
Caractérisation physico-chimique de pigments de peintures murales mochica : San José de Moro (VIII^e-X^e siècles apr. J.-C.)

Physico-chemical characterization of Mochica mural paintings: San José de Moro (8th to the 10th century AD)

Caracterización físico-química de pigmentos de pinturas murales: San José de Moro (siglos VIII-X d.C.)

Nicola Sardos, Nino Del-Solar-Velarde, Rémy Chapoulie et Luis Jaime Castillo Butters



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/jsa/15017>

DOI : 10.4000/jsa.15017

ISSN : 1957-7842

Éditeur

Société des américanistes

Édition imprimée

Date de publication : 15 juin 2017

Pagination : 217-235

ISSN : 0037-9174

Référence électronique

Nicola Sardos, Nino Del-Solar-Velarde, Rémy Chapoulie et Luis Jaime Castillo Butters, « Caractérisation physico-chimique de pigments de peintures murales mochica : San José de Moro (VIII^e-X^e siècles apr. J.-C.) », *Journal de la société des américanistes* [En ligne], 103-1 | 2017, mis en ligne le 15 juin 2017, consulté le 11 mars 2020. URL : <http://journals.openedition.org/jsa/15017> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/jsa.15017>

© Société des Américanistes

Caractérisation physico-chimique de pigments de peintures murales mochica : San José de Moro (VIII^e-X^e siècles apr. J.-C.)

Nicola SARDOS *, Nino DEL-SOLAR-VELARDE *, Rémy CHAPOULIE *
et Luis Jaime CASTILLO BUTTERS **

Pour la culture précolombienne mochica qui se développa au Pérou sans écriture, la peinture murale est un vecteur idéologique fort qui implique aussi bien les exécutants de ces décors, des artisans spécialisés, que leurs commanditaires appartenant à l'élite dirigeante. L'archéométrie permet de répondre à des problématiques liées aux technologies picturales employées et peut apporter des informations sur les artisans qui ont réalisé ces décors. Dans cette étude, un corpus de 12 échantillons de peinture murale a été analysé. Ils sont issus du centre cérémoniel et d'échanges culturels et technologiques, San José de Moro (site mochica de la vallée de Jequetepeque), daté du VIII^e au X^e siècle apr. J.-C. où des vestiges de peintures murales ont été mis au jour dans les niches décorant une sépulture d'élite et sur les murs intérieurs d'une *huaca* (la Huaca La Capilla), un édifice pyramidal associé au culte. Des analyses par MEB-EDS, diffraction de rayons X et microspectroscopie Raman ont été réalisées sur les échantillons, venant compléter les analyses par fluorescence de rayons X portable réalisées *in situ*. Les résultats obtenus ont permis de retracer une partie de la chaîne opératoire et d'apporter des informations sur les anciens artisans précolombiens et leur place dans la société mochica. [Mots-clés : pigments, peinture murale, Pérou, Mochica, Inca, art précolombien, caractérisation.]

Physico-chemical characterization of Mochica mural paintings: San José de Moro (8th to the 10th century AD). To the pre-Columbian Mochica culture, a culture that did not develop through writing, mural painting is a strong ideological vector that involves the implementers of those decorations and specialized craftsmen, as well as their sponsors, members of the ruling elite. Archaeometry allows us to answer questions regarding the pictorial technologies that were employed and to bring about pieces of information on the craftsmen who designed those decorations. A corpus of twelve samples of mural paintings has been analyzed in this study. They are from the ceremonial center of cultural and technological exchanges of San José de Moro (Mochica site of the Jequetepeque Valley), dated from the 8th to the 10th century (AD), where remains of mural paintings were uncovered in the alcoves of an elite

* Université Bordeaux Montaigne [nicolasardos@gmail.com], [ninodelsolar@gmail.com], [chapoulie@u-bordeaux-montaigne.fr]; ** Pontificia Universidad Católica del Perú [lcastil@pucc.edu.pe].

entombment and on the interior walls of a huaca (Huaca La Capilla), a pyramidal building associated to worshipping. Analyses by SEM-EDS, X-ray diffraction and Raman spectroscopy were conducted on the samples, completing the analyses by portable X-ray fluorescence made *in situ*. The results obtained allowed us to chart part of the *chaîne opératoire* and to bring about pieces of information on ancient pre-Columbian craftsmen and their role in Mochica society. [Key words: pigments, mural painting, Peru, Mochica, Inca, pre-Columbian art, archaeometry.]

Caracterización físico-química de pigmentos de pinturas murales: San José de Moro (siglos VIII-X d.C.). Para la cultura precolombiana mochica que se desarrolló en el Perú sin escritura, la pintura mural fue un vector ideológico que implicó tanto al ejecutante de estas decoraciones, artesanos especializados, como a sus comanditarios que pertenecieron a la élite dirigente. La arqueometría permite responder a problemáticas vinculadas a las tecnologías pictóricas empleadas. En este estudio, un conjunto de 12 muestras de pinturas murales ha sido analizado. Ellas vienen del centro de intercambio cultural y tecnológico y centro ceremonial de San José de Moro (un sitio mochica del valle de Jequetepeque). En este sitio, ocupado por sociedades Mochica entre el siglo VIII y el siglo X d.C., vestigios de pinturas murales han sido descubiertos en los nichos y paredes que decoran una sepultura de élite y sobre las paredes interiores de una huaca (la Huaca La Capilla), un edificio piramidal asociado a expresiones rituales y de culto. Análisis por MEB-EDS, difracción de rayos X y microespectroscopía Raman han sido realizados sobre las muestras, completando las análisis por fluorescencia de rayos X portable realizados *in situ*. Los resultados obtenidos permitieron reconstituir una parte de la cadena operativa. [Palabras claves: pigmentos, pintura mural, Perú, Mochica, Inca, arte precolombino, arqueometría.]

Cette étude préliminaire sur les peintures murales du site de San José de Moro est réalisée en lien avec le projet de recherche et programme archéologique « San José de Moro » qui participe à l'étude archéologique de la société mochica dans la partie basse de la vallée de Jequetepeque, sur la côte nord du Pérou.

