

Eglise de Romainmôtier

ETAT DE VAUD
DEPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS
DE L'AMENAGEMENT ET DES TRANSPORTS
SERVICE DES BATIMENTS

ORGANISATION

1. La Commission des finances du Grand Conseil accorde, dans sa séance du 26 février 1991, un crédit de Fr. 200'000.-- destiné à financer les études préliminaires, et, dans sa séance du 15 mai 1992, un crédit de Fr. 200'000.-- destiné à financer le projet d'exécution et le complément d'étude pour une première étape de travaux; ces montants seront compris dans le crédit d'ouvrage.

2. La commission parlementaire, composée des personnes suivantes :

Mme Jacqueline Bottlang-Pittet	M. Francis Dutoit
Mme Christiane Jaquet-Berger	M. Michel Glardon
Mme Danièle Kaeser	M. Marc Jaccard
M. Paul Blanc	M. Daniel Kasser
M. Bruno Bove	M. Jean Masson
M. Charly Bovet	M. Jacques-André Mayor
M. Vincent Chappuis	M. Gilbert Oulevey, président

accompagnée de :

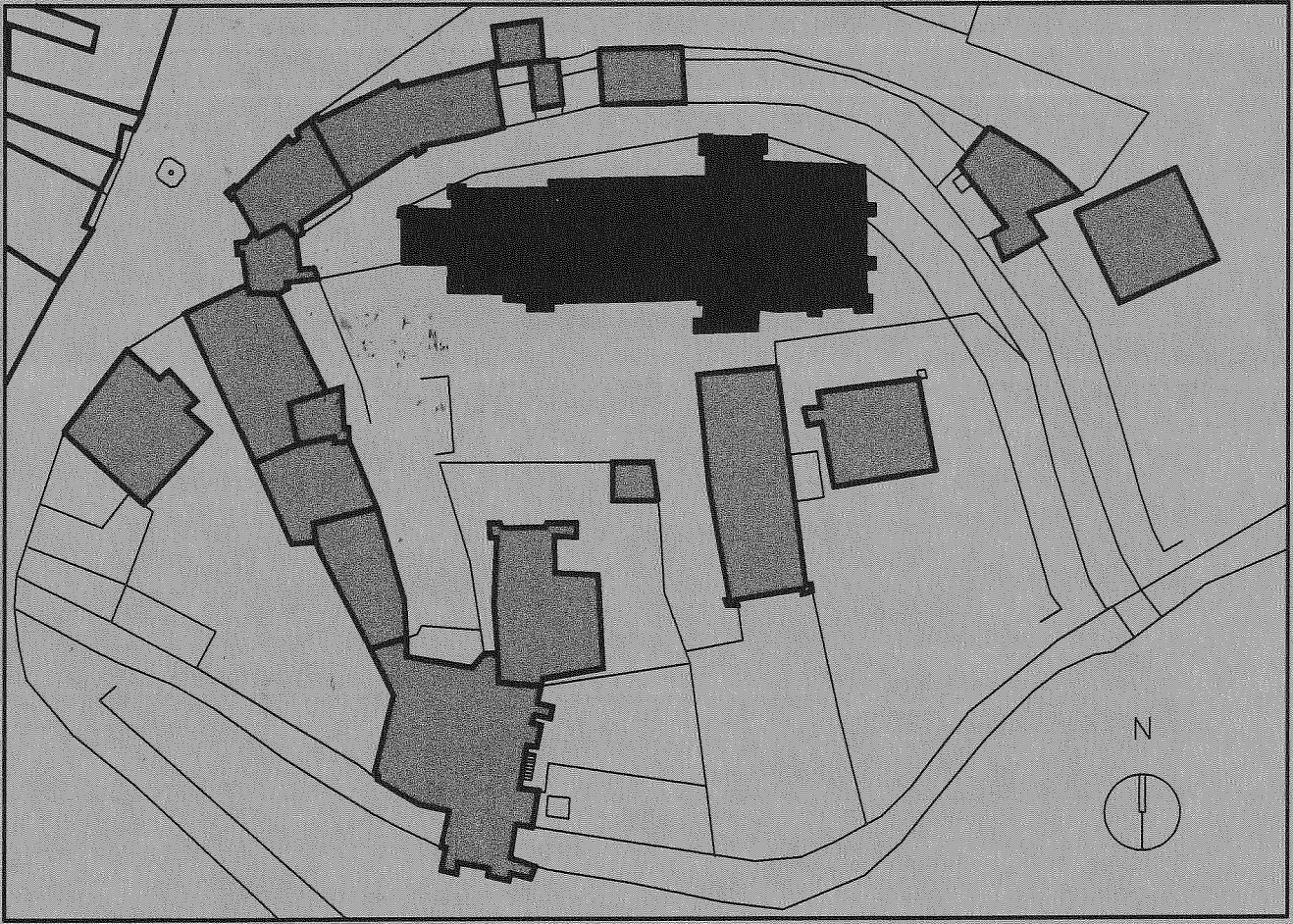
M. Daniel Schmutz, chef du Département des travaux publics, de l'aménagement et des transports

M. Jean-Pierre Dresco, chef du Service des bâtiments, architecte cantonal

Mme Raluca Fuchs, architecte au Service des bâtiments

visite l'Eglise sous la conduite de M. Jean-Pierre Tüscher, pasteur, et M. Michel Gaudard, syndic de Romainmôtier et rapporte favorablement au Grand Conseil.

3. Par décret du 10 mai 1993, le Grand Conseil accorde un crédit de Fr. 6'800'000.-- pour les travaux d'assainissement des toitures, des soubassements, des façades avec consolidation des peintures murales et préparation des futurs travaux de restauration des décors et peintures murales à l'intérieur de l'Eglise de Romainmôtier.



4. Organisation du maître de l'ouvrage :

Etat de Vaud, Service des bâtiments :

Mme Raluca Fuchs, représentante du maître de l'ouvrage

Commission de construction :

Mme Raluca Fuchs, architecte au Service des bâtiments

M. Christian Pilloud, chef du Service des affaires universitaires et des cultes

M. Jean-Pierre Tüscher, pasteur, Romainmôtier

Experts :

M. Giuseppe Gerster, architecte, expert fédéral

M. Hans-Rudolph Sennhauser, professeur-archéologue, expert fédéral

M. Charles Bonnet, archéologue, expert fédéral

M. Eric Teysseire, conservateur cantonal des Monuments historiques

M. Denis Weidmann, archéologue cantonal

Mandataires :

Architecte

M. Hans Gutscher

Archéologue

M. Peter Eggenberger

Historiens et archivistes

Mme Claire Huguenin

Mme Brigitte Pradervand

M. Nicolas Schätti

Mme Sophie Donche-Gay

Mme Michèle Grote

Restaurateur d'art

Atelier Roman

M. Eric Favre-Bulle,

M. Marc Stähli,

Ingénieur civil

M. Mario Fukami t

M. François Kocher

Ingénieur CVC

Sorane S.A.,

MM. Dominique et Pierre Chuard,

Physicien du bâtiment

Laboratoire de conservation

de la pierre - EPFL

Prof. Vinicio Furlan,

M. Renato Pancella

Expert en mortier

M. Roger Simond

Relevés et gestion informatique

Archéotech, M. Olivier Feihl

La restauration de l'église abbatiale de Romainmôtier exigeait une intervention prioritaire sur les éléments les plus menacés de l'édifice.

Façades, toitures et soubassements, fortement dégradés, devaient être mis hors de danger avant toute chose.

La consolidation entreprise était devenue urgente, tant les assauts du temps s'étaient faits dévastateurs sur l'enveloppe extérieure de l'église.

Cette étape, indispensable à la sécurité de l'ouvrage, permettra aux futurs travaux de restauration des décors et peintures murales à l'intérieur de l'église, de se dérouler dans de bonnes conditions.

Cette deuxième étape achèvera la mise en valeur de l'un des joyaux de notre patrimoine et permettra de la restituer dans toute sa beauté à la quiétude du vallon du Nozon et aux visiteurs recueillis du lieu.

Le travail commun des techniciens et des artisans, leur maîtrise, ont assuré la qualité des travaux entrepris.

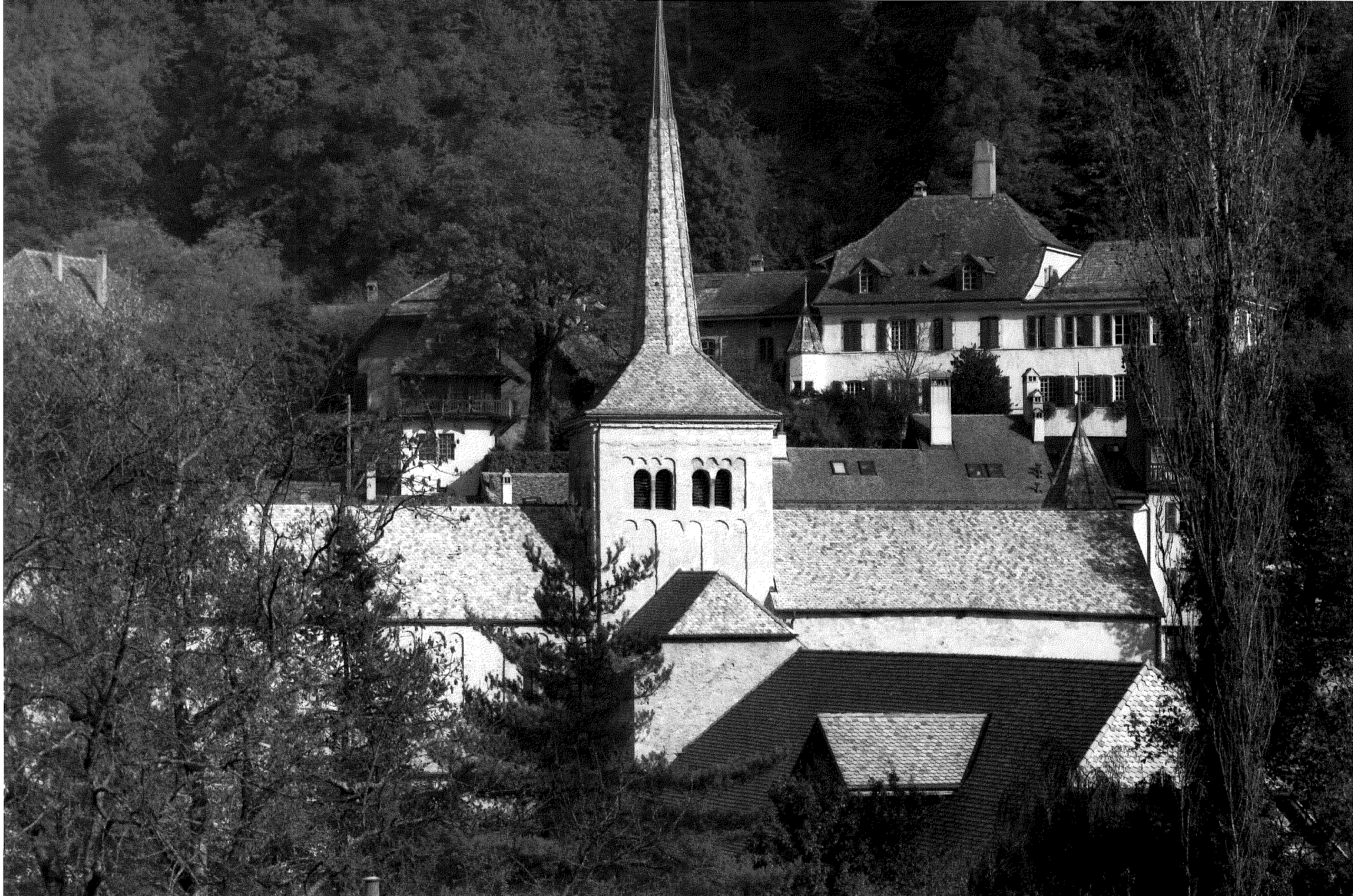
Le Conseil d'Etat leur exprime à tous ses chaleureux remerciements.

Daniel SCHMUTZ

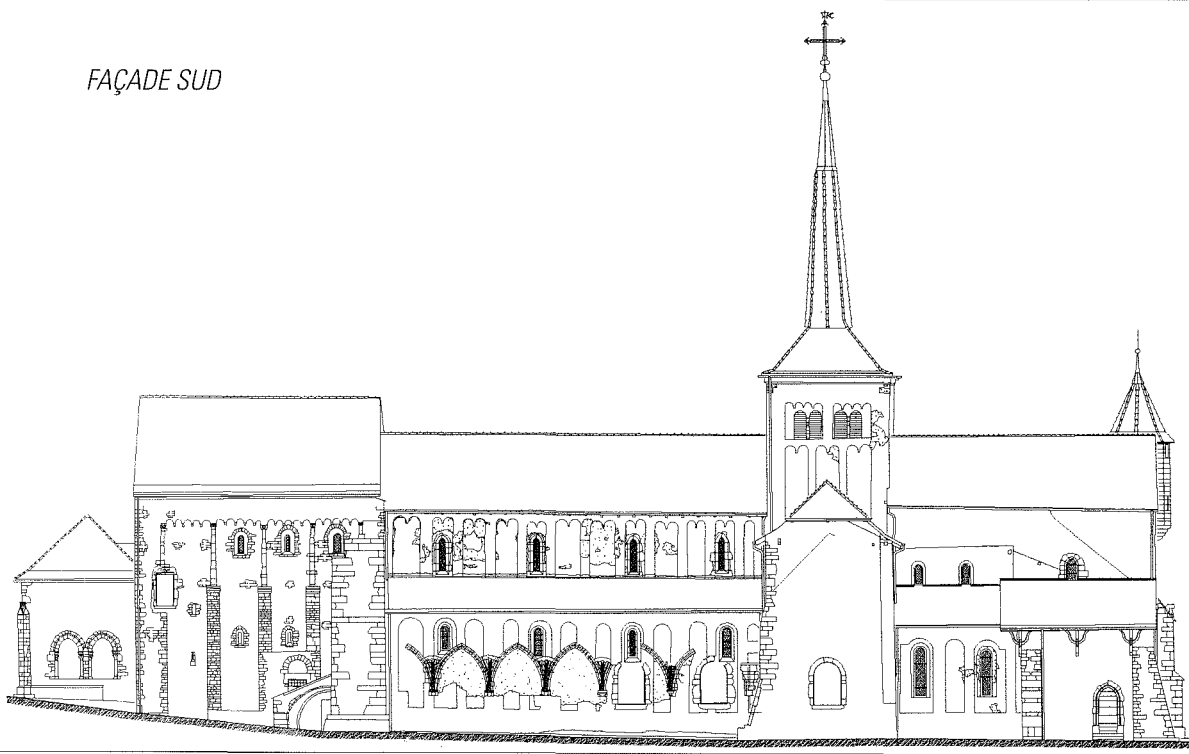
*Chef du Département des travaux publics,
de l'aménagement et des transports*

Eglise de Romainmôtier

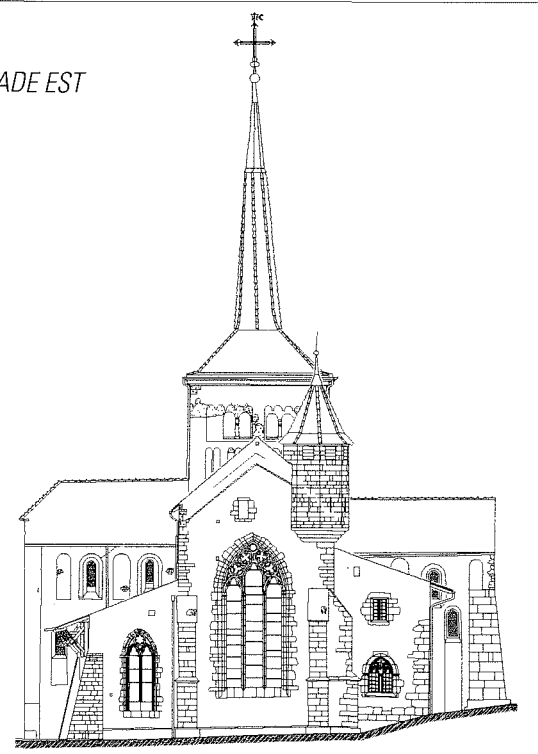
ETAT DE VAUD
DEPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS
DE L'AMENAGEMENT ET DES TRANSPORTS
SERVICE DES BATIMENTS



