Restauration de l'église catholique de Vevey: utilisation de molasse reconstituée à liant époxy

Autor(en): **Jaccottet, Claude / Rapin, Gilbert-M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **107 (1981)**

Heft 22

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74365

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

Restauration de l'église catholique de Vevey

Utilisation de molasse reconstituée à liant époxy

par Claude Jaccottet, Lutry, et Gilbert-M. Rapin, Lausanne

Le bon sens comme le sentiment de larges couches de la population conduisent à considérer plus fréquemment que naguère le maintien et la restauration d'immeubles anciens, même si leur valeur historique n'est pas exceptionnelle. L'une des conséquences de cette évolution a été la mise au point de techniques de restauration couvrant tous les aspects à considérer tant par l'architecte que par le maître de l'ouvrage.
L'article qui suit n'a pas trait à des éléments de confort, de rendement économique ou thermique, mais à l'aspect esthétique. Il est en effet intéressant de voir comment la chimie vient au secours d'un édifice centenaire victime à la fois du choix d'un matériau de construction de mauvaise qualité et de l'agressivité des intempéries.

Rédaction

Ont collaboré à cette réalisation:
Maître de l'ouvrage: Paroisse Notre-Dame de Vevey
Architectes: M. Claude Jaccottet; M. R. Naine, collaborateur
Ingénieur: M. Jean-Pierre Marmier
Conseiller: M. Vinicio Furlan, professeur, Laboratoire d'essai des matériaux pierreux de l'EPFL
Sculpteur: M. L. Allaz
Entreprises: Felli, maçonnerie, à Vevey; Rossier, pierres naturelles, à Vevey; Stahlton SA, dépt. matières plastiques, à Lausanne

1. Introduction

L'église Notre-Dame, qui appartient à la paroisse catholique romaine de Vevey, a été construite de 1869 à 1872. Oeuvre de l'architecte Emile Vuilloud, de Monthey, elle est une des églises de style néo-gothique les plus importantes de Suisse romande, après l'église Notre-Dame de Genève. Le style néo-gothique est exprimé en façades par le grand développement et l'affirmation de la structure, par les ouvertures et leurs encadrements, enfin par les grandes roses et par des éléments purement décoratifs tels que des arcatures, des colonnettes engagées, etc. Pour la réalisation de ce programme, l'architecte a choisi deux matériaux différents: un calcaire dur, en provenance d'Arvel, et une molasse tendre en provenance du canton de Fribourg. Cette alternance de deux matériaux de texture et de couleur différentes est une caractéristique typique du néo-gothique qui utilise ces contrastes pour souligner les éléments architecturaux. A Vevey, le calcaire dur a été mis en œuvre dans les parements plats des murs tandis que tous les éléments de la structure ou du décor — les deux étant d'ailleurs étroitement liés — ont été taillés dans la molasse. Comme ces éléments sont saillants et présentent ainsi deux ou trois faces à l'action des agents atmosphériques, et comme, de surcroît, la molasse utilisée n'était pas de très bonne qualité, il en est résulté une dégradation très rapide de l'édifice. C'est ainsi que, moins d'un siècle après la construction, la façade ouest, façade principale, la plus décorée de toutes, mais aussi la plus exposée aux intempéries, était presque entièrement rongée, les éléments saillants taillés dans la molasse étant par endroit ramenés au nu des parements en pierre dure (fig. 1 et 2).

Une restauration de cette façade a été entreprise en 1950 au cours de laquelle, ne disposant pas des moyens techniques actuellement mis au point, on a principalement remplacé la molasse par de la pierre plus résistante tout en maintenant l'alternance de texture et de couleur des matériaux.

La dégradation des parties en molasse continua sur le reste de l'édifice et, en particulier, sur la façade nord; en un quart de siècle, le pignon nord du transept était réduit au même état que la façade principale. Une restauration générale de toute la partie orientale de l'église — transept et chœur — a été entreprise en 1974.

Au cours de cette restauration, on a mis en œuvre pour la restauration des parties abîmées en molasse trois procédés différents:

1. le remplacement par des pièces en molasse naturelle;
2. le remplacement par des pièces en molasse artificielle;
3. la réparation au moyen d'un mortier spécialement étudié pour ce genre d'intervention sur des monuments historiques.

Le choix du procédé a toujours été fait en fonction de la qualité de l'édifice et en vue de la conservation du maximum possible de sa substance originale ou pour des raisons de technique de construction évidente et compte tenu de l'importance des dégâts.

Il ne sera question ici que de l'emploi de la molasse artificielle qui a été adoptée pour la réfection de deux éléments différents: les arcatures décoratives formant frises sur la façade et la rose du pignon du transept nord.

