Sciences archéologiques

L'AVENIR DU PASSÉ

LabEx Sciences Archéologiques de Bordeaux

Tracéologie Tridimensionnelle

une méthode pour mieux comprendre l'art rupestre

FICHE D'IDENTITÉ

Porteur de projet : Hugues PLISSON - PACEA (UMR 5199 CNRS-Université de Bordeaux-Ministère de la Culture et de la Communication)
Partenaires : Archéovision (UMS SHS 3D n°3657) CREAAH (UMR 6566 CNRS-Université du Mans, Nantes, Rennes 1&2) ; Institut d'Archéologie et d'ethnographie (branche sibérienne de l'Académie des Sciences, Russie) ; Centre National de Préhistoire (MCC, UMR 5199 PACEA) ; PCR Datation Grottes Ornées : Gard-Ardèche ; Parque Arqueologico do Val do Coa (Portugal) ; Université d'Etat de Novossibirsk (Russie)
Durée du projet : 2,5 ans (Janv. 2012-Juil. 2014)
Financement : LaScArBx - Fondation Maison des Sciences de l'Homme - Fond Russe pour les Sciences Humaines - PCR Datation Grottes Ornées : Gard-Ardèche - Parc archéologique de la vallée du Côa

Observation et enregistrement en hyper focus de détails de pétroglyphes sur le site de Kalguty, plateau de l'Ukok, République de l'Altaï, Fédération de Russie

La tracéologie est une branche de l'archéologie qui étudie l'usure des outils archéologiques et leurs signatures sur les matériaux travaillés. Elle a trouvé, avec l'art rupestre, un champ d'application particulièrement fécond. En effet nombre d'informations sont inscrites –à différentes échelles– sur le rocher ou la paroi décorée : elles renseignent en particulier sur les techniques de tracés, que ces derniers soient peints, gravés ou piquetés.

L'identification de ces techniques est précieuse pour dater les représentations, non seulement les unes par rapports aux autres, en cas de superposition, mais par groupes de facture analogue et selon la signature des outils employés : une figure stylistiquement paléolithique pourra difficilement être regardée comme telle si elle porte les marques d'une pointe en acier, à condition, évidemment, que son trait n'ait pas été renforcé ou complété à une période plus récente, comme cela a pu être fait dans certaines grottes du Périgord après leur découverte … Cependant l'étude de ces traces, souvent invisibles ou mal lisibles à l'œil nu, nécessite l'utilisation de moyens d'observation, d'analyse et d'enregistrement adaptés et performants. Faute d'instrumentation spécifiquement conçue pour ses besoins, l'archéologue tracéologue doit chercher la sienne dans d'autres disciplines, souvent l'adapter et parfois la développer lui-même.

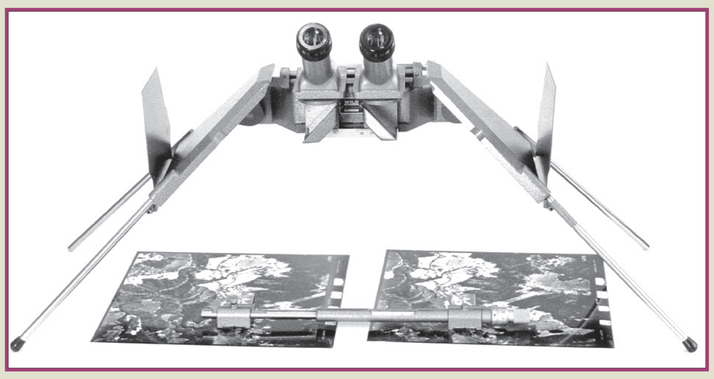
De la stéréographie à la photogrammétrie

Il existe plusieurs techniques d'imagerie 2D ou 3D utilisables par l'archéologue mais aucune n'est à elle seule entièrement satisfaisante.

L'inventeur de la **tracéologie**, le chercheur soviétique S.A. Semenov, écrivait en 1957 : "Les archéologues n'ont pas encore intégré à leur pratique scientifique tous ces moyens de fixation et de documentation des observations que la technique contemporaine met à leur disposition. Cela concerne particulièrement la photomicrographie, la stéréographie et la micro-stéréographie".