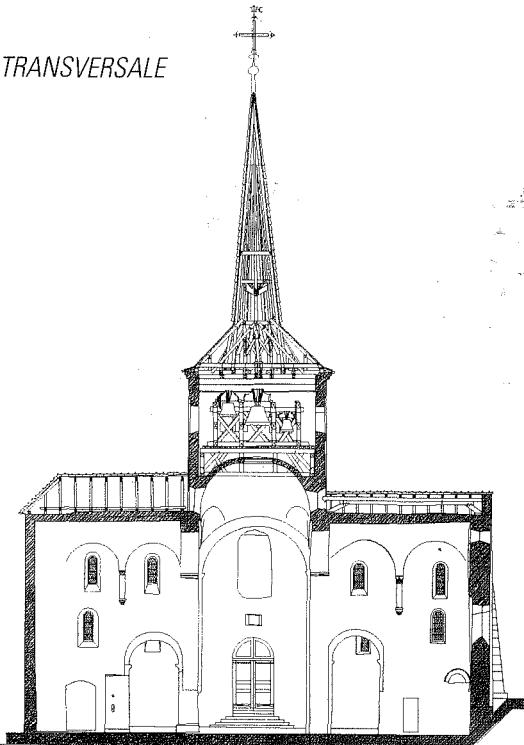
FAÇADE SUD



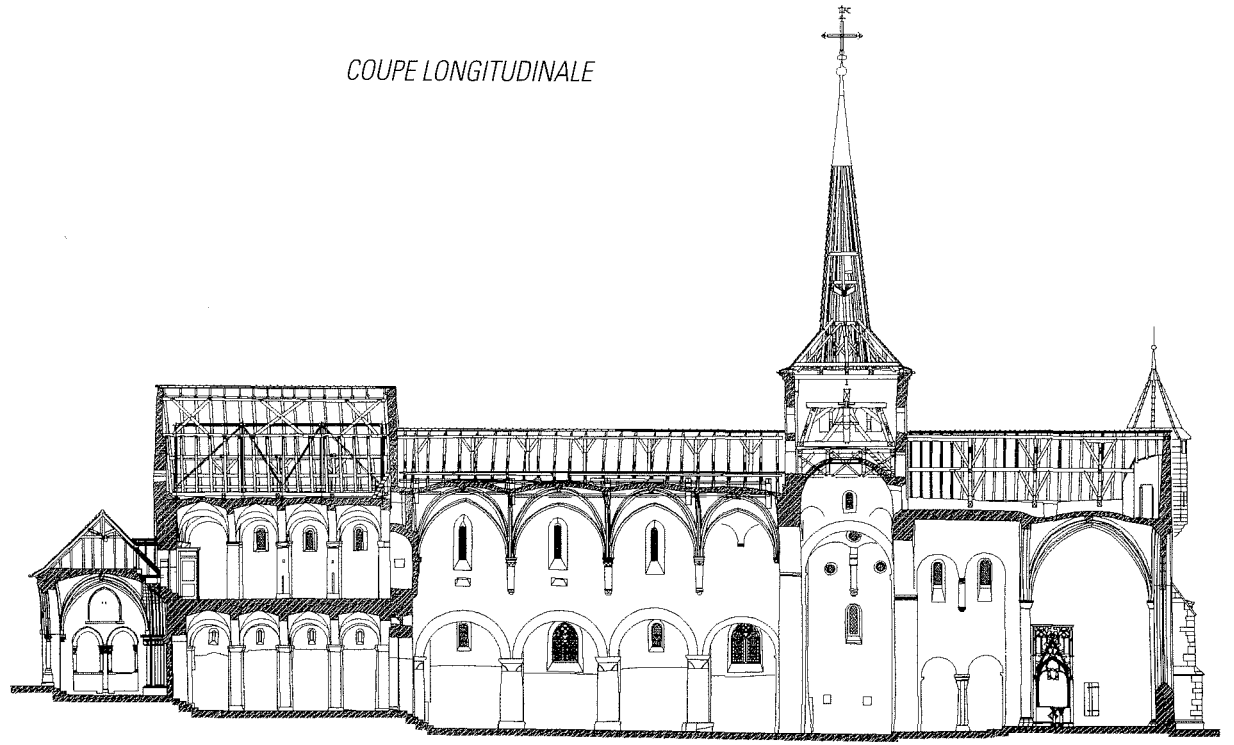
FAÇADE EST



COUPE TRANSVERSALE



COUPE LONGITUDINALE



AVANT TRAVAUX

Façade sud



Façade est



APRÈS TRAVAUX

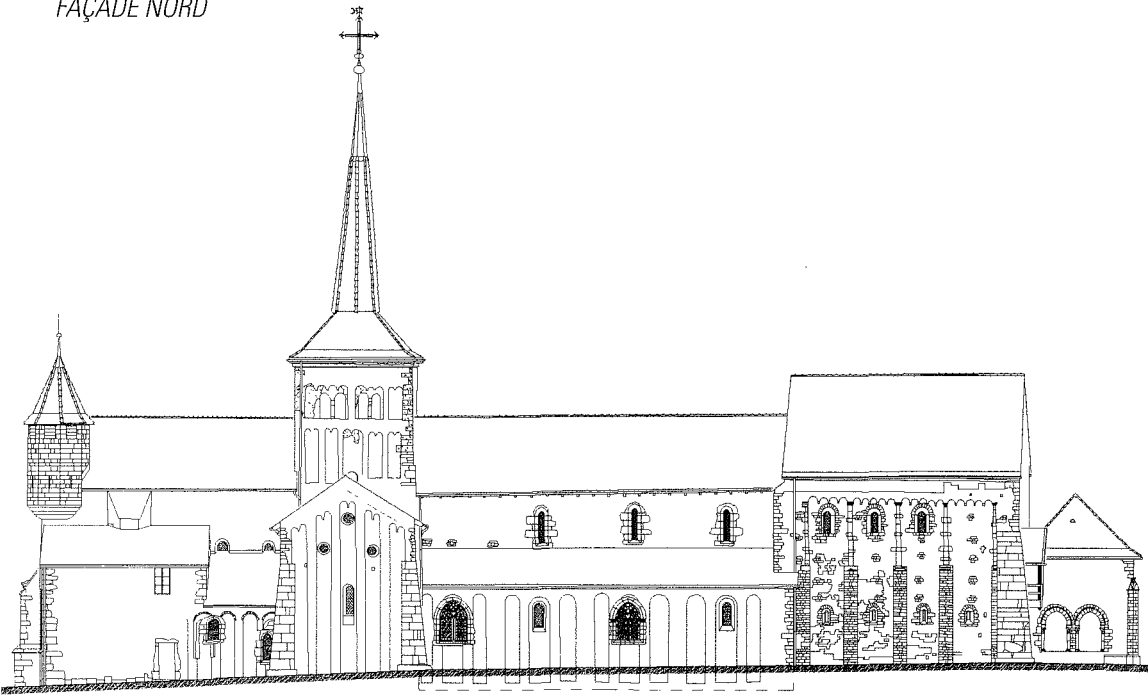
Façade sud



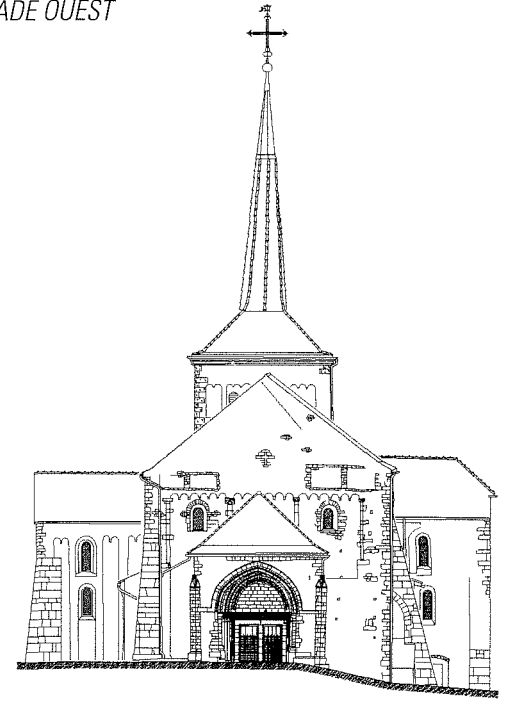
Façade est



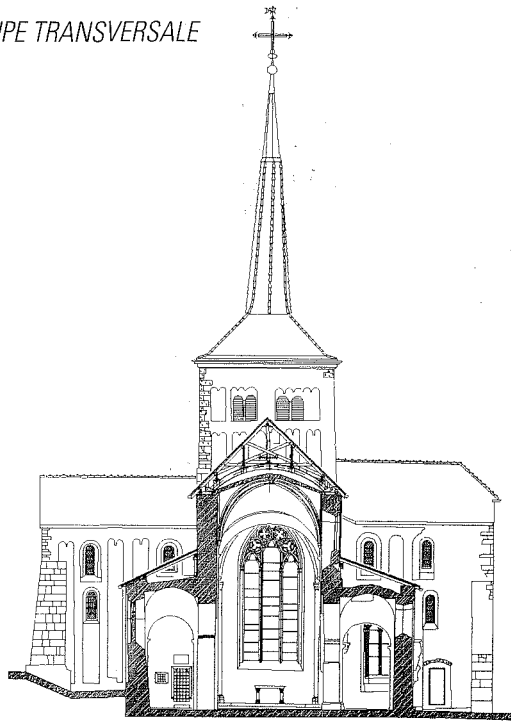
FAÇADE NORD



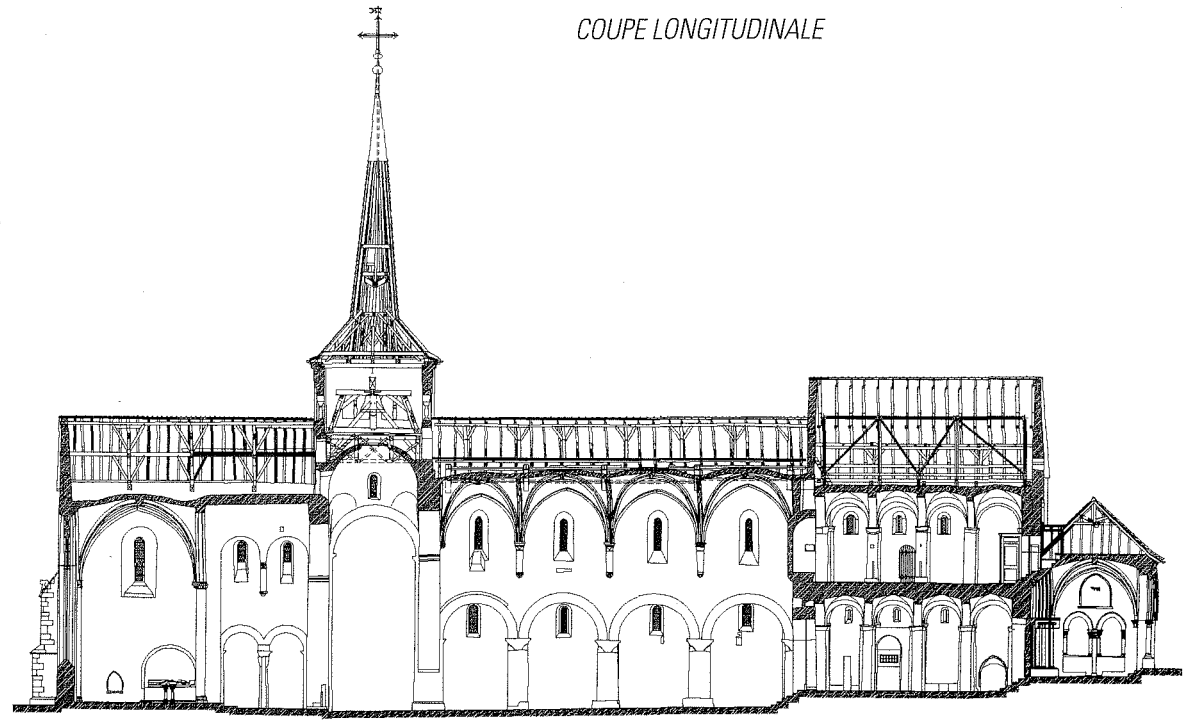
FAÇADE OUEST

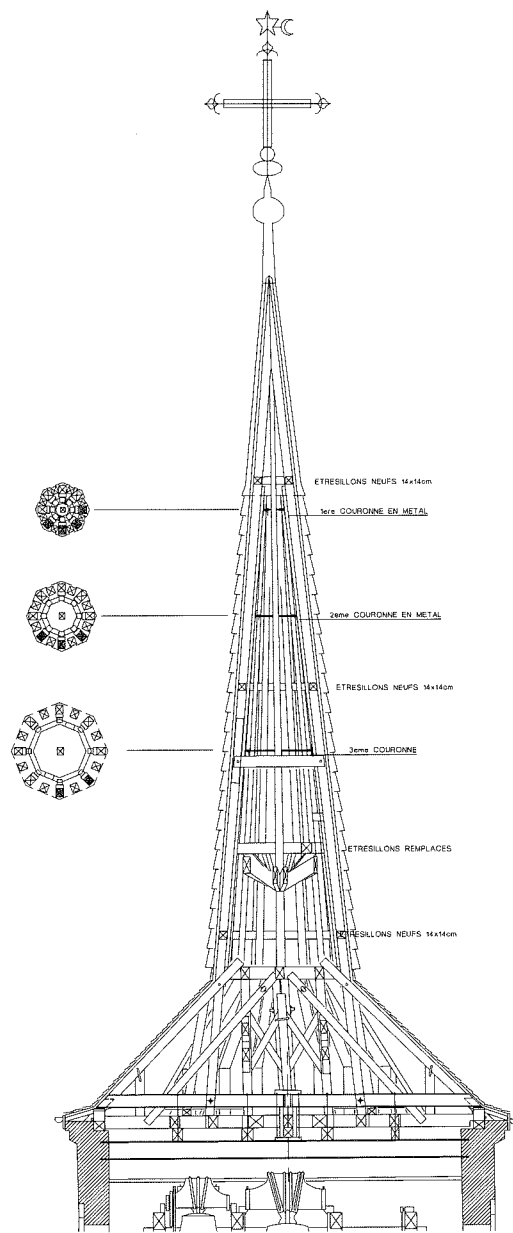
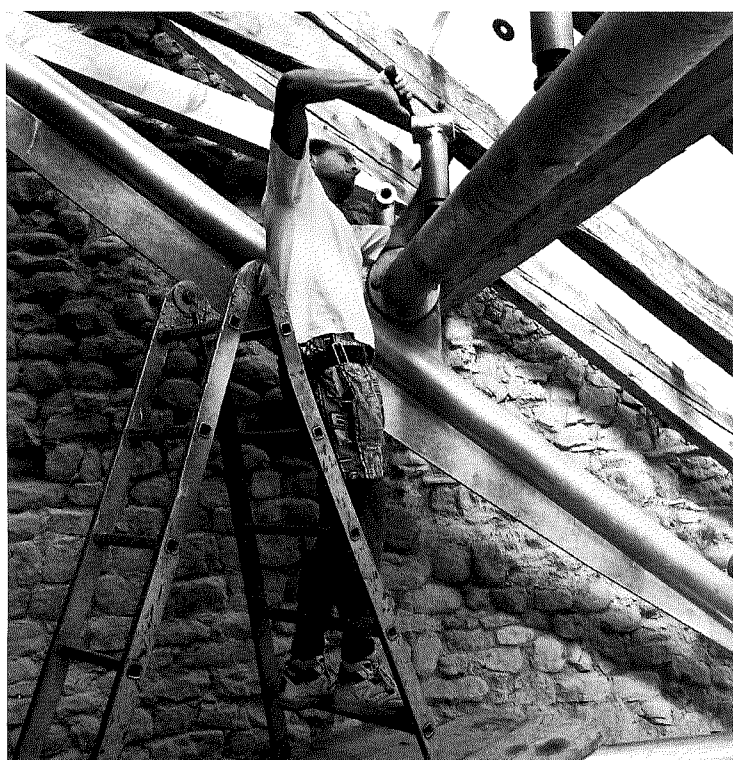


COUPE TRANSVERSALE

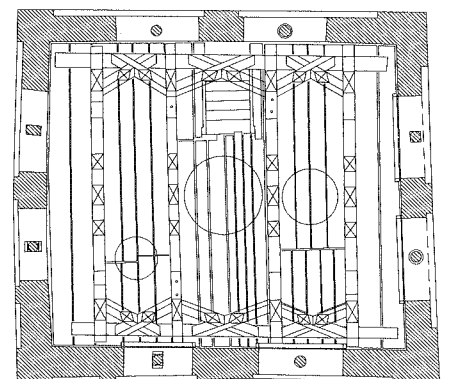
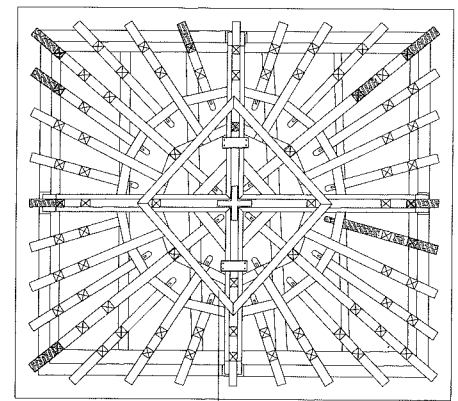


