Aspects scientifiques de la conservation de la pierre

Autor(en): **Queisser, Andreas**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **130 (2004)**

Heft 10: **Cathédrale de Lausanne**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-99309

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Andreas Queisser

Aspects scientifiques
de la conservation de la pierre

RESTAURATION

L'une des missions d'un laboratoire comme l'Expert-Center de l'EPFL est d'assister les différents acteurs intervenant sur un édifice en les faisant bénéficier de son savoir scientifique et de ses méthodes d'investigation pour le choix des matériaux et des techniques de restauration : il s'efforce de trouver la solution la plus adéquate aux problèmes rencontrés en procédant à des essais de laboratoire ainsi qu'à des investigations et mesures sur place.

L'altération de la pierre molassique

Si la cathédrale de Lausanne est soumise à une restauration permanente pratiquement depuis sa construction, c'est que l'ensemble de ses façades et éléments architecturaux sont en « molasse », un grès tendre de la région. A l'instar d'autres grès du Plateau suisse, cette pierre de taille sédimentaire présente une composition minéralogique relativement complexe (fig. 1) et sa forte porosité la rend particulièrement sensible à l'action de l'eau. Une des caractéristiques des grès molassiques est en effet l'importante dilatation et le retrait hydrique qu'ils subissent au gré des fluctuations climatiques (présence d'eau, variations d'humidité et de température). Dans un laps de temps relativement court (50 - 100 ans), la surface des grès molassiques est ainsi soumise à une sévère dégradation, qui varie selon l'exposition et la qualité des pierres mises en œuvre.

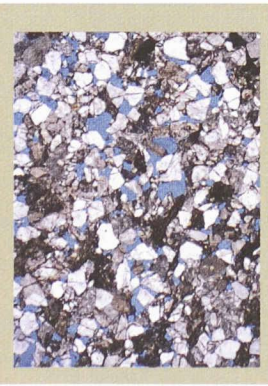
L'altération des pierres molassiques se traduit à la fois par des dégâts superficiels - avec une faible perte de matériel et la formation de dépôts ou de croûtes dus à des réactions chimiques - et sous forme de détériorations en profondeur formant des plaques d'épaisseur centimétrique parallèles à la surface exposée (fig. 2). Pendant des siècles, c'est le remplacement de la pierre qui a généralement été envisagé, alors qu'aujourd'hui, on tend à privilégier des méthodes de conservation de la surface susceptibles de prolonger la vie de la substance originelle.

La recherche d'indices d'altérations sur les arc-boutants

Pour déterminer la section transversale porteuse et saine des claveaux, une méthode sismique - technique de mesure non-destructive - a été pratiquée directement sur les pierres de l'arc-boutant n°11 ainsi que sur quelques pierres de la culée correspondante (fig. 7).

La propagation et la vitesse des ondes étant directement corrélées aux propriétés mécaniques de la pierre, plus la valeur de la vitesse est élevée et plus la dureté de la pierre est grande. En particulier, une chute significative de la vitesse de l'onde indique la présence de plaques à l'intérieur de la pierre.

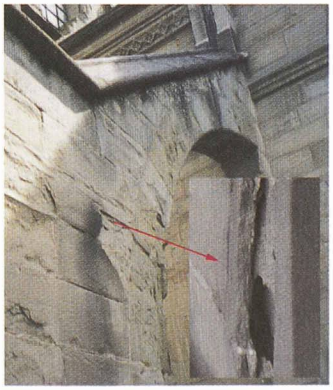
Pour affiner ces mesures, il peut être nécessaire d'effectuer des prélèvements directement sur les zones altérées



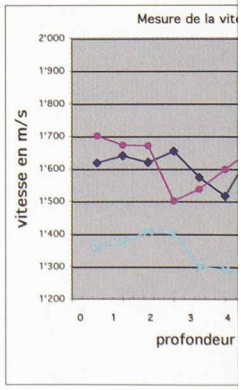
1

Molasse de la Mercerie
Composition minéralogique et quelques propriétés physiques

Minéralogie :	Grès calcareux avec 20-30% du ciment calcique Quartz 40-50% Feldspaths 15-20% Argiles et oxyhydroxydes de fer 3-5 % (glauconite, chlorite, illite, micas, etc.)
Porosité totale :	jusqu'à 20% en volume
Résistance à la compression :	sec ; 40 N/mm^2 mouillé ; 13 N/mm^2
Dilatation hydrique :	2-3 mm/m (ε_{72} - essai de laboratoire)



2



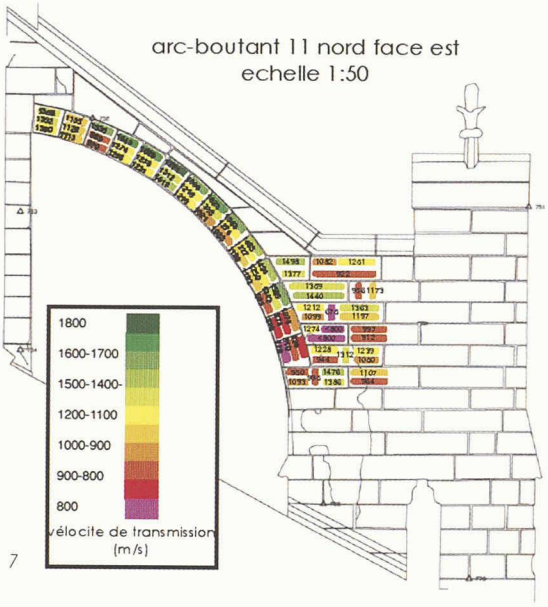


Fig. 1 : Microphotographie d'une lame mince montrant la structure minérale d'un grès molassique : la préparation particulière met en évidence la haute porosité de cette pierre rendue bien visible par la coloration en bleu des pores accessibles à l'eau (la taille d'un grain correspond à environ 200 micromètres).