Pour les arcatures, le choix s'est porté sur la molasse artificielle parce que celle-ci, à cause de sa très grande résistance aux intempéries, permettait d'utiliser des éléments peu épais et, par conséquent, d'éviter de creuser profondément dans la maçonnerie existante. Pour la rose, très décorée et très exposée aux intempéries, l'utilisation d'un matériau aussi résistant que la molasse artificielle était déjà une raison valable, mais, ce qui fut déterminant en fin de compte, c'est que cette rose pourtant très découpée était composée de colonnettes et d'arcatures dont l'épaisseur n'excédait pas 12 cm (fig. 3). Avec les molasses disponibles actuellement, il n'était vraiment pas raisonnable de reconstruire cette rose en pierre naturelle, compte tenu aussi des difficultés de pose que cela représentait.

Il est intéressant de noter que, dans les deux cas, le coût n'a pas joué de rôle dans notre choix; en effet, la molasse artificielle n'était pas moins coûteuse que la molasse naturelle, au contraire. Mais les avantages techniques qu'elle offrait dans l'immédiat, et de résistance dans le futur, étaient largement suffisants pour nous déterminer.

En conclusion de cette introduction, nous pouvons souligner que les éléments de molasse artificielle nous ont donné pleine satisfaction; ils se sont harmonisés immédiatement avec les éléments restés en place et, à ce jour, ne présentent aucune trace d'altération (fig. 4), pas plus d'ailleurs que les autres matériaux mis en œuvre et, en particulier, le mortier spécial mentionné plus haut.

2. Restauration avec la molasse reconstituée à liant époxy

Comme il a été relevé dans l'introduction, une des trois techniques de restauration utilisées a consisté à remplacer les arcatures et la rose par des pièces moulées en molasse reconstituée. C'est ce procédé récemment développé qui fera l'objet de la seconde partie de cet article.

2.1 *Caractéristiques du mortier de molasse reconstituée*

La molasse reconstituée est morphologiquement extrêmement proche de la pierre naturelle. Ses constituants minéraux, environ le 90%, sont des sables et farines de pierre non préparés et absolument naturels. Le liant, seul élément artificiel, est une résine époxy contenue dans les mêmes proportions que dans la molasse naturelle.

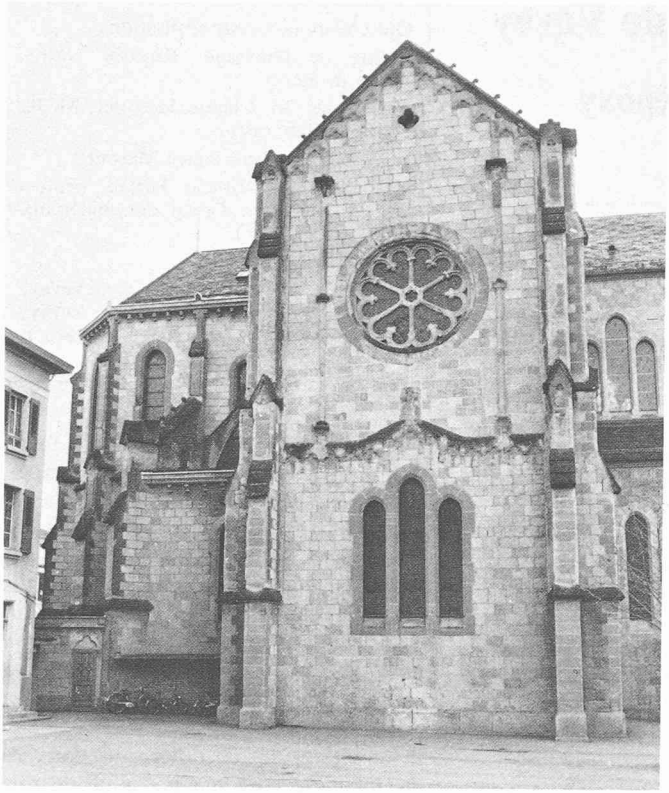


Fig. 1. — Vue de la façade ouest avant la restauration.