Introduction et problématique

La peinture murale est l'une des expressions clés de la culture mochica (Bonavia 1959, 1974, 1985). En effet, en l'absence d'écriture, elle joue un rôle de vecteur idéologique et possède un pouvoir symbolique fort, accessible à tous, et encadré par les élites dirigeantes. Cette étude s'inscrit dans la continuité d'autres travaux de recherches, tels ceux de Duccio Bonavia (1959, 1985) et de Véronique Wright (depuis les années 2010), où l'apport de l'outil archéométrique a permis, grâce aux analyses physico-chimiques de la polychromie murale, d'apporter une meilleure compréhension de la technique picturale et des savoir-faire des artisans mochica.

La problématique de cette étude est d'identifier les matériaux utilisés dans la composition de la couche picturale, de découvrir comment ces couches ont été préparées et de contribuer à la connaissance de la société mochica entre les VIII^e et X^e siècles de notre ère dans la vallée de Jequetepeque. Cela permet également de retracer une partie de la « chaîne opératoire » mise en œuvre dans l'élaboration des peintures murales.

L'archéométrie, par ces méthodes d'investigation, permet de répondre à ces problématiques grâce à l'étude de la technologie picturale et la caractérisation des matériaux employés. Les méthodes de l'archéométrie sont ainsi indispensables pour aborder l'archéologie péruvienne, notamment pour l'étude des céramiques et des pigments utilisés, comme l'ont montré certaines études (Vaughn 2000, 2006a ; Wright 2008 ; Del-Solar-Velarde 2011, 2014 ; Dollwetz 2014).

Cette étude s'inscrit dans un programme de recherche plus vaste concernant le site de San José de Moro, un centre mochica d'échanges humains et technologiques importants, possédant une forte dimension religieuse dans la vallée de Jequetepeque (Castillo *et al.* 2009). Les pigments analysés sont issus de deux zones du site. La première est une sépulture dite de « prêtresse », personnage appartenant à l'élite. La seconde zone échantillonnée est une *huaca*, un édifice pyramidal typique de la culture mochica dont les murs intérieurs présentent des vestiges de peintures murales.

La gamme picturale utilisée pour la réalisation des peintures murales de San José de Moro est constituée de rouge, de jaune, de blanc, de noir et de violet. Les couleurs rouge, jaune et blanc se retrouvent fréquemment dans la palette chromatique des décors muraux mochica (Wright 2010).

La peinture murale mochica

Les peintures murales se retrouvent principalement dans l'architecture cérémonielle notamment les pyramides mochica, les *huacas*. Afin d'avoir un maximum d'impact sur le public, les murs étaient peints au niveau des façades externes. Les parois des espaces internes, réservés aux officiants du culte étaient également décorées.

Ces décorations murales polychromes étaient réalisées à l'aide de pigments minéraux et végétaux appliqués avec des pinceaux en poils de lama, sur une base et un enduit d'argile. Cette technique confère leur spécificité à ces décorations murales mais elles présentent aussi une grande fragilité (Morales *et al.* 2002 ; Wright 2008, 2010).

Cette pratique artistique est présente sur de nombreux sites mochica. C'est le cas par exemple dans l'aire Mochica sud pour les vestiges des sites de Pañamarca, El Castillo de Huancaco, Huaca de la Luna et Huaca Cao Viejo et dans l'aire Mochica nord pour les sites de Dos Cabezas, La Mina et Sipán (Wright 2010).

L'art constitue une source majeure pour la compréhension de l'évolution politique et historique d'une société. Il reflète à la fois l'aspect technique du

travail de l'artisan et la transposition de la vision que l'homme a de la nature et du réel. De cette manière, la peinture murale présente sur des monuments publics permet de véhiculer des idées et des valeurs et peut être perçue comme un moyen efficace de communication. Les sujets communs comme les thèmes religieux reflètent la structure de la société et favorisent sa cohésion (Wright 2010). Par ailleurs, cet art peut être également perçu comme un moyen de contrôle par l'intermédiaire d'images visuelles à forte valeur symbolique. Pour la société mochica, qui n'a jamais développé d'écriture, l'art et son expression revêtent une dimension particulière (Wright 2010).

Les peintures murales se retrouvent majoritairement sur les édifices sacrés monumentaux, à la fois centres cérémoniels et bâtiments représentant l'autorité à travers des concepts idéologiques religieux précis. Mais des peintures murales ont également été retrouvées en contexte funéraire, comme en témoigne le site de San José de Moro.

L'archéométrie représente un moyen efficace d'appréhender la peinture murale mochica (Bonavia 1959 ; Donnan 1972 ; Bourgès 1998 ; Scott *et al.* 1998). Bonavia fut le premier à réaliser des analyses physico-chimiques sur les peintures murales mochica sur le site de Pañamarca en 1959 (Bonavia 1959). En 1972, la fluorescence de rayons X a été utilisée afin d'identifier les pigments des peintures murales de Huaca Facho (La Mayanga) (Donnan 1972). Donnan détermina ainsi que le rouge était composé de cinabre, le jaune de goethite ou de limonite, le noir de pyrolusite, et le blanc d'oxyde de calcium. Sur le site de La Mina (vallée de Jequetepeque), des pigments furent également analysés (Scott *et al.* 1998). Le jaune était composé d'ocre jaune, le blanc de calcite, le rouge d'ocre rouge, le noir de charbon de bois et le vert de chrysocolle $[(\text{Cu},\text{Al})_2\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}]$. À la fin des années 1990, David Scott analysa neuf fragments de peinture murale provenant de Huaca Cao Viejo et démontra que le rouge était constitué d'ocre rouge, les pigments rosâtres d'un mélange d'hématite, de calcite, de charbon et de quartz, le blanc de calcite, le noir de charbon de bois et le vert d'un mélange de charbon, de calcite et d'ocre rouge et jaune (Scott 1999). Pour la vallée de Moche, la polychromie du site de Huaca de la Luna fut étudiée dès 1996 (Sabana et Reyna 1998), révélant que les pigments blancs étaient constitués de talc $[\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$, le rouge d'hématite, le jaune de limonite, le bleu de disthène $(\text{SiO}_4\text{Al}_2)$, le noir de magnétite (Fe_3O_4) et le marron d'oxyde de fer. En 1998, Ann Bourgès analysa une série de peintures murales montrant que les pigments blancs contenaient du gypse et du quartz, les rouges de l'hématite et de la goethite, les jaunes des oxydes de fer et les noirs du graphite (Bourgès 1998).

