

La grotte ornée paléolithique de Baume-Latrone (France, Gard) : la 3D remonte le temps...

Marc AZÉMA*, Bernard GÉLY** et David LHOMME***

Résumé : *Depuis 2009, la reprise de l'étude de la grotte de Baume-Latrone (France, Gard), dirigée par Marc Azéma, porte principalement sur le relevé de ses étonnantes images pariétales, dessinées à l'argile ou gravées sur le calcaire, en combinant les techniques traditionnelles et la numérisation tridimensionnelle. À terme, cette association technologique permet d'introduire une quatrième dimension dans le modèle numérique de terrain en confrontant plusieurs états chronologiques de la paroi vandalisée puis nettoyée durant les années 1980 et voyager ainsi dans le temps...*

Débutée en 2009, la reprise de l'étude de la grotte de Baume-Latrone, dirigée par Marc Azéma, consiste en premier lieu à étudier l'art pariétal, à tenter d'en identifier les séquences d'exécution et les superpositions avec d'autres artefacts. Il conviendra à terme d'essayer de dater plus précisément la décoration, de reconnaître les étapes et processus de fermeture du passage vers le réseau profond de la grotte, et enfin étudier les dépôts sédimentaires dans la salle Bégouën.

Dans cette étude et cette communication, la priorité est donc donnée au relevé et à l'analyse des œuvres qui bénéficient en 2010 d'un siècle de savoir-faire en matière de relevé et d'évolution des outils de numérisation tridimensionnelle. Ces derniers contribuent à améliorer la technique « classique » tout en favorisant un archivage optimal des données. Baume-Latrone constitue une grotte idéale pour remplir cette double mission, scientifique et conservatoire, et réfléchir à la mise en place d'une nouvelle méthode de relevé. En outre, la spécificité de Baume-Latrone, son histoire douloureuse depuis la découverte au XX^e siècle de son art pariétal, autorise à employer cet outil pour confronter sur un même modèle numérique de terrain plusieurs états de surface reflétant l'évolution malheureuse de la paroi ornée depuis 70 ans. Grâce à une recherche documentaire conséquente (constitution d'une base de données photographiques balayant tout ce temps), cette expérimentation virtuelle devrait aussi permettre de restituer, au terme de notre étude, l'aspect des images au premiers moments de leur découverte en 1940, voire même dans leur état originel.

* Préhistorien responsable scientifique de l'étude de Baume-Latrone, chercheur associé à l'UMR 5638 TRACES (Université de Toulouse-Le Mirail) et au CREAP (Centre de Recherche et d'Études pour l'Art Préhistorique Émile Cartaiac), réalisateur de films documentaires et d'expositions – marc.azema@wanadoo.fr

** Préhistorien au Service Régional de l'Archéologie de la Direction Régionale des Affaires Culturelles Rhône-Alpes.

*** Co-gérant de la société ATM3D

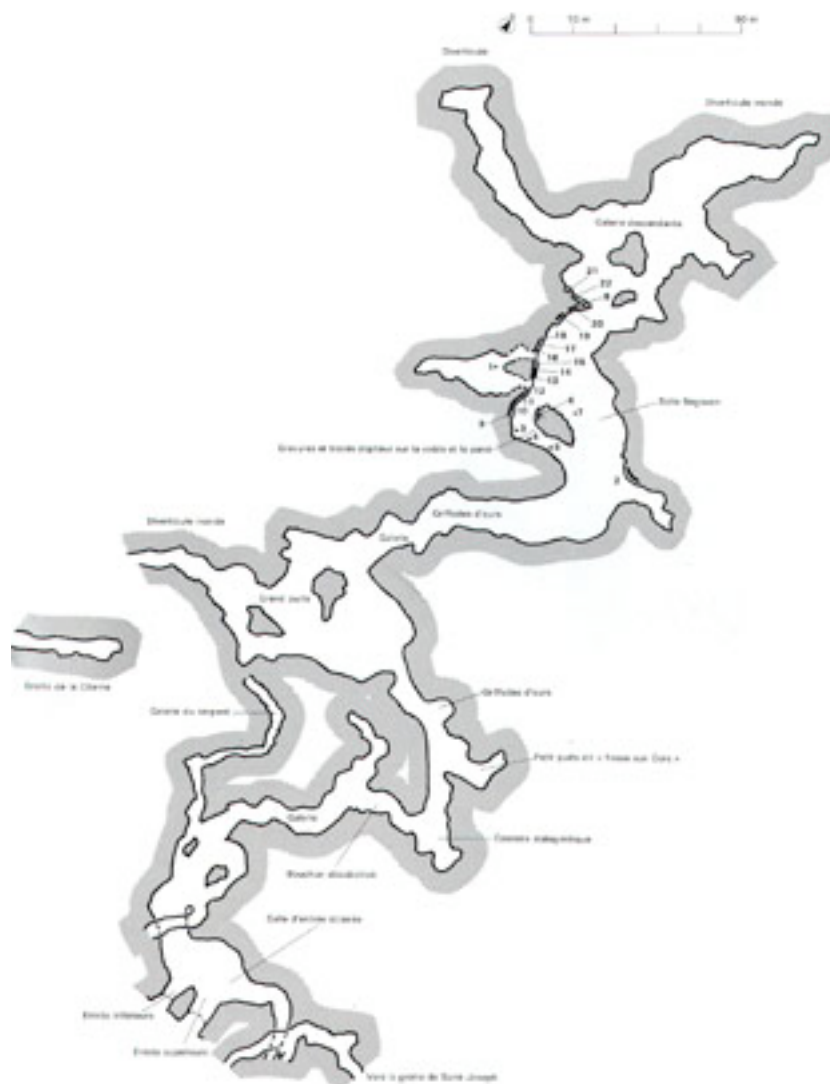


Fig. 1. Relevé topographique de la Baume-Latrone à Russan-Sainte-Anastasie (Languedoc-Roussillon, Gard). (Relevé J. Choppy et Lebret 1952 in Drouot 1984, fig. 4.)

UNE GROTTÉ À REDÉCOUVRIR

Historique

La Baume-Latrone, ou grotte de La Baume-Latrone, est l'une des cinq grottes ornées du département du Gard (Baume-Latrone, grotte Bayol, grotte d'Oulens, grotte Chabot, grotte des Points). Creusée dans le calcaire crétacé de type urgonien des gorges du Gardon, sur la commune de Russan-Sainte-Anastasie, elle s'ouvre, par son double porche, sur une corniche en bordure du plateau. La topographie (fig. 1) montre un développement assez important. Les témoignages pariétaux apparaissent après 240 mètres de progression sous terre. Les figures ornent en grande partie les parois ouest de la Salle Béguèn. Le Grand Plafond représente l'ensemble le plus spectaculaire (fig. 2).



Fig. 2. Le Grand Plafond de Baume-Latrone. (*Relevé A. Glory in Bégouën 1941*).
La numérotation est celle établit par E Drouot (1984).

Classée monument Historique, cette cavité est connue depuis très longtemps mais il faut attendre 1940 pour qu'un groupe de jeunes nîmois découvrent, après avoir désobstrué un bouchon d'argile scellant le passage vers le fond, les images pariétales. Prévenu de cette découverte, le comte Henri Bégouën envoie A. Glory et P. Fittes pour authentifier puis étudier ces images (Bégouën 1941). Dans les années 50, E. Drouot reprend l'étude de la cavité (Louis & Drouot 1953).

