

L'art à l'épreuve des rayons

L'utilisation des rayons ionisants permet de percer les secrets des œuvres d'art et de mieux comprendre les processus d'altération afin d'en assurer une meilleure conservation.

> PAR LUCILLE BECK, PHYSICO-CHIMISTE, CHEF DU LABORATOIRE JANNUS (SERVICE DE RECHERCHES DE MÉTALLURGIE PHYSIQUE À LA DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE) AU CEA

Une des applications les plus marquantes de la radioactivité est sans aucun doute l'utilisation des radionucléides pour dater notre passé (voir pp. 24-25). Mais d'autres rayonnements ionisants sont aussi au service de l'art et de l'archéologie.

C'est en 1931 qu'une première batterie de techniques scientifiques fait son entrée au musée du Louvre, avec la création d'un petit laboratoire destiné principalement à l'étude des peintures. La radiographie X est menée conjointement avec des techniques conventionnelles telles que la photographie en lumière visible (photographie 1), sous ultraviolets et, plus récemment, en infrarouge. Puis, en 1988, l'accélérateur Grand Louvre d'analyse élémentaire (Aglæe) rejoint les sous-sols du laboratoire pour compléter cet éventail de techniques non destructives au service du patrimoine culturel.

La photographie sous ultraviolets

En 1913, le physicien américain Robert Wood invente un écran éliminant les rayons visibles pour ne laisser passer que les ultraviolets. Ces radiations ont la propriété de rendre fluorescents certains composés minéraux et la plupart des matériaux organiques, comme les vernis à base de résines naturelles. Appliquée aux peintures, cette technique permet de visualiser les réparations et restaurations successives, grâce au contraste entre les plages vernies dont la fluorescence est intense et les couches de repeints surjacents, qui apparaissent sombres. On peut voir sur la photographie 2 les dégâts causés par une pierre lancée le 30 décembre 1956 sur la vitrine de *La Joconde*, au Louvre, ainsi que des repeints plus anciens. La fluorescence ultraviolette permet aussi d'observer la qualité et l'épaisseur du vernis. La couche apparaît fine et irrégulière pour le portrait de Mona Lisa.

La réflectométrie infrarouge

Depuis trente ans environ, cette technique est utilisée comme moyen d'investigation pour la

peinture de chevalet. Les rayons infrarouges de longueur d'onde avoisinant $2 \mu\text{m}$ pénètrent les couches picturales pour mettre en évidence les indications ou dessins sous-jacents lorsqu'ils sont réalisés au fusain. En effet, le carbone et ses dérivés ont un pouvoir d'absorption accru, qui permet d'enregistrer un cliché faisant ressortir les tracés noirs. La réflectométrie infrarouge met au jour des signatures parfois cachées, et révèle les hésitations ou repentirs des artistes. Sur les détails de la photographie 3 on peut voir que Léonard de Vinci a modifié la position des doigts du personnage.

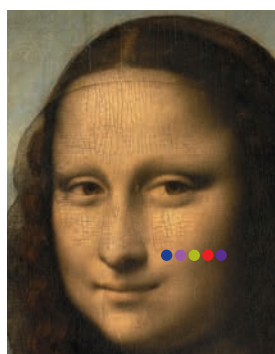
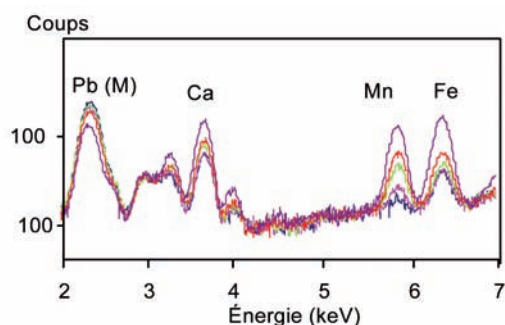
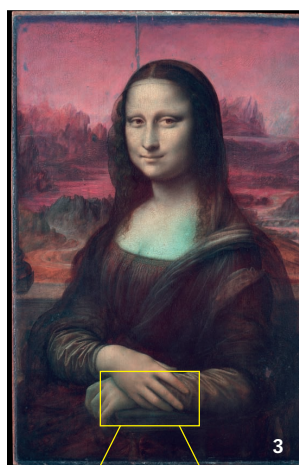
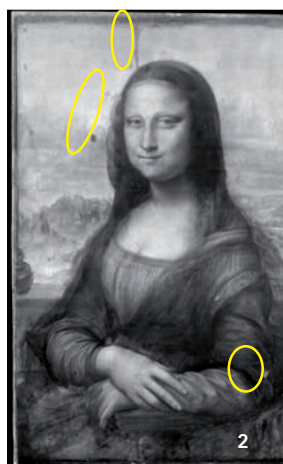
Plus récemment, au moment du décrochage du tableau de la *Sainte Anne* de Léonard de Vinci, un conservateur du département des peintures du musée du Louvre a remarqué, au revers, des traits peu visibles. Difficilement reconnaissables à l'œil nu, ils ont été révélés par la réflectométrie infrarouge. Ainsi, des dessins préparatoires représentant un Enfant Jésus à l'agneau, un crâne et une tête de cheval ont été mis au jour. Cette découverte est exceptionnelle, car les dessins exécutés au revers d'œuvres sont très rares, et aucun exemple de Léonard de Vinci n'était connu à ce jour.