COUPE LONGITUDINALE

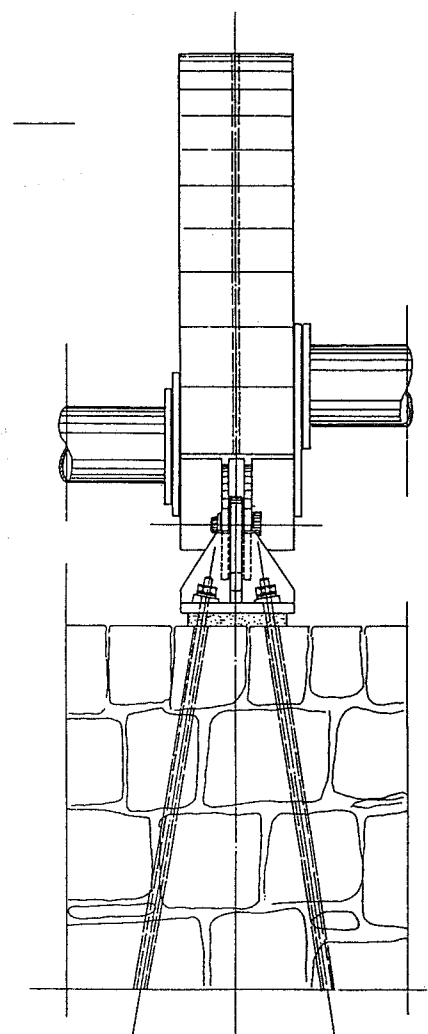
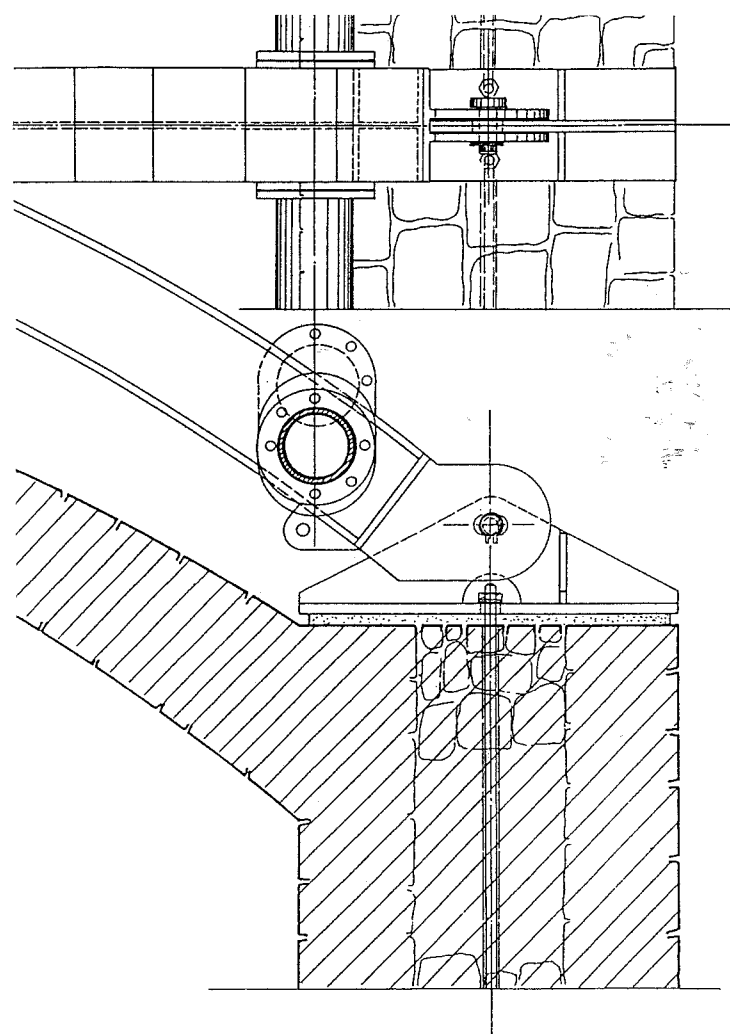




Clocher - Coupe nord-sud



1. Charpente de la flèche
2. Pourtrason du clocher



Descriptif:

Remarque: Ce socle est prévu afin que la réaction des poutres cintrées se reporte sur les 2 parements extérieur des murs de maçonnerie, probablement exécutés d'une meilleure façon, par rapport au noyau intérieur de ces murs.

- **Socle:** Plaque de base 300x20x1000 forée 2 diam.30 + Raidisseur central triangulaire sommet arrondi R80, dimension 1000x 280x30, foré oblong 55x85 avec découpe semi-circulaire R75, + 2 Raidisseurs 180x75x20.

- **Rouleau-pivot:** Rond diam. 50 avec tête diam. 70, ep.10, avec clips de sûreté ep. 4, dans rainure fraisée, longueur = 110

- **Nuance d'acier:** Inox V4

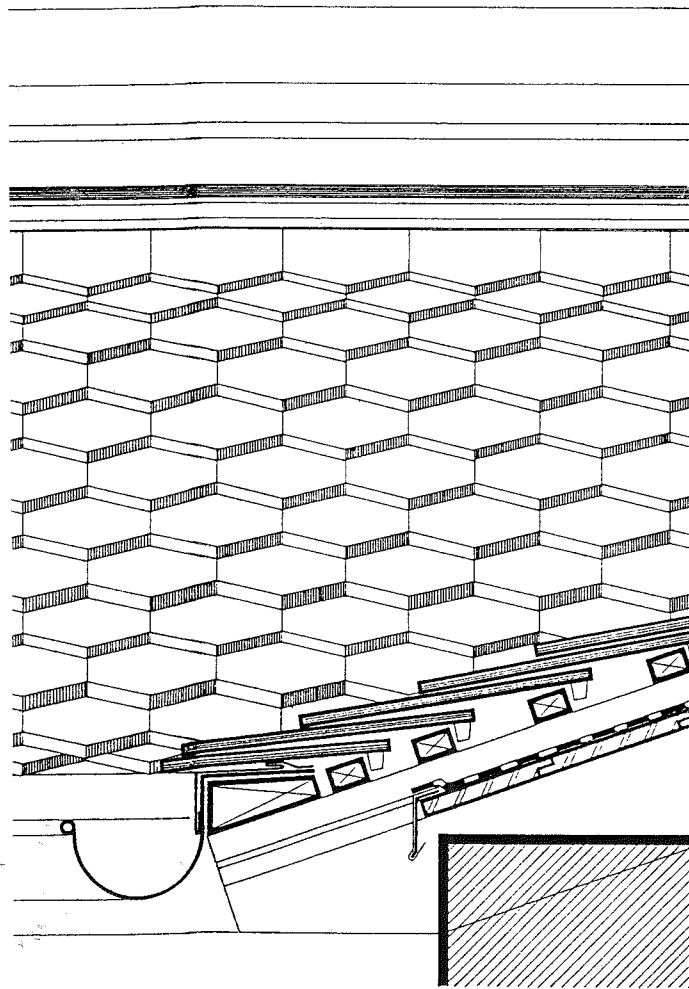
Préparation maçonnerie:

- **Si longueur des tirants passifs supérieure à 3 m.:**
2 tirants passifs Chrome-Nickel diam. 24, scellés dans 2 forages à soc inclinés 8%, diam. 40.

- **Si longueur des tirants passifs inférieure à 3 m.:**
1 tirant vertical, dans l'axe du socle.

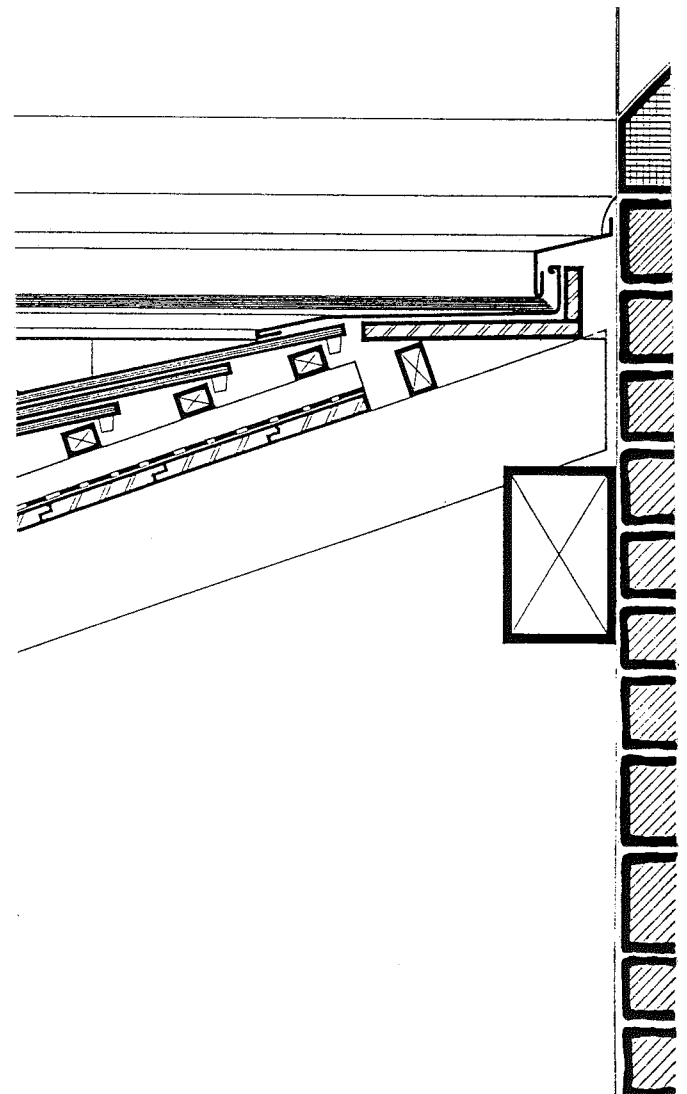
Base du socle:

Ragréage 40x100 cm du dessus de la maçonnerie existante et façon d'une tablette de support en mortier époxy ep. 5 cm.



Détail type
couverture (larmier)

Détail type
raccord couverture - façades



MORTIER No 001	27.05.94
Ballast 0 -16 Bretonnière	-- --
Ballast 0 -10 Bretonnière	-- --
Gravillon 3-8 Bretonnière	-- --
Gravillon 1-3 Bretonnière	-- --
Sable 0-3 Bretonnière	12 L
Ciment blanc	1 L
Chaux hydratée	4 L
Chaux hydraulique	-- --
Terre d'ombre calcinée	0.25 DL
Terre de Sienne naturelle	1 DL
Bétonant 2 - blanc	-- --
Bétonant 2.31 - rouge	-- --

MORTIER No 006 a	15.07.94
Ballast 0 -16 Bretonnière	-- --
Ballast 0 -10 Bretonnière	-- --
Gravillon 3-8 Bretonnière	1/2 L
Gravillon 1-3 Bretonnière	-- --
Sable 0-3 Bretonnière	13 L
Ciment blanc	1 L
Chaux hydratée	4 L
Chaux hydraulique	-- --
Terre d'ombre calcinée	0.25 DL
Terre de Sienne naturelle	1.25 DL
Bétonant 2 - blanc	-- --
Bétonant 2.31 - rouge	-- --

MORTIER No 005 a	13.07.94
Ballast 0 -16 Bretonnière	-- --
Ballast 0 -10 Bretonnière	-- --
Gravillon 3-8 Bretonnière	-- L
Gravillon 1-3 Bretonnière	1/2 --
Sable 0-3 Bretonnière	13 L
Ciment blanc	1 L
Chaux hydratée	4 L
Chaux hydraulique	-- --
Terre d'ombre calcinée	0.5 DL
Terre de Sienne naturelle	1 DL
Bétonant 2 - blanc	-- --
Bétonant 2.31 - rouge	-- --

MORTIER No 002	27.05.94
Ballast 0 -16 Bretonnière	-- --
Ballast 0 -10 Bretonnière	-- --
Gravillon 3-8 Bretonnière	1/2 L
Gravillon 1-3 Bretonnière	-- --
Sable 0-3 Bretonnière	13 L
Ciment blanc	1 L
Chaux hydratée	4 L
Chaux hydraulique	-- --
Terre d'ombre calcinée	0.25 DL
Terre de Sienne naturelle	1 DL
Bétonant 2 - blanc	-- --
Bétonant 2.31 - rouge	-- --

MORTIER No 004	30.05.94
Ballast 0 -16 Bretonnière	-- --
Ballast 0 -10 Bretonnière	-- --
Gravillon 3-8 Bretonnière	-- --
Gravillon 1-3 Bretonnière	-- --
Sable 0-3 Bretonnière	12 L
Ciment blanc	1 L
Chaux hydratée	4 L
Chaux hydraulique	-- --
Terre d'ombre calcinée	0.15 DL
Terre de Sienne naturelle	1 DL
Bétonant 2 - blanc	-- --
Bétonant 2.31 - rouge	-- --

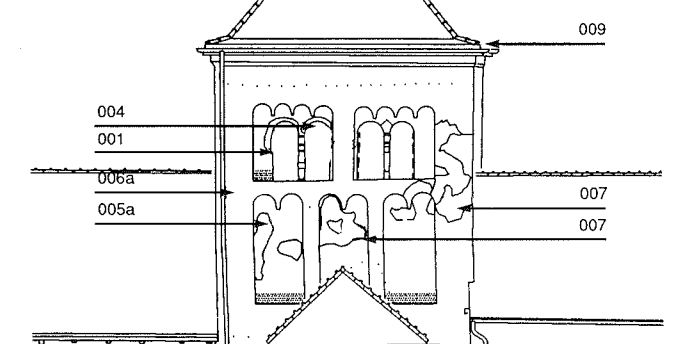
MORTIER No 006 b	26.07.94
Ballast 0 -16 Bretonnière	-- --
Ballast 0 -10 Bretonnière	-- --
Gravillon 3-8 Bretonnière	-- --
Gravillon 1-3 Bretonnière	-- --
Sable 0-3 Bretonnière	13 L
Ciment blanc	1 L
Chaux hydratée	4 L
Chaux hydraulique	-- --
Terre d'ombre calcinée	0.15 DL
Terre de Sienne naturelle	1 DL
Bétonant 2 - blanc	-- --
Bétonant 2.31 - rouge	-- --
Rhabillages ponctuels	N-0

MORTIER No 005 b	13.07.94
Ballast 0 -16 Bretonnière	-- --
Ballast 0 -10 Bretonnière	-- --
Gravillon 3-8 Bretonnière	-- --
Gravillon 1-3 Bretonnière	-- --
Sable 0-3 Bretonnière	13 L
Ciment blanc	1 L
Chaux hydratée	4 L
Chaux hydraulique	-- --
Terre d'ombre calcinée	0.5 DL
Terre de Sienne naturelle	1 DL
Bétonant 2 - blanc	-- --
Bétonant 2.31 - rouge	-- --

MORTIER No 003	30.05.94
Ballast 0 -16 Bretonnière	-- --
Ballast 0 -10 Bretonnière	-- --
Gravillon 3-8 Bretonnière	1 L
Gravillon 1-3 Bretonnière	-- --
Sable 0-3 Bretonnière	13 L
Ciment blanc	1 L
Chaux hydratée	4 L
Chaux hydraulique	-- --
Terre d'ombre calcinée	0.15 DL
Terre de Sienne naturelle	0.5 DL
Bétonant 2 - blanc	-- --
Bétonant 2.31 - rouge	-- --

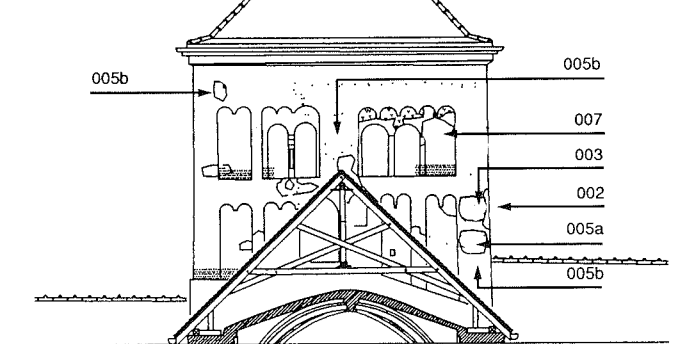


MORTIER No 007	15.07.94
Ballast 0 -16 Bretonnière	-- --
Ballast 0 -10 Bretonnière	-- --
Gravillon 3-8 Bretonnière	-- --
Gravillon 1-3 Bretonnière	3 3
Sable 0-3 Bretonnière	-- --
Ciment blanc	-- --
Chaux hydratée	-- --
Chaux hydraulique	-- --
Terre d'ombre calcinée	-- --
Terre de Sienne naturelle	1.5 DL
Bétonant 2 - blanc	10 L
Bétonant 2.31 - rouge	1 L

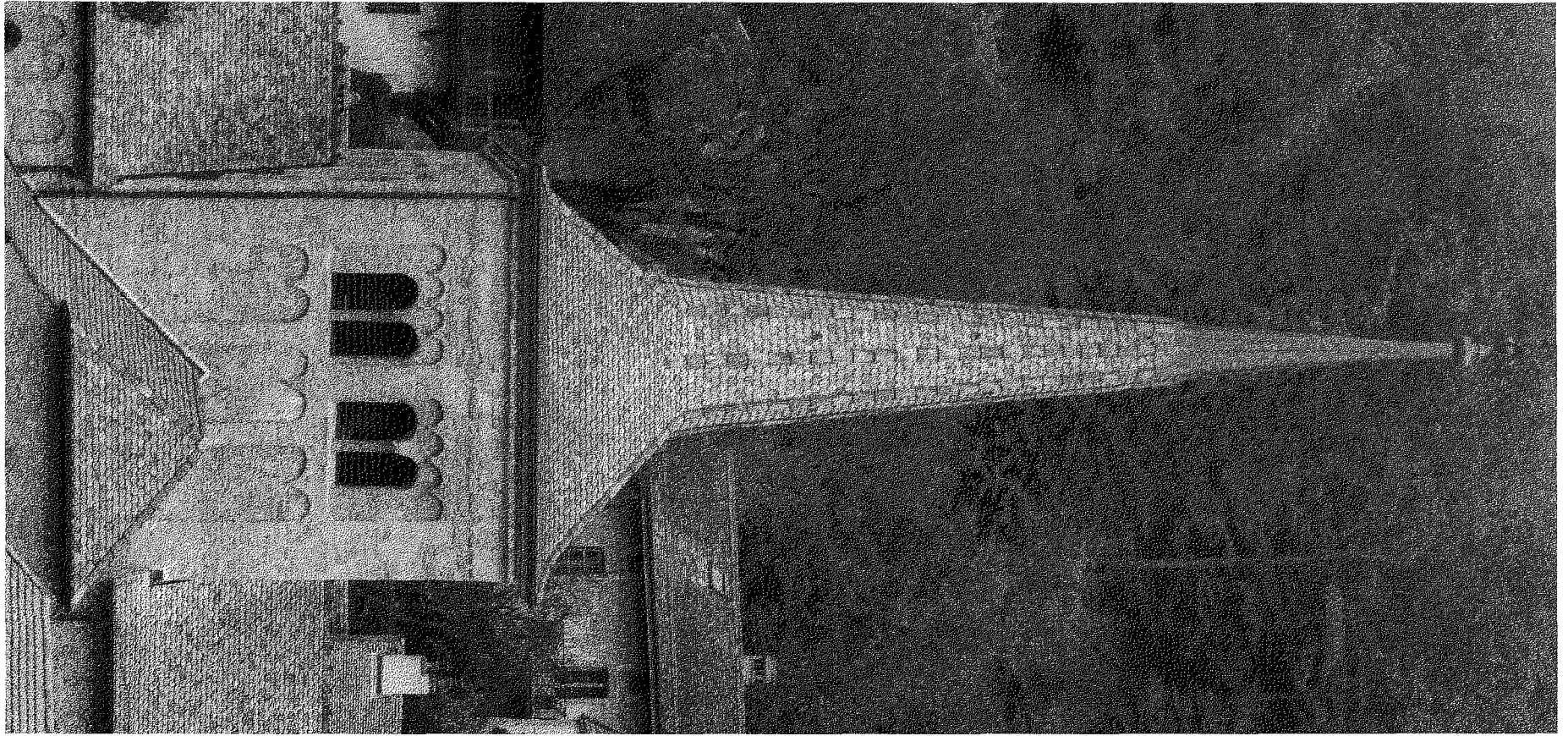


FAÇADE SUD

Repérage et composition des mortiers sur façades du clocher



FAÇADE OUEST



Eglise de Romainmôtier

ETAT DE VAUD
DÉPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS
DE L'AMÉNAGEMENT ET DES TRANSPORTS
SERVICE DES BATIMENTS



Dix siècles de présence monastique ont profondément marqué le vallon de Romainmôtier; le modeste sanctuaire du Haut Moyen Age est devenu l'important couvent clunisien que le pouvoir bernois désaffecte au XVIème siècle. La démolition d'une partie des bâtiments, et les changements d'affectation, modifièrent la configuration du périmètre. Ces interventions violentes n'ont pourtant pas altéré l'esprit qui émane de ce lieu exceptionnel; l'ensemble exprime, encore aujourd'hui, la volonté originale de s'isoler des agressions du monde extérieur et de se créer un espace de recueillement et de réflexion.