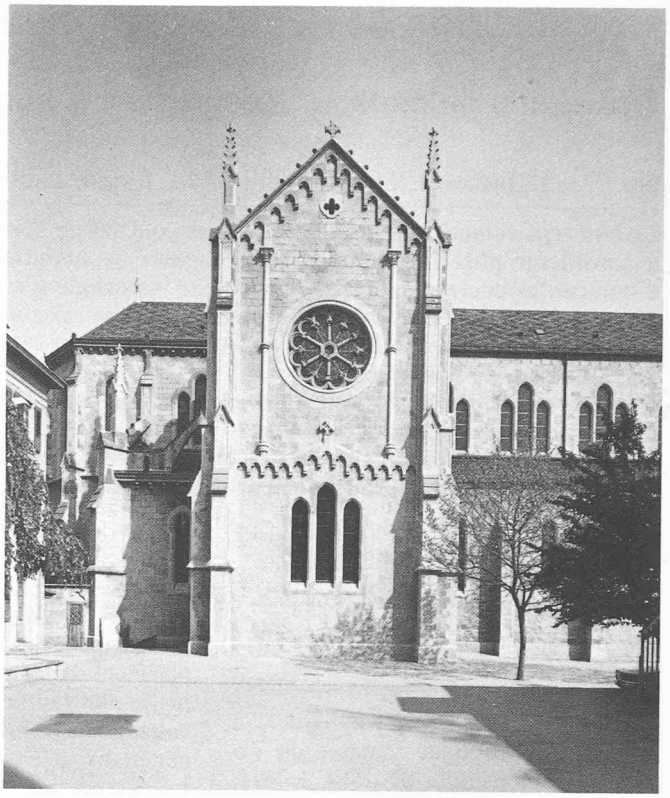


Fig. 4. — Vue de la façade ouest après la restauration.

Pour formuler un mortier de molasse comme celui utilisé dans le cadre de la restauration de l'église catholique de Vevey, on procède tout d'abord à une analyse microscopique très minutieuse d'un échantillon de molasse naturelle que l'on veut reconstituer. On détermine ainsi la texture de la pierre, c'est-à-dire la grosseur des grains et leur teinte.

On recherche alors des constituants minéraux naturels analogues dans plusieurs nuances de teintes très voisines qui permettent de composer une palette d'échantillons. Sur cette base, on peut choisir la reconstitution la plus fidèle et, sa formulation étant définie, préparer les quantités de mortier nécessaires. A cet égard, il faut rappeler que la molasse naturelle présente également des nuances de teinte entre les bancs d'une même carrière. Il convient enfin de préciser que ce cheminement diffère complètement de celui utilisé habituellement pour produire des molasses artificielles à partir de la pierre naturelle moulue et simplement mélangée à de la résine.

Les avantages principaux de ce matériau sont les suivants:

— adhérence absolue sur le support;
— durcissement rapide;
— stabilité volumique totale;
— résistance au gel;
— pratiquement pas de décoloration;

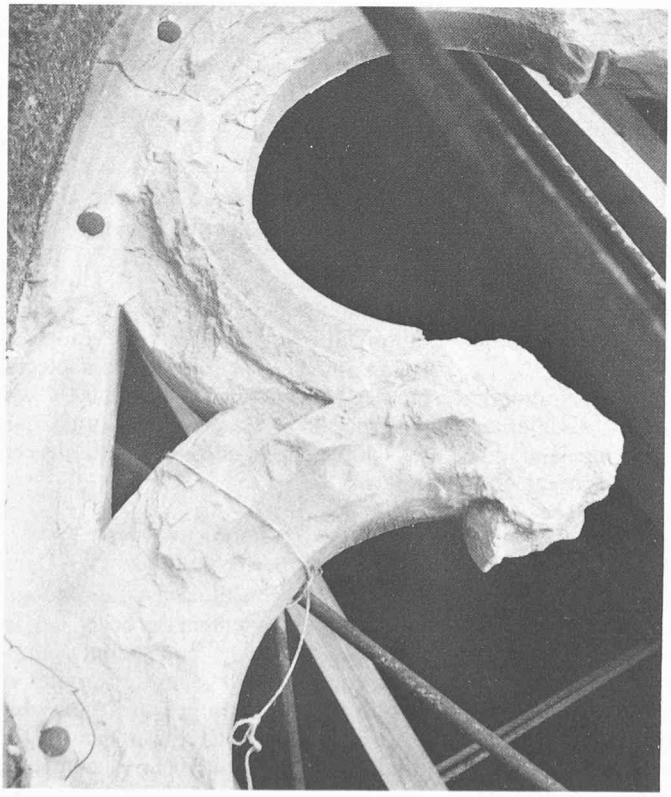


Fig. 2. — Détail d'un artichaut de la rose complètement altéré.

