

Zeitschrift: NIKE-Bulletin
Herausgeber: Nationale Informationsstelle für Kulturgüter-Erhaltung
Band: 9 (1994)
Heft: 4: Gazette

Rubrik: Laboratoires

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 technique de l'expertise et des analyses

Prestations de service de l'Institut Suisse pour l'Etude de l'Art (ISEA)

I. Introduction

Lors de l'examen des biens culturels et des objets d'art, la connaissance des matériaux employés lors de la fabrication peut être une aide précieuse lorsqu'il s'agit de situer un objet dans son contexte chronologique, géographique ou conceptuel ou d'en contester l'origine. Par ailleurs l'analyse la plus exacte possible des matériaux est dans la plupart des cas une condition pour ainsi dire indispensable pour être en mesure de trouver les conditions d'entreposage, les mesures de conservation et de restauration adaptées à l'objet.

Lorsque que l'on ne dispose plus des connaissances nécessaires sur les matériaux, lorsque le niveau des connaissances autrefois acceptable n'est plus satisfaisant ou est aujourd'hui mal interprété, les analyses peuvent aider à compenser ce manque d'information, à redécouvrir ou à réinterpréter un savoir perdu. C'est ainsi que les analyses des matériaux composant les biens culturels peuvent souvent, sans que l'on s'y attende, se transformer en de véritables travaux de recherche.

En fait, les moyens analytiques à disposition sont loin de satisfaire à toutes les exigences lorsqu'il s'agit de l'étude de biens culturels. Souvent il faut employer des méthodes combinées ou modifiées avec soin. Dans le cadre de ses possibilités le laboratoire de l'ISEA collabore au développement et à la modification de telles méthodes d'analyse. C'est ainsi que l'on peut définir les grandes lignes des activités du service technologique et du laboratoire de l'ISEA dans le domaine technologique. Les paragraphes suivants présentent tout simplement les méthodes appliquées à l'ISEA pour l'étude et l'analyse des biens culturels.

II. Les collaborateurs travaillant à la recherche technologique

Le laboratoire a le grand avantage de se trouver dans les locaux d'un institut dont le personnel se compose entre autres d'historiens de l'art et de conservateurs. Ceci est très important dans la mesure où l'étude professionnelle d'un objet d'art ne dépend pas seulement de la capacité à utiliser avec succès une infrastructure adéquate et performante dans le domaine de la recherche technologique. La collaboration entre les diverses spécialités professionnelles peut dans de tels cas être décisive et être la condition nécessaire pour aboutir aux résultats escomptés.

LABORATOIRES

En Suisse, la collaboration entre les conservateurs-restaurateurs, les historiens de l'art et les scientifiques est de temps en temps encore empreinte de certains sentiments d'inimitié transmis par le temps. La formation professionnelle des conservateurs-restaurateurs n'a fait l'objet d'une nouvelle orientation qu'au cours des dernières années et a évolué d'un métier plutôt orienté vers l'artisanat pour devenir une profession qui requiert des études scientifiques au niveau universitaire. Les historiens de l'art et les scientifiques ont pourtant aujourd'hui tendance à revendiquer des droits sur un certain savoir qui ne sont plus du tout fondés. A l'ISEA ce genre de préjugés est depuis déjà un certain temps dépassé de telle sorte que rien n'entrave une collaboration optimale entre les différentes professions.

La planification de l'étude technologique d'un objet est généralement du ressort du conservateur-restaurateur alors que l'historien de l'art et le scientifique (ou l'architecte quand il s'agit d'un monument) ont plutôt une fonction consultative dans cette phase de travail. Cette répartition du travail vient du fait que la formation professionnelle du conservateur-restaurateur associe entre autres la connaissance des matériaux, l'histoire des matériaux et l'histoire de l'art.

A l'ISEA la recherche sur les matériaux se divise de façon spécifique en deux phases:

- l'évaluation de la structure des matériaux (étude des composants)
- de laquelle découlent diverses études ponctuelles.

III. L'évaluation de la structure des matériaux

D'un point de vue matériel, un objet d'art est dans la plupart des cas un ensemble de différents matériaux qui ont été soumis et sont soumis à divers processus de décomposition. La première étape d'une étude est donc d'analyser le plus précisément possible la structure de l'ensemble des matériaux, son état, sans endommager l'objet d'aucune manière.