L'église abbatiale a focalisé l'intérêt de nos prédécesseurs qui entreprirent sa restauration il y a presque un siècle. Leurs travaux sont aujourd'hui prolongés par une intervention qui leur est fidèle tout en apportant un nouveau regard sur le patrimoine. Les méthodes d'analyse et les techniques d'intervention ont évolué elles aussi; à l'universalité d'un seul homme, maîtrisant l'ensemble des connaissances, se substitue l'approche pluridisciplinaire synthétisée par le projet de restauration.

L'équipe de spécialistes constituée pour l'étude de Romainmôtier a considérablement enrichi nos connaissances; elle a aussi élargi notre vision du lieu en resituant l'église dans son contexte monastique. Les fouilles archéologiques effectuées aux alentours de l'abbaye ont contribué à une nouvelle compréhension d'un ensemble dont l'église était certes le centre spirituel, mais dont l'architecture n'existait qu'en rapport entre tous les bâtiments du couvent.

Les recherches et les travaux décrits ici ne constituent ainsi qu'une étape de la revitalisation du secteur de l'ancien monastère; il était indispensable de les publier sans attendre afin de faire connaître aussi largement que possible la somme de découvertes et de réflexions réunies récemment par le groupe d'études. Ces apports nouveaux ont guidé la main de l'architecte et de l'artisan qui interviennent sur la pierre; ils devraient également contribuer au renforcement des activités culturelles et culturelles qui se déroulent aujourd'hui dans cet ensemble prestigieux. La restauration d'un monument prend ainsi tout son sens puisqu'elle participe directement à satisfaire des besoins intellectuels et spirituels qui doivent rester les fondements de notre société.

Jean-Pierre DRESCO *Architecte cantonal*

LE PROJET GENERAL DE RESTAURATION

Millénaire pour ses parties les plus anciennes, l'église de Romainmôtier, construite, agrandie et transformée du XIe au XVe siècles, a subi, depuis, des modifications importantes. La première est due à la Réforme, la deuxième à la restauration en profondeur effectuée au début de notre siècle par Albert Naef, Léo Châtelain et Ernest Correvon. C'est cette dernière intervention qui a finalement conféré au monument les aspects extérieurs et intérieurs que nous lui connaissons. D'église conventuelle, érigée dans la tradition clunisienne, entièrement crépie et dotée de peintures décoratives, à l'extérieur et à l'intérieur, elle est devenue temple protestant dès la Réforme qui a engendré, petit à petit, la démolition des bâtiments adjacents du couvent. Restaurée au début du siècle dans l'esprit didactique de l'époque, elle a largement retrouvé son aspect d'avant la Réforme, mais a perdu, en même temps, son habit par le large décrépiage opéré sur ses façades. Cette restauration a conféré à l'église de Romainmôtier son identité actuelle de monument historique qui va de pair avec celle de l'église paroissiale et de lieu de manifestations culturelles. Aucune intervention notable n'a altéré, depuis, cette image et nous nous trouvons ainsi, aujourd'hui, en présence d'un des rares exemples régionaux intacts de ce type et de cette génération de restaurations. L'importance et la qualité de celle-ci, de même que sa correspondance avec l'identité fonctionnelle de l'église, ont déterminé notre choix de conserver le résultat de cette restauration. Toutefois, nous y avons apporté les retouches propres à l'esprit de notre époque, mais également dictées, par endroits, par l'état de conservation de l'ouvrage. Maintenu dans son image à caractère didactique qui offre une bonne lecture des différents chantiers successifs, l'église se présente aujourd'hui avec un aspect plus homogène, où le rejointoiement plus large uniformise les surfaces courantes mais réaffirme, en même temps, les formes architecturales, telles que notamment les fausses arcatures lombardes. L'unité d'expression rendue aux façades du monument trouve sa correspondance au niveau des toitures qui sont entièrement recouvertes à neuf, hormis celle du porche, où la totalité des anciennes tuiles réutilisables a été concentrée.

Le maintien de l'image due à la restauration du début du siècle, avec les retouches précitées, fait que la restauration actuelle de l'église de Romainmôtier constitue principalement une opération de conservation. Hormis les travaux de restauration de l'enveloppe, façades et toitures, les autres mesures d'assainissement concernaient notamment les soubassements et les charpentes. Les travaux de stabilisation de ces dernières étant traités dans un des chapitres suivants, ne retenons ici que le principe, appliqué là comme ailleurs et qui affirme l'intervention moderne, conçue dans les formes d'expression et les techniques d'aujourd'hui. Elle constitue, ainsi, le contrepoint par rapport à l'ouvrage ancien dont elle ne compromet ni l'intégrité, ni la lecture architecturale. En l'occurrence, les constructions indispensables pour la stabilisation des charpentes de la nef centrale, du narthex et de la flèche sont conçues en métal. Ce matériau offre en effet la possibilité de travailler avec des sections et des formes différentes par rapport au bois. Il permet de situer les

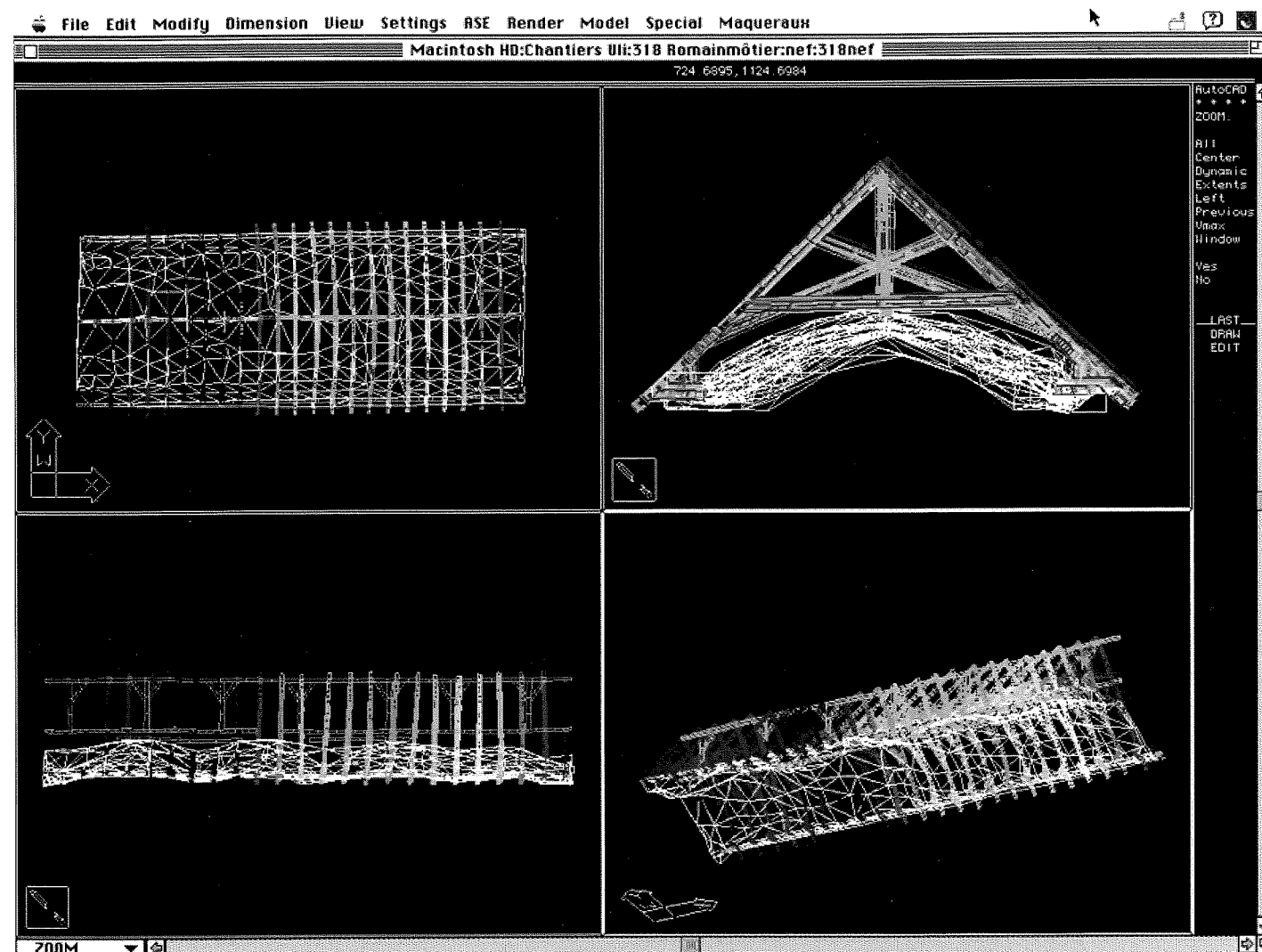


constructions sur un autre plan que celui des anciennes charpentes. Les constructions traduisent ainsi visuellement leur rôle de supports et de compléments, de même qu'elles se situent volontairement dans leur époque, par leur conception technique et esthétique.

L'église de Romainmôtier est donc conservée dans l'essentiel de son image voulue par les restaurateurs du début du siècle, les fragments d'anciens ouvrages et décors sont documentés, consolidés et fixés et la lecture didactique du monument est maintenue. Son aspect général réaffirme toutefois de nouveau son architecture dont les détails se détachent visuellement du fond des grandes surfaces, rejointoyées pour les façades, recouvertes à neuf pour les toitures. La lecture de l'architecture de l'église a ainsi retrouvé sa place par rapport à celle de l'histoire du monument.

Hans GUTSCHER *Architecte*

Vue de l'église restaurée depuis le nord-est - " ... le rejointoiement plus large uniformise les surfaces courantes, mais réaffirme en même temps les formes architecturales. "



Le recours à des techniques informatiques de documentation dans toutes les disciplines d'étude d'un monument nécessite une gestion coordonnée des moyens et des informations au sein du groupe de travail. Ce projet a tenté, dans sa première phase, d'harmoniser et structurer ces données autour de deux principes fondamentaux déjà mis en place sur d'autres chantiers du même type en Suisse.

LES RELEVES GENERAUX

La représentation tridimensionnelle la plus précise est essentielle pour la compréhension tant statique qu'archéologique d'un édifice historique.

LES METHODES DE MESURES

Le recours à plusieurs méthodes de mensuration est nécessaire. La photogrammétrie permet de couvrir une grande partie des besoins. Cette technique permet, à partir de



deux photographies prises d'un objet à une certaine distance l'une de l'autre, d'extraire toutes les informations métriques souhaitées des parties du monument visibles sur chaque cliché. Préalablement, un polygone de points géodésiques est mesuré au moyen d'un tachéomètre électronique. Depuis cette polygonale, à Romainmôtier, plus de 5000 points tridimensionnels ont été relevés pour permettre l'orientation et la calibration des couples photogrammétriques et mesurer toutes les zones sans recul ou encombrées (charpentes, escaliers, petits espaces).

Les données traitées par ces moyens sont ensuite restituées dans des programmes de dessin assisté par ordinateur. Les informations sont structurées dans des calques informatiques (couches) qui peuvent être rendus visibles ou invisibles en fonction des nécessités.

LES RELEVES SPECIAUX

LES SURFACES CREPIES OU PEINTES

L'étude et la restauration des peintures murales ont fait l'objet d'un développement spécial pour permettre aux restaurateurs de consigner leurs informations sur la base de photographies. A partir des relevés établis, les clichés de chaque surface ont été numérisés en haute résolution et calibrés métriquement pour être ensuite utilisés dans un programme de dessin assisté par ordinateur. Chaque information a été relevée et localisée sur les photographies et assemblée automatiquement à sa position réelle dans la couche appropriée des relevés généraux. Liée à la base de données, chaque zone de tel ou tel type peut être visualisée immédiatement et quantifiée métriquement, soit pour des calculs de coûts de traitement, soit pour des simulations des variantes de restauration.

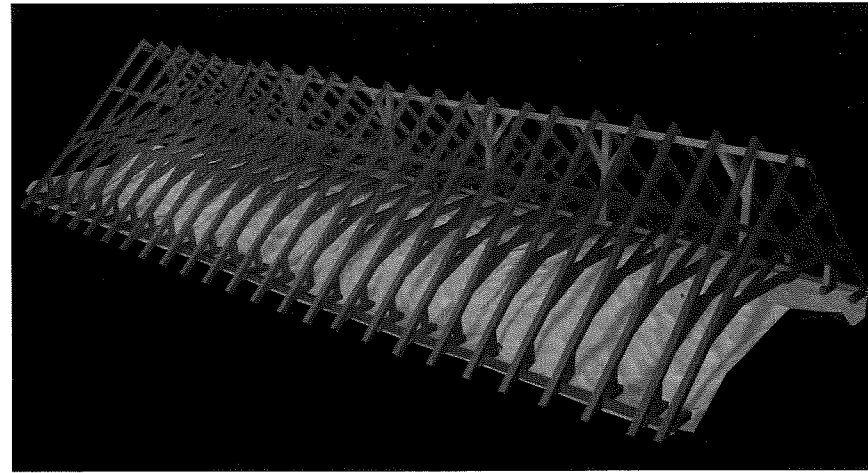
Pour les voûtes, il a été nécessaire d'établir des relevés spéciaux en développant leur géométrie sur un plan afin de permettre l'exploitation simple des informations en deux dimensions.

LES CHARPENTES

Pour permettre la modélisation tridimensionnelle exacte du projet de renforcement des charpentes et de la superstructure du narthex et de la nef, l'ingénieur devait pouvoir disposer de données les plus précises possibles.

Chaque ferme a été mesurée par télémétrie depuis des stations installées dans l'espace laissé entre la surface de l'extrados des voûtes et la toiture. Les données recueillies ont été modélisées en trois dimensions. Ensuite, le projet a été implanté

Contrôle interférenter ancienne
et nouvelle charpente de la nef
centrale.



dans la maquette numérique et tous les conflits avec la structure ancienne ont pu être détectés et corrigés.

LES BASES DE DONNEES

A chaque discipline correspond un module informatique de consignation des données, articulé autour de la même systématique de référence à l'édifice:

- 1° une définition rigoureuse des parties structurelles du bâtiment et de l'ensemble des bâtiments de l'ancienne enceinte conventuelle
- 2° l'établissement de thèmes généraux pour permettre de désigner par des mots-clés les différentes actions réalisées ou techniques utilisées.

La fiche descriptive de chaque module se compose d'une série de champs identifiant le document par sa référence à la base documentaire, l'origine et le type de document; suivant une série de rubriques adaptées à chaque utilisateur.

LA NOMENCLATURE

L'édifice a été divisé en un certain nombre de secteurs principaux, déterminés par un système d'axes longitudinaux et transversaux numérotés; ces axes sont parallèles et perpendiculaires aux structures statiques du monument. En élévation, différents niveaux correspondant aux principales entités architecturales ont été déterminés.

LA FICHE D'INVENTAIRE ET LES RECHERCHES

Pour indiquer les sujets traités dans chaque fiche, une série de thèmes et sous-thèmes a été déterminée.

Le programme offre la possibilité de constituer un système de renvois pour lier une fiche d'une base de données à n'importe quelle autre; il permet la relation dynamique de l'information en offrant la possibilité de lier, au sein même d'un texte, la fiche d'une photographie ou d'un plan qui sont alors affichés dans le texte à l'endroit où le renvoi a été inséré.