Dès la découverte des œuvres pariétales, la grotte souffre du passage des hommes, subit des actes de vandalisme qui nécessite la pose d'une porte blindée. Deux sortes d'altérations sont visibles. La première comprend des incisions, grattages, écrasements, frottements des pigments originaux et traces de coup impossibles à enlever. La seconde intègre boulettes d'argile lancées sur le plafond, tracés argileux et traces de noir de fumée. La plupart de ces détériorations sont dues à l'homme, quelques unes provenant de l'abrasion naturelle de la roche. Le résultat des deux campagnes de restauration effectuées en 1982/1984 par Isabelle Dangas et Jacques Brunet pour le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques est spectaculaire (Brunet *et al.* 1990). Grâce à l'emploi de scalpel, bistouri, compresses absorbantes, les altérations les plus visibles disparaissent. Le voile de boulettes d'argile recouvrant notamment l'un des mammoths n'est plus (fig. 3).

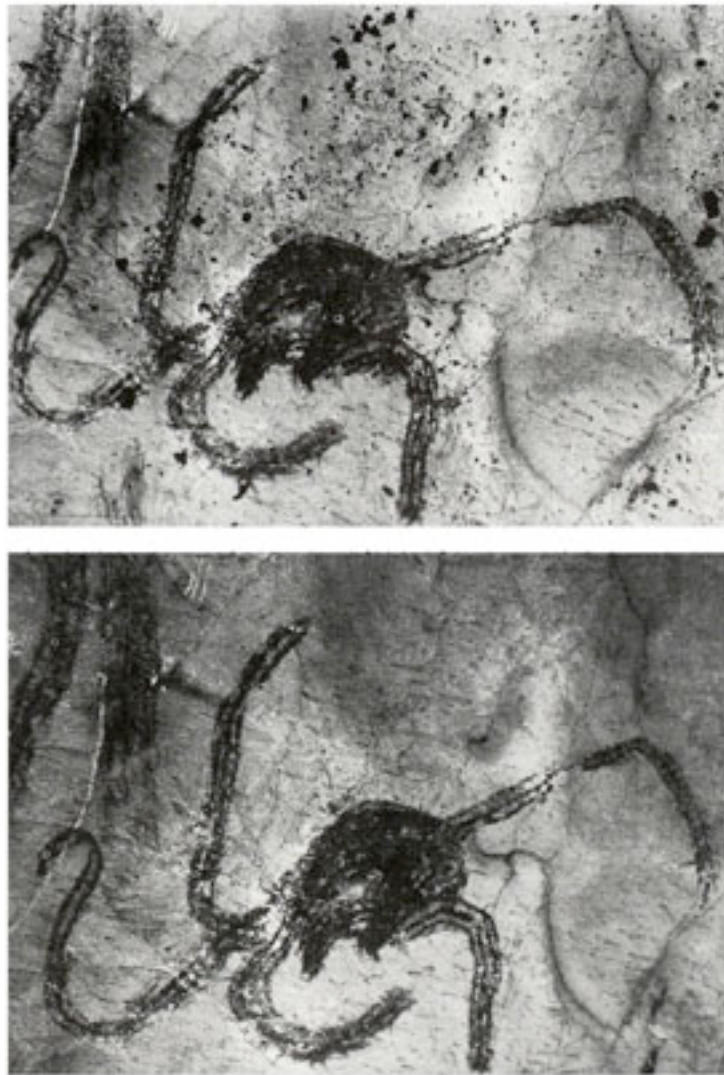


Fig. 3. Le mammoth n° 11 avant (gauche) et après (droite) restauration. (Photo D. Bouchardon, LRMH, in *L'art des cavernes* 1984.)

L'art pariétal

L'art pariétal est concentré dans la Salle Bégouën, quelques signes noirs ornant le petit diverticule adjacent et des mains positives son entrée. La composition principale est appelée « Grand Plafond » (fig. 2). Une grande représentation de félin (3 mètres) occupe le centre. Elle est entourée de sept ou huit mammoths et d'un animal bizarre, cheval et/ou rhinocéros. Il s'agit selon nous d'une composition à tendance narrative, un exemple très ancien de narration graphique exposant de manière allégorique la chasse d'un grand prédateur, le félin rugissant et s'attaquant à un groupe de mammoths (Azéma 2010). Le sens de lecture nous échappe mais on peut se demander si la composition ne doit pas être lue de bas en haut : les proboscidiens apparaissent plutôt calmes en bas puis agités en haut, le félin agressif au centre, et de taille volontairement accentuée pour exprimer sa puissance, entraînant ce changement d'état (fuite).

Le style des images est particulier, le profil des animaux se réduit à l'essentiel, certains détails anatomiques étant négligés. Plusieurs conventions sont employées : silhouette en profil absolu avec représentation d'un seul membre par paire dépourvu d'extrémité, perspective tordue pour les cornes et les défenses, absence de pelage... L'inventaire de la décoration fluctue suivant les auteurs et sera révisée à l'issue de l'étude, une propsection systématique est conduite dans toute cette partie de la grotte pour retrouver les figures publiées. Pour cette présentation, nous nous basons sur la numérotation établis par E. Drouot (1984).

Gravure et peinture sont employées à Baume-Latrone. Mais c'est la technique polydigitale à larges bandes qui fait l'originalité de la décoration pariétale de Baume-Latrone. L'extrémité des doigts, plus ou moins serrés entre eux, est chargée d'argile puis appliquée sur le support. La main devient ainsi une sorte de pinceau qui laisse sur la paroi des traces parallèles, trois ou quatre suivant le nombre de doigts au contact avec la roche. L'argile utilisée ne provient pas du sol (argile pâle) mais de la petite corniche située sous le grand panneau (argile rouge). Cette technique est unique dans l'art pariétal paléolithique.

Malgré l'impossibilité de cerner précisément la ou les périodes de fréquentations humaines de la cavité, ceci en raison de l'absence d'artefact significatif et de charbon de bois, tous les auteurs s'accordent cependant pour attribuer la décoration à une phase ancienne de l'art pariétal : entre un « stade initial » de l'Aurignacien (Bégouën 1941, p. 121 ; Breuil 1952, p. 212 ; Louis & Drouot 1953, p. 27) et le Solutrén inférieur (Comber 1984a, p. 331 ; Colomer 1987, p. 13), ce qui couvre environ 15 millénaires (entre 35 000 et 20 000 BP). Ces propositions d'âges sont toutes basées sur la mise en exergue d'analogies stylistiques (rendus de la perspective et de l'animation, etc.), morphologiques (traitement de détails anatomiques, etc.), technologiques (tracés poly-digités, tracés linéaires rouges, etc.) et thématiques (mains positives rouges, prédominance des mammoths, etc.) avec des sites « mieux calés chronologiquement » ou jugés tels. Les comparaisons sont glanées dans les cavités régionalement proches, celles des gorges de l'Ardèche (Chauvet), ou plus lointaines, des Pyrénées et même jusqu'en Espagne (Bégouën 1941, p. 121 ; Breuil 1952, p. 212 ; Louis & Drouot 1953, p. 39-42 ; Leroi-Gourhan 1965, p. 330 ; Gély & Azéma 2005, p. 99). En l'état des connaissances et avec toutes les réserves nécessaires quant à la validité d'une « classification chrono-stylistique », ces attributions chrono-culturelles antérieures sont toutes globalement recevables. D'autant plus que, régionalement toutes les phases culturelles du Paléolithique supérieur sont effectivement bien représentées dans de la vallée du Gardon et aux abords, depuis les prémices (« Proto-Aurignacien ») jusqu'au Tardiglaciaire (Debard, Bazile & Lhomme 1996 ; Gély 2005). De plus, l'attribution récente à l'Aurignacien (Ambert *et al.* 2005) des gravures de la grotte d'Aldène située dans le département voisin de l'Hérault (Cesseras) confirme bien l'existence d'un art paléolithique très ancien en Languedoc.