La recherche en archéométrie dans le cadre de l'étude des peintures murales a été particulièrement développée dans les années 2000 et 2010. Plusieurs sites ont été analysés par la caractérisation physico-chimique des mélanges colorants et des supports de terre crue afin d'identifier les outils et les matières premières

employées ainsi que leur provenance. C'est le cas à Huaca de la Luna et sur d'autres sites où les différentes analyses ont permis de mettre en évidence la présence des mêmes « recettes » dans l'élaboration des mélanges colorants (pigment, charge et liant) dans quatre vallées avec des particularités propres à chaque site, évoquant une transmission des savoir-faire dans tout le territoire mochica avec des adaptations locales (Wright 2008, 2010).

San José de Moro

Le site de San José de Moro est situé sur la rive droite du fleuve Chamán dans la vallée de Jequetepeque (district de Pacanga, province de Chepén, département de La Libertad) et abrite l'un des plus importants sites funéraires et centres cérémoniels régionaux de la société mochica (Figure 1, page suivante). Les occupations du site sont comprises entre la période Mochica Moyen (400-700 apr. J.-C.) et la période Transitionnelle (850-950 apr. J.-C.) (Castillo *et al.* 2009). Deux édifices présentent des peintures murales : la Huaca La Capilla et la sépulture M-U2111. Dans le premier cas les murs extérieurs et intérieurs du bâtiment présentent comme couleurs, du blanc et du noir. Dans le second cas, les niches et les murs de la sépulture sont peintes en rouge, jaune et violet.

La Huaca La Capilla est le vestige d'une *huaca*, une structure pyramidale typique de la culture mochica construite en adobe (briques de terre crue séchées au soleil). Les *huacas* sont souvent décorées de peintures et associées à des pratiques rituelles, comme la Huaca de La Luna (site de Moche) ou funéraires à l'image du site de Sipán.

Celle de San José de Moro présente une élévation à un seul niveau, probablement due à son état de conservation. Elle est considérée comme faisant partie d'une structure rituelle plus vaste datant également de la période Mochica tardive. Aucune sépulture n'y a été découverte actuellement. La structure présente deux murs porteurs dont l'un est percé d'une série de niches. Les deux murs présentent des traces d'un enduit clair (blanc-beige) et des traces de peinture murale noire (Muro 2014).

La sépulture M-U2111 est une tombe dite de « prêtresse », la huitième mise au jour sur le site et la seule présentant des traces de peintures murales (Saldaña *et al.* 2013). Il s'agit d'une tombe à chambre funéraire constituée d'une pièce quadrangulaire construite en adobe avec un plafond en poutres de bois. Des niches ornées de peintures murales sont insérées dans les murs (Figure 2, pages suivantes).

Les tombes de « prêtresses » constituent la particularité de ce site et sont interprétées comme telles suite aux comparaisons du mobilier funéraire découvert associé aux corps avec l'iconographie de la céramique à ligne fine mochica. La découverte de peinture murale dans une tombe d'élite est sans précédent dans l'archéologie mochica.

Cette étude permet d'approfondir les premiers résultats obtenus sur les pigments, pour ce site, par fluorescence de rayons X portable (Del-Solar-Velarde 2014).



Fig. 1 – Carte de la répartition du territoire mochica et des différentes vallées occupées (Dollwetz 2014 d'après Castillo 2006).



Fig. 2 – Tombe M-U2111 (extrait de Saldaña Campos *et al.* 2013).

Son intérêt est d'apporter de nouvelles informations sur ce site par l'étude de la technologie picturale employée, afin de compléter l'approche archéologique et anthropologique des recherches effectuées sur les sépultures.

Méthodologie et protocole analytique

Les échantillons

Au total, douze échantillons provenant de San José de Moro ont été prélevés sur la couche picturale elle-même ainsi que sur le support de terre crue. Ces

échantillons présentant différents degrés de fragilité, certains n'ont pas pu supporter des analyses complètes.

Le prélèvement des échantillons a été effectué en 2014 par Nino Del-Solar-Velarde dans le cadre du programme archéologique San José de Moro, sous la direction des archéologues Luis Muro et Luis Jaime Castillo. Ceci a permis un échantillonnage dans deux secteurs différents : la Huaca La Capilla (aire 51) et la sépulture M-U2111 (aire 47) (Figure 3).

Les murs de la tombe M-U2111 présentent des traces de peinture polychrome rouge, jaune et violette (Figure 3).

Trois échantillons proviennent des niches de la sépulture M-U2111 (aire 47) et présentent une gamme de trois couleurs (BDX17230 rouge, BDX17231 jaune et BDX17232 violet).