Les rayons X

En France, la première expérience de radiographie de tableaux est rapportée à l'Académie des sciences le 3 janvier 1921. Elle fait suite à des recherches menées, quelques années plus tôt, en Allemagne, puis aux Pays-Bas.

La radiographie permet l'exploration de l'intérieur de l'œuvre afin d'établir un diagnostic sur son état et déterminer les différents assemblages qui la composent (photographie 4). Pour les peintures, par exemple, on obtient des informations sur le support (type de bois, tissage de la toile, réparations) et sur les différentes couches picturales (repentirs, changements dans la composition, réutilisation des supports). On a ainsi découvert que, lors de son séjour à Antibes, en 1946, Pablo Picasso peignit son célèbre *Mangeur*

Des signatures cachées mises au jour par la réflectométrie infrarouge



d'oursins sur un tableau intitulé *Portrait du général Vandenberg*. Cette toile, longtemps recherchée par les conservateurs du musée, a ressurgi grâce à la radiographie effectuée dans les années 1980.

Pour les statues, les rayons X dévoilent l'armature métallique, les étapes de montage, les zones de fragilité, les contours sous des couches épaisses de corrosion. Ils sont aussi utilisés afin de découvrir les objets à l'intérieur de récipients scellés et d'analyser la composition chimique de métaux, céramiques et couches picturales. Ils ont récemment permis d'étudier le fameux *sfumato* de Léonard de Vinci, effet artistique vaporeux qui estompe les contours, adoucit les transitions et fonde les ombres comme une fumée. Les carnations (visages et mains) de sept tableaux ont ainsi été sondées sans prélèvement – exclus sur ces parties majeures de portraits – pour déterminer la composition et l'épaisseur de chaque couche de matière. Les résultats montrent une évolution de la technique à partir de 1500, avec la mise en évidence de la présence de glaciis (de quelques μm à 50 μm d'épaisseur) à base d'oxydes de fer et de manganèse.

⤴ **La Joconde au laboratoire.** De gauche à droite, photographies en lumière visible, sous UV, en réflectométrie infrarouge et sous rayons X. Léonard de Vinci, 1503-1506, peinture à l'huile sur panneau de bois, 77 x 53 cm. Paris, musée du Louvre.

⤴ **Sondage aux rayons X de la carnation.**

L'utilisation des ions

Aglæ est l'unique accélérateur au monde à être installé dans un musée. L'interaction des particules avec la matière a conduit à la mise en œuvre de différentes techniques d'analyse non destructives, parfois utilisées simultanément : PIXE (*particle induced X-ray emission*), RBS (*Rutherford backscattering spectrometry*) et NRA (*nuclear reaction analysis*). La méthode PIXE est principalement consacrée à l'identification des matériaux, à la détermination de leur origine grâce à l'analyse des éléments traces, à la découverte d'indices sur les techniques de fabrication et à l'obtention d'informations sur les phénomènes d'altération. Grâce à la grande sensibilité de ces techniques, l'origine de certaines matières premières utilisées par le passé, comme les rubis, les grenats ou encore l'obsidienne a pu être déterminée.

Il est également possible de révéler certains procédés de fabrication, comme les dorures et les argentes. On a ainsi pu mettre en évidence l'existence de deux méthodes employées pour argenter des fausses monnaies en cuivre, au XVI^e siècle, dans le Saint Empire romain germanique : une argenteure à base d'argent pur, appliqué sous forme de feuille, et une argenteure à l'amalgame, procédé peu répandu à l'époque, et qui nécessite du mercure. Chacun de ces modes de fabrication a été mis en relation avec une émission monétaire particulière, ce qui suggère des ateliers de faussaires différents selon les régions. ●

SAVOIR +

- www.c2rmf.fr (Centre de recherche et de formation des musées de France).
- www.art-et-science.fr
- « La science au service du patrimoine », TDC, n° 879, 1^{er} septembre 2004.