l'orientation externe des photos (Excam) sont exportés à partir des outils de photogrammétrie pour être utilisés dans le logiciel 3D Reshaper pour l'étape de texturation du modèle 3D.

■ Modèles 3D

Plusieurs types de modèles 3D ont été calculés à partir du nuage de points de la Grotta Scritta 1 rééchantillonné à 1 cm. Un premier maillage a été effectué avec le plug-in "Poisson Surface Reconstruction" du logiciel CloudCompare 2.6, suivi d'une segmentation du maillage clos produit par cet algorithme. À l'issue de cette opération, on effectue un rendu en PCV "Portion of Visible Sky" pour la visualisation sans texturage des détails du surplomb rocheux (Figure 7).

Le texturage est effectué dans 3D Reshaper. Les figures 8 et 9 représentent des orthophotos issues de la projection orthographique d'informations tridimensionnelles sur un plan, selon un axe défini (en l'occurrence celui du regard du visiteur des lieux dans la coupole, face au panneau orné). L'extraction d'une orthophoto depuis le modèle 3D de la Grotta Scritta nous a servi de support au relevé vectorisé et référencé des peintures, qui a été confronté avec les peintures *in situ* en juin 2015.

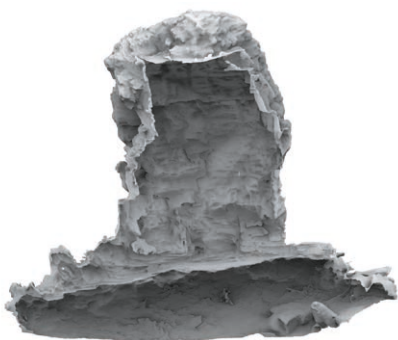


Figure 7. Modèle maillé avec un rendu en mode "Portion of Ciel Visible".

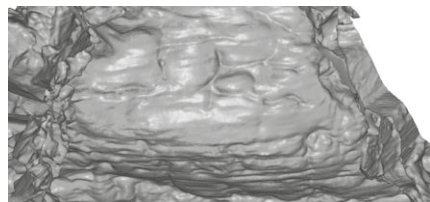


Figure 8. Orthophoto issue du modèle 3D ombré favorisant la compréhension du relief (à comparer avec la figure 3).



Figure 9. Orthophoto issue du modèle 3D texturé.

■ Sections et coupes calculées à partir du nuage de points

L'exploitation du nuage de points a permis de générer une coupe verticale (Figure 10) et des sections horizontales (Figure 11) de l'abri. Ces tracés vectoriels ont été réalisés à partir des outils proposés par le logiciel Cloudcompare.

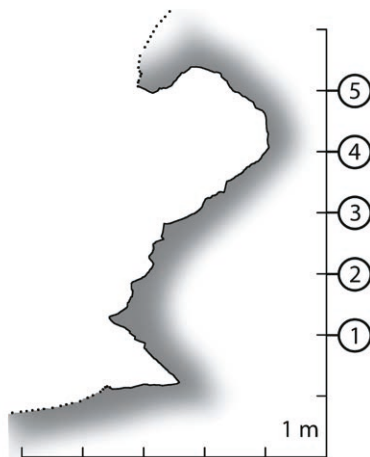


Figure 10. Coupe verticale de l'abri. Les représentations pariétales sont situées entre les sections 4 et 5.

Apports de la 3D à la problématique et à la connaissance du site

Ainsi que nous l'avons précisé, la campagne de numérisation 3D réalisée en 2014 sur le site de la Grotta Scritta s'est inscrite dans une démarche de préservation et d'inscription aux monuments historiques de ce site exceptionnel, à l'initiative de la Collectivité Territoriale de Corse et la Commune d'Ometta-di-Capocorso. La modélisation numérique 3D produite répond à la nécessité de disposer d'une documentation complète et à haute résolution de cet important site du patrimoine culturel corse, à un instant T.

Si les modèles numériques 3D ne constituent ni une alternative à la réalité archéologique, ni un substitut aux méthodes traditionnelles de documentation, ils sont une interprétation de cette réalité et forment un nouveau type de documentation, complémentaire aux photographies, qui permet de nouveaux modes de représentation graphique et de performants outils d'étude des sites et de leurs contextes... En ce sens ils sont parties intégrantes des processus de description, de compréhension et