L'APPORT DU SCAN 3D AU RELEVÉ D'ART PARIÉTAL DE BAUME-LATRONE

Rappels techniques



Fig. 4. Méthode de relevé « classique », d'après photographie : le félin gravé de la Salle Bégouën. De haut en bas : photographie – relevé d'ensemble (reliefs, gravures, digités et impacts modernes) – relevé du félin. (Cliché Alain Dubouloz ; Relevé Raphaëlle Bourrillon et Marc Azéma.)

L'étude des parois ornées porte avant tout sur l'enregistrement et l'analyse des différentes interventions anthropiques. Bien que l'impact d'autres facteurs (comme la morphologie des supports, la présence de griffades...) soit également pris en compte, une hiérarchie visuelle favorisant les manifestations anthropiques doit être privilégiée. Cela implique une indispensable et préalable sélection des données ; en d'autres termes, des choix doivent être opérés car le potentiel d'informations susceptibles d'être enregistrées sur la paroi est immense et l'accumulation risque de conduire à une confusion visuelle. Il s'agit de proposer une analyse graphique qui

rende compte de la complexité des faits observés, complémentaire de la photographie. Le relevé d'après photographie constitue la technique habituelle employée en grotte ornée et en art rupestre mais bénéficie depuis quelques années des acquis de la numérisation tridimensionnelle (relevé d'après orthophotographie).

Le relevé d'après photographie

Cette technique bien connue se décompose en cinq grandes étapes :

- 1) Le panneau est tout d'abord déchiffré de façon à identifier les manifestations. Ces dernières sont retranscrites sur un croquis de lecture puis décrites et enregistrées dans des fiches de terrain.
- 2) une couverture de la paroi en photographie numérique est établie en respectant des contraintes d'orthogonalité et de distance.
- 3) les images sont par la suite traitées en infographie afin d'en améliorer la lisibilité ou le contraste. Des mosaïques sont réalisées à partir de plusieurs clichés, puis tirées sur papier. On détermine ensuite l'échelle de travail : en grandeur nature ou à l'échelle $\frac{1}{2}$ (pour notre cas) selon les dimensions des panneaux et l'espace de travail disponible dans la cavité.
- 4) dans la grotte, nous procédons au décalque sur film transparent des données visibles sur les photographies : cette opération s'effectue face aux œuvres originales et constitue la seconde phase de l'analyse et de l'enregistrement des informations. Cette seconde étape de l'analyse est précédée d'un croquis d'approche et de l'enregistrement d'un maximum d'informations sur les fiches de terrain.
- 5) l'ultime étape concerne la mise au net des relevés, qui sont d'abord numérisés, puis traités par infographie. Une charte graphique, simple de préférence, est définie afin de préciser les reliefs, les gravures et les différents artefacts naturels ou anthropiques.

En collaboration avec Raphaëlle Bourrillon, nous avons appliqué cette technique à deux zones « secondaires » de la décoration : le panneau des mains positives à l'entrée de la Salle Bégouën et le petit félin gravé sur un pendant de la voute à proximité du Grand Plafond (fig. 4).

Le relevé d'après orthophotographie

Depuis une quinzaine d'année, la numérisation tridimensionnelle est expérimentée dans l'étude des grottes ornées paléolithiques (Aujoulat 2005 ; Fritz & Tosello 2007) : Chauvet, Marsoulas, Angles-sur-l'Anglin, Colombier, Mayenne Sciences, Cussac... La saisie 3D s'effectue à l'aide d'un scanner laser dont la précision d'acquisition varie en fonction des modèles, du centimètre au dixième de millimètre. Par rapport aux procédés conventionnels comme la photogrammétrie, l'intérêt de cette technique réside dans l'obtention immédiate des coordonnées des points acquis par l'intermédiaire d'un laser balayant la paroi, ainsi que la visualisation graphique du nuage de points ou des surfaces texturées. Au-delà de l'enregistrement morphométrique du support orné, il est possible de procéder ensuite au texturage (« mapping ») des plages enregistrées, c'est-à-dire d'habiller le modèle numérique de terrain (MNT) en plaquant les photographies effectuées en parallèle puis les relevés au calque.

Application du relevé tridimensionnel à Baume-Latrone

Numérisation tridimensionnelle de la Salle Bégouën

Une première campagne de relevé tridimensionnel a été effectuée en janvier 2009. Lors de cette journée de test, il s'agissait de numériser dans un premier temps l'environnement des figures, à savoir la Salle Bégouën, avec une précision millimétrique puis une fraction ornée (mammouth n° 11) du Grand Plafond avec une précision infra-millimétrique. Un test sur des gravures fines, notamment une petite tête cervidé, a été réalisé aussi avec succès. Cette opération dirigée par la société ATM3D, représentée par David Lhomme et Eric Varrel, s'est concentrée sur une journée. Cela a nécessité la mise en place très lourde de 300 m de câbles électriques, d'éclairage néon, d'un trépied lourd d'appareil photo, d'un groupe électrogène, le tout grâce à l'aide de 8 techniciens et spéléologues.