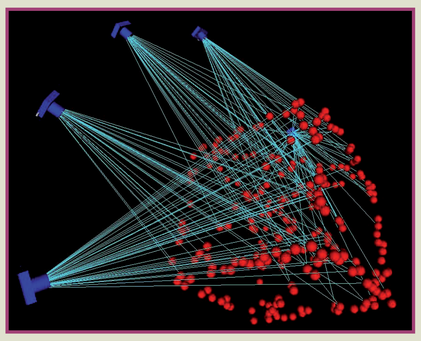
Sergey Aristarhovich Semenov (1898-1978), chercheur de l'Académie des Sciences d'Union Soviétique, inventeur de la tracéologie. СЕМЕНОВ С. А. 1957. Первобытная техника. Материалы и исследованияпо Археологии СССР, 54. Москва, Ленинград: Академия Наук СССР, 240 p

La **stéréographie**, presque aussi ancienne que la photographie, consistait à clicher un sujet sous deux angles légèrement différents, pour en avoir une perception en relief au moyen d'un système optique simple, le stéréoscope (sa variante contemporaine, l'anaglyphe, est constituée de deux images superposées de couleurs complémentaires, que l'on regarde avec des lunettes bicolores).



Stéréoscope : dispositif optique destiné à l'examen des couples de vues stéréoscopiques (photo extraite de http://dit-archives.epfl.ch/FI98/fi-sp-98/)

Aimé Laussedat (1819-1907), ingénieur polytechnicien français, inventeur de la méthode photogramétrique, qu'il dénomma métrophotographie. LAUSSEDAT A. 1899. La métrophotographie. Paris : Gauthier-Villars, 1899



Principe schématique de la photogrammétrie (image extraite de Luhmann T., Robson S., Kyle S., Harley I. 2006. Close-Range Photogrammetry. Whittles Publishing, Berlin & Boston)

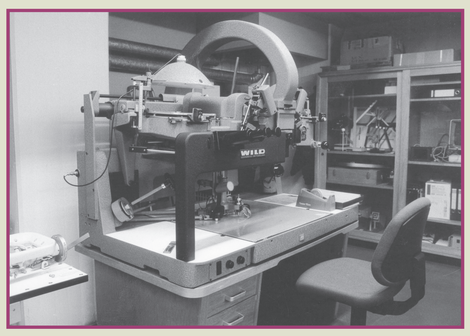
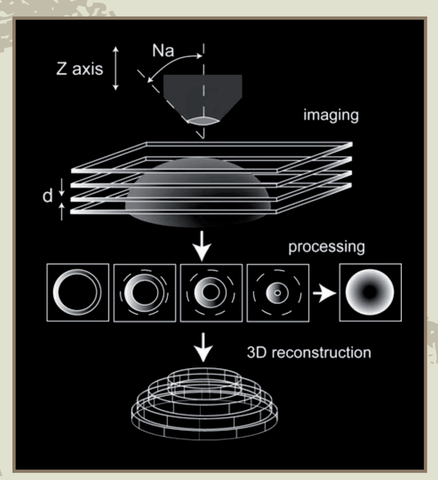


Table de mise en correspondance des points homologues en photogrammétrie analogique (photo extraite de http://www.hochschule-bochum.de/fbv/photo/aufnahmen/fh--bochum/labor-1991.html)

La **photogrammétrie**, inventée en 1849 par A. Laussedat, ingénieur polytechnicien français, permet de passer de la visualisation à la mesure puis à la modélisation, en augmentant le nombre d'angles de prise de vue afin de coordonner spatialement, par triangulation, les points homologues remarquables présents sur plusieurs clichés. Elle fut particulièrement utilisée en cartographie. Cependant, la lourdeur de l'équipement et la saisie fastidieuse des points la cantonnèrent longtemps à un usage industriel. Aujourd'hui, à l'ère numérique, la photogrammétrie est devenue accessible à tous, au travers de sites internet, de logiciels gratuits ou peu coûteux, de smartphones… Enregistrer la réalité en 3D est presque devenu un jeu d'enfant !

Au microscope : aux échelles microscopiques, la profondeur de champ n'est plus suffisante pour la modélisation photogrammétrique. Un autre principe est alors mis en œuvre, qui n'était pas applicable avant l'imagerie numérique : la compilation de photographies résultant d'une série de prises de vues par mise au point progressivement décalée. Les zones nettes de chaque image sont assemblées dans une image de synthèse dont la netteté est étendue. Il en résulte aussi une carte de profondeur (niveau de gris distinct pour chaque plan de mise au point) à partir de laquelle peut être restitué le relief du sujet.