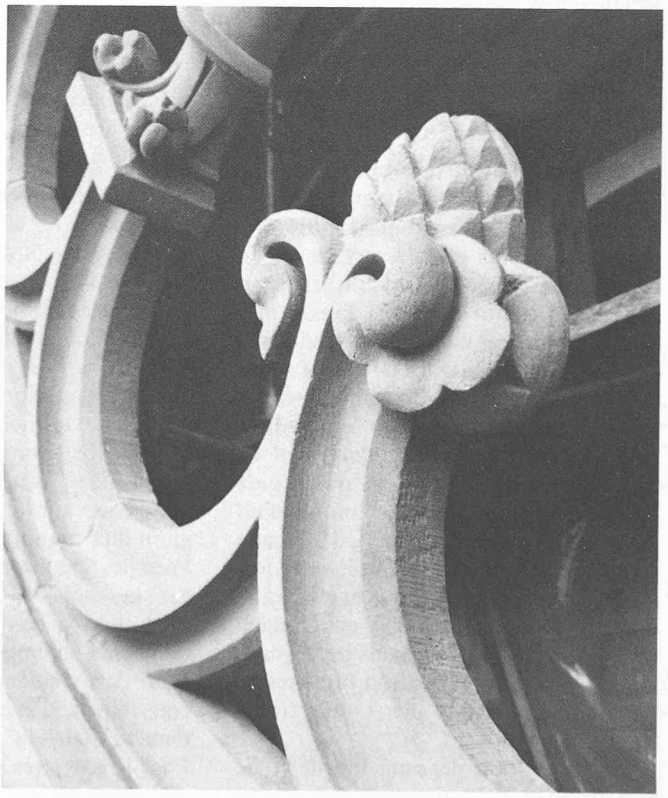


Fig. 3. — Détail d'un même artichaut en molasse reconstituée moulée.

— résistance aux gaz de combustion;
— sécurité à la fissuration.

Sa résistance à la compression ne doit pas être trop élevée par rapport à la pierre naturelle, afin d'avoir une bonne concordance entre les modules d'élasticité. Par contre, sa résistance à la traction par flexion est très élevée, ce qui présente une garantie contre tous les phénomènes de tension interne (voir tableaux 1 et 2).

La molasse reconstituée offre une grande facilité de mise en œuvre. On peut modeler pour restaurer «in situ» sur un support de molasse naturelle, ou réaliser des pièces moulées comme cela a été le cas à Vevey. De par sa texture et sa dureté si proche de la pierre naturelle, elle peut être taillée, ciselée et sculptée avec les mêmes outils et les mêmes techniques que la molasse.

2.2 *Les éléments à mouler*

La rose se décompose en trois éléments types répétés six fois; il s'agit du segment d'arc extérieur avec artichaut, du segment avec amorce de rayon et du rayon proprement dit avec segment d'arc intérieur (fig. 7). Ces pièces sont très travaillées (fig. 3) et de petite section. Pour chacune d'elles, un moule silicone a été construit. Pour les arcatures formant frise sur la façade, la voûte gothique sous-tendue par trois petits arcs est identique dans les 24 pièces à réaliser, de même que les 22 modillons formant console sous ces arcatures. Pour ces deux types de pièce également, un moule silicone a été construit. Par contre, la face et les contours extérieurs de chaque élément d'arcature sont des surfaces géométriques planes, mais dont les dimensions sont variables pour chaque paire d'entre eux.

2.3 *Préparation des moules*

Les pièces, dont la géométrie et le relief ne permettent pas d'utiliser un moule rigide unique ou éventuellement fractionné, sont reproduites dans un moule souple en silicone. La préparation de ces moules est un travail très minutieux qui a été confié à un sculpteur.

On commence par prendre une empreinte sur un original si possible en bon état de conservation. Dans notre cas, la façade est, beaucoup moins altérée, a pu fournir les originaux témoins dont l'empreinte a été prise sur place avec de l'argile. Avec cette empreinte, on réalise un premier original en plâtre dont les formes peuvent, si cela est nécessaire, être complétées et retouchées par le sculpteur. Ce positif est alors utilisé pour la confection du moule souple en silicone. Cette matière s'applique en couches minces successives, jusqu'à l'obtention d'une peau suffisamment résistante. On veille à ce que l'épaisseur soit la plus régulière possible pour obtenir une déformabilité élastique uni-

TABLEAU 1: *Caractéristiques et propriétés du mortier de molasse reconstituée pour moulage d'éléments*

Produit: Mélange de mortier duroplastique à base de résine époxy, exempt de solvant. Charge constituée de sables minéraux de haute qualité avec granulométrie optimale. La couleur et la structure sont adaptées à celles de la molasse à remplacer, par un choix approprié de ces sables. La molasse-EP AVENIT est livrée en emballages prédosés, prêts à l'emploi, comprenant les 3 composants résine/durcisseur/charge.

Applications: Mortier pour éléments: pour copies de pièces ou parties de pièces et d'ornements en remplissant et compactant à la main le mortier dans des coffrages ou moules.
Après durcissement, les pièces moulées ou parties réparées peuvent être retravaillées selon les règles de la pierre de taille, comme pour la molasse naturelle.

