Zeitschrift: NIKE-Bulletin

Herausgeber: Nationale Informationsstelle für Kulturgüter-Erhaltung

Band: 10 (1995)

Heft: 4: Gazette

Rubrik: Laboratoires

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

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

LABORATOIRES

Le Laboratoire technologique de l'Institut pour la protection des monuments de l'EPFZ

Le *Laboratoire technologique* de l'Institut pour la protection des monuments et des sites de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ) étudie la détérioration et la conservation des monuments et conseille les conservateurs. Depuis sa création en 1974, il collabore avec le laboratoire du Musée national suisse dont il peut utiliser une partie de l'infrastructure jusqu'à ce jour. Il diffuse les résultats de ses travaux sous forme de conseils aux propriétaires, aux services des travaux publics et des monuments, aux architectes et aux restaurateurs, sous forme de publications (56 à cette date) ou de cours, en Suisse et à l'étranger.

Le laboratoire fonctionne actuellement avec trois collaborateurs: Andreas Arnold (responsable), Konrad Zehnder et Andreas Küng. Il fait souvent appel à Oskar Emmenegger, à la fois restaurateur indépendant à Zizers et collaborateur de l'Institut pour la protection des monuments de l'EPFZ.

1. Création

L'Institut pour la protection des monuments et des sites a été créé en 1972 à l'EPFZ pour répondre aux besoins de formation de base, de formation continue et d'assistance technique auprès des services municipaux, cantonaux et fédéraux de conservation, qui se multipliaient à cette époque. Bientôt on s'aperçut que la conservation ne pouvait plus se passer de l'assistance des sciences naturelles. Ceci non seulement parce que les discussions sur les détériorations dues à la pollution étaient alors d'actualité, que beaucoup de nouveaux produits de traitement, qu'il fallait évaluer, apparaissaient, mais aussi parce que les restaurateurs, les archéologues et les architectes avaient besoin d'études sur les matériaux et d'assistance technique pour la conservation. A cette époque le chimiste Bruno Mühlethaler étudiait essentiellement les peintures pour les conservateurs des monuments au laboratoire de chimie et de physique du Musée national suisse. Très vite son activité à temps partiel ne pouvait plus répondre à la demande des conservateurs. C'est ainsi que le 1er mai 1974 le petit Laboratoire technologique de l'Institut pour la protection des monuments et des sites ouvrait ses portes avec un seul collaborateur, tout d'abord comme unité entièrement intégrée dans le Laboratoire du Musée national suisse, puis, peu à peu comme laboratoire indépendant. A la suite de la politique de limitation du recrutement de la Confédération, le laboratoire fonctionne depuis 1977 toujours avec le même nombre, trois collaborateurs, dont un poste et demi financés en permanence par l'EPFZ.

2. Les activités

Les sujets étudiés par le Laboratoire technologique proviennent de la pratique de la conservation des monuments. Il s'agit d'aider les spécialistes à identifier le monument, à constater son état de conservation et ses détériorations et à comprendre les risques afin de le conserver de manière authentique. Ainsi le laboratoire étudie la nature des différents types de matériaux utilisés pour les monuments, leur vieillissement et leur dégradation par l'altération atmosphérique et d'autres facteurs qui y contribuent, ainsi que les possibilités de prolonger leur existence par des mesures de conservation adéquates. Il travaille donc continuellement sur les problèmes actuels qui préoccupent les conservateurs et les restaurateurs.

Pour l'identification des monuments, on a besoin de déterminer les matériaux afin d'obtenir des renseignements sur leur nature, leur origine, leur production, leur mode de fabrication, leur façonnage et leur application, ce qui peut fournir aux chercheurs des indications pour la datation. Les caractéristiques des couches de mortiers et de peinture (stratigraphie) aident à déterminer les différentes formes et les divers coloris que le monument a reçus au cours de son histoire. Les analyses des pigments et des liants quant à elles permettent d'obtenir des indications sur les technologies employées et sur la chronologie.