Principe schématique de la compilation d'images (image extraite de BEREJNOV V. V. 2009. Rapid and Inexpensive Reconstruction of 3D Structures for Micro-Objects Using Common Optical Microscopy. arXiv.org, Cornell University Library)

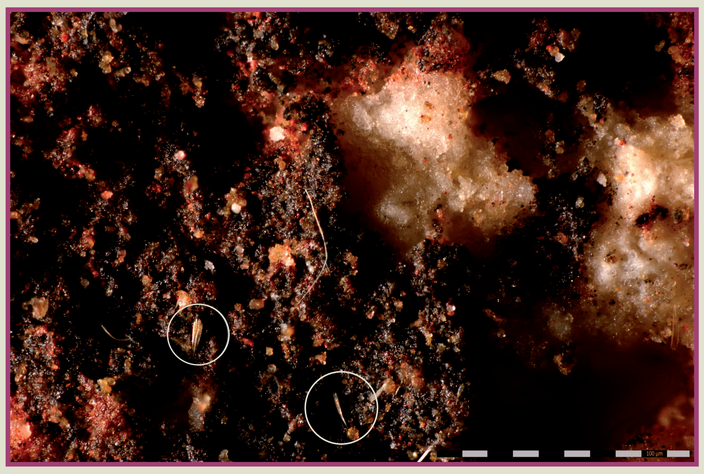
Sciences archéologiques
L'AVENIR DU PASSÉ

Pigments et restes d'insectes

Examiner de plus près des peintures préhistoriques conduit parfois à des constats inattendus, comme ces fragments d'insectes vraisemblablement modernes, accrochés aux pigments des taches rouges de la grotte "Aux points", dans l'Ardèche (grotte ornée du Paléolithique supérieur), dont il faudra tenir compte pour la datation par ^{14}C des virgules noires qui en biffent certaines.

Photo-microscope de terrain constituée par le couplage d'un zoom télé-objectif (agissant comme la lentille de Telan du microscope) avec un objectif de microscope, ici en situation dans la Grotte aux Points, Ardèche, France

Périphérique de visualisation et de commande (prises de vues pas à pas) du dispositif sous la forme d'un mini ordinateur netbook



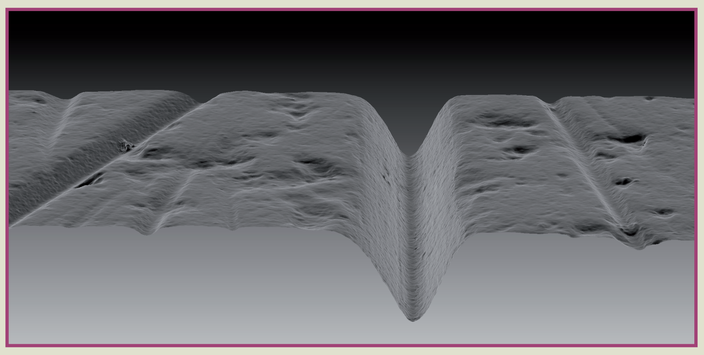
Vue photomicrographique produite avec ce dispositif, des pigments des points rouges barrés de noir, montrant des débris organiques piégés. Cercles : fragments d'ailes d'insectes

Des rainures à la hache

Tous les pétroglyphes ne sont pas nécessairement anciens. Sur le site de Kalbak-Tash, dans l'Altaï russe, fameux pour la richesse de ses représentations de la Protohistoire au Moyen Âge, une petite plateforme rocheuse naturelle tranche par ses longues rainures "naviformes", dont aucun équivalent n'est connu dans l'art rupestre de la Sibérie. Selon la petite fille d'une chamane locale, cette plateforme est un lieu à éviter, car jadis on y asseyait les morts pour leurs funérailles. L'examen de relevés photogrammétriques à haute résolution et l'expérimentation, par la similitude de caractères discrets parfaitement conservés mais non perçus *in situ*, montrent que ces tracés sont des motifs réalisés avec l'angle d'un tranchant de hache en acier, donc vraisemblablement d'époque récente.