Fig. 2 : Exemple de décollement en plaque des molasses sur un arc-boutant

Fig 3 : Localisation des plaques par ultrason. La chute de la vitesse du son entre 3 et 5 cm de profondeur coïncide avec la zone altérée.

Fig. 4 : Façade nord, travée gauche, prélèvement réalisé sur une corniche avec fleurons

Fig. 5 : Coupe de l'échantillon sous lumière polarisée mettant en évidence trois couches pigmentaires distinctes

Fig. 6 : Recherche des charges et liants par spectrométrie infra-rouge, FTIR. Les absorptions C-N-H à 1650 cm^{-1} sont typiques des protéines utilisées ici comme liant dans le badigeon.

Fig. 7 : Vitesse de transmission de l'onde à travers les claveaux

(Tous les documents illustrant cet article ont été fournis par l'auteur)

(technique de mesure destructive). La localisation précise des plaques est alors mesurée au laboratoire sur des cylindres de pierres par une technique ultrasonore (fig. 3).

Étude des couches polychromes sur les façades extérieures

Les observations faites par les restaurateurs des façades de la cathédrale ont suggéré la présence de résidus de badigeons ou de peintures (fig. 4). Les fragments prélevés par l'Expert-Center ont été enrobés dans une résine polyester. Les coupes polies sont ensuite examinées sous microscope optique en lumière réfléchie. L'identification des pigments est réalisée par des tests micro-chimiques et l'observation des coupes en lumière polarisée (fig. 5). Les charges et liants sont quant à eux analysés par spectrométrie infra-rouge (fig. 6).

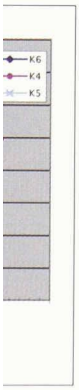
Autres problématiques et besoin de recherches

Dans le cadre du chantier ouvert à la cathédrale, la problématique abordée par l'Expert-Center englobe les aspects suivants : le choix des pierres de remplacement, leur compatibilité avec les autres matériaux environnants et plus particulièrement avec les pierres anciennes et les mortiers, l'efficacité, la durabilité et, surtout, l'innocuité des différentes techniques d'intervention et de restauration envisagées. En plus des aspects présentés précédemment, les travaux actuellement menés en collaboration avec différents mandataires comprennent :

- l'étude de la pierre dans le cadre de la recherche d'un nouveau site d'approvisionnement en molasse aquitanienne comme pierre de remplacement ;
- l'appréciation de la durabilité et de la compatibilité des différents grès utilisés pour la restauration des arcs-boutants ;
- la formulation d'un mortier de finition à base de chaux adapté aux différents grès des arcs-boutants ;
- l'évaluation des techniques visant à conserver la molasse en place (nettoyage, consolidation, colmatage) ;
- l'évaluation de propositions de renfort d'adhérence des plaques (coulis d'injection).

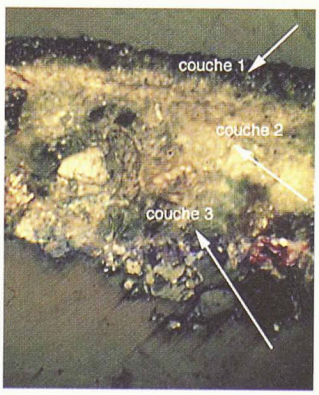
La complexité des problèmes rencontrés dans le cadre de ces mandats dépasse les connaissances scientifiques actuelles. Pour améliorer la pertinence des réponses, il est nécessaire de poursuivre des recherches plus fondamentales, notamment dans les domaines des critères de choix pour les pierres de remplacement, des mécanismes responsables de l'altération en profondeur (plaques), de l'efficacité des techniques de conservation des altérations en profondeur, sans oublier la conservation des pierres sulfatées par la pollution atmosphérique.

Andreas Queisser, dr en minéralogie SIA
Expert-Center pour la Conservation du patrimoine bâti
Laboratoire de Lausanne, EPFL-MGX, Ecublens, CH - 1015 Lausanne

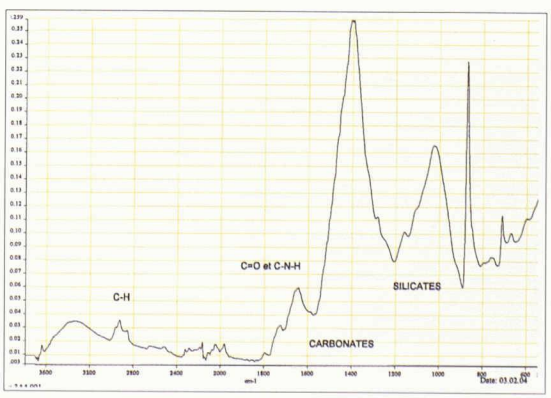


3

4



5



6