L'ISEA dispose de quelques moyens techniques pour étudier les structures sans prélèvement d'échantillon et sans altérer les objets. Par exemple pour l'analyse d'une peinture ou d'une sculpture polychrome on peut utiliser:

- L'examen visuel et par microscopie en lumière réfléchie de la surface picturale avec de la lumière naturelle. - Pour cette analyse microscopique en lumière réfléchie on utilise des binoculaires qui peuvent être placés sur des statifs spéciaux adaptés aux objets à l'étude. Un microscope binocu-

LABORATOIRES

laire a l'énorme avantage de rendre possible une vision stéréoscopique au grossissement voulu ce qui permet de distinguer les détails de la structure superficielle de l'objet. Cet avantage a cependant des limites dues à la limitation du grossissement.

– **L'enregistrement photographique ou électronique des rayons ultraviolets ou infrarouges réfléchis par la surface de l'objet (Réflectographie à UV ou à IRP).** – Pour ce type d'analyse, l'ISEA dispose d'une salle d'étude équipée des dispositifs d'éclairage nécessaires. Pour l'enregistrement photographique des réflectogrammes, le choix des filtres optiques pour l'éclairage et des filtres à placer devant la caméra est d'une grande importance. Pour tous les travaux photographiques spéciaux, J.-P. Kuhn, photographe professionnel à l'ISEA, assiste les spécialistes de ses conseils. Par ailleurs pour la réflectographie IRP – et bientôt pour la réflectographie UV – nous disposons de systèmes de traitement des images qui ont l'avantage de permettre un traitement numérique des réflectogrammes enregistrés.

– **L'enregistrement photographique et électronique ou l'observation visuelle de la fluorescence visible grâce à l'excitation à la lumière bleue ou à la lumière UV.** – Les possibilités techniques et les conditions correspondent dans une large mesure à celles de la réflectographie UV de telle sorte que les mêmes appareils peuvent être utilisés pour l'enregistrement même si des filtres optiques différents sont nécessaires dans certains cas.

– **L'examen aux rayons X.** – Pour cet examen, l'ISEA dispose d'un appareil mobile qui, contrairement aux appareils que l'on trouve par exemple dans les cabinets médicaux, permet d'adapter la tension du tube dans un très large domaine aux conditions optimales requises par les objets.

Les méthodes décrites ne sont pas exhaustives et ne doivent pas obligatoirement être toutes appliquées à chaque analyse. Pour chaque cas étudié, les informations obtenues, qu'elles concernent l'objet proprement dit ou la méthode appliquée, sont déposées aux archives techniques de l'ISEA qui s'enrichissent ainsi de documentations comparatives.

Compte tenu des problèmes que pose l'analyse technique, les informations obtenues grâce à l'examen de la structure sans prélèvement d'échantillon (appelée non-destructive) ne suffisent pas toujours à définir avec suffisamment de précision les composants des matériaux. Par exemple le nombre de couches picturales d'une oeuvre polychrome peut être difficile à déterminer. Dans de tels cas, même lorsqu'il ne s'agit que d'une étude de la structure, on pratique un prélèvement d'échantillon. Le prélèvement d'échantillon

qui permet normalement d'obtenir des informations sur la structure (sur le support, la couche de fond, la couche picturale et le vernis) représente généralement une intervention relativement importante sur l'objet à étudier. Par ailleurs le problème qui se pose est de savoir si l'échantillon prélevé est représentatif de la structure dans son ensemble. C'est pour cette raison qu'à l'ISEA les prélèvements d'échantillons sont faits soit par le conservateur-restaurateur qui connaît l'objet soit sous surveillance minutieuse. L'endroit exact du prélèvement est choisi avec énormément de soin et est documenté. Seule une étude détaillée de la structure apporte les éléments nécessaires et autorise une analyse locale à plusieurs endroits de la structure.

IV. Les analyses ponctuelles

Le choix des diverses analyses ponctuelles doit être justifié et faire l'objet d'une documentation. Les questions auxquelles ces analyses doivent apporter une réponse sont également consignées par écrit.

Les analyses ponctuelles font souvent partie du domaine d'activité des scientifiques. Elles ne sont pas toujours liées à des prélèvements d'échantillons.

A. Pour l'analyse élémentaire et l'étude de la nature des pigments et des liants à l'aide de méthodes strictement non-destructives l'ISEA dispose de deux méthodes: spectrométrie de fluorescence X du type dispersif en énergie et microspectroscopie de rayons infrarouges réfléchis avec transformation Fourier.