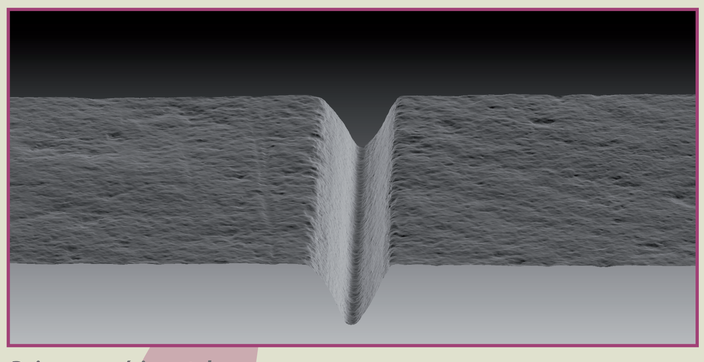
Plateforme avec rainures naviformes

Vue d'ensemble



Rainure archéologique

Expérimentation

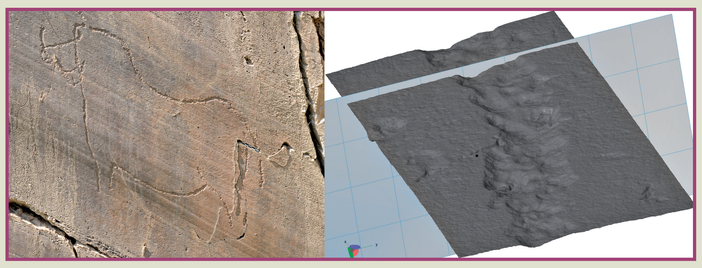


Rainure expérimentale

Panneau couvert de pétroglyphes sur le site de Shalobolino, province de Krasnoïarsk, Fédération de Russie. Détail photogrammétrique d'une des représentations

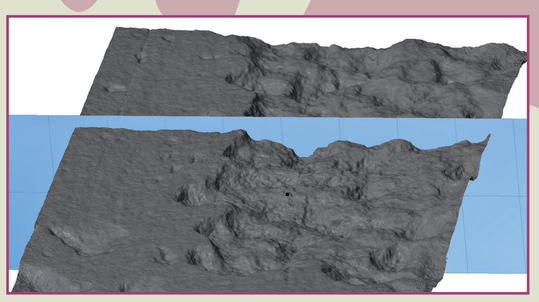
Outils de pierre ou de métal

Peu de points communs, à priori, pour justifier un rapprochement entre l'art paléolithique en plein air de la vallée du Côa, au Portugal, et celui du massif de Shalobolino, dans la province de Krasnoïarsk en Sibérie, dont les figures, par centaines, à partir du Néolithique, couvrirent la falaise surplombant la rivière Tuba, affluent du fleuve Ienisseï. Cependant, l'unicité stylistique et technique des figures portugaises, que des recouvrements stratigraphiques permettent de bien caler chronologiquement, en fait un riche corpus de marques inhérentes aux outils de pierre qui assoit la validité des critères techniques d'identification initialement définis par l'expérimentation. La comparaison de ce référentiel avec les pétroglyphes de Salobolino montre que la représentation de certains animaux que l'on croyait propre au Néolithique y perdura à l'âge des métaux.



Cheval piqueté paléolithique du site de Ribeira de Piscos, vallée du Côa, Portugal. Détail photogrammétrique avec coupe. Les impacts sont peu profonds, de forme irrégulière, avec des bords évasés, caractéristiques d'un piquetage à la pierre

Constitution de référentiels expérimentaux de traces de piquetage avec instruments métalliques et lithiques



Détail photogrammétrique avec coupe d'une des figures du panneau de Shalobolino. Les impacts sont profonds, étroits, relativement réguliers et aux bords abrupts, caractéristiques d'un piquetage avec une pointe métallique dure

3D
tracéologie
photogrammétrie
compilation d'images
art rupestre
art pariétal
art mobilier
Préhistoire

université de BORDEAUX · Université BORDEAUX MONTAIGNE · Laboratoire d'excellence · Investissements d'avenir · cnrs · Ministère Culture Communication · Ausonius · archéovision · НГУ · fmsh fondation maison des sciences de l'homme · Российский гуманитарный научный фонд · PCR Datation Grottes Ornées Gard-Ardèche · FundaçãoCoaParque · pacea UMR 5199 · CReAAH UMR 6566 Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences, Histoire · cnp centre national de préhistoire · Федеральное государственное бюджетное учреждение науки ИНСТИТУТ АРХЕОЛОГИИ И ЭТНОГРАФИИ Сибирского отделения Российской академии наук