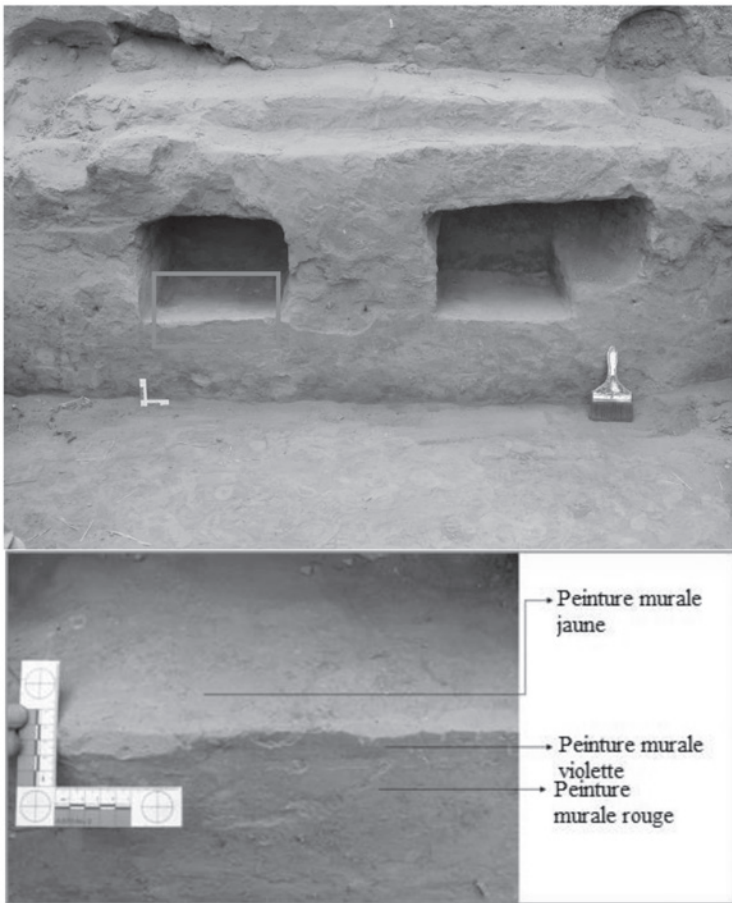


Fig. 3 – Niches de la sépulture M-U2111 (Del-Solar-Velarde 2014).

La seconde zone où des échantillons ont été prélevés est la Huaca La Capilla. Il s'agit de neuf échantillons : trois de couleur noire issus des parois intérieures (BDX17221, BDX17222, BDX17223), un de couleur noire issu de la façade extérieure (BDX17224), un échantillon de blanc qui correspond à l'enduit (BDX17225) et quatre du prélèvement du support en terre crue (BDX17226, BDX17227, BDX17228 et BDX17229) issus des parois intérieures et extérieures (Figure 4).

Tous les échantillons se présentent sous forme de fragments de petite taille (de l'ordre du millimètre pour la plupart).

Référence	Secteur	Sous-secteur	Couleur
BDX17221	Huaca La Capilla	A – Niche	Noir
BDX17222	Huaca La Capilla	A – Mur interne	Noir
BDX17223	Huaca La Capilla	A – Mur interne	Noir
BDX17224	Huaca La Capilla	A – Mur façade	Noir
BDX17225	Huaca La Capilla	C	Blanc
BDX17226	Huaca La Capilla	B – Mur façade	Couche support
BDX17227	Huaca La Capilla	B – Mur façade	Couche support
BDX17228	Huaca La Capilla	A – Mur interne	Couche support
BDX17229	Huaca La Capilla	A – Niche	Couche support
BDX17230	Aire 47	M-U2111 (niche 2)	Rouge
BDX17231	Aire 47	M-U2111 (niche 4)	Jaune
BDX17232	Aire 47	M-U2111 (niche 2)	Violet

Fig. 4 – Présentation des données de l'échantillonnage des peintures murales de San José de Moro.

Protocole analytique

Afin de réaliser ces analyses, plusieurs techniques d'investigation ont été utilisées. Elles ont été appliquées aux supports et à l'ensemble des couches picturales.

Une partie du corpus d'échantillons a fait l'objet de prélèvements qui ont été enrobés dans de la résine polyester autopolymérisante Sody 33. Ils ont été découpés en lames épaisses afin d'obtenir une vue en coupe stratigraphique. Cette préparation concerne cinq échantillons (BDX17222 noir, BDX17225 blanc, BDX17230 rouge, BDX17231 jaune et BDX17232 violet). En premier lieu, une analyse colorimétrique a été effectuée *in situ* en utilisant le système Munsell qui permet de coder la couleur de chaque échantillon. Les données obtenues ont été converties en coordonnées RGB et L*a*b* afin d'identifier les couleurs

en présence. Les échantillons ont ensuite fait l'objet d'observations à la loupe binoculaire et au microscope optique polarisant. L'utilisation de ces techniques a permis de disposer d'informations préliminaires sur les supports et les couches picturales concernant leur aspect général, leur texture et leur granulométrie.

Des analyses élémentaires ont été réalisées. La fluorescence de rayons X portable a été employée *in situ* et constitue une analyse élémentaire préliminaire. Les résultats ont fait l'objet d'un traitement qualitatif et semi-quantitatif (Del-Solar-Velarde 2014).

L'analyse élémentaire a été poursuivie en laboratoire (IRAMAT-CRPAA) par la spectrométrie de rayons X à dispersion d'énergie en microscopie électronique à balayage (MEB-EDS). L'appareil utilisé est un JEOL JSM en mode Low Vacuum (LV) avec une tension d'accélération de 20 KeV. Les résultats ont été traités avec le logiciel INCA (Oxford Instrument). Deux protocoles ont été utilisés. Le premier consiste à sélectionner des zones d'analyse globale sur la surface de l'échantillon (entre 5 et 10) à un grandissement jugé faible de 250. Le grandissement est ensuite porté à 800 pour choisir des zones de granulométrie homogène ou présentant un intérêt particulier comme la présence de certaines inclusions. Des analyses ponctuelles et globales sont effectuées (entre 5 et 12) avec un temps d'acquisition de 60 secondes. Le second protocole a majoritairement été utilisé sur les coupes stratigraphiques des échantillons enrobés. Il consiste à réaliser des cartographies des éléments détectés par leurs rayons X.

Les échantillons ont également fait l'objet d'analyses structurales par diffraction de rayons X afin d'identifier les différentes phases minérales en présence. L'appareil utilisé est un BRUKER D8 Advance. Le protocole appliqué est celui développé par Dollwetzl (2014) pour des analyses de pigments de décors céramiques mochica. Les paramètres d'analyse de diffraction prennent en compte les angles de 10 à 70° en 2 θ qui sont enregistrés par incrémentation de 0,0133° en 2 θ et 8 secondes par incrément.

Enfin, les échantillons ont été analysés par micro-spectrométrie Raman. Les analyses ont été menées sur des grains représentatifs de la couche picturale et de la couche support afin d'apporter des informations sur leur structure. L'appareil utilisé est un spectromètre Raman Renishaw RM 2000 associé à un microscope Leica DMLM. Le laser utilisé est un laser rouge de 632,8 nm. Six accumulations de 20 secondes avec un grandissement de 50 ont été réalisées. Les spectres ont été traités avec le logiciel GRAMS 32.

