

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: 27 (2015)
Heft: 107

Artikel: Radiographie du bleu
Autor: Morel, Philippe
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-771979>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



La botaniste et photographe anglaise Anna Atkins a produit ce cyanotype (ou «blueprint») vers 1854. Elle a placé une fougère séchée sur un papier imprégné de sels ferriques qui se transforment en bleu de Prusse sous l'action de la lumière UV.

Photo: Minneapolis Institute of Arts,
© Wikimedia Commons

New Zealand

Radiographie du bleu

Pour comprendre la détérioration du bleu de Prusse, un pigment de peinture, les chercheurs doivent plonger dans l'infiniment petit. *Par Philippe Morel*

On le retrouve dans la célèbre estampe d'Hokusai «La Vague» ainsi que dans les peintures de Van Gogh et de Picasso: le bleu de Prusse, découvert au début du XVIII^e siècle, avait rapidement conquis les ateliers d'artistes. Jusqu'alors, le bleu restait une couleur difficile à produire. Les peintres recouraient à l'outremer, un pigment très cher élaboré à base de lapis-lazuli, ou au smalt, une poudre de verre au cobalt finement broyée qui se décolorait rapidement.

C'est par le hasard d'une contamination que le fabricant de couleurs berlinois Johann Jacob Diesbach invente ce nouveau pigment d'un bleu profond. Mais le bleu de Prusse se révèle vite délicat: certains artistes le jugent très stable, d'autres le voient se décolorer rapidement lorsqu'il est exposé à la lumière.

Une dégradation réversible

C'est précisément à la compréhension de la dégradation du bleu de Prusse que s'est attaquée Claire Gervais, professeure à la Haute école d'art du canton de Berne. «Les matériaux du patrimoine sont passionnants et générateurs de savoirs étonnants», explique la chercheuse. Ils sont hétérogènes et composites, et leur mélange d'organique et d'inorganique donne lieu à des propriétés parfois inattendues. Nous ne savons pas toujours reproduire certaines méthodes de fabrication, qui peuvent être très complexes et le fruit de longs processus de développement. Surtout, ces matériaux possèdent une longue histoire de vieillissement qu'on ne retrouve pas ailleurs.»

Pour le chimiste, le bleu de Prusse est une ferrocyanure ferrique, précisément la famille de molécules $\text{Fe}_3(\text{CN})_{18}(\text{H}_2\text{O})_x$. Sa couleur provient d'un transfert d'électron entre les ions Fe^{2+} et Fe^{3+} qui, en absorbant le rouge, donne la couleur bleue au pigment. Mais une longue exposition à la lumière transforme ce dernier par photoréduction: les atomes Fe^{3+} gagnent un électron pour devenir du Fe^{2+} . En l'absence des premiers, le transfert n'est plus possible et le pigment perd sa couleur. Ce phénomène est partiellement réversible en exposant le bleu de Prusse à l'oxygène de l'air tout en le maintenant dans l'obscurité.

Bleu de Prusse et rayons X

Mieux comprendre ce qui influence ces phénomènes exige de plonger au cœur de la matière, en soumettant des échantillons

à des rayons X. «La spectroscopie d'absorption des rayons X permet d'obtenir une signature des atomes de fer contenus dans le pigment, de leur état d'oxydation ainsi que de leur environnement dans la structure», explique Claire Gervais, une spécialiste en cristallographie. Nous pouvons ainsi suivre l'évolution de l'état des atomes de fer lors de la photoréduction et de la perte de couleur.»

Les chercheurs ont utilisé un synchrotron - un accélérateur de particules en forme d'anneau - situé près de Paris. Les électrons suivant une trajectoire courbe, ils émettent un rayonnement électromagnétique puissant, stable et très focalisé dont la fréquence peut aller de l'infrarouge aux rayons X.

«Les matériaux du patrimoine génèrent des savoirs étonnants.»

Claire Gervais

Le bleu de Prusse est sensible à la lumière visible et également aux fréquences plus élevées. «Nous savions que nous aurions du mal à l'analyser sans l'endommager, poursuit Claire Gervais. Mais les précautions prises n'ont pas suffi: le pigment se décolorait sous le faisceau.» En regardant de près les dommages d'irradiation, les chercheurs se rendent compte qu'il s'agit là aussi d'un phénomène de photoréduction dont ils pourraient profiter: puisque les rayons X induisent précisément le phénomène qu'ils servent à analyser, il sera plus facile de le contrôler.

Papier ou pigment

L'équipe franco-suisse ne travaille pas sur des échantillons provenant d'œuvres d'art mais étudie de manière systématique l'influence des substrats utilisés (types de papier et de toiles, utilisation d'apprêt, etc.) et de l'environnement. Les chercheurs font notamment varier des facteurs liés à certaines stratégies de conservation telles que l'humidification, l'anoxie (la réduction de la teneur en oxygène présent dans une vitrine) ou encore l'acidification volontaire du papier.

Les résultats de ces expériences ne sont pas directement transposables à la lumière visible, mais permettent de montrer que la

dégradation du bleu de Prusse dépend de l'environnement et surtout du substrat sur lequel il est appliqué. Ainsi, l'absence d'oxygène, l'humidité ou la présence d'ions potassium dans les fibres d'un papier teinté au bleu de Prusse accélèrent fortement sa décoloration, alors qu'un substrat acide la ralentit. Une conclusion en forme de casse-tête pour un conservateur de musée: un environnement pauvre en oxygène ralentit la dégradation du papier, mais accentue celle du bleu de Prusse.

Pour l'instant, laboratoires et musées restent deux mondes encore bien distincts. Les travaux de Claire Gervais n'offrent pas de recettes miracles pour la conservation ou la restauration d'œuvres d'art. Elles peuvent cependant aider l'identification d'œuvres qui, à cause du substrat ou de leur condition d'exposition, pourraient exiger des stratégies de conservation particulières. Pour Verena Villiger, directrice du Musée d'art et d'histoire de Fribourg, ce genre de recherches revêt un grand intérêt: «Même sans collaborer directement au sein de projets de recherche fondamentale, les colloques et les publications nous permettent de suivre ses développements - hélas parfois d'un peu trop loin. Il est indispensable que des scientifiques actifs dans la recherche appliquée traduisent cette nouvelle compréhension des matériaux du patrimoine en outils de conservation que nous soyons à même d'appliquer.»

Philippe Morel est journaliste scientifique et travaille pour la revue Tracés.

Du bleu pour la biologie et l'informatique

Le bleu de Prusse ne se retrouve pas que sur les toiles de maître. Des chercheurs l'utilisent comme biosenseur pour étudier des processus d'oxydoréduction dans les tissus vivants. La lumière modifie également les propriétés magnétiques de certains matériaux similaires, ce qui ouvre des pistes intéressantes pour sauvegarder l'information numérique sous forme de bits magnétiques.