Les recherches dans les bases de données peuvent être effectuées de plusieurs manières; la plus simple consiste à cliquer sur un mot dans un texte pour en trouver automatiquement toutes les occurrences. Un langage d'interrogation permet ensuite de faire des requêtes plus complexes, pouvant atteindre 256 niveaux d'imbrication hiérarchique.

Des liens dynamiques peuvent ensuite être réalisés entre des documents graphiques générés dans un programme de dessin et les fiches de la base de données. Cette possibilité a été appliquée dans de larges mesures pour les informations recueillies par les restaurateurs d'art; elle a permis la visualisation graphique du résultat des requêtes effectuées dans la base de données et de quantifier métriquement par exemple les surfaces présentant tel ou tel type de pathologie dans un secteur donné.

LES SIMULATIONS DES PROJETS DE RESTAURATION

Les programmes d'images de synthèse ont été utilisés pour simuler certains partis de restauration. Pour la réfection des enduits extérieurs, les parties à recréer ou à changer ont été simulées avec ces moyens, ce qui a permis la détection préalable de certaines contradictions tout en offrant un bon moyen de présentation des idées. Par exemple, la couleur des différentes variantes de couverture a permis de préciser de façon rapide les choix et les options retenues.

LES CONTRAINTES ET LIMITES DE LA DEMARCHE

Une démarche de ce type demande impérativement une rigueur de travail. Cependant, elle reste fragile par la multiplicité des possibilités et des interprétations que chaque utilisateur fait du système. Nous remarquons la nécessité d'obtenir une coordination très poussée et fréquente des différents modules. La limitation essentielle réside dans le fait que ce type de procédure est encore étranger aux façons usuelles de faire de certains protagonistes et que ce genre de démarche nécessite un apprentissage, non seulement des procédures informatiques, mais aussi des méthodes de travail du groupe multidisciplinaire. L'archivage de l'ensemble de ces données sur disque compact doit être considéré comme une partie intégrante du monument. Cependant, il reste un outil fragile à long terme, car l'évolution constante des systèmes informatiques implique l'entretien et l'adaptation des données aux nouvelles technologies. A l'image du monument, cette base de connaissances devra être entretenue et enrichie au fur et à mesure de l'évolution des modes et du temps.

Olivier FEIHL Archéotech S.A.



RECHERCHES ARCHEOLOGIQUES ET HISTOIRE DU MONASTERE

Les recherches archéologiques, menées ces dernières années, ont renouvelé considérablement nos connaissances de l'histoire monumentale de l'église de Romainmôtier, sur deux plans essentiels au moins. Premièrement, la fouille approfondie de l'ancien cloître a permis de replacer l'édifice médiéval dans son contexte monastique. D'autre part, la chronologie des transformations successives du bâtiment est maintenant mieux assurée, notamment pour les périodes gothiques, jusque-là souvent négligées.

LES PREMIERES EGLISES

Plusieurs indices textuels et une tradition historiographique remontant au XIII^e siècle suggèrent que Romainmôtier serait une fondation des pères du Jura, entreprise vers 450 déjà. Cependant, aucune source ne fournit de renseignements sur la nature de ce premier établissement, qui n'est d'ailleurs pas attesté avec certitude. Quoiqu'il en fût réellement, c'est au mouvement monastique irlandais que Romainmôtier doit son véritable essor. La vie de saint Colomban, achevée vers 642, situe à son emplacement actuel le monastère. Chramnelène, un prince bourguignon, l'aurait

*Ancienne vue,
Merian, XVII^e siècle*

fait construire dans une région boisée du Jura, au bord du Nozon. Les données historiques et archéologiques connues ne permettent donc pas de dater avec précision la première église retrouvée en fouilles au début du siècle.

En tout cas, au milieu du VIII^e siècle, le monastère s'était déjà suffisamment développé pour compter plusieurs églises que le pape Etienne II vint consacrer. L'une d'entre elles était peut-être la seconde des églises connues de Romainmôtier reconstruite auparavant sur le même emplacement. D'ailleurs, pendant tout le Moyen Age, le site comprendra toujours plusieurs grands sanctuaires, comme en témoignent les fondations d'une imposante chapelle cruciforme, édifiée au Xe siècle sans doute. Quelques décennies après la construction de l'église actuelle au XI^e siècle - beaucoup plus vaste que les édifices qui l'ont précédée -, les moines firent encore édifier un troisième lieu de culte d'importance, consistant en une chapelle haute à trois vaisseaux connue sous le nom de "narthex".

LE CLOITRE ET L'EGLISE ACTUELLE

Les fouilles ont mis en lumière la structuration progressive depuis le Haut Moyen Age des bâtiments monastiques à partir du lieu de culte principal, selon un plan de plus en plus régulier. Un cloître est attesté pour la première fois dans le premier tiers du XI^e siècle. A cette époque, la construction de l'église actuelle devait déjà être achevée. Elle fut, en effet, entreprise par l'abbé Odilon peu après la donation définitive du monastère, par la famille royale de Bourgogne, à l'ordre de Cluny, dans le troisième quart du X^e siècle. Les analyses archéologiques ont notamment démontré que cette vaste église avait été voûtée dès l'origine. Elle constitue donc un témoin exceptionnel pour l'étude de ce mode de construction, qui ne se généralisera en Occident qu'à l'époque romane.

LA FIN DU MOYEN AGE

L'histoire du monument et l'évolution de ses fonctions dans les derniers siècles du Moyen Age sont aujourd'hui mieux définies. Dès le dernier quart du XIII^e siècle, de nouvelles nécessités liturgiques imposent la rénovation du sanctuaire. Les relations entre le cloître, l'église et le narthex font l'objet de remaniements successifs. La construction d'un chœur rectangulaire et d'une chapelle latérale, plus profonds que les absides romanes, est commencée. Cependant, un violent incendie, intervenu avant l'achèvement de la chapelle, détruit alors une partie du clocher et des voûtes de l'église, qui seront refaites encore avant la fin du siècle. Enfin, à Romainmôtier comme ailleurs, les XIV^e et XV^e siècles se caractérisent par la démultiplication des fondations privées. Deux tombeaux érigés dans le chœur et au moins deux autres situés dans le cloître en sont la meilleure preuve.

La confrontation de ces résultats avec les autres investigations menées sur le chantier de restauration, notamment l'analyse des enduits et peintures murales, ouvre ainsi la perspective d'une compréhension beaucoup plus globale de l'histoire du monastère qu'elle n'a pu l'être jusqu'à présent.

Peter EGGENBERGER et Philippe JATON *Archéologues*
Nicolas SCHÄTTI *Historien d'art*

LA RESTAURATION DU DEBUT DU SIECLE

Comme tant d'autres bâtiments, l'église de Romainmôtier se trouvait à la fin du XIX^e siècle, dans un état excessivement fâcheux (...). Le temps, l'humidité du sol, aidés de la négligence humaine, travaillent activement à amener la ruine de cet admirable édifice, propriété de l'Etat (Conseil d'Etat. Compte-rendu. 1889).

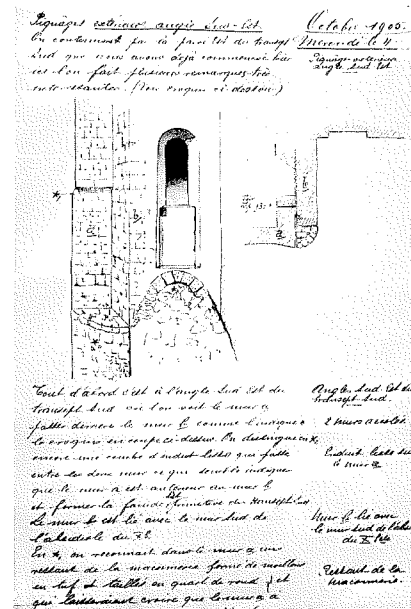
Dix ans plus tard, une campagne générale de restauration est entreprise, sous la conduite de l'architecte neuchâtelois Léo Châtelain (1839-1913), étroitement dirigée par une commission technique présidée avec autorité par Albert Naef (1862-1936); les deux autres membres, Jacques Mayor et Johann Rudolf Rahn seront remplacés en 1904 par Max van Berchem et Joseph Zemp.

Les premières années sont marquées par la réalisation des mesures d'assainissement au nord préconisées dans un rapport de 1894, quelques fouilles et piquages partiels. La campagne de restauration ne démarre véritablement qu'en 1904 de manière ordonnée et systématique, avec l'octroi d'un budget annuel plus conséquent. L'exploration méthodique de l'édifice, intérieur et extérieur, constitue la première étape; les murs perdent leur crépi, les parois leur badigeon, les percements sont démurés. La chapelle St. Michel est alors aménagée en lieu de culte provisoire. Les travaux de restauration proprement dits commencent en 1907, sur un bâtiment mis à nu qui a ainsi pu livrer les méandres de son histoire. Les maçonneries sont consolidées, rejointoyées, voire remontées; les charpentes sont réparées et les toitures, à l'exception de celle de la nef, modifiées. Les peintures murales sont restaurées, parfois largement reconstituées. Le sol est doté d'un nouveau dallage. Le mobilier ancien est rétabli, puis nouvellement agencé (chaire, table de communion, stalles et orgues); des bancs et des vitraux neufs complètent l'aménagement. Les transformations bernoises d'ordre pratique sont supprimées et l'ensemble



Intérieur en direction de l'Ouest, avant travaux (Musée Elysée)

Page du Journal des travaux des fouilles, trouvailles accidentelles, incidents de l'exploration archéologique du Temple de Romainmôtier, 4 octobre 1905. Tenu, de 1905 à 1915, ce Journal consigne découvertes, décisions et travaux, jour après jour. De nombreux plans et photographies, avant, pendant et après travaux, complètent la documentation. (ACV-AMH)



de l'édifice rendu à sa fonction cultuelle. Erigée au rang de monument historique, l'église est inaugurée le 1er août 1915.

PARTIS PRIS DE RESTAURATION

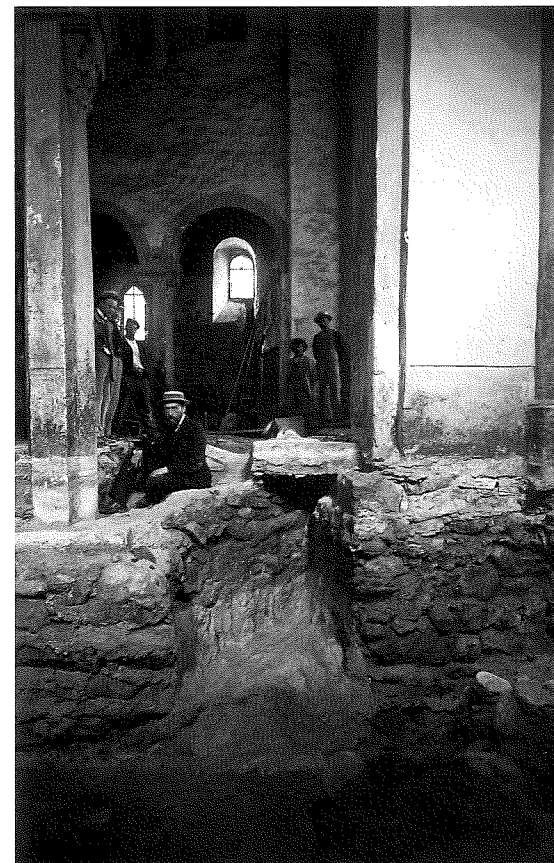
Malgré l'absence quasi complète de textes expressément théoriques, l'analyse critique des résultats permet de dégager les lignes de force de cette restauration. L'ordre dans lequel se sont déroulées les opérations révèle d'emblée le poids accordé à l'archéologie. Les résultats acquis au cours de fouilles permettent seuls l'élaboration du projet de restauration. Cette ligne de conduite s'oppose aux interventions de type utilitaire, pittoresque ou idéalisateur dont le XIX^e siècle finissant fournit encore maints exemples. Elle s'inscrit dans un courant qui tend à une appréciation plus respectueuse du bâtiment dans sa dimension historique. Conscieusement documentée et mettant en oeuvre les méthodes les plus avancées de son époque, elle témoigne d'une approche résolument scientifique de la restauration dont Naef s'est fait l'ardent défenseur.

Les travaux visent cependant à rendre à l'édifice un état ou un aspect aussi "primitif" que possible - roman ou gothique - et qui s'arrête à l'avènement de la Réforme. Cette

*Façade Sud du porche et du narthex, 11 juin 1904.
A noter le porche, avec sa surélévation bernoise, perçue comme une construction tardive qui ne possède, ni dans son ensemble, ni dans ses détails, une forme architecturale quelconque caractéristique d'une époque quelconque; elle alourdit cette partie de l'édifice et masque, sans aucune compensation, l'intéressante façade ouest du narthex (CT, séance du 7 mai 1910). La façade Sud du narthex, bouleversée par des nombreux remaniements, sera régularisée et la toiture du bas-côté, masquant encore la base des fenêtres hautes de la nef, abaissée. (ACV-AMH)*

limite chronologique, tacitement admise alors, conduit, d'une part, à la démolition systématique et sans appel des aménagements bernois ou modernes, dans la mesure où la stabilité de l'édifice n'est pas compromise. Elle conditionne, d'autre part, les travaux de réfection. Les vestiges, parfois assez minces, livrés par l'exploration légitime des reconstitutions ou de restitutions; des parties conservées servent de modèle. La restauration est aussi guidée par un souci pédagogique, celui de faire voir, de rendre intelligible au visiteur l'histoire de l'édifice et de ses remaniements successifs. Nombre d'interventions participent de cette intention, telles que l'indication dans le nouveau sol du plan des églises primitives, le tracé de l'ancien pignon dans la façade du chevet, la présentation archéologique de certains percements, le traitement différencié des façades passant de l'appareil simplement jointoyé dans la partie romane au lourd crépi marquant le rehaussement de l'époque bernoise, le maintien à l'intérieur de la nef des lignes de l'ancienne voûte romane en plein cintre, ou encore la conservation de témoins du badigeon gris moderne accompagnés d'une note explicative.

A l'instar des étapes anciennes de son histoire, cette nouvelle campagne est dûment signalée par les sigles conventionnels, adoptés dans les autres chantiers contemporains. Les fragments de sculptures, les anciennes pierres tombales et les panneaux composés de fragments de peinture détachés du narthex et les moulages, placés alors contre les murs de l'édifice, devaient renforcer cette image de l'église-musée qui tend aujourd'hui à disparaître de plus en plus. D'autres travaux enfin témoignent de la sensibilité esthétique de l'époque et répondent à des critères d'uniformisation entre les parties anciennes et nouvelles, d'irrégularité et d'attirance pour des

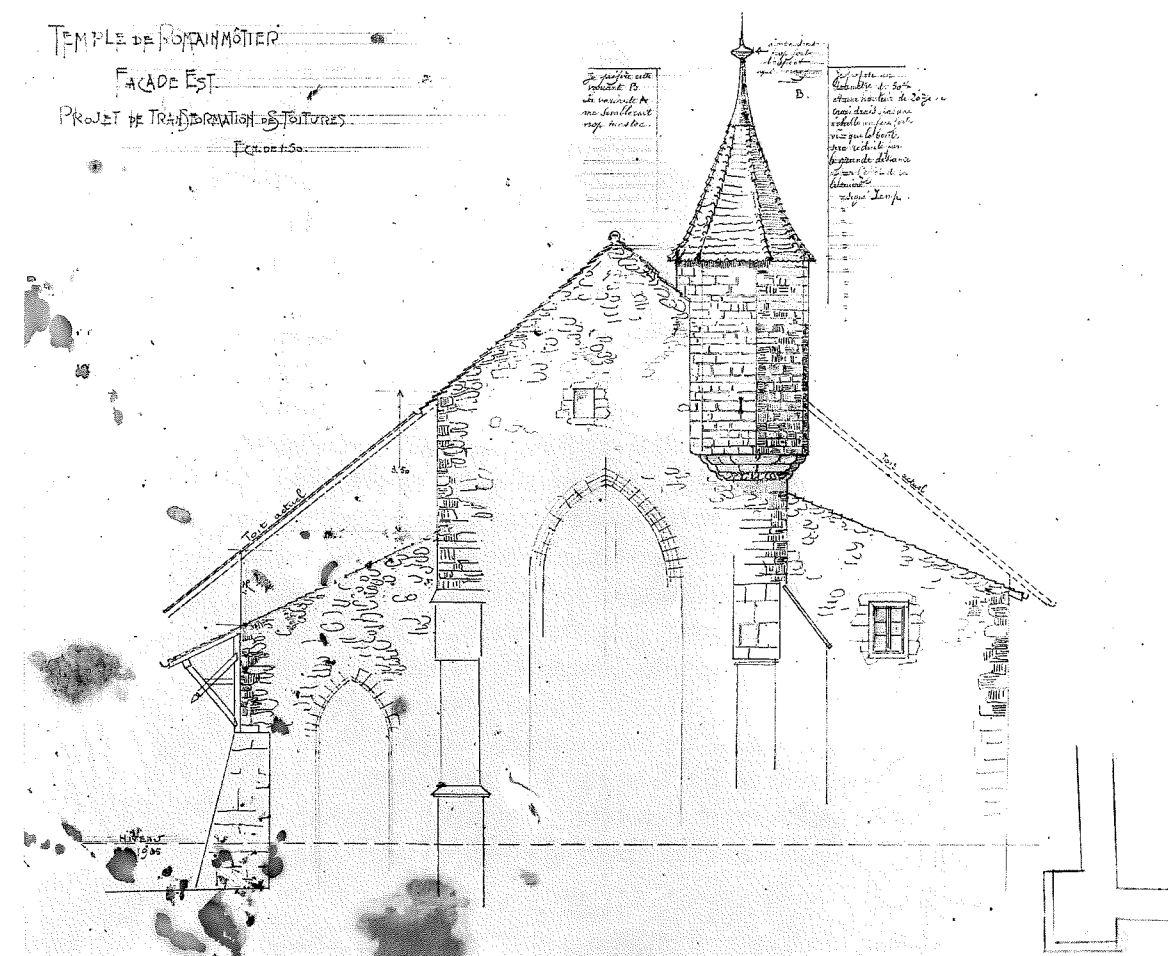


*Fouilles dans le collatéral Sud de l'avant-choeur, 9 juin 1905.
Au premier plan, Alberf Naef assis au bord de l'abside du VIIIe siècle. (ACV-AMH)*