De telles études ont été entreprises plus particulièrement pour l'église abbatiale d'Einsiedeln, pour les portails principaux des cathédrales de Berne et de Fribourg, pour la chartreuse d'Ittingen, l'église des Jésuites de Lucerne, etc.

Les différents matériaux tels que la pierre naturelle et artificielle, le béton, le mortier, la peinture, les métaux, le verre, la céramique, le bois, et les bâtiments construits avec ces matériaux, sont exposés à de nombreux agents atmosphériques renforcés par la pollution et ils s'altèrent et se détériorent par des processus physiques, chimiques et biogènes agissant individuellement ou par interaction synergique. Reconnaître les causes, les processus et les effets dans leur contexte est une condition indispensable à l'application des méthodes et des moyens appropriés pour la conservation et l'entretien. Pour les non-spécialistes il est parfois difficile de comprendre que dans de nombreux cas il n'y a pas de moyens et de méthodes connus pour réagir de façon appropriée et adaptée contre la dégradation, et conserver de manière authentique les monuments ainsi attaqués. Et ceci d'autant plus que du côté des techniciens on propose souvent des solutions sans avoir saisi les vrais problèmes. En fait, il est réel que dans bien des cas il n'y a pas de recettes, il faut donc recourir à la recherche.

Contrairement à la plupart des laboratoires spécialisés, nous n'étudions pas les propriétés chimiques et physiques des différents matériaux et leur vieillissement avec ou sans traitement de conservation, à l'aide de machines d'altération artificielle et de chambres climatiques. En effet les événements de dégradation par altération atmosphérique se produisent sur tout le monument et non pas de façon isolée sur chaque matériau. Notre approche commence sur le monument concerné, donc sur l'objet lui-même, qui avec sa propre construction et ses structures composées de différents matériaux se trouve à un endroit précis, sur un terrain bien déterminé où il s'altère sous les effets de son propre microclimat. Comme les symptômes en médecine, les situations et les formes de l'altération sont les principaux moyens dont nous disposons pour déterminer les processus de détérioration et pour suivre leur évolution. Il s'agit donc d'identifier les causes et les processus de la dégradation, d'en surveiller l'évolution, afin d'éliminer ces causes et freiner leur évolution par des mesures appropriées qui peuvent s'appliquer aussi bien à la construction, qu'au microclimat ou encore à la protection de la surface. A l'origine et au terme de notre travail notre méthodologie consiste à observer les choses dans leur contexte réel. Cela signifie aussi que nous choisissons les méthodes analytiques en fonction des problèmes et des questions concrètes et que nous ne souhaitons pas, comme cela se fait souvent, appliquer de nouvelles méthodes d'analyse pour étudier l'altération et la conservation.

3. Les méthodes de travail

Nous travaillons en généralistes. L'étude systématique du monument dans son ensemble sur différentes échelles est prioritaire dans la mesure du possible. Il s'agit d'étudier les matériaux et les détériorations dans leur contexte et d'assister les travaux de restauration et de conservation avant, pendant et après l'intervention. Par ailleurs, notre rôle consiste aussi à répondre aux questions précises des conservateurs, des architectes et des restaurateurs.

Nous n'utilisons pas en premier lieu le microscope électronique à balayage ou d'autres appareils de technologie de pointe; nous faisons appel à nos sens en tant qu"appareils' à très haute sensibilité. Prenons par exemple le cas d'une église située en milieu rural, où nous *observons* à l'extérieur une zone de remontée capillaire d'humidité bien développée, différentes détériorations sur les crépis et les pierres, des traces de ruissellement d'eau et des taches d'humidité, puis nous *pénétrons à l'intérieur* où la température est fraîche *(sensation de chair de poule)* et où l'odeur de moisi domine (présence de champignons), nous *remarquons* les différentes détériorations sur les peintures murales, humides *au toucher* dans les parties basses, où le crépi *sonne* creux à certains endroits et où la surface est recouverte d'efflorescences salines de *goût* alcalin.