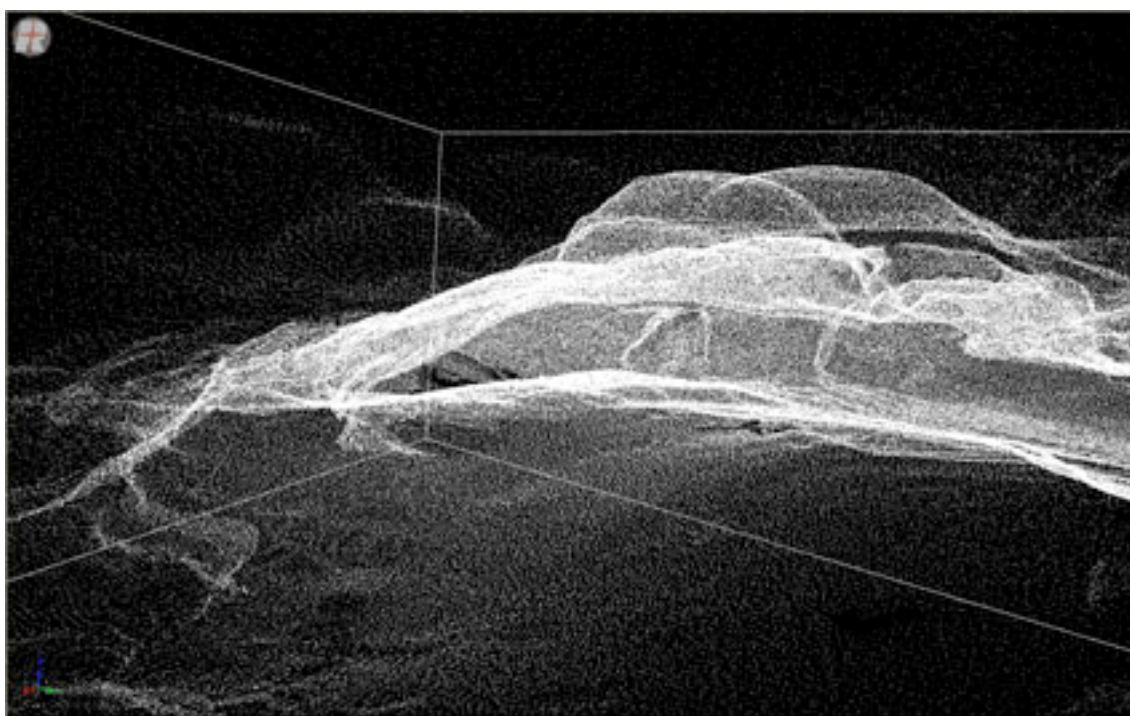


Fig. 5. Nuage de points la Salle Bégouën. (Cliché ATM3D.)

Pour la Salle Bégouën, le scan a été réalisé avec le Riegl LMS 390i. Six stations ont été nécessaires pour couvrir l'ensemble de la « scène » à numériser (salle). Pour chaque position, trois scans ont permis de couvrir le plafond et le sol. Au préalable, il a fallu mettre en place un réseau de points de référence. Chaque station a été calée grâce à un ensemble de cibles géoréférencées au préalable par des mesures tachéométriques. Nous avons utilisé les points de référence déjà en place dans la cavité pour géoréférencer l'ensemble du levé. Chaque station de scan a été positionnée avec une précision de 4 mm en moyenne. Au final, le nuage de points brut de la Salle Bégouën compte 12 837 888 points. L'ensemble de la salle a donc été numérisée (mais non texturée) avec une précision de 4 mm environ (fig. 5-6), ce qui sera suffisant pour caler dans le futur les photographies des parois et les scans des images pariétales.

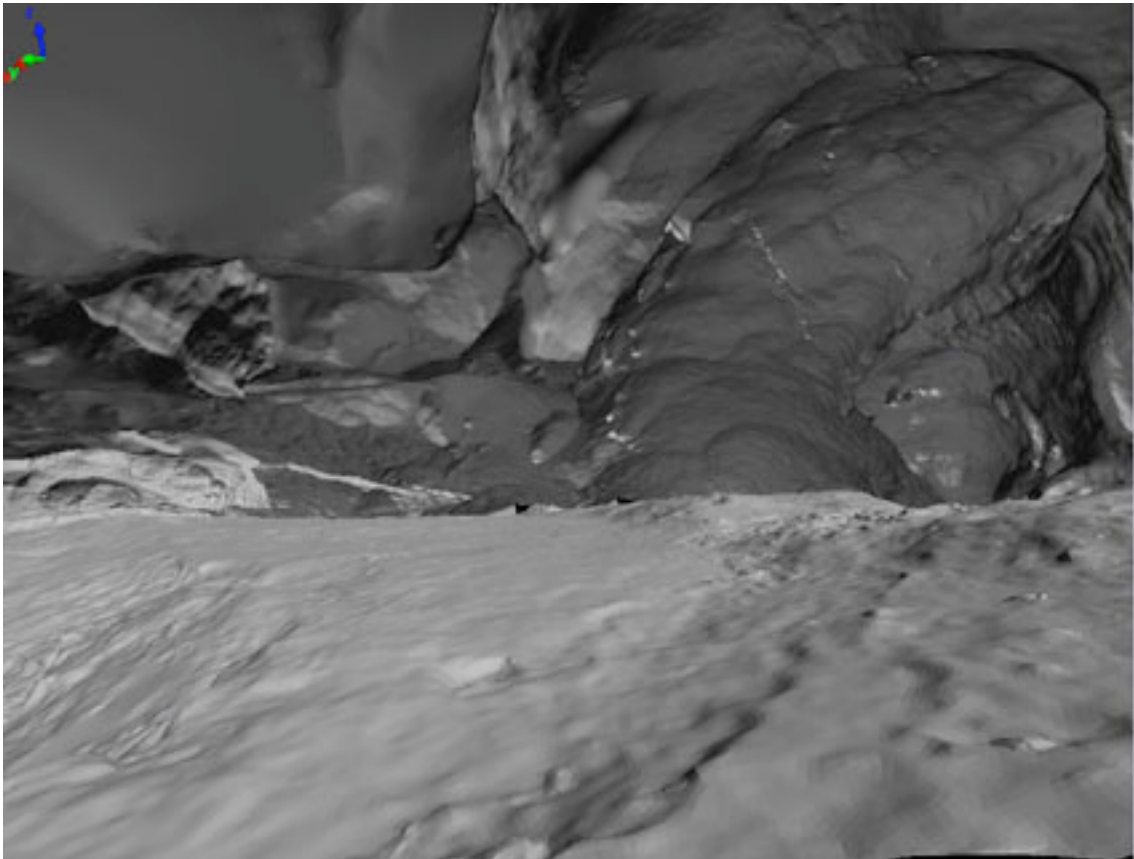


Fig. 6. Vue de la Salle Bégouën surfacée depuis le sol d'entrée. (Cliché ATM3D.)

La numérisation du mammoth n° 11 et des gravures a été réalisée avec le scanner laser Minolta VI 910, suivant une précision de 0,4 mm. Dix huit scans ont été nécessaire pour numériser la figure du proboscidién. L'épaisseur de la couche d'argile n'étant pas assez importante pour être mesurée par le scanner, cette information est rendue (pixels) par la photographie effectuée depuis le scanner (fig. 7).

Après cette première campagne de scan, une seconde mission a consisté à numériser la totalité du Grand Plafond avec une précision inframillimétrique. Cette opération, planifiée du 1 au 8 décembre 2009, s'est scindée en deux étapes. Du 1^{er} au 6 décembre, la zone ornée a été photographiée avec une précision optimale afin de servir de texture au scan de la paroi réalisé les 7 et 8 janvier suivants, le résultat sera a terme intégré dans le modèle numérique de l'ensemble de la Salle.