Résultats et discussion

La couche picturale noire

Les échantillons de pigment noir prélevés à San José de Moro sont au nombre de quatre (BDX17221, BDX17222, BDX17223 et BDX17224). L'épaisseur de

la couche picturale est d'environ 340 μm mais présente de nombreuses variations, due à l'état général des échantillons. La surface de la couche picturale présente une granulométrie fine mais irrégulière constituée de grains noirs avec des inclusions nombreuses et grosses (pouvant mesurer jusqu'à 200 μm), blanches ou translucides (Figure 5).

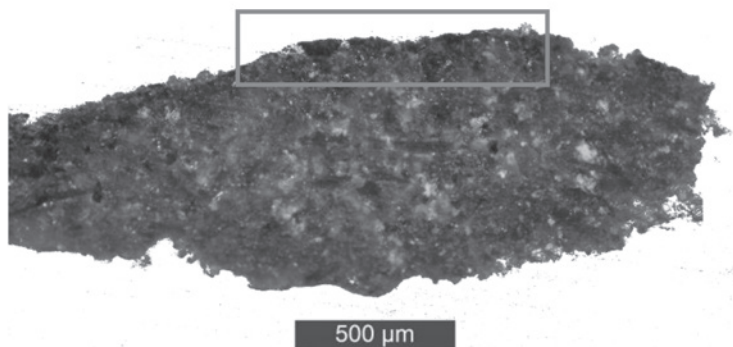


Fig. 5 – Vue en coupe de l'échantillon BDX17222 (noir).
La zone encadrée représente la couche picturale.

Les analyses préliminaires de peintures murales de l'aire 51 (Huaca La Capilla) par XRF portable ont montré la présence importante de manganèse.

Les résultats qualitatifs et semi-quantitatifs obtenus par MEB-EDS ont confirmé que les grains noirs contiennent en moyenne environ 20 % d'oxyde de manganèse.

Les analyses structurales ont démontré que la présence des oxydes de manganèse se retrouvaient sous forme de manganite [$\text{MnO}(\text{OH})$] et de pyrolusite (MnO_2). Des inclusions riches en fer (hématite, Fe_2O_3), en carbonate de calcium (calcite, CaCO_3) et en sulfate de calcium (anhydrite, CaSO_4) ont été également identifiées ainsi que des grains de quartz (SiO_2).

La couche picturale rouge

L'échantillon rouge, BDX17230 présente une couche picturale d'environ 110 μm d'épaisseur. Elle est constituée de grains irréguliers et hétérogènes de couleur rouge avec beaucoup d'inclusions noires, jaunes, translucides et quelques inclusions blanches. Il est également important de remarquer une couche picturale jaune sous-jacente d'une épaisseur d'environ 30 μm composée de goéthite [$\text{FeO}(\text{OH})$]. Sa présence peut davantage s'expliquer par l'interaction des deux zones (rouge et jaune) au sein de la niche que par un éventuel repeint (Figure 6, page suivante).

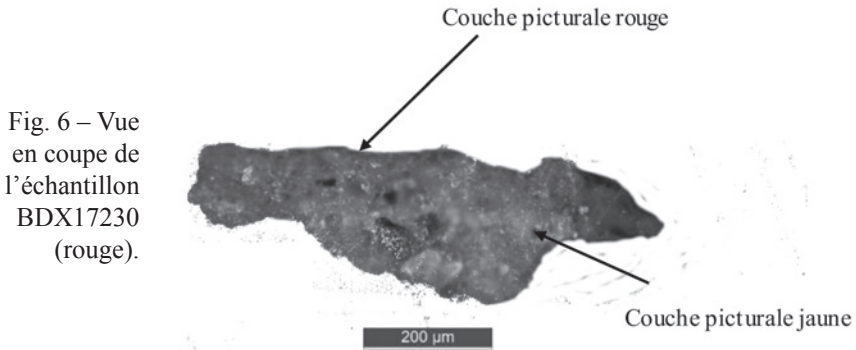


Fig. 6 – Vue en coupe de l'échantillon BDX17230 (rouge).

La cartographie de rayons X réalisée au MEB démontre que les concentrations en oxydes de fer sont importantes dans la couche picturale et plus particulièrement dans la couche sous-jacente jaune. Le pigment est constitué d'hématite, ce qui confère sa couleur rouge. Les inclusions présentes dans la couche picturale sont des grains de quartz, de calcite avec la présence d'anorthite ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) (probablement due à l'interaction avec la couche support).

La couche picturale jaune

Le jaune de San José de Moro a une couche picturale plus fine que les autres couleurs avec une épaisseur moyenne d'environ 65 µm. La granulométrie est comparable au décor rouge avec des grains jaunes assez irréguliers et de nombreuses inclusions noires, blanches et translucides. De rares inclusions rouges sont également présentes (Figure 7).

L'ensemble des analyses a permis de comprendre que la couleur jaune est due à la goéthite, constituant majeur de la couche picturale. Des inclusions d'hématite, de quartz, de calcite et de gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) sont également présentes. Les analyses en diffraction de rayons X ont également permis de constater la présence de natrojarosite [$\text{NaFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$].

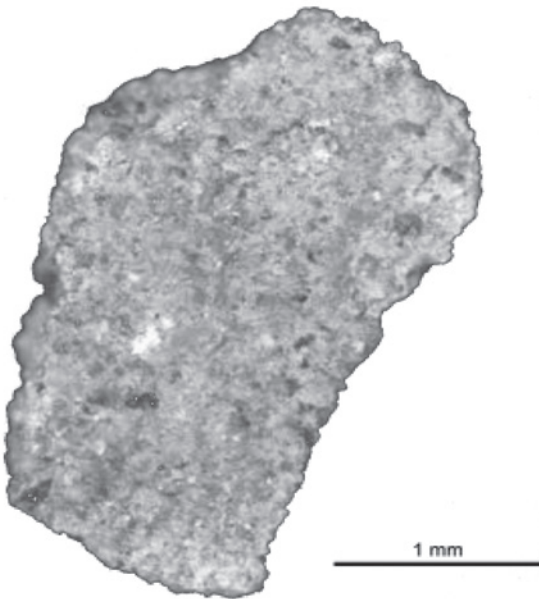


Fig. 7 – Surface de l'échantillon BDX17231 (jaune).