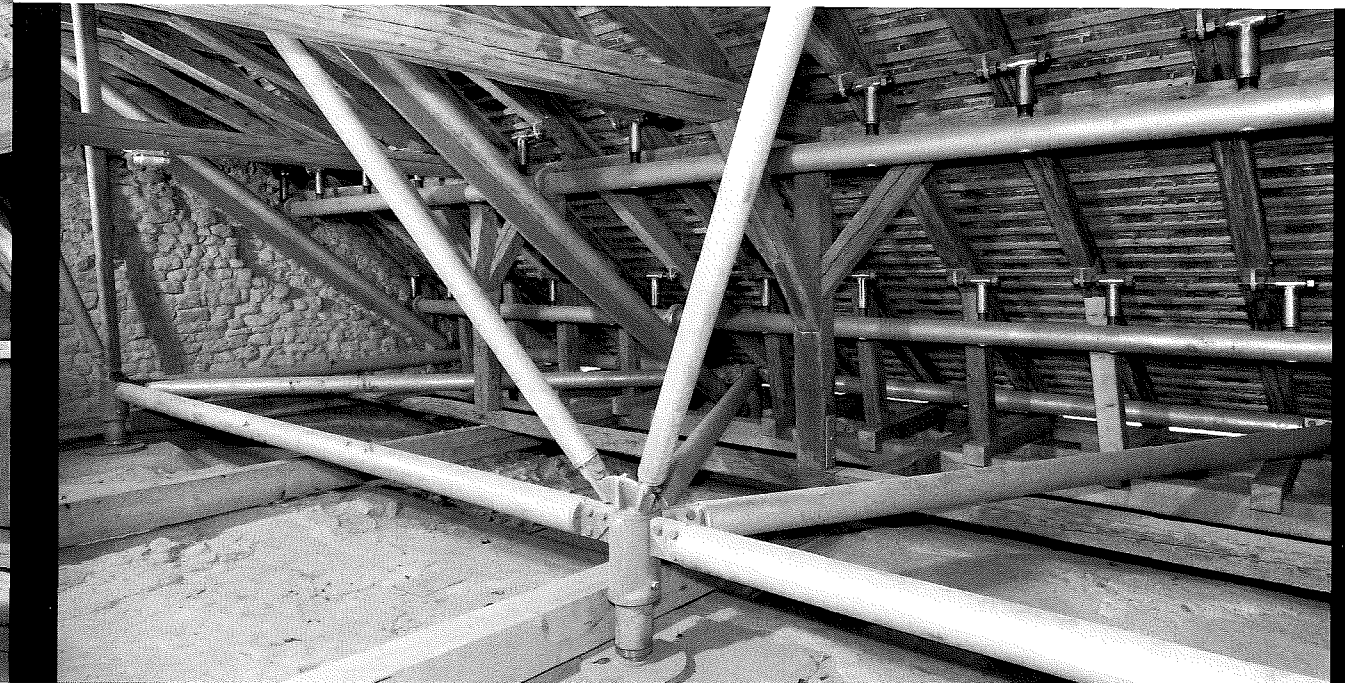
Temple de Romainmôtier. Façade Est. Projet de transformation des toitures, 1908. Plan mis au net par F. Blanc, reproduisant les annotations de Naef et de Zemp. (SB-VD)

matériaux bruts. A partir de 1909, une série d'opérations vise à masquer l'aspect trop régulier de la restauration : vieillissement des badigeons et des décors restitués, piquage des joints ou du mortier neuf, pose de taches de crépi et d'enduit sur les façades, rougissement au feu des nouveaux moellons du narthex pour unifier les teintes, etc. Le goût pour la variété s'affiche dans la séparation des toitures du chevet, abaissées à des niveaux divers; cette transformation, dictée certes par un souci archéologique, manifeste une recherche de l'effet pittoresque à laquelle participe grandement le rétablissement de l'échauguette, officiellement complétée d'après des documents anciens qui ne sont pourtant jamais cités. Le traitement des façades révèle un autre aspect de l'esthétique contemporaine, l'intérêt pour la matière brute. A priori, rien ne s'opposait au recrépissage des façades après l'exploration qui de surcroît avait révélé des restes d'enduits médiévaux. Mais cette question est complètement évacuée à Romainmôtier. Elle relève d'un consensus qu'il n'est plus besoin ni d'évoquer, ni de justifier. Avec ses composants didactiques, muséologiques, théoriques et artistiques, cette confiance accordée à la connaissance qui lorsqu'elle paraît assurée légitime une intervention sur la matière originale, la mise en oeuvre de méthodes modernes, cette restauration reflète les aspirations du début du siècle et constitue une page significative de l'histoire du bâtiment.

Claire HUGUENIN *Historienne de l'art*



LE RENFORCEMENT DES CHARPENTES DE LA NEF ET DU NARTHEX DE L'EGLISE DE ROMAINMÔTIER



HISTORIQUE ET DEGATS CONSTATES

L'analyse de l'état du bâtiment engagée dès 1986 a permis de constater la présence de nombreuses fissures dans la voûte de la nef. L'importance de celles-ci, dont l'ouverture atteignait 20 mm à certains endroits et dont l'évolution devenait préoccupante laissait craindre l'effondrement de la voûte si un renforcement de la structure n'était pas entrepris.

La voûte de la nef est constituée d'éléments en tuf d'une épaisseur variant entre quinze et vingt-cinq centimètres jointoyés au mortier et reposant sur des arcs. Il s'agit d'un voûtement à ogives réalisé au début de l'époque gothique, vers 1300. Il repose sur des murs dépourvus de contreforts. Seule la masse de ces murs s'oppose aux forces horizontales provoquées par la poussée de la voûte. Ces murs sont eux-mêmes supportés par des piliers surmontés d'arcs en plein cintre au niveau desquels la force horizontale est reprise par la structure des bas-côtés de la nef.

Un relevé des fissures a montré que seuls les voûtains situés entre les arcs étaient endommagés, les arcs eux-mêmes restant intacts, ce qui n'aurait pas été le cas si les murs latéraux avaient subi un déversement engendré par la poussée horizontale de la voûte.

Une inspection de la toiture de la nef a révélé la présence d'éléments de renforcement de la charpente prenant appui directement sur la voûte. Ces renforts n'étaient pas prévus à l'origine de la construction, ils avaient dû être mis en place au début du siècle, lors de travaux d'assainissement et étaient sans aucun doute à l'origine des dégâts constatés.

*Charpente restaurée du narthex.
Détail des articulations*

Charpente métallique de stabilisation de la toiture du narthex

Charpente restaurée du narthex - Vue générale

La charpente initiale de la toiture de la nef était constituée de fermes-chevrons assemblées "à ciseaux", prenant appui sur les murs de façade. Aucune butée n'ayant été prévue au niveau des appuis, les poussées horizontales résultant du poids de la couverture n'ont pas été reprises par les murs en maçonnerie, mais absorbées par la charpente elle-même qui trouva son équilibre en se déformant et en s'affaissant considérablement. Afin d'y remédier, une nouvelle structure avait été mise en place. Celle-ci était constituée d'une panne faîtière supportée par des poteaux prenant appui par l'intermédiaire d'une filière directement sur les entrails retroussés des fermes-chevrons. Ce renforcement ne suffisant pas, l'ensemble de la structure fut câlé sur la voûte en différents points, notamment sur les voûtains en tuf, éléments réalisés de la manière la plus légère possible à la fin du XIIIe siècle, afin de ne pas surcharger les ogives, et de ce fait peu résistants. Cet apport de charge provoqua les fissures visibles depuis l'intérieur de la nef.

D'autres faiblesses ont été constatées au niveau de la charpente de l'église, notamment dans le narthex où une forte inclinaison de la structure vers le porche a été observée. Cette charpente en sapin blanc réalisée en 1548 était à l'origine largement sous-dimensionnée et dépourvue de contreventement. Elle fut mal renforcée en 1731 par une structure réalisée en épicéa. La rupture à certains endroits des assemblages et du lattage provoqua l'inclinaison de la structure elle-même et du mur de façade situé au-dessus du porche sur lequel elle vint s'appuyer.



REFLEXION DE DEPART POUR LA CONCEPTION DU RENFORCEMENT DES CHARPENTES

Il devenait urgent pour la nef de supprimer les appuis de la charpente sur la voûte. Pour le narthex, il fallait contreventer la structure de manière à supprimer les charges horizontales déstabilisant le mur surplombant le porche. De plus, l'ossature de ces charpentes n'était pas suffisamment résistante et devait être renforcée.

Dans le but de conserver les éléments d'origine, il fallait prévoir une nouvelle structure dont le rôle consistait à rigidifier et à soulager l'existante, tout en reportant les réactions d'appuis là où elles étaient prévues à l'origine. L'objectif consistait donc à respecter et conserver l'ancien en réalisant une intervention efficace nettement lisible, sans aucune équivoque et se détachant clairement de la charpente existante.

CONCEPT

Compte tenu de cet objectif et de la présence des matériaux d'origine qui sont le bois et la pierre, l'intervention était conçue en acier dont le traitement de surface devait être suffisamment résistant à la corrosion pour durer plusieurs siècles. Le choix d'un traitement de la structure par un zingage à chaud offrait la meilleure garantie, les pièces munies de pas de vis ou soumises à l'usure par frottement devant être prévues en acier inoxydable. De plus, la couleur du zinc et de l'acier inoxydable donnait au même titre que le bois et la pierre un aspect naturel à la structure, tout en assurant la distinction visuelle claire entre ancienne et nouvelle charpente.

Dans ce même but, la nouvelle structure était implantée entre la voûte et la toiture.

*Charpente restaurée de la nef:
a) Détail d'une articulation
b) Vue d'ensemble*

Afin d'éviter d'endommager cette dernière en la démontant, il fallait prévoir des éléments susceptibles d'être manipulés de manière à éviter tout conflit avec la charpente existante constituée de fermettes équidistantes d'environ 80 cm. Le concept de la nouvelle charpente en acier devait être réalisé par assemblage au moyen de boulons afin d'éviter les soudures exécutées sur le chantier, difficilement contrôlables sur le plan de la résistance et créant des zones sensibles à la corrosion qu'il était impossible de traiter de manière comparable à un zingage à chaud réalisé en atelier. Du fait de l'irrégularité géométrique des éléments de la charpente à soutenir, il fallait prévoir des assemblages réglables en plan et en élévation au moyen de pas de vis, la fabrication de pièces sur le chantier ne pouvant se faire pour les raisons exposées ci-dessus.

Pour réaliser un tel ouvrage entièrement conçu à l'extérieur du bâtiment, compte tenu des multiples conflits potentiels entre la structure rapportée, la voûte et la charpente existante dépourvues de toute régularité géométrique, il fallait exploiter au mieux le peu de place disponible et pour ce faire, utiliser les meilleures techniques de modélisation en trois dimensions. Un relevé géométrique très précis de l'extrados de la voûte ainsi que de chaque pièce de la charpente était donc nécessaire.

RENFORCEMENT DE LA CHARPENTE DE LA NEF

Des poutres cintrées équidistantes d'environ 5 m. ont été mises en place à l'aplomb des colonnes supportant le corps central de la nef. Elles sont reliées entre elles par quatre longerons dans lesquels sont encastrés des potelets destinés à reprendre la charge de chaque fermette au niveau des chevrons. Ces "béquilles" sont réglables pour s'adapter à la géométrie de l'ancienne charpente.

Afin d'éviter les poussées horizontales d'une voûte, le travail des poutres cintrées est à considérer comme étant le travail effectif d'une poutre et non d'un cintre. Ces poutres ont été cintrées afin d'éviter les conflits avec la voûte et la charpente existante. Pour s'assurer de l'absence de transmission de réactions d'appuis horizontales résultant de la mise en charge de la structure, de la dilatation ou d'autres effets secondaires, la liaison entre les appareils d'appui et les extrémités des poutres cintrées est assurée par des rouleaux permettant des déplacements latéraux dans le sens longitudinal des poutres d'environ 2 cm. Les charges verticales dues aux poids de la toiture et de la neige sont donc transmises directement aux appuis.

Des ancrages passifs d'une hauteur de 2 m. ont été réalisés dans les murs afin de recevoir les appareils d'appuis et de solidariser les éléments constituant la maçonnerie à l'endroit de la transmission des charges.

RENFORCEMENT DE LA CHARPENTE DU NARTHEX

Deux structures distinctes situées de part et d'autre de l'axe du faite ont été réalisées pour soulager et contreventer la charpente existante. Chacune de ces structures repose en sept points qui ont été choisis de manière à transmettre les charges directement sur les colonnes ou sur les murs périphériques de l'édifice. Un renforcement de la maçonnerie au droit des appuis des structures rapportées a

également été réalisé par la mise en place de tirants passifs d'une longueur d'environ 2 m., identiques à ceux utilisés pour la nef.

Les béquilles soulageant les chevrons ainsi que les longerons les supportant ont une conception identique à ceux mis en place dans la nef. Ces éléments sont tenus par deux structures tridimensionnelles composées chacune de deux pyramides qui assurent la stabilité de l'ensemble auxquelles ont été ajoutés les éléments nécessaires pour assurer que chaque fermette composant la charpente puisse être soulagée par la structure.

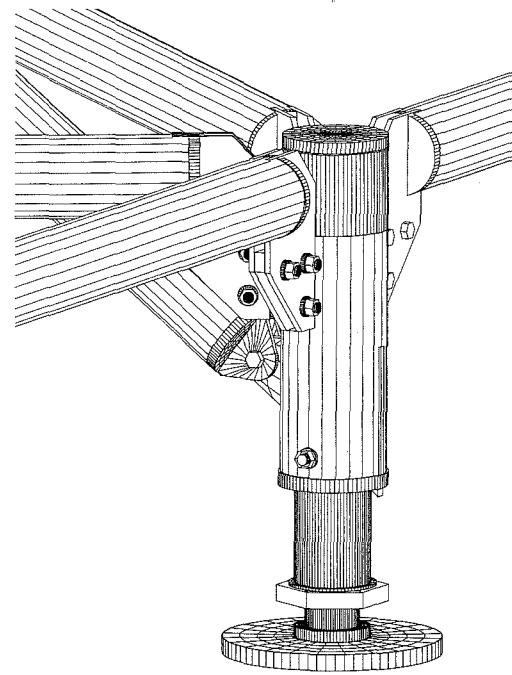
La triangulation du châssis horizontal représente un diaphragme rigide dans son plan dont l'encastrement de chacune de ses composantes sur les potelets qui les supportent assure un socle de base indéformable apte à recevoir la structure spatiale plus légère dont l'extrémité de chaque base est matérialisée par une articulation.

La base des potelets est considérée statiquement comme une articulation qui ne transmet pas d'efforts de flexion à la structure existante.

Les réactions d'appuis verticales sont transmises à l'édifice par l'intermédiaire de socles en mortier dont la réalisation a permis d'assurer une assise plane à la structure rapportée. Afin de garantir une bonne répartition de la charge, le contact définitif entre le socle en mortier et le métal a été réalisé en dernier lieu par la mise en place d'une résine liquide sans retrait de son durcissement.

Les réactions d'appui horizontales sont faibles en raison de la conception du système statique. L'effet de poussée résultant du poids de la toiture a été supprimé et seuls les efforts dus au vent sont transmis à l'édifice par l'intermédiaire d'ancrages scellés dans la maçonnerie.

Mario FUKAMI † et François KOCHER *Ingénieurs civils*



Structure de renforcement du narthex. Projet de détail d'une articulation.

Les travaux de réfection des toitures de l'église de Romainmôtier en 1994 ont fait apparaître des éléments intéressants pour l'histoire des tuiles anciennes du canton de Vaud. Il s'agit notamment des tuiles vernissées qui se trouvaient sur la flèche du clocher¹.

Ces tuiles sont moulées "à la française", à découpe droite, courtes (30,5-32,5 cm) et assez larges (16-18 cm). Elles présentent une surface extérieure lissée dont le pureau est recouvert d'une glaçure brun jaune sans engobe. Elles sont percées systématiquement d'un trou, le plus souvent à gauche du talon, parfois aussi à droite, afin de renforcer leur accrochage au lattage à cause de la pente très raide des pans du clocher. De nombreux spécimens sont caractérisés par un profil convexe qui, selon Viollet-le-Duc, avait pour but de rendre la toiture plus unie et de donner moins de prise au vent². Ces modèles ont pu être regroupés en deux séries, vraisemblablement contemporaines, qui se distinguent essentiellement par une forme de talon différente (fig. 1-2). La découpe droite, la surface extérieure dépourvue de strie servant à canaliser l'eau de pluie, l'une des formes de talon - rabattu, soigneusement lissé et pyramidal - nous autorisent à situer ces modèles entre le XIII^e et le XVI^e siècles³. Les spécimens à talon moulé plus ou moins pyramidal sont comparables aux tuiles vernissées brun rouge découvertes au château de Chillon⁴.