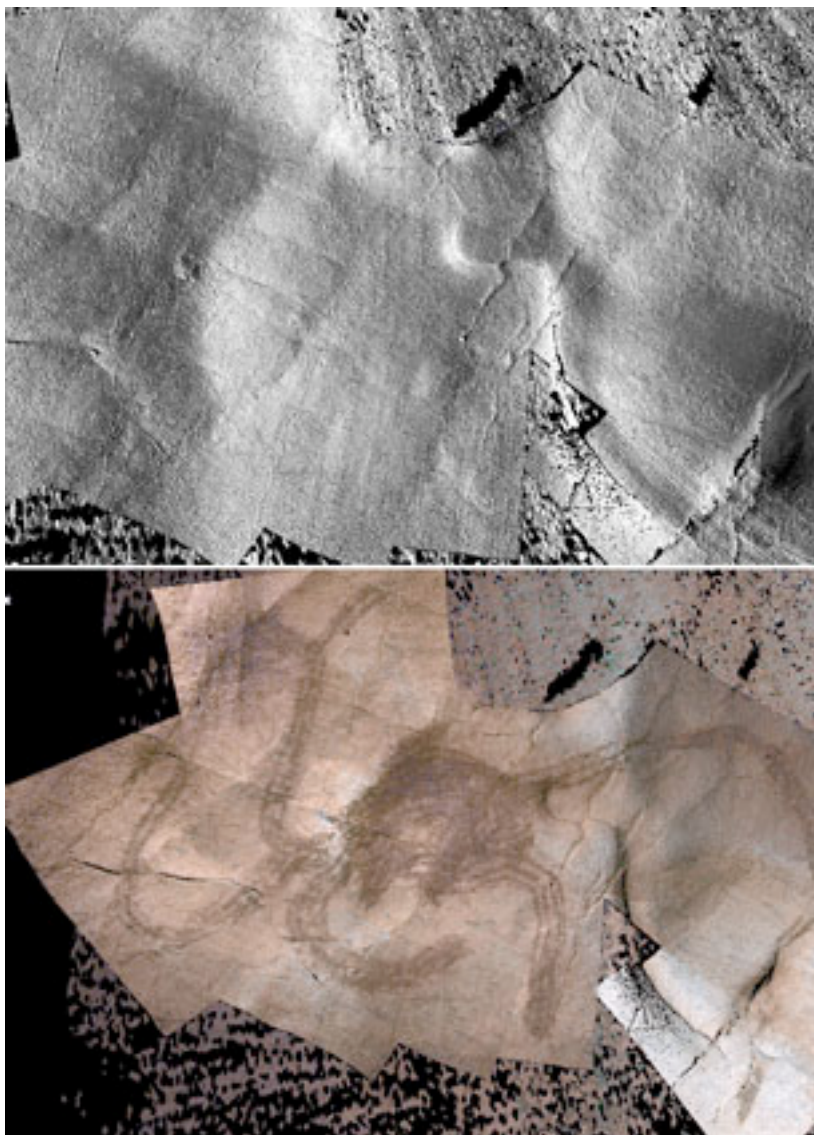


Fig. 7. Numérisation inframillimétrique du mammoth n° 11. **En haut** : le nuage de points avec une précision plus importante dans la partie ornée de la paroi ; **En bas** : modèle triangulé et texturé. (Clichés ATM3D.)

Couverture photographique et numérisation tridimensionnelle du Grand Plafond

• Couverture photographique

Le photographe Alain Dubouloz a effectué la couverture photographique intégrale du Grand Plafond. La participation de ce professionnel garantissait l'exactitude de la prise de vue, tant dans la conformité de la colorimétrie et des détails des tracés que du rendu des volumes et des dimensions.

Au préalable, une mire de calibration fournie par ATM 3D a été photographiée. Elle a pour but d'enregistrer les déformations inhérentes à l'optique afin de les intégrer ultérieurement au logiciel d'assemblage pour le mapping 3D. Un niveau laser a été projeté au plafond pour simuler un horizon artificiel et permettre de placer un repère de référence dans l'espace complexe de la grotte. Enfin, une charte de gris a été photographiée pour équilibrer la balance des blancs. L'appareil photo a été calé pour

couvrir une surface équivalente à un format papier A3. La fermeture de l'objectif à f:16 constant permettait de compenser les différences de niveau de la surface. La vitesse d'obturation, réglée au 1/ 80ème de seconde, élimine les éclairages parasites des lampes frontales et d'ambiance. Une torche flash diffusée fournit l'éclairage de la paroi. Asservie à l'appareil, elle est légèrement décalée pour bien détailler les peintures sans produire d'ombre portée. L'ensemble était relié par câble à l'ordinateur et chaque photographie était immédiatement contrôlée à l'écran. Les niveaux, l'éclairage et la netteté de chaque cliché étaient ainsi optimums. La couverture photographique s'est faite par bandes verticales parallèles se chevauchant à 50%. L'appareil était décalé dans l'axe vertical pour chaque nouvelle vue en ménageant une zone de recouvrement de 50 % avec la vue précédente. Une fois la première bande couverte, l'appareil était décalé horizontalement de 50% et la progression reprenait à nouveau dans l'axe vertical opposé puis se poursuivait en sens inverse et ainsi de suite.

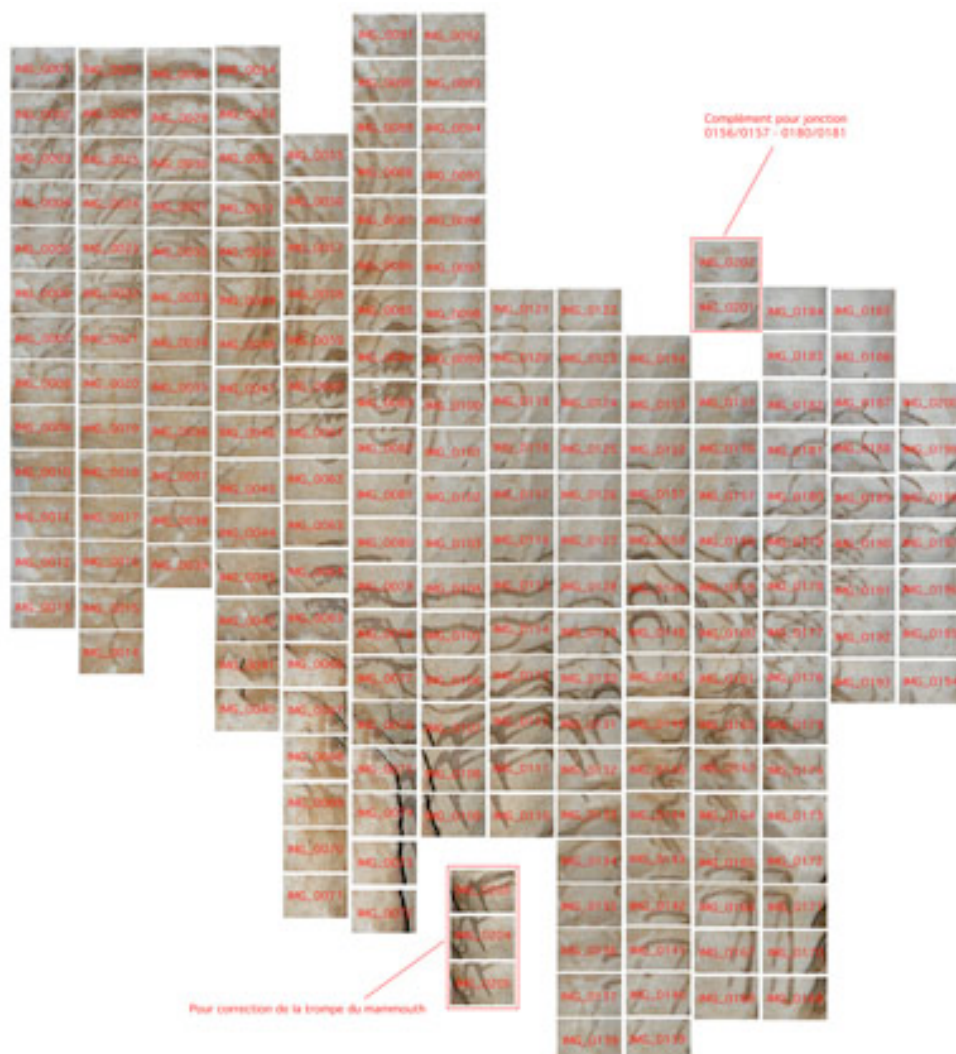


Fig. 8. Carte de répartition de la couverture photographique du Grand Plafond de Baume-Latrone réalisée par Alain Dubouloz et destinée au texturage du modèle numérique de la paroi.