Désignation	Mortier pour éléments	
Propriétés lors de la mise en œuvre		
Consistance du mélange prêt à l'emploi	compactable à la main	
Durée d'utilisation en récipient (dès début du mélange) Température du matériau 20 °C 30 °C	45 min. 25 min.	
Températures minima lors du mélange (matériau) lors de la mise en œuvre (matériau et support) lors du durcissement (matériau et support)	15 °C 10 °C 10 °C	
Propriétés après durcissement		
Densité kg/lt	1,9	
Résistances pour une température ambiante de 20 °C et une mise en œuvre irréprochable 24 h. après mélange kg/cm²	Compression 350-500	Traction par flexion 130-150
Délai pour décoffrage et finitions pour une température du support et de l'air ambiant de 20 °C 10 °C	24 h. 3 jours	
Valeur du retrait	négligeable	
Dilatation thermique ‰ par °C A titre de comparaison: mortier avec liant hydraulique selon normes = 0,010	0,011	

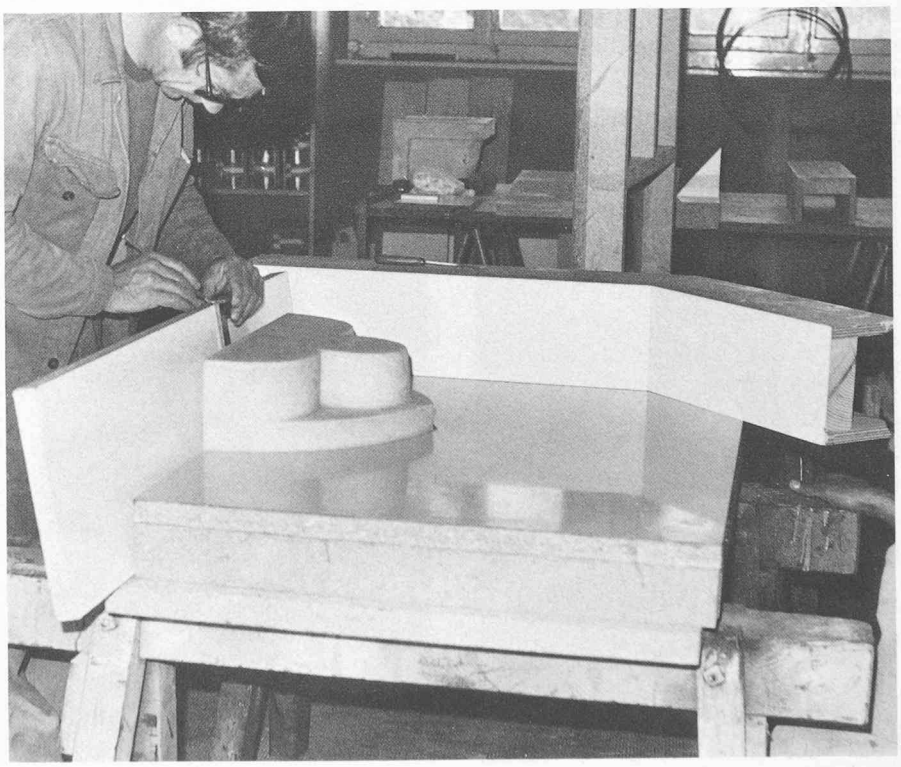


Fig. 5. — Moule adaptable pour les arcatures en contre-plaqué stratifié, voûte en silicone souple.

TABLEAU 2: *Caractéristiques techniques comparées de la molasse naturelle et du mortier pour moulage d'éléments*

		Molasse naturelle	Mortier pour éléments en molasse-EP AVENIT
Densité	kg/lt	2,10-2,40	1,80-1,90
Résistance à la compression	kp/cm²	400-700	350-550
Résistance à la traction par flexion	kp/cm²	40-70	130-150
Porosité			
Absorption d'eau à 5 jours ($A5$)	Vol. %	3-13	2-3
Saturation sous vide porosité totale (A_V)	Vol. %	7-20	15-18
Coefficient d'absorption $S = \frac{A5}{A_V}$ (Matériaux pierreux non gélifs si $S \leqslant 0{,}80$)		0,40-0,90	0,13-0,20
Résistance au gel, mesurée directement sur échantillons saturés d'eau 1 cycle = +20 °C/−20 °C Dilatation en ‰ par cycle après 200 cycles (non gélif, si dilatation ⩽ 0,070‰)		0,002⁵-0,090	0,002-0,003
Résistance aux fumées et gaz industriels (test de Kesternich dans une concentration de SO_2 10 000 fois supérieure à la valeur mesurée dans l'air de la région bâloise)			
Désintégration du matériau			
— molasse bernoise	après	20 cycles	aucune désintégration observée après 155 cycles; interruption de l'essai
— molasse de St. Margrethen	après	23 cycles	

forme du moule. Ce moule en silicone terminé, il va reposer sur une chape de plâtre destinée à la maintenir en forme pendant le remplissage au mortier. Cette chape est en fait un second moule épousant très précisément le contour extérieur du premier et fractionnée, elle, en plusieurs parties pour permettre le démoulage. L'ensemble, moule silicone plus chape, est ainsi prêt à recevoir le mortier de molasse reconstituée pour reproduire les éléments. Les moules pour les trois parties types constituant la rose, ainsi que ceux de la voûte des arcatures et du modillon, ont été réalisés de cette manière.