Une des particularités des tuiles vernissées du clocher de l'église de Romainmôtier réside dans les très nombreuses traces de pattes d'animaux visibles sur la surface extérieure. Il s'agit "d'accidents" survenus durant le séchage qui s'effectuait à l'air libre, les tuiles étant simplement déposées à même le sol. Des empreintes de renard (fig. 1), de fouine et le plus souvent de chien (fig. 2) ont été identifiées⁵. Quant à la trace de pied humain, elle est plutôt exceptionnelle (fig. 3)⁶.

Le clocher de l'église de Romainmôtier a aussi livré quelques demi-tuiles, les seules qui nous soient parvenues jusqu'à maintenant dans le canton de Vaud. Elles appartiennent au même type que les modèles entiers décrits plus haut. A Romainmôtier, les demi-tuiles avaient pour fonction de faciliter la pose sur les pans étroits de la flèche du clocher, mais elles peuvent aussi être utilisées pour les rives du toit, afin de respecter le recouvrement alterné. Ces modèles étaient fabriqués dans le même moule que les tuiles habituelles, qui étaient alors incisées par le mouleur avant la cuisson, afin d'éviter qu'elles ne soient cassées par le couvreur lors du partage. La présence de vernis sur la tranche de la découpe préalable de certains spécimens prouve que les deux demi-tuiles étaient parfois séparées juste après le moulage déjà (fig. 4-5)⁷.

Le nombre important de tuiles vernissées découvertes sur la flèche de l'église de Romainmôtier lors des travaux de 1994 et les caractéristiques propres aux tuiles de clocher observées sur ces spécimens font penser qu'ils étaient à leur emplacement d'origine⁸.

Michèle GROTE *Historienne des monuments*

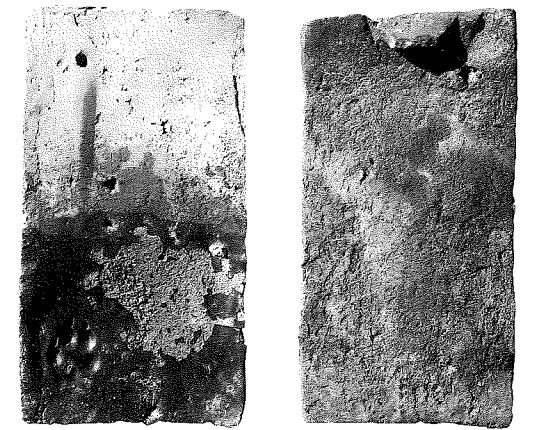


Fig.1 - Tuile à talon pyramidal et rabattu (MHA VD 274/15)



Fig.2 - Tuile à talon moulé (MHA VD 274/8)



Fig.3 - Pied humain imprimé par accident sur la surface extérieure (MHA VD 274/7)



Fig.4 - Demi-tuile percée d'un trou permettant de l'accrocher au lattage par un clou (MHA VD 274/21)

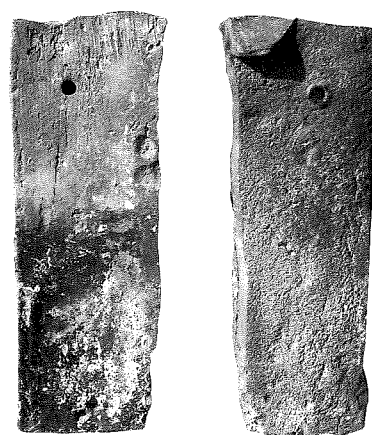


Fig.5 - Demi-tuile dotée à la fois d'un trou et d'un talon (MHA VD 274/20)

NOTES:

1. Michèle Grote, *Eglise de Romainmôtier, Analyse de la couverture*, ms dactyl. déposé aux MHA VD, nov. 1995.
2. Eugène Emmanuel Viollet-Le-Duc, *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle*, tome 9, Paris 1870, p. 328.
3. Michèle Grote, Les tuiles anciennes du Canton de Vaud, dans *Cahier d'archéologie romande*, n° 67, Lausanne 1996, pp. 37-39, 42-43, 57.
4. MHA VD nos 349/14, 15, 52.
5. Traces d'animaux identifiées par Daniel Cherix et André Keiser, du Musée zoologique de Lausanne.
6. L'empreinte du pied a été examinée par François Mariétoze, mais il n'a pas été possible d'en tirer des renseignements plus précis. Pour l'instant, une seule empreinte de pied humain, également partielle, a été repérée (MHA VD no 147/84).
7. Cf. supra note 3, p. 59.
8. Claire Huguenin, *Eglise de Romainmôtier, Charpentes et toitures, Extraits d'archives 1536-1915*, ms dactyl. déposé aux MHA VD, nov.-déc. 1993 : au début du XX^e siècle, des "vieilles tuiles" ont aussi été achetées pour restaurer les toitures de l'église, comme à la Cathédrale de Lausanne, mais dans des proportions plus modestes et dans un rayon plus local. De plus, des tuiles vernissées ont été trouvées dans les fouilles effectuées dans l'église autour de 1900 (comm. de Claire Huguenin).

Les toitures de l'église de Romainmôtier ont subi, à travers l'histoire du monument, de profondes mutations qui avaient principalement pour résultat la modification de leurs pentes, pour lesquelles l'implantation des fenêtres romanes et les connaissances archéologiques et historiques montrent à l'évidence qu'initialement, elles étaient nettement moins accentuées. La géométrie et la configuration des toitures telles qu'elles se présentent aujourd'hui remontent aux différents chantiers de réfection des charpentes qui, d'après les sources historiques, se sont étalés tout au long du XVI^e siècle. Les dernières interventions notables qui ont conduit, en premier lieu, à la suppression des modifications bernoises au porche et au chœur, s'inscrivaient dans la restauration en profondeur, entreprise au début du siècle par Naef/Châtelain. L'un des objectifs de cette importante restauration consistait à faire ressortir, dans la mesure du possible, les ouvrages romans et là, en premier lieu, les anciennes ouvertures, cachées ou remplacées par les interventions gothiques du XVI^e siècle. Au niveau des toitures, cette démarche avait comme conséquence que des fenêtres romanes remises au jour se situent maintenant en contrebas par rapport, soit aux faîtes, soit aux bords supérieurs des toitures adjacentes dont la pente avait précisément été augmentée au courant du XVI^e siècle. Les problèmes techniques qui résultaient de cette intervention n'avaient guère été résolus, les cuvettes créées devant ces ouvertures ne disposant ni d'écoulements, ni d'un habillage suffisamment étanche. Ces endroits, de même que les raccords entre façades et toitures, ont fait l'objet d'une révision complète et d'une amélioration notable des ouvrages en ferblanterie. Les cuvettes devant les ouvertures romanes sont maintenant habillées de caissons en tôle de cuivre dont le fond, légèrement en pente, dispose d'un écoulement qui est raccordé à la descente d'eaux pluviales la plus proche. Les tablettes qui coiffent les bords supérieurs des toitures et forment relevés contre les façades des corps de bâtiments adjacents plus élevés, ont été revues de sorte à assurer la ventilation haute et ainsi la circulation d'air dans ces toitures. Par ailleurs, les tuyaux de descente d'eaux pluviales, posés à l'air libre et en pente, directement sur les couvertures des collatéraux de la nef et du chœur, sont maintenant remplacés par des couloirs en cuivre, suffisamment larges et profonds, qui s'inscrivent dans l'épaisseur du complexe de couverture. Les derniers virevents qui subsistaient au transept et à la chapelle Sud, ont été éliminés et remplacés, comme ailleurs, par une rangée de tuiles de bord scellées au mortier qui dépassent le mur de quelques centimètres.

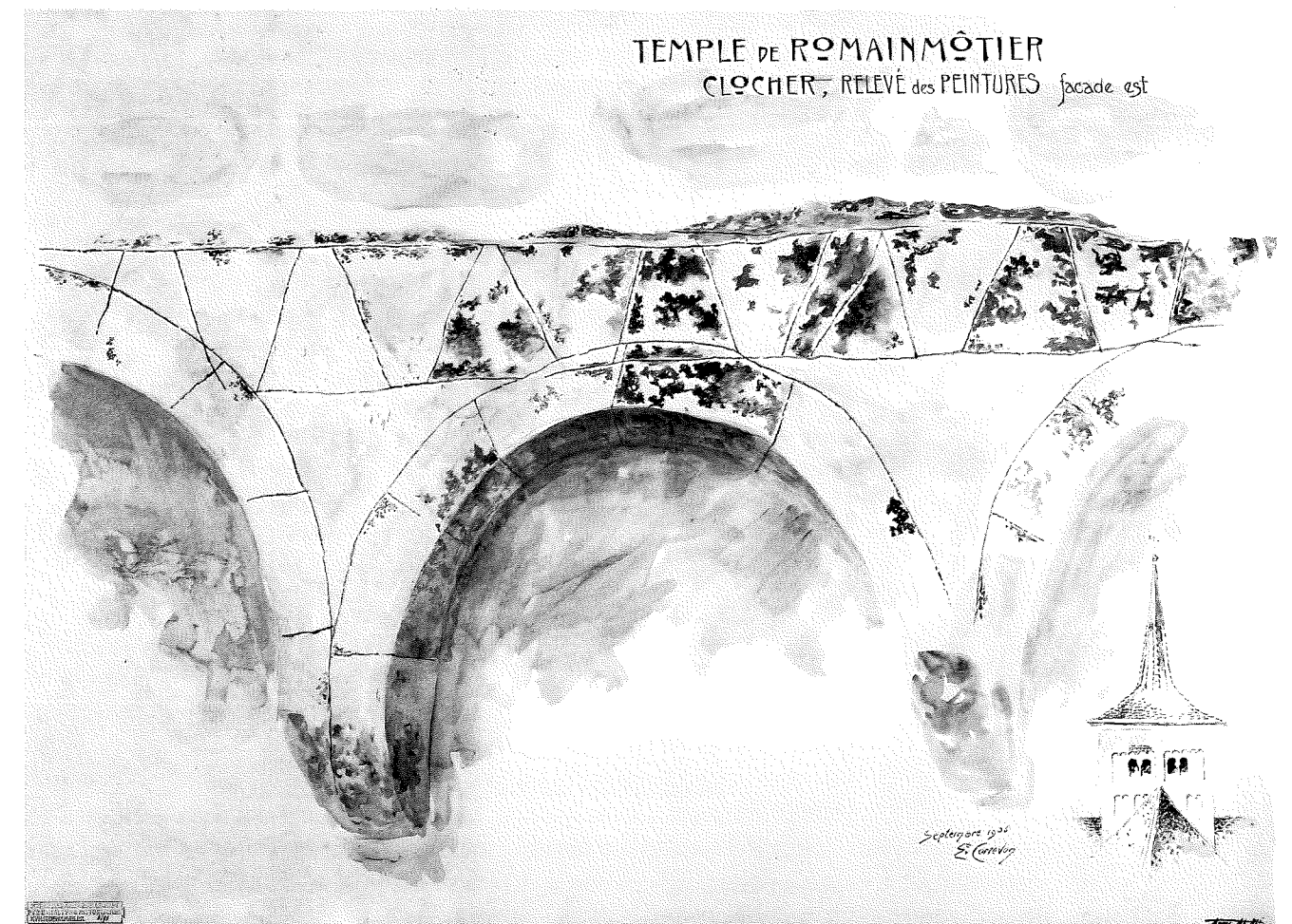
En ce qui concerne la couverture en tuiles, l'ensemble des toitures a fait l'objet, avant les travaux, des deux analyses habituelles, historique et technique. Les résultats de la première, entreprise par Michèle Grote, historienne de l'art, sont consignés, ci-dessus, dans le chapitre précédent. L'analyse technique de l'état de conservation des tuiles montrait qu'au mieux dix pour-cent seulement de celles-ci pouvait être récupéré et réutilisé après nettoyage et lavage. Il était donc décidé de regrouper les tuiles récupérées sur un corps de bâtiment à part, à faible hauteur. En

l'occurrence, c'est le porche de l'église qui a finalement été retenu pour recevoir ces tuiles anciennes. Pour le reste et donc la presque totalité des surfaces, celles-ci ont été recouvertes de nouvelles tuiles, fabriquées aux tuileries Bardonnex. La teinte de ces dernières correspond à un mélange spécialement préparé pour l'église de Romainmôtier, sur la base d'un choix qui s'était effectué en partant d'une surface de l'ancienne couverture nettoyée au jet sous pression. Si les surfaces courantes ont donc été largement recouvertes de nouvelles tuiles, les faîtes des toitures principales ont de nouveau été coiffées, pour la plupart, des anciens créneaux à fleurons, fabriqués à l'époque de la restauration Naef/Châtelain, dans les tuileries de Bussigny, d'après un modèle authentique du XVIII^e siècle retrouvé dans les déblais, sous le toit de la nef.

Hans GUTSCHER *Architecte*



*Tuile faîtière
(fabrication début du siècle selon
un modèle du XVIII^e)*



*Relevé des décors du
clocher, par Ernest Correvon.*

INTRODUCTION

Les façades de l'église de Romainmôtier sont ornées de décors exceptionnels datant de la construction de l'église au XI^e siècle. Ces vestiges ont fait l'objet de mesures de conservation et d'études attentives qui ont pu compléter les informations déjà récoltées lors de la restauration du début du siècle et situer ces décors dans un contexte comparatif élargi.

C'est sur l'intrados des arcatures aveugles couronnant les lésènes que la polychromie a pu être mise en évidence. Un badigeon blanc, préparé avec une incision, est orné d'une alternance de claveaux rouges et blancs (gris noir à l'origine).

Dans le même esprit, les intrados des arcatures aveugles du clocher des faces est et nord portent un décor simulant des claveaux rouges et gris noir qui se complète sur les extrados des arcatures par une frise de dents de scie rouges et blanches (vraisemblablement d'aspect gris à l'origine) puis par une double assise de pierres rouges et noires.

Un badigeon gris, sur lequel sont peintes du côté est des représentations figurées,

couvre l'intérieur de l'arcature. On y voit des animaux (un coq ? et un autre volatile ?) et un personnage dessiné par plusieurs traits incisés dans l'enduit.'

LA REPRESENTATION DES FIGURES SUR LE CLOCHER

L'association d'une forme humaine et des animaux trouve des correspondances dans des représentations sculptées ou dans des évangélistes. Les chapiteaux qui se trouvent à proximité du personnage sont ornés de motifs purement décoratifs qui ne permettent pas d'en proposer une interprétation. S'il était seul, on pourrait croire que son exécution fût fortuite. Toutefois, plusieurs animaux l'accompagnent et on retrouve presque le même type de décor à l'église de Suse dans le Piémont. Ces peintures avaient une signification qu'on ne perçoit plus aujourd'hui. Le lieu même du décor, le clocher, est d'ailleurs chargé d'une symbolique forte à laquelle il est peut-être fait allusion dans ces figures (source de vie ?). D'autant que toutes les images conservées se trouvent à l'est, orientation particulièrement porteuse de sens.

LE DECOR D'ARCHITECTURE ET SA FONCTION

Les arcatures de la tour de Romainmôtier sont rehaussées par de la couleur, puis des dents de scie apparaissent pour donner l'illusion d'un relief et enfin une nouvelle ligne est créée par la simulation d'assises de pierres. Cette prolongation de l'architecture par la peinture transforme le support non plus seulement de manière réaliste, mais de façon à créer une nouvelle image. La perception actuelle de l'architecture, où dominent les éléments verticaux, se révèle partiellement éloignée au regard de l'état médiéval original. Le rôle du peintre décorateur, que les textes tardifs désignent comme "grieur", apparaît ici déterminant dans la création de l'image architecturale de l'édifice, ce que confirment également les quelques rares points de comparaisons envisagés.

Du point de vue stylistique, les décors peints de Romainmôtier peuvent être comparés avec ceux de quelques églises alpines comme celles de Müstair dans les Grisons, de Saint-Pierre-de-Clages en Valais, ou de Suse dans le Piémont par exemple. Presque tous ces décors sont situés au XI^e siècle (à l'exception de Müstair, dont la date ne peut d'ailleurs être discutée avec précision). La conjugaison de l'analyse matérielle avec ces exemples comparatifs permet donc de situer ces peintures de Romainmôtier au XI^e siècle, à l'époque de la construction de l'église ou peu après.

ANALYSES MATERIELLES

Les murs se composent d'un blocage de moellons maçonnés dans un bain de mortier, aux joints soigneusement compressés et parfois incisés d'un coup de truelle.

L'état de conservation du jointolement - propre, sans trace d'usure ni de badigeon - indique qu'un revêtement couvre rapidement les façades d'une couche d'enduit de mortier lissé et compressé à la truelle, en épousant les irrégularités. Ce mortier, particulièrement résistant, ne contient aucune fissure.

Un épais badigeon blanc habille le revêtement, puis un riche rehaussement peint évoque un appareil régulier formé des claveaux ocre rouge et noirs, séparés par des



Personnage représenté sur le clocher, avant restauration.

faux joints blanc. L'esquisse, effectuée à frais dans le badigeon et, selon les enduits, dans l'enduit encore frais, prépare l'exécution des quelques figures peintes.

Après deux cent cinquante ans environ d'existence, les peintures et leur support sont gravement endommagés par l'incendie de 1270-80; la chaleur émise par le feu, oxydant les composants ferreux contenus dans les grains de sable, donne un aspect ocre rouge au crépi roman. Le chantier de rénovation engagé après ce premier sinistre fera disparaître, sous une nouvelle couche de crépi, quelques plages d'enduit peint - les moins endommagés - mises au jour au début du XX^e siècle.