La couleur violette

Le pigment violet provient d'une couche picturale constituée de grains rouges et de grains de couleur sombre au-dessus (Figure 8). L'épaisseur totale moyenne de la couche picturale est d'environ 220 μm . La granulométrie est très irrégulière et hétérogène avec beaucoup d'inclusions, nuisant à la lisibilité et à la compréhension de l'assemblage des différents grains.

Les analyses ont montré que la couche rouge était due à l'hématite. Les grains jaunes présents dans le mélange pictural correspondent à de la goethite et les grains noirs ont été identifiés par diffraction de rayons X comme étant de la magnétite (Fe_3O_4). La présence d'oxyde de titane (rutil, TiO_2) a également pu être observée. Jusque-là, ces composants se retrouvaient dans les pigments utilisés pour la décoration de céramique (Dollwetzl 2014 ; Del-Solar-Velarde, communication personnelle). La couche picturale violette n'est donc pas composée d'un élément chromogène violet mais d'un mélange de minéraux rouges, jaunes et noirs.

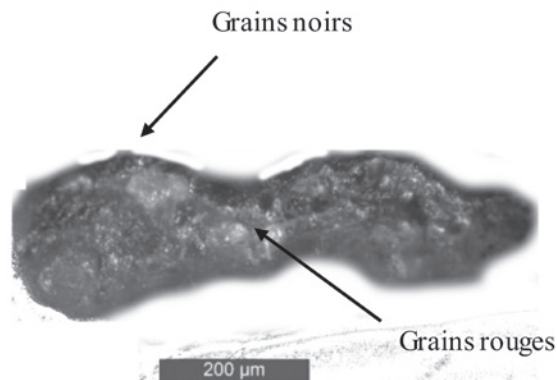


Fig. 8 – Vue en coupe de l'échantillon BDX17232 (violet).

La couche picturale blanche

La couche picturale présente une granulométrie fine mais relativement hétérogène de cristaux blancs avec la présence d'inclusions mesurant jusqu'à plusieurs dizaines de micromètres, de couleur noir, jaune, rouge ou translucide. L'échantillon analysé ne présentant pas de support, il n'a pas été possible de mesurer l'épaisseur de la couche picturale (Figure 9).

Les analyses en diffraction X et en micro-spectrométrie Raman ont révélé que la couche colorée était constituée de calcite, de gypse et de quartz.

La couche support

Pour l'ensemble des échantillons provenant de San José de Moro, la couche support, d'un point de vue texture et granulométrie est similaire, que ce soit par

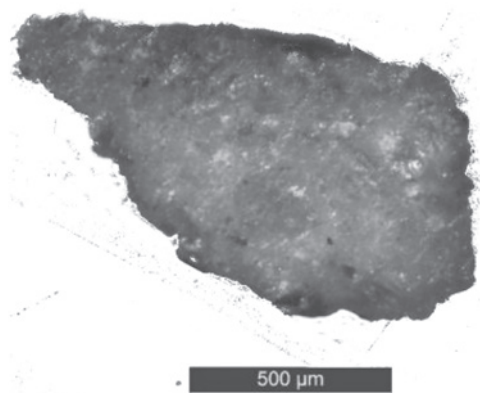


Fig. 9 – Vue en coupe de l'échantillon BDX17225 (blanc).

observation macroscopique ou microscopique, bien que les prélèvements aient été effectués dans deux secteurs différents.

La couche support présente de nombreuses inclusions de couleur jaune, noir, blanc, orange ou translucide dont la taille varie de quelques dizaines de micromètres jusqu'à 200 µm pour les plus grosses.

La granulométrie n'est pas uniforme et présente une porosité importante.

Les analyses élémentaires et structurales ont permis de démontrer que le support est majoritairement composé de quartz, d'aluminosilicates calcosodiques (albite) et d'illite.

Échantillon	Phase	Pics observés (cm-1)					
BDX17222 (noir)	Manganite				575	649	
	Pyrolusite		300	377-397	550	632	
BDX17225 (blanc)	Calcite	283					1 085
BDX17230 (rouge)	Hématite	222	292	405		601	
BDX17231 (jaune)	Goethite		300	392			1 001
BDX17232 (violet)	Hématite	224	291	406		604	
	Rutile	230		448		611	

Fig. 10 – Synthèse des résultats obtenus par micro-spectrométrie Raman pour chaque couleur d'échantillon.

Discussion

L'ensemble des analyses archéométriques réalisées dans le cadre de cette étude a permis d'identifier les éléments chromogènes à l'origine des couleurs des peintures murales du site de San José de Moro.

Les pigments mochica sont constitués de grains fins ou relativement grossiers, ce qui se traduit par des couches picturales hétérogènes. Cet aspect est probablement dû aux méthodes de préparation des pigments et au broyage peut-être insuffisant des minéraux.

Ainsi, le rouge constitué d'hématite et le jaune de goethite se retrouvent à la fois dans les décors mochica de plusieurs sites (Sipán, El Brujo, Huaca de la Luna, Castillo de Huancaco, San José de Moro). Cette technique se retrouverait donc dans les différentes régions mochica.