Pour la partie de l'arcature à dimensions variables, un moule rigide adaptable en contre-plaqué stratifié, se combinant avec la partie voûte en silicone, a été conçu (fig. 5). Un travail d'ébénisterie très minutieux est, dans ce cas, nécessaire pour façonner ces pièces très précisément et assurer leur emboîtement parfait.

2.4 *Moulage des éléments*

Les composés prédosés du mortier de molasse reconstituée: agrégats, résine et durcisseur, sont mélangés soigneusement à l'aide d'un bras mécanique. Depuis le début de ce mélange, le temps disponible pour la mise en place, c'est-à-dire avant la polymérisation du liant, varie de 25 à 45 min. en fonction de la température ambiante.

Le remplissage des moules s'exécute par couches successives soigneusement compactées avec les pouces; le mortier de molasse reconstituée a une consistance « terre humide », selon la terminologie en usage pour le béton (fig. 6).

Dans un local tempéré, le démoulage peut intervenir après environ 24 h. Après celui-ci, on procède à un sablage léger et la pièce est prête à être posée (fig. 7).

3. Pose des éléments moulés

La pose des éléments de molasse reconstituée se fait de la même manière que celle des pièces en molasse naturelle.

3.1 *Arcatures*

On a tout d'abord procédé au brochage de la molasse abîmée. Ce brochage a pu être limité à 5 cm de profondeur par rapport au nu des pierres calcaires de la façade, alors que pour un remplacement avec de la molasse naturelle, on aurait dû brocher jusqu'à 12 cm au moins. Or, la molasse était saine et dure à 2 ou 3 cm de profondeur déjà.

Ensuite, les pièces de molasse reconstituée ont été posées et liées avec un mortier de chaux hydratée et ciment Lafarge HTS. On a de plus assuré la liaison des éléments nouveaux par un goujon en acier Titane pour éviter de les coller au mortier contre la surface de la molasse ancienne et assurer à celle-ci une possibilité de respiration afin d'éviter d'éventuels dégâts ultérieurs.

En surface le jointoyage est fait avec un mortier identique à celui utilisé pour toutes les parties en molasse naturelle.

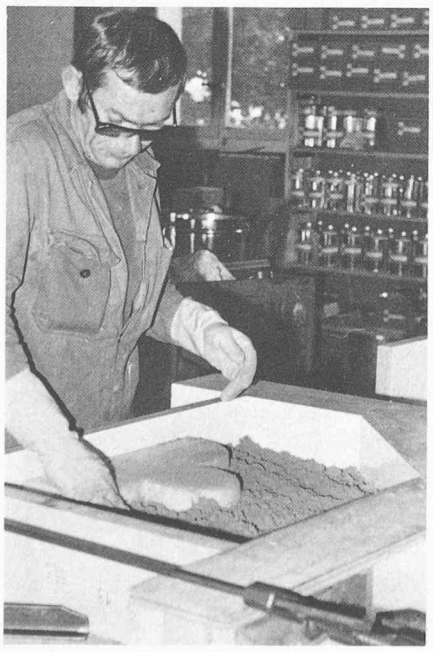


Fig. 6. — Remplissage du moule.