La couverture globale du grand plafond de Baume-Latrone a nécessité au total 205 clichés (fig. 8) qui après un traitement ultime par ordinateur (niveaux, contraste et netteté optimisés ; organisation des clichés) étaient prêts pour le mapping 3D.

- *Numérisation tridimensionnelle*

Dans sa volonté de rechercher une solution de numérisation inframillimétrique plus portable et mieux adapté au milieu souterrain, ATM3D a choisi d'utiliser un numériseur à main (Optinum de Noomeo) pour accomplir le travail de numérisation du Grand Plafond. Cette nouvelle technologie utilise la corrélation d'image pour le calcul du nuage de points. À partir d'un couple d'image pris dans des conditions de prise de vue stéréoscopique, on peut au travers d'un algorithme mathématique reconstituer la géométrie de l'objet et par le biais des photos avoir accès également à la texture. Cette technologie associée à une mesure de la trajectographie (centrale inertielle) permet de réaliser une numérisation dynamique. Le numériseur s'apparente à une sorte de « caméra 3D » (fig. 9).

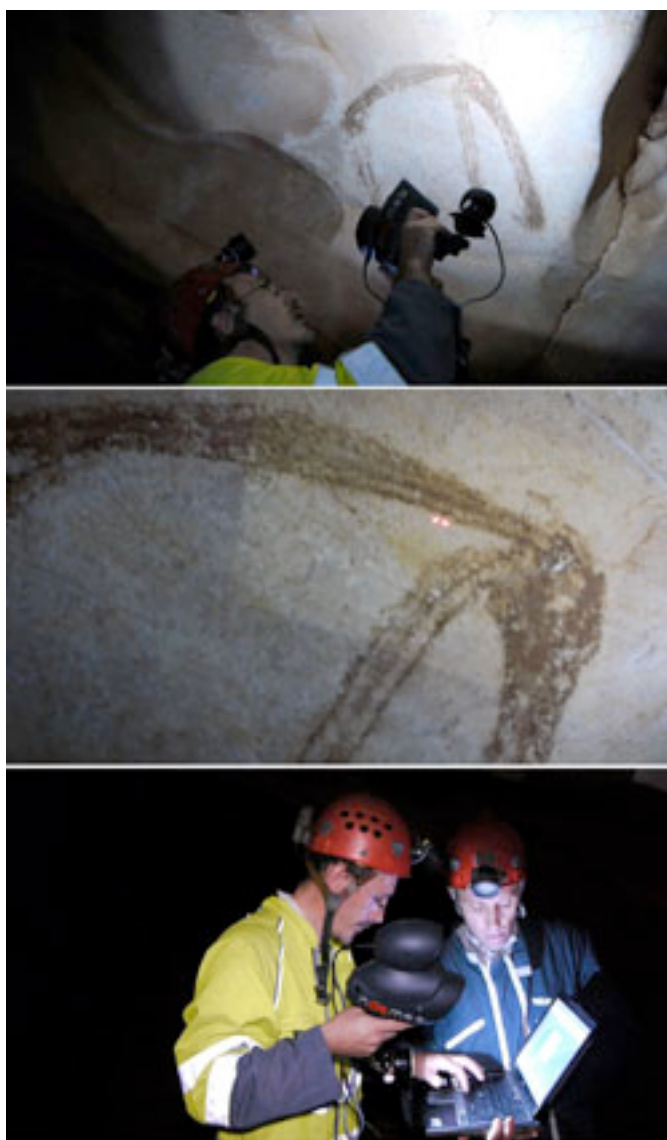


Fig. 9. Images montrant la saisie tridimensionnelle des figures du Grand Plafond avec le numériseur à main Optinum. (Clichés Marc Azéma.)

Contrairement au numériseur Minolta VI 910, l'Optinum permet de numériser en toute autonomie : alimentation sur batterie intégrée, source lumineuse intégrée (éclairage led), transfert des données sur pc portable. Cette autonomie permet de numériser complètement les peintures pariétales en sommet de voûte sans la mise en place de plate forme d'élévation. Nous avons numérisé les figures du Grand Plafond en un jour et demi. La corrélation d'image apporte également un enregistrement d'information plus important : plus de résolution, 20 000 points en moyenne par couple d'image, et plus d'information sur la texture. Cet appareil permet donc de numériser avec une plus grande résolution, plus rapidement, sans contact avec l'objet et surtout sa portabilité permet de couvrir entièrement toutes les surfaces y compris les géométries les plus complexes en modifiant les angles de numérisation. La compacité de ce système offre des nouvelles perspectives dans la numérisation inframillimétrique : site d'accès difficile (accès sur corde, passage souterrain étroit...), site nécessitant une rapidité d'intervention, site éloigné de toute source de courant (montagne, site souterrain)...

La numérisation est réalisée pour chaque objet en plusieurs passages. L'ensemble de ces séquences d'acquisition sont assemblées entre elles pour former un seul et même nuage de points. La précision de numérisation observée est de 0,2 à 0,3 mm, identique à celle du Minolta VI 910. Par contre la résolution est beaucoup plus importante avec le numériseur Optinum. L'assemblage des nuages de points permet de produire un seul nuage de points triangulé.

Ensuite, il a fallu réaliser l'orthophotographie des surfaces décorées sur la base des clichés réalisés par le photographe. L'orthophotographie est produite à partir d'un traitement photogrammétrique des images qui utilise le modèle 3D du site. Le procédé d'orthorectification consiste à produire une cartographie dans un plan de projection (ou un cylindre dans le cas d'un déroulé). Ce procédé intègre les corrections suivantes : correction des distorsions optiques des objectifs, correction de la perspective, correction de la position des pixels en fonction du relief (utilisation du modèle 3D). La décoration du Grand Plafond a été restituée par orthophotographie à une résolution et une précision de l'ordre du millimètre.

Tests de relevé d'après orthophotographie : le grand mammoth n° 11

Métriquement exacte et dépourvue de toute déformation optique, l'orthophotographie est un document vierge d'interprétation. Délivrable dans plusieurs formats numériques (format autocad pour un usage topographique, format Adobe pour une restitution cartographique aisée, format jpg ou pdf pour la publication), elle constitue le support idéal pour relever *in situ* une figure pariétale. Une fois achevé, ce relevé pourra être réintégré dans l'environnement tridimensionnel originel du modèle. De nouveaux champs d'expérimentation (techniques d'élaboration, accès au parois), d'analyse (prise de mesure, coupe, etc), de publication (en trois dimensions) deviennent alors envisageables.