LABORATOIRES

Avec quelques moyens auxiliaires à la vue, comme des loupes et le microscope de terrain, nous examinons les matériaux et leurs détériorations, nous faisons quelques tests simples avec des papiers réactifs et déterminons ainsi par exemple quelques sels nocifs, nous évaluons la situation climatique et hygrométrique en mesurant *la température et l'humidité* avec des *appareils* simples. Nous documentons nos observations et nos mesures de terrain, seuls ou avec des restaurateurs, sur des croquis ainsi que sur des photographies d'ensemble, de détail, et des macrophotographies.

Si elles sont répétées, ces études sur le terrain permettent de suivre l'évolution des détériorations. Parfois elles sont complétées par des études climatologiques plus longues, généralement effectuées sur plusieurs années, pour établir les relations causes/effets entre l'évolution des détériorations et les conditions climatiques, ces dernières se laissant modifier au moins à l'intérieur du monument. Pour ce faire nous utilisons *des sondes à mémoire d'usage courant*. Dans des cas bien spécifiques nous recourons également à la thermographie, les appareils nécessaires sont mis à notre disposition par l'EPFZ.

En laboratoire nous étudions les pierres, les mortiers, les couches picturales, à l'aide de loupes binoculaires et de *microscopes polarisants (avec fluorescence, contraste de phase et interférence en lumière transmise et réfléchie)* encore très performants bien qu'anciens. Pour déterminer les pigments et les sels nous combinons des tests *microchimiques* avec les *caractéristiques optiques*. Ces méthodes de détermination, bien connues, sont bien plus simples, aussi sûres et plus performantes dans les cas normaux, que beaucoup d'analyses effectuées à l'aide d'appareils sophistiqués de technique de pointe. Pour la détermination des sels nous avons développé un standard utilisé bien au-delà de nos frontières. Il permet de déterminer très rapidement la nature des sels (y compris la composition chimique et les degrés d'hydratation), l'*habitus* des cristaux et les formes d'agrégats. Parfois ces déterminations peuvent être effectuées sur quelques grains de sel c'est-à-dire sur des quantités à l'échelle de microgrammes et bien trop petites pour être déterminées au moyen de la diffraction X. La méthode requiert évidemment une certaine expérience. Cette détermination rapide permet d'étudier de nombreux échantillons en temps utile et ainsi, par exemple, d'analyser la répartition des différents types de sels sur un mur, ce qui peut être décisif pour la conservation.

Dans certains cas nous utilisons également la *diffraction X (Camera Gandolfi)* et la *fluorescence X* du Musée national suisse dont les collections comparatives nous rendent également de bien précieux services.

LABORATOIRES

Par ailleurs, nous avons toujours accès aux appareils des différents Instituts spécialisés de l'EPFZ et de l'EMPA. Sans leur assistance technique et scientifique nos recherches et nos services ne pourraient exister.

4. Domaines principaux

Il est évident qu'avec le personnel disponible nous ne pouvons étudier qu'une petite partie de ce qu'il faudrait pour offrir une aide suffisante aux praticiens. Les sujets que nous traitons proviennent de cas problématiques urgents qui nous sont soumis par les praticiens. Malheureusement nous sommes contraints à nous limiter précisément dans les cas qui nécessiteraient une recherche systématique approfondie. Prenons quelques exemples de notre activité.

En cristallisant, les sels solubles font craquer les structures des pierres, des mortiers, des peintures murales et d'autres matériaux poreux, et ils détériorent ainsi les oeuvres architecturales et artistiques dans des proportions que l'on a sous-estimées autrefois. Dans le domaine de *l'altération due aux sels solubles* nos résultats sont reconnus et utilisés d'une manière universelle, dans la recherche, la restauration et la conservation.