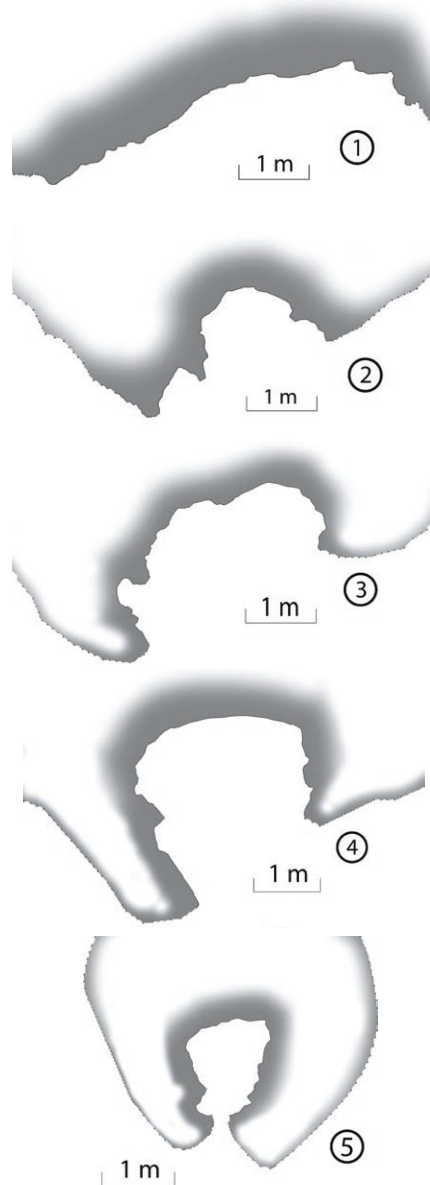


Figure 11. Sections horizontales de l'abri (voir la position des sections sur la figure 10).

d'interprétation de la complexité des sites archéologiques (Campana 2014). À la Grotta Scritta, la modélisation numérique tridimensionnelle produite (modèle hybride associant lasergrammétrie et photogrammétrie) peut être appréhendée comme une documentation relativement objective, dans le sens où le site n'a pas fait l'objet de fouilles archéologiques et que les techniques d'enregistrement développées ne sont pas invasives et sont sans contact avec les parois et les peintures rupestres. Au-delà des traditionnelles fins conservatoires et de visualisation, le modèle 3D de la Grotta Scritta avait pour objectif de permettre la mise en œuvre d'un suivi longitudinal des processus de



dégradation des peintures rupestres, particulièrement vulnérables à l'action des agents météorologiques et aux dégradations d'origine anthropique (effacements, graffitis). Les premières mesures conservatoires du site, visant à protéger les peintures de l'action conjointe des agents météorologiques (pluie, vent, ensoleillement) avaient indirectement favorisé le développement de lichens sur la paroi ornée. Cette altération, qui avait déjà retenu l'attention de M.C. Weiss au moment du travail d'inventaire qu'il réalisa en 1997 (Weiss 1998), fait l'objet d'un contrôle depuis 2010. La comparaison entre les clichés de Nicolas Mattei réalisés en 1997 et le modèle 3D réalisé en 2014 confirme l'absence de réelle progression du développement de ces organismes.

Par ailleurs, le modèle 3D de la Grotta Scritta constitue un réel outil d'aide à l'analyse et à la perception de la complexité des volumes de l'abri, notamment les formes repliées sur elles-mêmes de la coupole abritant les peintures. En ce sens, la 3D apporte une véritable valeur ajoutée par rapport aux représentations cartographiques traditionnelles. Les possibilités de manipulation interactive du modèle texturé, de modification des conditions d'éclairage mais surtout d'affichage de tout ou partie des tracés sont essentielles. L'extraction d'une orthophotographie depuis le modèle 3D a servi, (après un traitement numérique d'optimisation de l'image) de support au relevé vectorisé des peintures. Cette technique a

permis l'élaboration d'un relevé non tributaire de la perspective, combinant une grande précision métrique et la restitution de la texture du support (figure 12). Le document produit constitue un apport significatif à l'étude des peintures car il apporte un haut degré de précision du relevé. Il a notamment permis d'inventorier de nouveaux points et taches (dans les motifs 1, 10, 14 et 17), de confirmer la présence de l'amorce d'un appendice sexué sur la figure 1 (appendice absent du relevé publié en 1998), de révéler la présence de coulées d'ocre sur les motifs 5, 11 et 12, de réunir en un seul motif deux tracés inventoriés jusque là séparément, d'affiner certains tracés et de mettre en lumière l'effacement récent des signes 14 et 15.

Conclusion

Cet article a permis de présenter les travaux de relevé 3D conduits sur le site de la Grotta Scritta. Les données disponibles sous la forme de nuages de points et de photos à haute résolution constituent une archive numérique de qualité. Les techniques actuelles de lasergrammétrie et de photogrammétrie permettent de produire une documentation 3D à très haute résolution. Les exemples présentés montrent que l'on peut générer différents types de modèles 3D favorisant la compréhension du site. Ainsi, le modèle 3D constitue une interprétation de la réalité archéologique et forme un nouveau type de documentation, complémen-

taire aux photographies, permettant de nouveaux modes de représentation graphique, de nouvelles façons de prendre des mesures. Aujourd'hui, la Grotta Scritta est un site vulnérable, rendu fragile par l'action du temps et de l'homme. Les relevés effectués sur ce site par la commune en 2010 ont permis d'engager le processus de conservation et de valorisation. Depuis le 7 avril 2014, le site est inscrit au titre des monuments historiques. ●

Remerciements

L'équipe remercie le Service Régional de l'Archéologie en la personne de M. le Conservateur Régional Franck Léandri, ainsi que Mme Mireille Boncompagni Maire d'Olmata-di-Capocorso pour leur confiance et leur soutien tout au long de ce projet.