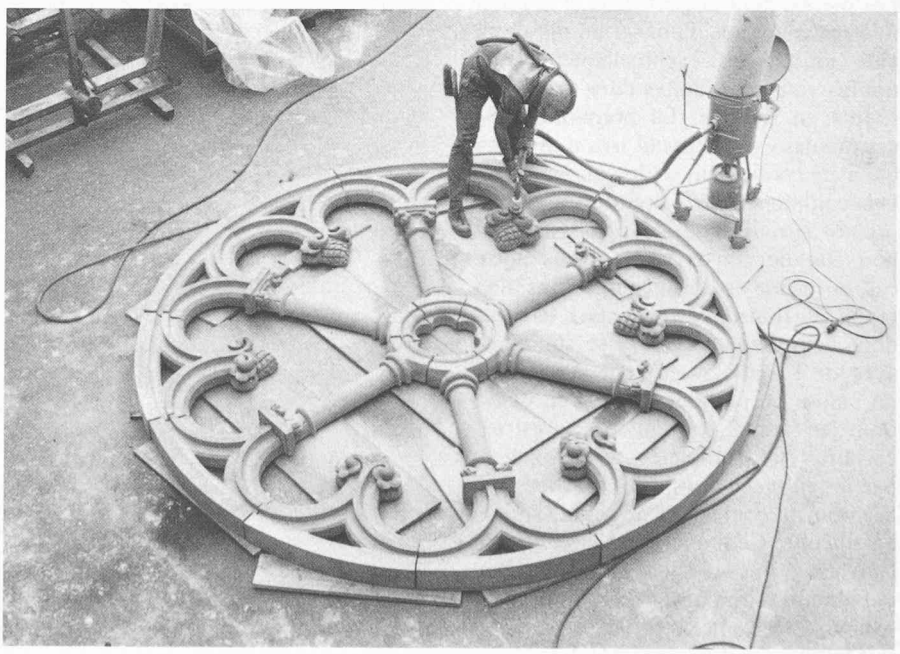


Fig. 7. — Sablage de la rose assemblée au sol.

3.2 *Rose*

On a commencé par la dépose complète de toutes les pièces: arcatures extérieures, colonnettes et pièce centrale circulaire.

Les pièces neuves en molasse reconstituée ont été posées ensuite et liées entre elles au moyen d'un mortier de chaux et ciment comme pour les arcatures. De plus, des goujons assurent la liaison des colonnettes avec la pièce centrale, d'une part, et les arcatures extérieures, d'autre part. Enfin, ces arcatures elles-mêmes ont été liées par des goujons avec le grand arc qui tient lieu d'encadrement à la rose. Ce système de fixation a permis de supprimer un grand cercle en fer qui assurait à l'origine la liaison des arcatures entre elles et avec le grand arc d'encadrement.

Adresses des auteurs:
Claude Jaccottet
Architecte EPF/SIA
Rue de l'Horloge 6
1095 Lutry
Gilbert-M. Rapin
Ingénieur EPFL/SIA
c/o Stahlton SA
Tivoli 58
1000 Lausanne 20

Actualité

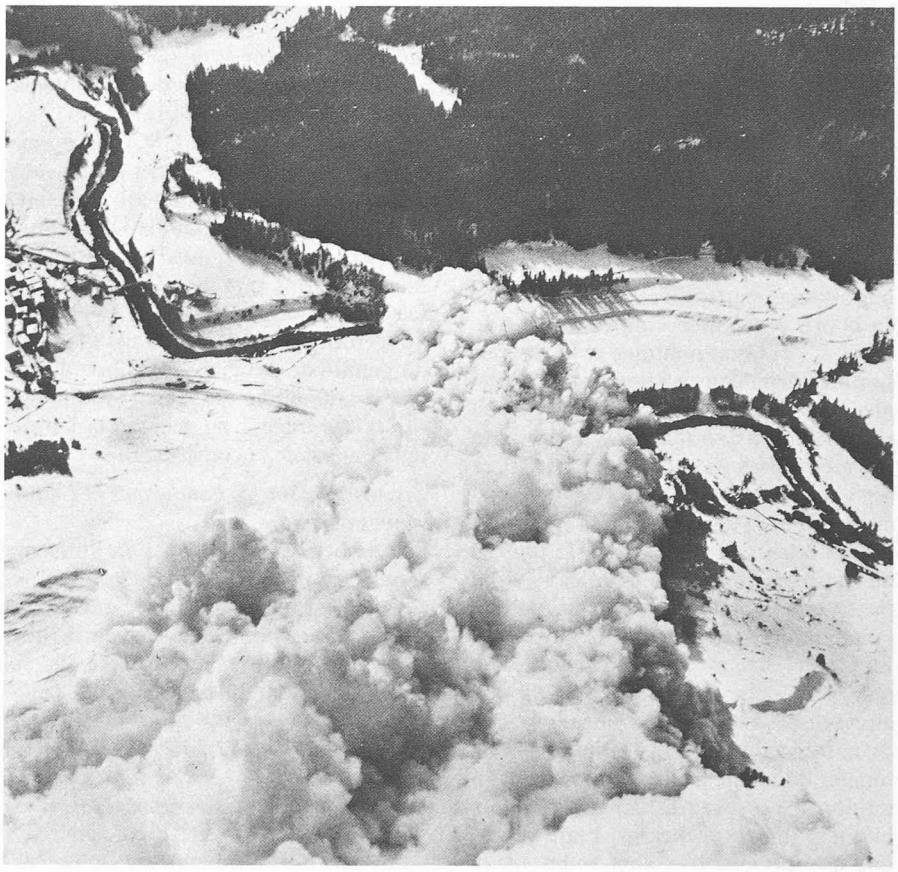
Inventaire forestier suisse

Le Conseil fédéral a autorisé le Département fédéral de l'intérieur à faire établir un inventaire forestier suisse. Un crédit de 6,5 millions de francs a été accordé pour financer ce projet. On compte que d'autres milieux intéressés verseront une contribution d'un million de francs.