Grâce aux études systématiques effectuées sur les objets et en laboratoire à l'aide des méthodes citées, la nature et la répartition des sels sur des peintures murales peuvent ainsi être déterminées rapidement et les processus de cristallisation et de détérioration peuvent être suivis et évalués. En mettant en rapport les observations *in situ* et les données climatiques on a pu ainsi prouver la relation qui existe entre les *variations de l'humidité de l'air dans le microclimat,* à l'intérieur d'une pièce, et la *cristallisation des sels*. En particulier on a prouvé qu'un chauffage continu dessèche l'air à tel point que certains sels cristallisent périodiquement et détériorent ainsi les peintures et d'autres matériaux. Ces relations strictes ont pu être établies entre autres dans les absides de l'église du couvent de Müstair, dans les cryptes du Grossmünster à Zurich et de la cathédrale de Bâle. En renonçant au chauffage, le microclimat dans l'église de Müstair a pu être modifié de sorte que ce type de cristallisation des sels et la dégradation ont pu être éliminés de manière contrôlée.

La relation autrefois inconnue, puis contestée, qui existe entre les *matériaux de construction alcalins modernes* tels que les silicates alcalins et le ciment portland, et les dégradations dues aux sels qui en résultent sur les peintures murales et d'autres oeuvres culturelles précieuses est prouvée actuellement. Depuis le siècle dernier ces matériaux alcalins on été utilisés en grandes quantités pour consolider les maçonneries et les matériaux poreux, pour isoler les murs contre l'humidité provenant du sol, pour protéger des surfaces et également dans les produits de nettoyage. De plus en plus on reconnaît leurs effets néfastes tout à fait comparables à ceux de la pollution atmosphérique. Actuellement ces produits sont écartés dans la mesure possible ou utilisés qu'en quantités très limitées, du moins par les restaurateurs avisés, et remplacés par d'autres produits ne provoquant pas ces effets négatifs.

Nos résultats sur la relation entre l'*habitus* des cristaux (la forme extérieure des cristaux), l'humidité ambiante et le climat intéressent la recherche dans le domaine de la *croissance des cristaux*. C'est ainsi que la recherche appliquée peut aider la recherche fondamentale.

L'altération atmosphérique des molasses fut étudiée sur les bâtiments et dans les affleurements naturels par Konrad Zehnder et Christine Bläuer dans leurs thèses respectives.

Nous employons ces méthodes pour la caractérisation et la surveillance du microclimat ainsi que pour l'étude des relations existant entre le microclimat et la détérioration des peintures romanes du plafond en bois de l'église de Zillis.

A côté de ces principaux domaines d'activité, le laboratoire technologique se consacre également aux problèmes d'humidité dans les murs, à la polychromie et d'une manière générale aux phénomènes de détérioration des biens culturels.

La *méthodologie de l'étude scientifique* constitue un autre domaine important de nos activités. De nombreuses erreurs et bien des échecs dans la conservation proviennent d'erreurs méthodiques et de malentendus dans le dialogue interdisciplinaire. Il s'agit de savoir comment utiliser les méthodes des sciences (naturelles) pour répondre avec efficacité et pertinence aux questions, en fait essentielles, sur les causes, les processus de détérioration et leur évolution sur les monuments afin d'évaluer les risques encourus et d'en déduire des solutions appropriées pour la conservation et l'entretien. La méthode analytique qui consiste à tirer des conclusions sur la base de résultats d'analyses et de mesures chiffrées n'est pas apte à elle seule à expliquer les faits dans le contexte de la détérioration et de la conservation avec efficacité et pertinence. Elle n'offre pas non plus des bases suffisantes aux responsables des services de conservation pour prendre leurs décisions. Pour y parvenir, il faut intégrer les méthodes analytiques à la phénoménologie, c'est-à-dire à l'observation de l'ensemble des phénomènes naturels se produisant sur le monument ou l'oeuvre d'art, et, intégrer cette phénoménologie dans l'action empirique. Seul le procédé qui identifie et suit les processus de l'altération à partir de l'observation des situations et des formes de détérioration, qui choisit et interprète les analyses et les mesures en fonction de ces observations, est en mesure de pronostiquer l'évolution des détériorations et d'évaluer les risques et donc de prendre des

mesures spécifiques et efficaces de conservation. Une telle méthode nous amène à *gérer les risques*, c'est-à-dire à élaborer des stratégies qui permettent de remédier aux risques de la détérioration de la manière la plus efficace possible.