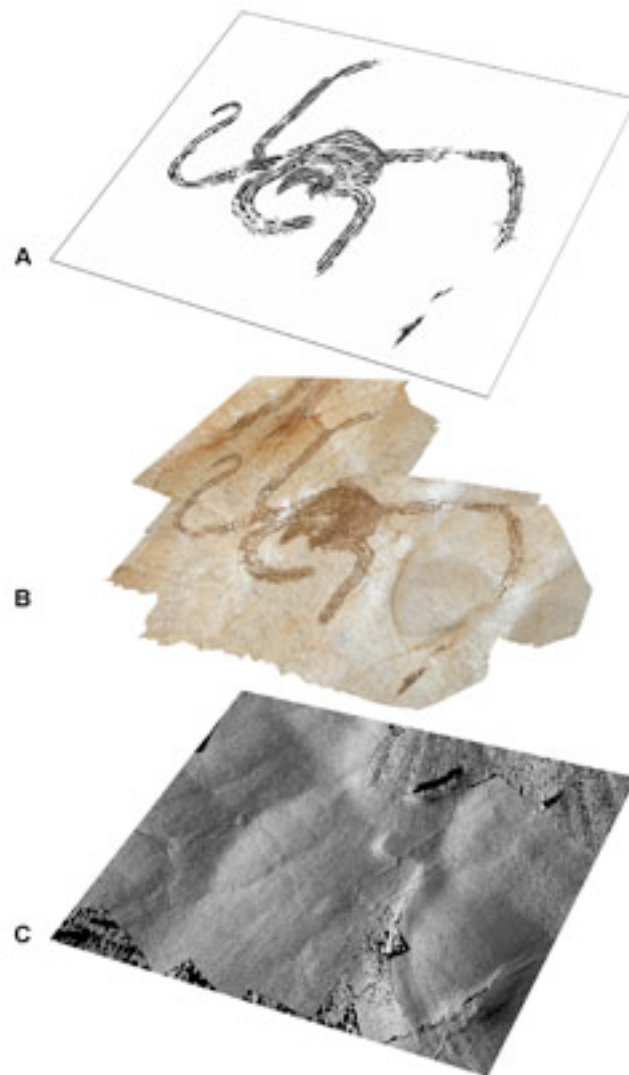


Fig. 10. Le relevé d'après orthophotographie du mammoth n° 11 : **A.** le relevé graphique sur rhodoïd ; **B.** le support orthophotographique ; **C.** le modèle numérique tridimensionnel d'où est produit l'orthophotographie et sur lequel le relevé pourra être replacé. (*Relevé Marc Azéma ; modèle numérique et orthophotographie ATM3D.*)

Une nouvelle fois, le mammoth n° 11 a été choisi comme cobaye pour appliquer cette nouvelle méthode de relevé (fig. 10) dont nous décomposons les principales étapes :

1. Numérisation tridimensionnelle inframillimétrique et couverture photographique précise et sans déformation majeure de la paroi ornée à relever
2. Génération d'une orthophotographie de précision inframillimétrique de la paroi ornée à relever
3. Relevé d'après orthophotographie *in situ* sur support classique (rhodoïd) ou autre (tablette graphique)
4. Mise au net du relevé (infographie), vérification *in situ* et corrections éventuelles
5. Présentation du relevé graphique sur le modèle numérique de terrain

6. Déclinaisons : publication sur support classique (2D), sous forme de fichier 3D visualisable en temps réel (vrml par exemple), etc.

RETOUR VERS LE PASSÉ

À Baume-Latrone, la mise en place de la méthode de relevé d'après orthophotographie nous a ouvert une dimension inattendue : le temps. En effet, la paroi ornée de nos jours est différente de celle observée par les découvreurs de 1940. Pour les raisons maintes fois évoquées, son état a évolué à maintes reprises, suite au vandalisme des premières décennies ou aux opérations de restauration des années 1980. Or, ces « périodes » ont bénéficié d'une documentation photographique. Depuis le début de notre étude, nous avons rassemblé ces précieux témoignages, une photothèque de centaines de clichés en cours de traitement et provenant des archives Henri Bégouën (Pujol, association Louis Bégouën), Service Régional de l'Archéologie Languedoc-Roussillon (Archives Albert Colomer), André Glory (Paris, IPH), H. Wendel (Neandertal muséum). Plus récemment, grâce à notre collègue Jean Clottes, nous avons pris contact avec le professeur Andreas Ruppel de l'université d'Heidelberg qui a photographié en détails le Grand Plafond avant le nettoyage des années 80 et a rassemblé le tout sous la forme d'une mosaïque photographique (Ruppel 1979, fig. 5). Ce document peut être mis en perspective avec la couverture précise réalisée par notre photographe Alain Dubouloz (fig. 8). Nous procédons actuellement à la récupération de cette documentation et à son traitement (négatifs, diapositives à numériser et nettoyer...).

Un premier état d'analyse de cette base photographique permet, malgré les limites technologiques inhérentes au moment où les clichés ont été réalisés (différences de format, noir et blanc et couleur...), d'envisager de modéliser, en suivant la méthodologie détaillée précédemment et en calibrant les clichés entre eux, plusieurs états de surface sur le modèle numérique de terrain, parois et sols compris. De cette manière, comme nous pouvons le voir sur la zone du mammoth n° 11 (fig. 11), trois grandes périodes peuvent être envisagées :

- période 1 : « temps de la découverte » (années 1940 avant vandalisme) ;
- période 2 : « temps des vandales » (avant le nettoyage des LRMH années 1980) ;
- période 3 : « aujourd'hui » (après nettoyage LRMH).

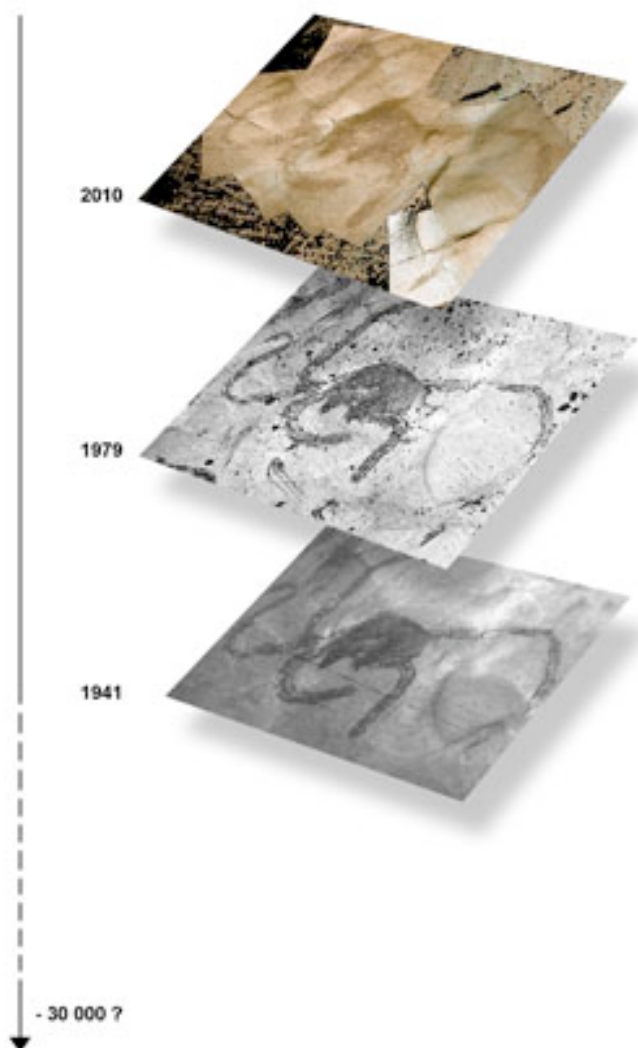


Fig. 11. La 3D remonte de le temps à Baume-Latrone : le mammoth n° 11 scanné de nos jours à 1940 et bientôt restauré dans son état originel. (2010 : cliché ATM3D ; 1979 : cliché Andreas Ruppel ; 1940 : archives Louis Bégouën.)