Des particularités régionales peuvent également être mises en évidence. C'est le cas pour l'usage de pigments à base d'oxyde de manganèse, qui semble se retrouver uniquement à La Mayanga et à San José de Moro. Cela est peut-être

		Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	S	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cu ₂ O	Total
BDX17222	Moyenne	2	2,9	14,4	43,4	0,9	2,3	4,5	4,2	0,5	19,8	5	N/A	100
	Ecart type	0,7	0,3	1,8	3	0,2	0,1	0,8	0,5	0,2	2,2	0,5	N/A	
BDX17224	Moyenne	0,8	9,7	14,4	37,8	0,7	N/A	2,4	5,8	0,4	1,2	26,8	N/A	100
	Ecart type	0,3	3,9	1,2	3,4	0,3	N/A	0,8	1,9	0,4	0,9	3,9	N/A	
BDX17225	Moyenne	0,9	2,3	7,5	22,6	N/A	1,7	2,2	55,3	0,5	1,9	4,4	0,1	100
	Ecart type	0,5	0,4	1,5	2,9	0,1	0,3	0,4	3,3	0,3	0,4	1,3	0,3	
BDX17228	Moyenne	1,6	2,5	17	50,8	1	4,1	4	9,9	0,7	0,1	7,4	N/A	100
	Ecart type	0,4	0,4	1,2	3,2	0,2	1,8	0,5	2	0,2	0,1	1,2	N/A	
BDX17230 (couche rouge)	Moyenne	5,7	2,8	20,3	42,2	0,7	10,4	2,2	5,1	0,2	N/A	10,3	N/A	100
	Ecart type	1,5	0,3	4,7	3,5	0,1	4,3	0,2	2	0,1	0,1	2,3	0,1	
BDX17230 (couche jaune)	Moyenne	1,3	4,2	18,7	56	0,5	N/A	2,5	1,6	0,3	N/A	14,9	N/A	100
	Ecart type	1,1	2,9	3,3	1,5	0,1	N/A	0,3	1,9	0,6	N/A	3,1	N/A	
BDX17231	Moyenne	7,1	2,7	11,9	36,7	0,7	14,3	1,8	8,5	0,5	0,1	15,7	N/A	100
	Ecart type	1,4	0,2	0,9	3,3	0,1	4,5	0,2	1,5	0,1	0,1	3,8	N/A	
BDX17232 (couche rouge)	Moyenne	3	1,7	25,8	57,1	0,8	0,9	3,8	3,5	0,3	N/A	3,2	N/A	100
	Ecart type	3	0,9	3,2	3,6	0,8	0,4	3,2	3,1	0,3	N/A	1,3	N/A	
BDX17232 (couche noire)	Moyenne	0,7	1,2	23,6	59,7	0,9	N/A	2,7	3,2	N/A	N/A	8,2	N/A	100
	Ecart type	0,9	1,7	5,2	0,9	1,3	N/A	0,2	1,4	N/A	N/A	0,8	N/A	

Fig. 11 – Synthèse des résultats obtenus par MEB-EDS et moyenne de la composition élémentaire des couches picturales pour chaque échantillon.

dû à l'exploitation de ressources et de gisements locaux ou à des relations d'échange de technique, de savoir-faire ou tout simplement de matériaux.

Les résultats obtenus confirment la présence de manganèse, décelée par les analyses XRF portable effectuées *in situ*. Selon les précédentes études (Del-Solar-Velarde 2011 ; Dollwetz 2012, 2014 ; Nickel *et al.* 2013), l'hypothèse de possibles échanges de techniques ou de matériaux bruts entre les cultures mochica et huari pourrait être à l'origine de la présence de manganèse dans les peintures noires à Huaca La Capilla. Signalons par ailleurs qu'en 1972 Donnan avait déjà mis en évidence des peintures murales polychromes de style hybride mochica-huari à Huaca Facho, un site où de la céramique mochica, huari et hybride a également été retrouvée.

Bilan

En tant que centre cérémoniel régional majeur, San José de Moro montre que la peinture murale est fortement liée à l'élite politique et religieuse. Souvent associée au contexte administratif, la peinture murale est liée au pouvoir, au culte et à son idéologie (Wright 2010). Le contexte funéraire des peintures murales de San José de Moro n'est pas un cas isolé. Sur le site de Huaca Cao Viejo, la sépulture de la Señora de Cao est associée à un patio décoré de peintures murales de différentes couleurs dont le rouge à base d'hématite (Wright 2010). La couleur participe activement aux activités cultuelles et possède un aspect symbolique indéniable, probablement lié à la fonction de l'individu, à des rites et/ou au culte dans le cas des décors étudiés à San José de Moro. De plus, il est intéressant de remarquer que la couleur violette (couleur rare de la palette mochica) retrouvée à Sipán est également associée à un contexte funéraire. En effet, celle-ci se situe sur la plateforme funéraire et est attribuée à la période Mochica tardive comme la sépulture MU-2111 de San José de Moro. Le violet pourrait être le marqueur d'un symbolisme lié au contexte funéraire. Bien que la composition des deux violets soit différente, la technique de fabrication est proche, avec le mélange de grains d'hématite et de grains noirs dans les deux cas (magnétite pour San José de Moro et charbon de bois pour Sipán). Cependant, aucune conclusion ne pourra être tirée définitivement tant que le corpus de sépultures décorées de peintures murales restera aussi réduit.

L'apport de l'archéométrie à l'étude des peintures murales précolombienne permet une approche pluridisciplinaire, mêlant l'archéologie et l'étude physico-chimique des matériaux. Les méthodes mises en œuvre dans cette étude ont permis d'apporter des informations d'ordre technique sur la mise en forme des peintures murales tout en replaçant l'étude dans le contexte plus large de l'archéologie précolombienne et des travaux précédents réalisés sur le sujet. Grâce aux résultats obtenus, des informations peuvent être mises en évidence sur les techniques des artisans précolombiens et sur l'usage et le choix des couleurs.

Les analyses des pigments effectuées jusqu'ici présentent des lacunes quant à l'approvisionnement en matière première et aux sources des minerais utilisés dans les mélanges colorants, en particulier pour la vallée de Jequetepeque où se situe San José de Moro. Trop peu de travaux ont été réalisés sur le contexte géologique et sur les carrières de matières premières pour répondre à des problématiques de provenance ou de circulation des matériaux. La présence et la teneur en éléments traces pourraient fournir également un marqueur important de l'origine des matières premières minérales et permettraient de les relier à une source. Dans le cadre de cette étude des analyses quantitatives par MEB-EDS auraient pu apporter cette information. L'objectif serait d'exploiter ces données quand des sources locales éventuelles seront proposées. *

* Manuscript reçu en décembre 2015, accepté pour comme note de recherche publication en octobre 2016.