– **La spectrométrie de fluorescence X non-dispersive** – Le spectromètre dont dispose l'ISEA est contrôlé par ordinateur. Il peut, grâce à un statif spécial, être placé directement à proximité de l'objet se trouvant en position verticale. Cela a l'avantage de pouvoir étudier plusieurs endroits de l'objet sans en changer la position de façon déterminante. Le spectromètre permet d'analyser une surface d'environ 5 mm² à une distance minimale de l'objet à travers l'air ambiant. De cette manière il est possible de détecter la présence d'éléments chimiques plus lourds que le potassium sur la surface ou dans les couches picturales inférieures. Cette méthode est donc tout à fait appropriée pour fournir des points de repère valables nécessaires à l'analyse des pigments et des composants inorganiques des couches de fond.

Si la méthode est appliquée semi-quantitativement et que le domaine des éléments chimiques à mesurer est étendu jusqu'au sodium, il faut alors effectuer un prélèvement, le préparer et l'analyser dans une chambre à vide adaptable à l'appareil, ce qui enlève à l'examen son caractère strictement non-destructeur. Il est évident que ce genre d'échantillon est conservé pour d'autres analyses.

– **La microscopie FTIR** – Les éléments légers qui, pour des raisons de principes, ne peuvent pas être détectés à la fluorescence aux rayons X, comme le carbone, l'azote, l'oxygène, l'hydrogène, etc., forment les molécules et les macromolécules organiques qui, par exemple, composent les colorants, les fibres et les liants. La connaissance des rapports des éléments à elle seule n'apporte pas assez d'indices compte tenu de la diversité des structures en chimie organique. Il s'agit dans ce cas-là du champ d'activité de la spectroscopie à infrarouge qui met en évidence les mouvements oscillatoires caractéristiques des particules moléculaires. Le microscope FTIR de l'ISEA dispose d'un tel spectromètre qui a en plus la particularité de pouvoir localiser et délimiter un endroit spécifique grâce à un microscope optique intégré avant de le soumettre à la spectroscopie IR. Cet instrument rend également service pour effectuer des mesures sur de petits objets en situ opérant dans un mode de rayonnement réfléchi. Il est d'une plus grande efficacité en mesurant des micro-échantillons d'une grandeur de 20 – 30 micron en transmission. Les échantillons sont préparés dans une cellule compressante à diamant qui peut être placée directement dans le faisceau du spectromètre. L'endroit à analyses est également choisi à l'aide du microscope.

En résumé, on peut dire que l'analyse ponctuelle in situ a des limites bien définies liées à des problèmes méthodologiques malgré l'appareillage important à disposition. Ceci explique que parfois des prélèvements d'échantillons doivent être effectués. À ce propos il ne faut pas oublier que les méthodes d'analyse appelées strictement non-destructives sont souvent liées à l'emploi d'un appareillage relativement lourd et donc difficilement mobile. Son utilisation requiert donc le transport de l'objet ou des éléments de l'objet jusqu'au lieu où il se trouve. Un tel transport peut, dans certains cas, être plus néfaste et occasionner des dégâts relativement plus importants que le prélèvement d'échantillons effectué par un spécialiste. La taille des prélèvements nécessaires aux analyses ponctuelles est extrêmement petite contrairement à ce que l'on pense. Il est difficile de préciser la taille de ces prélèvements d'une manière générale car elle dépend d'une multitude de facteurs qui doivent être discutés cas par cas.

B. Les analyses ponctuelles avec prélèvement d'échantillons.

– Il convient de mentionner brièvement les autres méthodes d'analyse ponctuelle pratiquées en laboratoire à partir d'échantillons prélevés. En général l'échantillon est caractérisé en l'observant sous le microscope en lumière réfléchi ou transmise avec des grossissements de 50 à 500 x. Dans les deux cas la préparation de coupes transversales et de coupes minces adaptées aux problèmes est d'une grande importance. La préparation de coupes est souvent liée à des colorations spécifiques. Parmi les méthodes spéciales le laboratoire dispose en plus de la microscopie à polarisation et de la fluorescence en lumière réfléchi ou transmise.

LABORATOIRES

Il est également important de disposer de préparations pour l'analyse microchimique. L'Analyse par chromatographie sur couches minces se pratique après préparation des échantillons.

V. L'application pratique des méthodes

Pour conclure il est nécessaire de présenter brièvement les méthodes généralement utilisées à l'ISEA en relation avec leurs domaines d'application respectifs.