Note de la rédaction :

La version anglaise de cet article a été présentée en septembre 2015 au XXV^e Symposium du CIPA à Taipei (Grussenmeyer *et al.*, 2015).

Contacts

Pierre GRUSSENMEYER
pierre.grussenmeyer@insa-strasbourg.fr
Samuel GUILLEMIN
samuel.guillemine@insa-strasbourg.fr
Emmanuel ALBY
emmanuel.alby@insa-strasbourg.fr
INSA de Strasbourg, Spécialité Topographie
Laboratoire ICube, Equipe TRIO, UMR 7357,
Strasbourg, France
Albane BURENS
albane.burens@univ-tlse2.fr
Laboratoire de Géographie
Environnementale, CNRS, UMR 5602 GEODE
Toulouse, France

Franck ALLEGRINI SIMONETTI
franck.allegrini-simonetti@ct-corse.fr
Marie-Laurence MARCHETTI
marie-laurence.marchetti@ct-corse.fr
Collectivité territoriale de Corse, Direction
de la culture et du patrimoine,
Service des Patrimoines-Archéologie,
Ajaccio, France

Références

Amadei, A., Ottaviani, J.-C. 1999. *Les peintures rupestres d'Olmata du Cap*. In: Le mémorial des corses. Dir. Arrighi, Jean-Marie et Vinciguerra, Marie-Jean, T.3, 1999, p. 48.



Figure 12. Relevé vectorisé des motifs de la Grotta Scritta¹ (Olmata-di-Capocorso, Corse, France). En rouge : motifs peints (n°1 à 20) ; en gris : graffitis modernes (n°21) ; en gris-vert : lichens. Le relevé est réalisé à partir d'une orthophotographie extraite du modèle 3D (Figure 9).

Arca A., Gambarin, F. M., 2002. *Influenze mediterranee nelle pitture nel Neolitico finale in Piemonte*. In: Il declino del mondo neolitico. Ricerche in Italia centro-settentrionale fra aspetti peninsulari, occidentali e nordalpini. Atti del convegno (Pordenone, 2001), Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale, 2002, 4, p. 421-425.

Beltran Martinez, A., 1968. *Breve nota sobre tres nuevos abrigos con pinturas de la Edad del Bronce en eceite (Teruel), Villafames (Castellon) y Olmetta du Cap (Corcega)*. In: La Préhistoire, problèmes et tendances. Paris : CNRS, 1968, p. 19-24

Burens, A., Grussenmeyer, P., Carozza, L., Leveque, F., Guillemin, S., Mathe, V. (2014). *Benefits of an accurate 3D Documentation in Understanding the Status of the Bronze Age Heritage Cave „Les Fraux“ (France)*. International Journal of Heritage in the Digital Era, ISSN 2047-4970, Vol. 3(1) : 179-196. DOI: 10.1260/2047-4970.3.1.179.

Campana, S., 2014. *3D Recording in Archaeology and Cultural Heritage – Theory and best practice*. In : F. Remondino, S. Campana ed. : 3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage – Theory and best practices. BAR International Series 2598, 2014, p. 7-12.

D'Arragon, B., 1997. *Nuove figure schematiche antropomorfe dalla Sardegna prenuragica: le pitture rupestri della Grotta del Papa, isola di Tavolara (SS – I) Sardinia - Sardegna*. 2nd International Congress of Rupestrian Archaeology. 2-5 Darfo Boario Terme, October 1997.

Gagniere, S., 1959. *Aix-en-Provence*. In: Gallia Préhistoire. T. 2, 1959, p. 252.

Grosjean, R., 1959. *Les premières peintures rupestres de Corse*. Chronique d'Archéologie Préhistorique. Etudes Corses, 1959, 22, p. 77-78.

Grosjean, R., 1960. *Rapports Corse-Sardaigne-Pouilles – Art et monuments circulaires du Bronze moyen*. In BSPF, n° 5-6, volume 57, Informations – Communications, 1960, p. 296.

Grosjean, R., 1966. *La Corse avant l'histoire*. Paris: Klincksieck, 1966, 95 p.