L'inventaire forestier suisse relève l'état de la forêt, renseigne sur le matériel sur pied, les assortiments et le potentiel d'accroissement, de même que sur le degré et la nature de la desserte. Ces informations permettront d'asseoir la politique nationale de l'économie des forêts et du bois, ainsi que la politique des cantons en la matière, sur des bases nouvelles et sensiblement plus solides. Grâce à l'inventaire forestier suisse, il sera aussi possible de faire des prévisions à moyen et à long terme dans le secteur de la politique énergétique. Cet inventaire deviendra ainsi une base de planification et de décisions aussi bien pour la Confédération que pour les cantons.

Les forêts couvrent en Suisse quelque 1,2 million d'hectares. Il est très important, pour l'habitabilité d'un pays de montagnes comme la Suisse, de maintenir intactes les surfaces boisées. 60% environ de la superficie forestière de la Suisse fournissent actuellement quelque 4 millions de m^3 de bois par an. Sur 40% de la surface, on n'en exploite pas. Si la forêt suisse était entièrement desservie et traitée selon les règles de la technique et de l'art, on pourrait probablement en tirer 6 à 7 millions de m^3 de bois. Ce que l'on ignore, c'est où et quand il serait possible d'exploiter des assortiments donnés.

Depuis 20 ans environ, la FAO/CEE et l'OECD prédisent que vers l'an 2000 l'Europe souffrira d'une pénurie aiguë de bois. C'est principalement dans le secteur de l'énergie que cette pénurie devrait se vérifier plus rapidement et de façon plus prononcée qu'on ne le supposait il y a quelques années encore. La Suisse se verra donc tôt ou tard contrainte d'exploiter la totalité du potentiel de production de ses forêts.



Le rôle de la forêt dans la protection contre les avalanches est connu depuis longtemps. L'inventaire forestier de notre pays montrera qu'il est loin d'être le seul et indiquera le potentiel économique du bois indigène. (Photo Office fédéral des forêts)

Bibliographie

La représentation des phénomènes physiques. Les opérateurs vectoriels appliqués à la physique

par *B. Grossetete, L. Pastor* et *A. Zeitoun-Fakiris.* — Un vol. 18×24 cm, 152 pages. Editions Masson, Paris 1981.

Cet ouvrage est consacré principalement à la représentation mathématique du monde physique tel qu'il est accessible à nos sens et à nos expériences.

La représentation des phénomènes physiques dans son stade élémentaire se situe dans un espace à trois dimensions associé à une notion de temps (géométrie euclidienne). Cet espace à trois dimensions est fondamental dans notre monde quotidien. La conception de l'enseignement de la géométrie peut être axée sur la représentation des phénomènes physiques, dans laquelle on associe deux notions, la représentation du point et la représentation des objets physiques.

Dans la première partie de l'ouvrage, on expose le repérage du point et celui des champs de vecteurs, suivis de la description des aspects géométriques des intégrales dans l'espace à 3 dimensions. La deuxième partie précise les propriétés caractéristiques des objets physiques en faisant appel à la notion de tenseur sous forme d'introduction à la théorie des groupes de rotation. La troisième partie traite des opérateurs tels que le gradient, la divergence, le rotationnel ou le laplacien, en utilisant les concepts de la première partie.

La présentation du livre a été organisée de telle façon que les éléments essentiels puissent faire l'objet d'une première lecture relativement rapide.

Sommaire

Première partie: L'espace physique à 3 dimensions.

Chap. 1. L'espace de représentation du point. — Chap. 2. Systèmes de coordonnées. — Chap. 3. Repérage des champs de vecteurs sur des repères locaux. — Chap. 4. Intégrales dans l'espace physique à 3 dimensions.

Deuxième partie: les objets.

Chap. 1. Rotation des axes dans le plan. — Chap. 2. Rotation d'un système d'axes cartésiens dans l'espace. — Chap. 3. Nature physique des tenseurs. — Chap. 4. La parité.

Troisième partie: Champs de gradients et champs à flux conservatif

Chap. 1. Le gradient. — Chap. 2. Potentiel scalaire. — Chap. 3. Flux d'un champ de vecteurs à travers une surface. — Chap. 4. Rotationnel et divergence d'un champ de vecteurs. — Chap. 5. Propriétés des opérateurs géométriques.