Les supports: le bois ou les fibres textiles sont préparés pour l'observation sous le microscope sous forme de coupes transversales. Grâce à ces préparations, les matériaux utilisés peuvent être reconnus dans la lumière transmise sous le microscope par comparaison avec des préparations de référence. Cette comparaison ne suffit pas à une identification complète. Il faut souvent compléter l'analyse par des examens en lumière polarisée ou par des méthodes microchimiques.

Dans le cas des supports minéraux (comme le crépis), la composition est déterminée microchimiquement en laboratoire après avoir procédé à une analyse élémentaire semi-quantitative par fluorescence aux rayons X.

La couche de fond: les enduits de fond à teneur en plomb peuvent être détectés sur l'image radiographique. La céruse, comme tous les autres enduits de fond, peut être généralement tout de suite identifiée par spectrométrie de fluorescence X. S'il est cependant nécessaire d'effectuer un prélèvement, celui-ci fait alors l'objet d'une analyse microscopique et microchimique.

La composition de la couche picturale: les dessins sous-jacents peuvent tout de suite être détectés par réflectographie dans l'infrarouge. Les endroits défectueux, les modifications de composition et d'autres aspects de la composition de la couche picturale peuvent être décelés par radiographie. Les repeints et les retouches sont reconnaissables par la modification de la fluorescence UV à ces endroits. Souvent la radiographie permet de découvrir d'autres détails inattendus invisibles à l'œil nu et des caractéristiques structurelles.

La microscopie à fluorescence en lumière réfléchi permet l'analyse des composants de plusieurs couches picturales superposées sur la base d'échantillons prélevés. Les échantillons sont enrobés dans une résine synthétique que l'on polit après durcissement. Ces coupes sont examinées à la lumière réfléchi visible (par exemple, nombre de couches,

LABORATOIRES

morphologie et épaisseur). La fluorescence UV est dans ces cas utilisée pour augmenter le contraste de structures fines. Par ailleurs il est également possible de colorer de manière spécifique les coupes qui ainsi peuvent livrer les premiers renseignements sur la composition des différentes couches picturales.

La caractérisation des liants (médiums picturaux et enduits): dans ce domaine on peut aujourd'hui, grâce à un nouveau microscope FTIR, entreprendre des analyses nettement plus détaillées qu'il y a quelque temps. Les principaux groupes de liants peuvent être reconnus au spectroscope, dans certains cas favorables, même tout de suite. Il était bien entendu également possible de classer auparavant les liants grâce à une série de réactions microchimiques mais la caractérisation chimique des liants prend beaucoup de temps et ne peut donc pas être effectuée couramment. Par ailleurs il est bien souvent interdit de procéder aux prélèvements d'échantillons nécessaires aux analyses microchimiques. Le microscope FTIR n'a besoin que d'échantillons de moins d'un dixième de millimètre de diamètre pour reconnaître avec certitude les liants spécifiques et plus particulièrement les liants modernes (les résines synthétiques).

La caractérisation des colorants et des pigments: La plupart des pigments inorganiques peuvent être identifiés avec certitude et sans prélèvement en combinant l'observation visuelle en lumière réfléchie et l'analyse par spectrométrie de fluorescence X. Lorsqu'il s'agit de pigments à plus gros grains, il suffit souvent d'analyser un seul grain (prélevé) au microscope à polarisation pour obtenir une identification sûre. D'autres pigments doivent tout d'abord être libérés chimiquement des liants auxquels ils adhèrent pour pouvoir être caractérisés avec certitude à l'aide du microscope. Certains pigments et colorants ont des réactions chimiques tout à fait typiques qui permettent une identification au microscope. Le microscope FTIR a un gros avantage car il peut identifier les colorants organiques.

manière qu'il est possible d'exploiter productivement les possibilités techniques de recherche actuellement à disposition et qui seront acquises ultérieurement. Le laboratoire travaille également avec des conservateurs extérieurs, les mêmes principes sont valables avec les collaborateurs externes et internes.

Stefan Wülfert

VI Résumé

Depuis à peu près un an, le laboratoire technologique nouvellement conçu à l'occasion du déménagement de l'ISEA dispose d'un personnel qualifié, a une place bien définie au sein de l'Institut et commence à assurer ses tâches dans le cadre d'un processus d'analyse scientifiquement solide. Une importance particulière est accordée au fait que les branches professionnelles représentées à l'ISEA collaborant aux travaux technologiques de recherche puissent exercer leurs activités sans préjugés. Ce n'est que de cette