Grosjean, R., 1969. *A propos de l'article d'A. Beltran, de Saragosse, sur les peintures rupestres de la Grotta Scritta (Olmata du Cap Corse)*. Comptes rendus des séances mensuelles. Bulletin de la Société préhistorique française, 1969, T. 66, p. 132-133.

Grussenmeyer, P., Burens, A., Guillemin, S., Alby, E., Allegrini Simonetti, F. and Marchetti, M.-L., 2015. *3D Recording methodology*

applied to the Grotta Scritta Prehistoric Rock-Shelter in Olmeta-Di-Capocorso (Corsica, France). Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XL-5/W7, 179-185, doi:10.5194/isprsarchives-XL-5-W7-179-2015, 2015.

Grussenmeyer, P., Alby, E., Landes, T., Koehl, M., Guillemin, S., Hullo, J.-F., Assali, P., Smigiel, E., 2012. *Recording approach of heritage sites based on merging point clouds from high resolution photogrammetry and terrestrial laser scanning*. 22nd ISPRS Congress, Melbourne, 25-31 August, 2012. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XXXIX-B5, 553-558, 2012.

Hameau, Ph., 1995. *Les peintures postglaciaires en Provence. Inventaire étude chronologique, stylistique et iconographique*. Documents d'archéologie Française, n°22, ed. de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 124 p.

Kreuzer, G., 1977. *Die felsbilder Korsikas, Antike Welt, zeitschrift für archäologie und kulturgeschichte*. n°2. 1977, p. 61-62.

Lanfranchi, F. (de), Weiss, M. C., 1997. *L'aventure humaine préhistorique en Corse*. Ajaccio : Albiana, 1997, 503 p.

Peche-Quilichini, K., 2003. *L'art rupestre de la Corse : essai de mise en relation iconographique et technique avec les grands sites de Méditerranée occidentale*, Bulletin d'Archéologie et d'Histoire de la Corse, 1, 2003, p. 16-37.

Ripoll Perello, E., 1967. *Nota acerca de las pinturas rupestres de la grotta Scritta en Olmeta-du-Cap (Corcega)*, revue Ampurias. XXIX, Barcelona : (s.n.), 1967, 262-267 p.

Weiss, M. C., 1998. *Préhistoire de l'art corse : les peintures rupestres d'Olmata du Cap, département d'archéologie expérimentale et de moulage, université de Corse*. Bastia : Siciliano, 1998, 61 p.

Weiss, M. C., 2000. *Nouvelle lecture des peintures rupestres préhistoriques d'Olmata-du-Cap et étude de deux mocreaux récupérés de la statue-menhir de Renno*. Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente. Troisième session, Toulouse 1998, Ed. Archives d'Ecologie Préhistorique, 2000, p. 257-263.

Weiss, M. C., 2003. *L'art rupestre de la corse è petre scritte*. Ajaccio : Albiana, 2003, 241 p.

Weiss, M. C., 2007. *L'art rupestre de la Corse*. In : *Corse et Sardaigne préhistoriques – relations et échanges dans le contexte méditerranéen*. Dir. André D'Anna, Joseph Cesri, Laurence Ogel, Jean Vaquer. CTHS, 2007, 185-195 p.

ABSTRACT

KEY WORDS: Cultural Heritage, Prehistory, Rock art, 3D Recording, Terrestrial Photogrammetry, Laser Scanning

The Grotta Scritta I prehistoric site is located on the west side of Cap Corse, in the territory of the municipality of Olmeta-di-Capocorso (Haute-Corse, France). The rock shelter is located on a western spur of the mountains La Serra, at 412 m height above sea level. In the regional context of a broad set of megalithic burial sites (regions Nebbiu and Agriates) and a rich insular prehistoric rock art with several engraved patterns (mainly geometric), the Grotta Scritta is the only site with painted depictions of Corsica. Around twenty parietal depictions are arranged in the upper part of the rock overhang and takes advantage of the microtopography of the wall. Today, the Grotta Scritta is a vulnerable site, made fragile by the action of time and man. The 3D scanning of the rock-shelter and paintings of the Grotta Scritta was carried out by the surveyors and archaeologists from INSA Strasbourg and UMR 5602 GEODE from Toulouse, by combining accurate terrestrial laser scanning and photogrammetry techniques. These techniques are based on a full 3D documentation without contact with the walls of the rock shelter, with the advantage of guaranteeing a perfect preservation. The paper presents the data acquisition methodology followed an overview of data processing solutions based on both image and laser scanning techniques. Several deliverables as point clouds, meshed models, textured models and orthoimages are proposed for the documentation. Beyond their usefulness in terms of valorization, communication and virtual restitution, the proposed models also provide support tools for the analysis and perception of the complexity of the volumes of the shelter (namely for the folded forms of the dome housing the paintings) and for the accuracy of the painted depictions recorded on the orthophoto processed from the 3D model.