

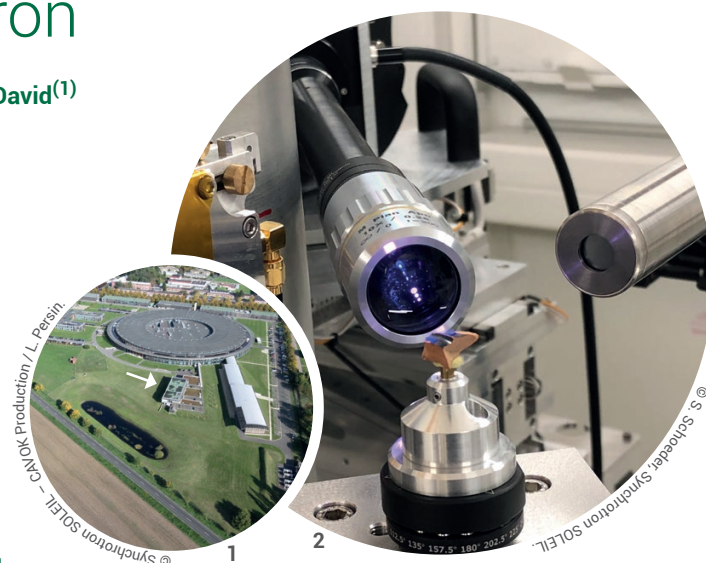
IPANEMA, un laboratoire dédié à l'étude des matériaux anciens et patrimoniaux par méthodes synchrotron

Loïc Bertrand^(1,2), Serge Cohen⁽¹⁾, Mathieu Thoury⁽¹⁾, Sophie David⁽¹⁾ et Sebastian Schoeder⁽²⁾

(1) IPANEMA (USR3461 CNRS – Université Paris-Saclay), site du Synchrotron SOLEIL, BP 48, 91192 Gif-sur-Yvette

(2) Synchrotron SOLEIL, BP 48, 91192 Gif-sur-Yvette

Le démarrage de la construction du synchrotron SOLEIL au début des années 2000 est l'occasion de poser de manière renouvelée la question de l'apport de ce grand instrument à de nouveaux champs de recherche qui touchent l'ensemble de la société. Les équipes françaises ont été pionnières dans l'étude des objets du patrimoine [1].



1• Vue aérienne du synchrotron SOLEIL, sur le site de Paris-Saclay. Le bâtiment du laboratoire IPANEMA est indiqué par une flèche.

2• Analyse de la provenance d'un tessou de céramique sur la ligne de lumière PUMA.

La Région Île-de-France et l'État français confirment en 2007 leur volonté de créer sur le site de SOLEIL le laboratoire IPANEMA, Institut photonique d'analyse non destructive européen des matériaux anciens. Ce projet se traduit par la construction et l'équipement d'un bâtiment entièrement dédié à la thématique (2013) puis d'une ligne synchrotron optimisée pour les matériaux anciens, PUMA (2019), une initiative sans équivalent sur le plan international.

Parmi les travaux d'IPANEMA, citons la compréhension du mode de fabrication du premier objet en cuivre fondu à la cire perdue il y a 6000 ans, l'élucidation de la composition des vernis employés par Antonio Stradivari, les processus de préservation exceptionnelle affectant tant des poissons du Crétacé que des insectes figés dans l'ambre ou des vestiges textiles de l'Orient ancien ; et aussi l'étude des processus d'altération des bleus de smalt ou de Prusse utilisés comme pigments par les artistes, ou la caractérisation de pigments semi-conducteurs produits il y a une centaine d'années pour mieux comprendre leur fabrication et leur réaction avec les liants organiques qui dégradent les peintures... [2].

Ces travaux portent sur des matériaux souvent mal connus et présentant généralement une très forte hétérogénéité à multi-échelle. Cette dernière ne constitue pas seulement un obstacle à l'analyse, elle est en soi porteuse d'informations essentielles sur les matières premières, les circuits de réemploi, les méthodes de fabrication, les processus physico-chimiques d'altération des œuvres et des objets. Elle est une des caractéristiques essentielles que partagent les « matériaux anciens » issus de l'archéologie, de la paléontologie, du patrimoine culturel et des environnements du passé.

Plusieurs paramètres du rayonnement synchrotron expliquent son utilisation dans les sciences du patrimoine. La forte brillance et la stabilité du faisceau conduisent à des spectres de haute résolution sur une large bande spectrale, notamment en excitation, à des images de haute définition et à la détection de traces [3]. C'est ce que permet PUMA, ligne d'imagerie 2D et bientôt 3D de rayons X durs (4 à 22 keV), à partir de faisceaux de quelques microns de diamètre, comme le montre une première publication sur des matériaux météoriques [4].

IPANEMA fonctionne par hébergement de scientifiques sur projet long (jusqu'à plusieurs années), facilitant un couplage étroit entre applications et recherche méthodologique. Les développements français ont été une source d'inspiration pour la construction de l'infrastructure européenne E-RIHS (European Research Infrastructure for Heritage Science), dont nous portons la contribution française avec le C2RMF. Gageons que la mise à jour majeure de SOLEIL, prévue pour 2025, ouvrira de nouvelles pistes tout à fait inattendues de compréhension des objets du patrimoine.

Références

- 1• L. Bertrand, *Hist. Rech. Contemp.*, **3**(1) (2014) 65-67.
- 2• L. Bertrand, « Lumière synchrotron : À la recherche des matériaux anciens », dans *La lumière en lumière. Du photon à l'internet*, B. Boulanger et al. éditeurs, pp. 149-152, EDP Sciences (2016).
- 3• L. Bertrand et al., *Phys. Rep.*, **519**(2) (2012) 51-96.
- 4• P. Tack et al., *J. Synchrotron Rad.* **26** (2019) 10 oct. 2019.