À l'avenir, ce voyage dans le temps pourra aller encore plus loin. Le virtuel nous autorise à envisager une véritable restauration virtuelle de la paroi ornée comparable à celle effectuée sur le Grand Panneau de la grotte de Marsoulas (Fritz *et al.* 2009) : le fruit de l'étude scientifique (analyse, relevé, expérimentation, comparatisme) associé au travail de numérisation tridimensionnel conduit à proposer une reconstitution de la décoration dans son état magdalénien. Une telle approche déboucha sur une déclinaison grand public, visite virtuelle de la galerie ornée de Marsoulas dans un film documentaire (Azéma 2006), fac-similé du Grand Panneau restauré réalisé par l'archéologue lui-même, Gilles Tosello, dans le cadre de l'exposition « L'art des origines, origines de l'art » (Parc de la Préhistoire de Tarascon-sur-Ariège 2009-2011).

À Baume-Latrone, l'analyse des sources photographiques favorisera une telle démarche. Les séries chronologiques seront de précieux outils pour affiner les relevés graphiques ou les compléter car elles permettront de préciser certains détails altérés comme la langue du grand félin n°12 ou la tête du cheval/rhinocéros n°18. De

la même manière, les niveaux de sol paléolithique, en particulier ceux à l'aplomb du Grand Plafond qui ont subi d'importants décaissements, pourront être reconstitués en croisant les points de vues, anciens (archives Louis Bégouën) et actuels (fig. 12).



Fig. 12. Salle Bégouën : comparaisons (aspect des sols avant et après décaissement) entre des photographies réalisées selon le même point de vue en 1941 (*archives Louis Bégouën*) et janvier 2009 où l'archéologue Bernard Gély sert de repère (*cliché Alain Dubouloz*).

CONCLUSION

Les images de synthèse tridimensionnelle réalisées à Baume-Latrone permettent à l'observateur, grand public ou spécialiste, d'accéder virtuellement à l'espace souterrain exploré par les paléolithiques, à mieux saisir le travail d'analyse (relevé replacé sur la paroi) effectué par les archéologues et, dans le cas précis de cette cavité, remonter le temps au moins jusqu'au siècle précédent, époque où les images si atypiques du Grand Plafond apparaissaient dans un état de conservation aujourd'hui disparu et proche de leur état originel.

Remerciements

Nous tenons à remercier les partenaires qui permettent l'étude de Baume-Latrone et le financement de la numérisation tridimensionnelle : la commune de Russan-Sainte Anastasie, le Service Régional de l'Archéologie de la Direction Régionale des Affaires Culturelles Languedoc-Roussillon, la société Passé Simple, l'association Louis Bégouën, la Région Languedoc Roussillon et le Conseil général du Gard.

BIBLIOGRAPHIE

- AMBERT P., GUENDON J.-L., GALANT Ph., QUINIF Y., GRUNEISEN A., COLOMER A., DAINAT D., BEAUMES B. et REQUIRAND C., 2005. « Attribution des gravures paléolithiques de la grotte d'Aldène (Cesseras, Hérault) à l'Aurignacien par la datation des remplissages géologiques ». *Comptes rendus Palevol*, 4, p. 275-84.
- AUJOULAT N., 2005. « Contribution de la saisie tridimensionnelle à l'étude de l'art et de son contexte physique. In *Recherches pluridisciplinaires dans la grotte Chauvet : Actes de la séance de la Société Préhistorique Française, 11 et 12 octobre 2003, Lyon*, p. 189-198. Paris : Société Préhistorique Française. Travaux 6.
- AZÉMA M. 2006. *Marsoulas, la grotte oubliée*. DVD, production Passé Simple/CNRS Images/France 3 SUD (à paraître aux éditions Errance 2010).
- AZÉMA M., 2010. *L'art des cavernes en action*. Paris : Éd. Errance, tome 2, 472 p.
- BÉGOUËN H., 1941. L'«a grotte de La Baume-Latrone à Russan-Sainte-Anastasie (Gard) ». *Mémoires de la Société archéologique du Midi de la France*, XX, p. 101-130 et 6 pl. hors-texte.
- BREUIL H., 1952. *Quatre cents siècles d'art pariétal : les cavernes ornées de l'Âge du Renne*. Montignac : F. Windels, 417 p.
- BRUNET J., DANGAS I., VIDAL P. et VOUVÉ J., 1990. *La conservation de l'Art des cavernes et des abris*. Dossier d'Études de la SFIIC, 32 p. (Latrone p. 17-22)
- COLOMER A., 1987. « La Baume-Latrone ». *Courrier archéologique du Languedoc-Roussillon*, 28, 1987, p. 13.
- COMBIER J., 1984. « La grotte d'Oulen à Labastide-de-Virac (Ardèche) et le Garn (Gard) ». In *L'art des Cavernes*, Leroi-Gourhan A. (dir.), p. 327-332. Paris : Ministère de la Culture – Imprimerie nationale.
- DEBARD E., BAZILE F. et LHOMME G., 1996. « Chrono-stratigraphie et paléo-environnement du Paléolithique supérieur en Languedoc rhodanien ». In *La vie préhistorique*, p. 268-273. Dijon, Fatou
- DROUOT E., 1984. « Grotte de La Baume-Latrone ». In *L'art des Cavernes*, Leroi-Gourhan A. (dir.), p. 333-339, 12 fig. Paris : Ministère de la Culture – Imprimerie nationale.
- FRITZ C. et TOSELLO G., 2007. « The hidden meaning of forms : methods of recording paleolithic art ». *Journal of Archeological Method and Theory*, vol. 14, n° 1, p. 48-80.
- FRITZ C., AZÉMA M., TOSELLO G. et MOREAU O., 2009. « Grotte de Marsoulas, des fresques de 15 000 ans restaurées virtuellement ». *Archéologia*, n° 464, p. 22-31.
- GELY B., 2005. « La grotte Chauvet à Vallon-Pont-d'Arc (Ardèche). Le contexte régional paléolithique ». *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 102, n° 1, p. 17-33.
- GÉLY B. et AZÉMA M., 2005. *Les Mammouths de la grotte Chauvet*. Paris, Seuil, 116 p., 75 fig.
- LEROI-GOURHAN A., 1965. *Préhistoire de l'art occidental*. Paris : Mazenod, 482 p., 739 photos, 804 fig.
- LOUIS M. et DROUOT E., 1953. « Les Baumes Latrone ». *Cahiers ligures de Préhistoire et d'Archéologie*, 2, p. 3-137.
- RUPPEL A., 1979. « Labaume-Latrone : zustand der malereien und neue entdeckungen in einer paleolithischen hole frankreichs ». *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 9, 1979, p. 143-146, fig.