Cela signifie que l'on ne répare et ne conserve plus de manière globale mais que l'on intervient uniquement là où quelque chose se produit ou là où quelque chose est en danger et que l'on réagit d'autant plus fort que le danger encouru est plus élevé.

Cette conception qui allie la recherche fondamentale à l'application empirique contrôlée de ses résultats requiert un dialogue interdisciplinaire assidu et une collaboration permanente avec toutes les personnes concernées par la conservation des monuments. Ses résultats ont une répercussion directe sur les méthodes de travail du Laboratoire.

5. Services et relations

Le Laboratoire technologique offre ses services en premier lieu aux services des monuments, mais il conseille et assiste également les propriétaires, les architectes, les restaurateurs et autres spécialistes qui s'adressent à lui.

Parmi les services demandés on peut citer:

- détermination des matériaux et des peintures (stratigraphie, pigments, remplissages, tests sur les liants), dans le domaine des matériaux minéraux (pierres, mortiers, peintures, métaux) pour les travaux de recherche sur les bâtiments, et pour l'étude préliminaire aux restaurations.

- études sur des détériorations de toutes sortes, avant, pendant, et après la restauration, spécialement en relation avec l'humidité et les sels;

- caractérisations et mesure du microclimat en relation avec les dégradations;

- assistance aux travaux de conservation et de restauration.

Le travail va de la réponse à des questions simples jusqu'à l'assistance complète des travaux de restauration et de conservation.

Bien qu'essentiellement actifs en Suisse, nous sommes également sollicités à l'étranger, par exemple pour l'église dominicaine de Guebwiller en Alsace, l'église paroissiale de Bolzano au Tyrol du Sud, la ville de Salamanque en Espagne, le temple de Merenptah à Thèbes en Egypte, la cathédrale de Nidaros à Trondheim en Norvège, etc.

Nos propositions sont rarement des recettes car il existe presque toujours plusieurs solutions pour réagir aux processus de dégradation. Les différentes possibilités sont en

règle générale discutées avec les personnes concernées et évaluées en tenant compte, dans la mesure du possible, de tous les aspects importants avant la prise de décision. Nous offrons des réponses à des questions concrètes et non pas seulement des résultats d'analyses et de mesures.

Malgré sa petite taille, le Laboratoire technologique collabore avec des services spécialisés en Suisse et à l'étranger, par exemple avec les Ecoles professionnelles supérieures, l'Institut de géologie de l'Université de Strasbourg, l'Université de Paris-Créteil, l'Institut Courtauld de l'Université de Londres, l'ICOMOS et l'ICCROM, où nous participons à l'organisation de séminaires, d'ateliers, de cours de formation et collaborons à des travaux scientifiques.

Le Laboratoire est conseiller permanent de la Commission fédérale des monuments historiques, des services cantonaux et municipaux des monuments, des projets de recherche du Ministère fédéral de la recherche et de la technologie d'Allemagne, et de certains projets de la Communauté Européenne. Le Laboratoire collabore également à la rédaction des recommandations du Comité du Patrimoine Culturel du Conseil de l'Europe à Strasbourg.

C'est ainsi que le petit Laboratoire technologique de l'Institut pour la protection des monuments et des sites de l'EPFZ est connu et reconnu au niveau national et international. Dans le cadre de l'Expert Center pour la conservation des monuments, nouvellement créé, le Laboratoire doit être équipé à un niveau lui permettant de remplir sa tâche de formation, de recherche et d'assistance technique.

(Traduction fournie par l'auteur)

Andreas Arnold