Remerciements – Cette étude n'aurait pu être réalisée sans l'autorisation, accordée par le ministère de la Culture du Pérou, de sortie du territoire des échantillons pour les analyses au laboratoire IRAMAT-CRP2A de Bordeaux ; qu'il en soit remercié. Les institutions françaises, l'université Bordeaux Montaigne et le CNRS sont à remercier également pour l'aide qui a été apportée par les personnels techniciens et ingénieurs notamment dans la préparation des échantillons avant analyse. Nous tenons à remercier également le programme IdEx de Bordeaux (Initiative d'excellence de l'université de Bordeaux) qui a soutenu le travail par un contrat doctoral international. Cette recherche a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence nationale de la recherche au titre du Programme investissements d'avenir portant la référence ANR-10-LABX-52/Laboratoire des sciences archéologiques de Bordeaux.

Références bibliographiques

- BONAVIA Duccio
1959 *Una pintura mural de Pañamarca, Valle de Nepeña*, Instituto de Investigaciones Antropológicas/Museo Nacional de Antropología y arqueología, Lima.
1974 *Ricchata Quellccani. Pinturas murales prehispánicas*, Fondo del Libro del Banco Industrial del Perú, Lima.
1985 *Mural painting in ancient Peru*, Indiana University Press, Bloomington.
- BOURGÈS Ann
1998 *Peintures murales mochicas, Huaca de la Luna, Trujillo, Pérou*, maîtrise de physique appliquée à l'archéologie, université Michel-de-Montaigne Bordeaux III, Pessac.
- CASTILLO BUTTERS Luis Jaime, Julio RUCABADO Y., Martín DEL CARPIO P., Katiusha BERNUY Q., Karim RUÍZ R., Carlos RENGIFO CH. et Gabriel PRIETO B.
2009 « Ideología y Poder en la Consolidación, Colapso y Reconstitución del Estado Mochica del Jequetepeque El Proyecto Arqueológico San José de Moro (1991-2006) », *Nawpa Pacha*, vol. 29, p. 1-86.

DEL-SOLAR-VELARDE Nino

- 2011 *La caractérisation archéométrique des céramiques précolombiennes du Pérou: une synthèse historique et méthodologique*, mémoire de master en archéométrie, université Michel-de-Montaigne Bordeaux III, Pessac.
- 2014 « Caracterización elemental cualitativa y semicuantitativa por fluorescencia de rayos X portable de cerámicas, pigmentos y pinturas murales del sitio de San José de Moro », in Luis Jaime Castillo Butters (dir.), *Informe del Proyecto Arqueológico San José de Moro Temporada 2014*, ministère de la Culture, Lima.

DOLLWETZEL Philipp

- 2012 *Middle Horizon ceramic pigments. A meta-analysis of previous research on Peruvian ceramics in Bordeaux and Chemnitz*, rapport de stage, Technische Universität, Chemnitz.
- 2014 *Manganèse et spinelles, marqueurs d'une interaction Wari-Mochica (Pérou, 17^e-18^e siècle apr. J.-C.). Caractérisation par MEB-EDS, DRX, Raman, spectrométrie Mössbauer et LIBS*, mémoire de master en archéométrie, université Bordeaux Montaigne, Pessac.

DONNAN Christopher B.

- 1972 « Moche-Huari Murals from Northern Peru », *Archaeology*, 25 (2), p. 85-95.
- MORALES GAMARRA Ricardo, Miguel ASMAT VALVERDE et Arabel FERNÁNDEZ L.
- 2002 « Atuendo ceremonial moche: excepcional hallazgo en la Huaca de la Luna », *Iconos*, 3, p. 49-53.

MURO Luis

- 2014 *Informe de excavación Temporada 2014 del Programa Arqueológico San José de Moro*, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

NICKEL Daniela, Luis Jaime CASTILLO BUTTERS, Rémy CHAPOULIE, Nino DEL-SOLAR-VELARDE et Philipp DOLLWETZEL

- 2013 « Material analysis of colored pre-Columbian ceramic shards: identification of black pigments on ceramics of the Huari Viñaque, Mochica Policromo and Cajamarca Costeño styles », in Andreas Hauptmann, Oliver Mecking et Michael Prange (éd.), *Archäometrie und Denkmalpflege 2013. Jahrestagung an der Bauhaus-Universität Weimar (25-28 September 2013)*, Dt. Bergbau-Museum Bochum, (Metalla. Sonderheft, 6), Bochum, p. 148-153.

SALDAÑA CAMPOS Julio Miguel, Ana Carito TAVERA MEDINA et Karla PATRONI CASTILLO

- 2013 *Informe técnico de las excavaciones en el área 47 de San José de Moro – Temporada 1013*, Museo Arqueológico Rafael Larco Herrera, Lima.

SCOTT David A.

- 1999 *El Brujo, Internal report*, The Getty Conservation Institute, Scientific Program Memorandum, Museum research Lab, Los Angeles.

SCOTT David A., Douglas H. DOUGHTY et Christopher B. DONNAN

- 1998 « Moche wallpainting pigments from La Mina, Jequetepeque, Peru », *Studies in conservation*, 43 (3), p. 177-182.

VAUGHN Kevin J.

- 2000 « Moving beyond iconography: neutron activation analysis of ceramics from Marcaya, Peru, an Early Nasca domestic site », *Journal of Field Archaeology*, 27 (1), p. 75-90.

Caractérisation physico-chimique de pigments de peintures murales mochica

- 2006a « Ceramic production in Ancient Nasca: provenance analysis of pottery from the Early Nasca and Tiza cultures through INNA », *Journal of Archaeological Science*, 33 (5), p. 681-689.
- 2006b « Craft production, exchange, and political power in the Pre-Incaic Andes », *Journal of Archaeological Research*, 14, p. 313-344.
- WRIGHT Véronique
- 2008 *Étude de la polychromie des reliefs sur terre crue de la Huaca de la Luna Trujillo, Pérou*, thèse de doctorat en préhistoire, anthropologie, ethnologie, spécialité « archéologie précolombienne », université de Paris I, Paris.
- 2010 « Pigmentos y tecnología artística mochicas : una nueva aproximación en la comprensión de la organización social », *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 39 (2), p. 299-330.