Eric-J. FAVRE-BULLE et Marc STÄHLI *Restaurateurs d'art*
Brigitte PRADERVAND et Nicolas SCHÄTTI *Historiens de l'art*

LA RESTAURATION DES FAÇADES

L'ASPECT DES FAÇADES AVANT LES TRAVAUX

Les façades de l'église de Romainmôtier doivent leur aspect actuel principalement à la restauration en profondeur conduite au début du siècle par Naef/Châtelain/Correvon. Les travaux de cette restauration visaient à restituer le bâtiment dans un état aussi primitif que possible, roman ou gothique, donc d'avant la Réforme. L'ordre dans lequel s'étaient succédés les opérations, l'exploitation systématique de l'édifice, puis les travaux proprement dits, révèle d'emblée le poids accordé à l'archéologie ainsi que la constitution jugée alors idéale face à l'oeuvre originale, souvent effectuée au détriment des principes actuels de la conservation des monuments. Les façades avaient ainsi été largement décrépies. Les dégagements, souvent intempestifs, de même que l'utilisation de techniques et de matériaux de fixage inadaptés et peu résistants, ont conduit, à bien des endroits, à la perte de substance et à des situations irréversibles. C'est ainsi que les façades telles qu'elles nous sont léguées depuis la restauration du début du siècle, présentent une image hétéroclite où les maçonneries mises à nu font apparaître la diversité des matériaux, notamment le calcaire et, par endroits, le tuf. Des fragments d'anciens crépis et de décors peints témoignent des badigeons ainsi que des peintures figuratives et décoratives qui ornaient les façades de l'église et soulignaient les principaux éléments d'architecture. D'importants vestiges de badigeons et de couche picturale de la période romane se concentrent principalement sur les façades nord, est et sud du clocher, sur la façade nord de l'avant-choeur et sur le mur gouttereau sud de la nef. Des fragments d'enduits et de badigeons des décors peints de la période gothique sont presque exclusivement conservés sur le bas-côté sud de la nef où se trouvait l'ancien cloître.

LE PARTI ADOPTÉ POUR LA CONSERVATION DES ENDUITS ET LA RESTAURATION DES FAÇADES

La décision de conserver les vestiges des anciens enduits, des badigeons et des décors peints a fait l'objet d'une décision unanime de la commission de construction. Les autres surfaces décrépies des façades ont requis des mesures d'entretien ponctuel et d'assainissement dictées principalement par l'état de conservation des jointoiements de l'appareillage et le dépôt d'éléments nuisibles pour la pierre, mesures rendues nécessaires pour le maintien du bâtiment. Ceci en considérant le choix fondamental et la volonté de conserver l'édifice en respectant l'héritage et l'esprit de la substance léguée par Naef, Châtelain et Correvon. Cette intervention technique de conservation allait de pair avec celle esthétique qui consistait à rendre aux façades une certaine unité d'expression et une lecture réaffirmée des formes architecturales.

ANALYSE, INVESTIGATIONS ET ESSAIS

La plupart des enduits se trouvaient, avant les travaux, dans un état de conservation préoccupant. Les divers mortiers, badigeons et pellicules picturales encore conser-



Clocher, façade nord, angle nord-ouest - Etat de conservation des enduits, des jointoiements et de l'appareil avant traitement - Mai 1994

Détail - Mise en évidence du soulèvement de l'enduit ancien et désolidarisé de l'appareil en pierre calcaire, le vide pouvant atteindre jusqu'à 3cm



vés montraient des dégradations propres à chaque période d'intervention. Ils présentent des typologies matérielles différentes. Ces fragments ont fait l'objet de deux séries de relevés définissant, les uns, la séquence stratigraphique et, les autres, les travaux à entreprendre. Leur résultat est résumé comme suit :

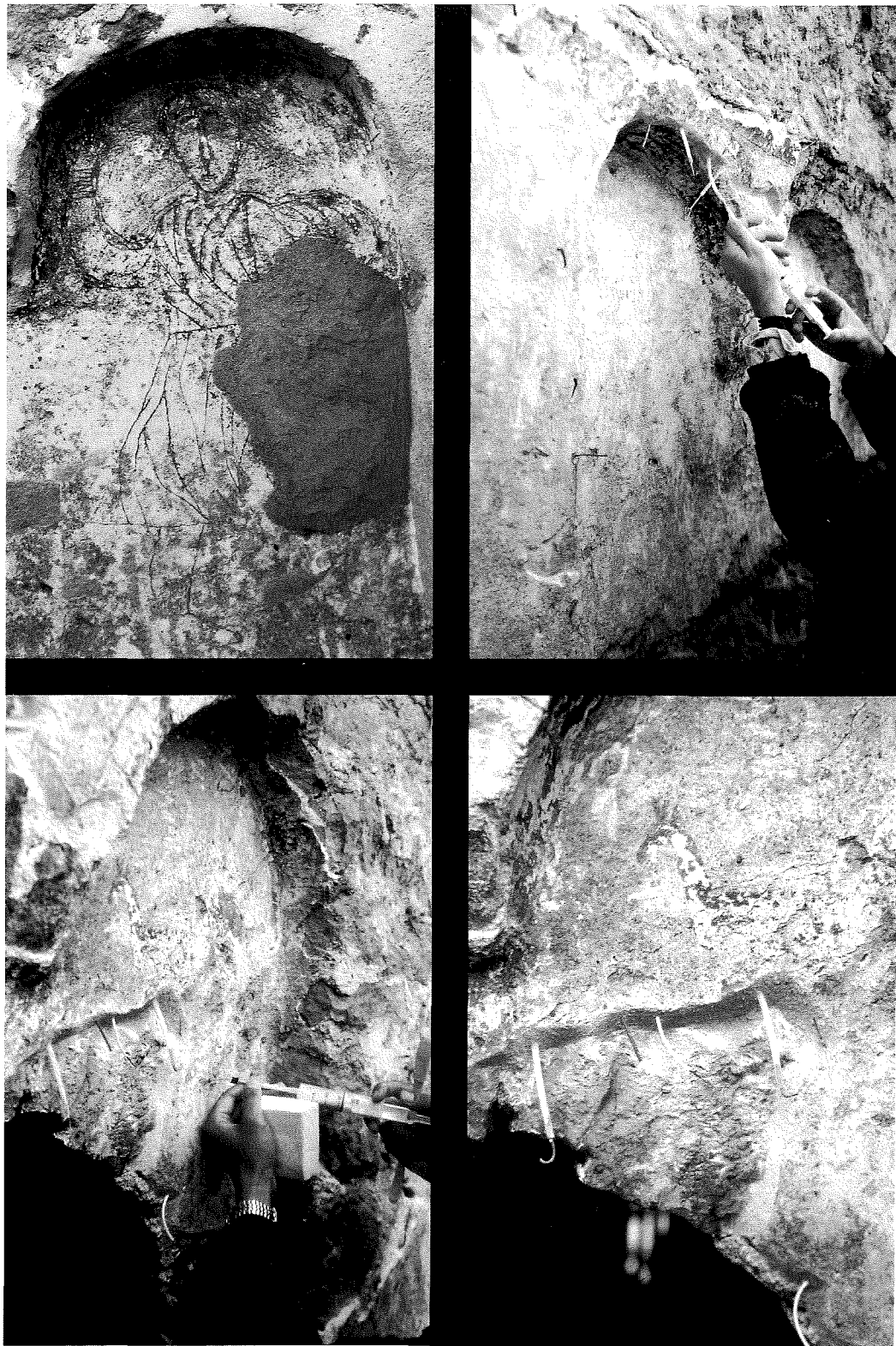
SEQUENCE STRATIGRAPHIQUE

- Mortier de jointoiement, enduit, badigeon, couche picturale (fin X^e-début XI^e siècles).
- Mortier de jointoiement de la période romane effectué après le premier incendie, réparations enduit et badigeon (XIII^e siècle).
- Mortier, enduit et badigeon gothiques rubéfiés par le deuxième incendie.
- Pose d'un enduit avec badigeon et pellicule picturale dans le cloître (XV^e siècle).
- Pose d'un enduit bernois avec badigeon et pellicule picturale ocre jaune.
- Pontage et réparations partielles de lacunes, enduit, ciment, plâtre, ciment prompt, pellicule picturale (début du XX^e siècle : restauration Naef/Châtelain/Correvon).

TRAVAUX A ENTREPRENDRE

Ces travaux avaient pour but, d'une part, de tout mettre en oeuvre pour conserver les enduits, les badigeons et les pellicules picturales mis au jour et sauvegardés par l'intervention du début du siècle et, d'autre part, de supprimer tous les éléments qui nuisaient à leur conservation. En détail, ils portaient sur :

- Les enduits présentant une perte de cohésion ou/et d'adhérence au support, dont plusieurs même prêts à tomber.
- Les pontages au ciment et au plâtre n'adhérant plus aux enduits anciens, voire les périphéries d'enduits sans protection.
- Les enduits présentant des défauts en surface, telles que pulvérencence, érosion, disparition du badigeon de protection.
- Les jointoyages apparents appliqués à la période Naef/Châtelain/Correvon.



Clocher, façade est, angle nord-est - Etat après les interventions de pontage, d'injection, de consolidation de l'enduit, du badigeon et de la couche picturale et pendant les interventions de colmatage des lacunes - Septembre 1994

Clocher, façade est - Arcature aveugle avec un décor peint zoomorphe et une architecture imitant un appareil formé de claveaux alternés d'aspect rouge et gris foncé - X^e siècle - Travaux en cours: état pendant les interventions de pontage, de poses de canules et d'injection pour consolider l'enduit - Août 1994

Clocher, façade est - Arcature aveugle avec un décor peint zoomorphe et une architecture imitant un appareil formé de claveaux alternés d'aspect rouge et gris foncé X^e siècle - Travaux en cours: état pendant les interventions de pontage, de poses de canules et d'injection pour consolider l'enduit - Août 1994

Détail - Travaux en cours

- Les badigeons, voire couches picturales, présentant soit des problèmes d'adhérence au support, soit des phénomènes de pulvérulence.
- L'accumulation d'agents biologiques : mousses, lichens, etc., sur les enduits, les badigeons et les pierres apparentes.

Une série d'essais de faisabilité, de prélèvements, d'examen et d'analyses avait logiquement suivi ces constats. Les recherches menées conjointement par l'Atelier

Roman et le LCP (Laboratoire de conservation de la pierre) de l'EPFL, conduit par le Prof. V. Furlan, tenaient lieu de tests de référence pour le choix des produits et des procédés d'application. Sur la base des résultats obtenus in situ et en laboratoire et suite aux divers entretiens avec les fabricants, des produits spécialement développés en Italie dans le domaine de la conservation ont pu être adaptés et modifiés pour le chantier de l'église de Romainmôtier.

TRAVAUX EXECUTES

Intervention urgente avant toute autre, le traitement des anciens fragments comprenait les interventions suivantes :

Consolidation : Cette intervention a permis de fixer les enduits n'adhérant plus au support, dans le but de renforcer la cohésion et d'augmenter la résistance mécanique; le même type d'intervention a été étendu et adapté aux surfaces pulvérulentes des badigeons et des couches picturales.

Renforcement de l'adhésion : Cette intervention visait une meilleure adhérence de l'enduit au support. L'adhésif élaboré pour chaque type d'enduit et de problème à considérer est à base de chaux. Pendant la durée de l'injection (à basse pression), la surface des enduits à traiter demeure soutenue pour éviter que la pression exercée de l'intérieur à l'interface ne les détache; la pression doit être assurée sur la surface jusqu'à la prise complète de l'adhésif.

Fixatif : Le fixatif est utilisé pour coller les soulèvements et les écaillages. Il peut également exercer, en plus de son action mécanique, une action protectrice. Cette opération dépendait de la présentation définitive des enduits conservés. En ce qui concerne les surfaces courantes décrépies, tous les mortiers utilisés, sans exception à la chaux avec une très faible part de ciment blanc, étaient définis localement dans leurs teinte et composition, en correspondance avec les mortiers environnants existants. Chaque mortier a d'abord fait l'objet d'échantillons exécutés sur place, définis, puis adaptés d'entente entre le spécialiste, l'architecte, le restaurateur d'art, mais aussi l'entrepreneur qui, lui, assure finalement la responsabilité au niveau de l'exécution.

CONCLUSION

Les travaux préparatoires, les analyses et les relevés permettaient de rassembler un maximum d'informations matérielles et de les conjuguer avec les résultats des autres intervenants. La connaissance optimale de l'état de conservation facilitait l'élaboration d'un concept général d'intervention. Le recours à l'outil informatique offrait, par ailleurs, l'opportunité de consigner les analyses, les examens, les démarches, les connaissances spécifiques et les diagnostics de chaque spécialiste. Les relevés de l'état avant travaux et la documentation des interventions offrent aujourd'hui la possibilité de disposer d'informations et de données exploitables, aussi bien en matière de recherches historiques que scientifiques; la localisation des interventions et la connaissance des produits et des matériaux utilisés faciliteront, dans l'avenir, la mise sur pied et la conduite d'une politique d'entretien de l'édifice.

Eric FAVRE-BULLE et Marc STÄHLI *Atelier Roman - Restaurateurs d'art*
Hans GUTSCHER *Architecte*

L'église de Romainmôtier contient deux verrières modernes réalisées vers la fin des années quarante par deux artistes majeurs du paysage artistique romand : Casimir Reymond (1893-1969) et Marcel Poncet (1894-1953). L'influence de ce dernier est particulièrement sensible dans le vitrail de la chapelle sud (1935) alors que la grande verrière du chœur (1938) témoigne d'un art plus personnel où Reymond a su mettre à profit sa formation de sculpteur.

En 1932, la Société de développement de Romainmôtier envisage la pose d'un vitrail dans la chapelle sud et la pose de verres colorés seulement pour la fenêtre centrale du chœur¹. Deux ans plus tard, le DIPC nomme une Commission des vitraux² qui, sur la base d'un programme iconographique précis, demande des projets à trois artistes. C'est finalement Casimir Reymond, dont la mère est originaire de Romainmôtier, qui l'emportera.

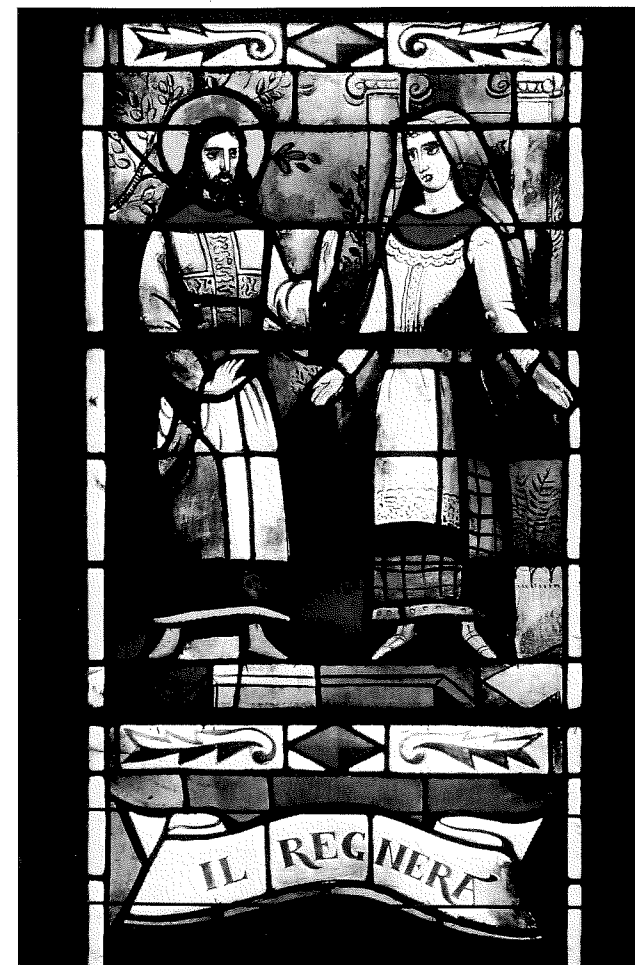
La collaboration entre Reymond et Poncet est attestée par la correspondance échangée par les deux artistes entre 1935 et 1936. Poncet séjournant alors à Paris, la proximité des deux artistes et l'expérience très concrète de Poncet pour le métier de verrier explique sans doute pourquoi Reymond, sculpteur de formation, s'est assuré l'assistance de son ami pour la confection de ses premiers vitraux.

Remis officiellement à l'Etat le 22 octobre 1935, le vitrail de la chapelle sud représente Saint Pierre et Saint Paul en pied, fondateurs de l'église de Romainmôtier, avec, dans les registres inférieurs, le Pape Etienne II, consacrant l'église en 753, et le mariage de Marguerite d'Autriche et de Philibert de Savoie (dit le Beau) béni par l'évêque Aymon de Montfalcon en 1513. La palette se concentre sur les complémentaires jaune et bleu, créant ainsi une opposition radicale, tandis qu'elle s'élargit au rouge dans la partie inférieure du vitrail. La robe des deux apôtres bénéficie d'un traitement très pictural : de larges morceaux de verre découpent sommairement leur silhouette, alors qu'une grisaille brune posée en lavis superposés modèle les plis, à l'image d'une sépia. Cette technique comme la structure géométrique et le losange supérieur en forme de cabochon rappelle la manière de Poncet développée lors de la réalisation de nombreux vitraux d'églises.

Dès juillet 1936, Reymond entame la réalisation du second vitrail. Poncet met au point les calques, modifie les dimensions, prépare les plombs et les calibres, choisit et découpe les verres, effectue le montage provisoire. Le vitrail, d'une hauteur totale de 10 mètres, sera inauguré le 27 novembre 1938. Le Canton, la fondation Gleyre et la paroisse se partageront les frais.

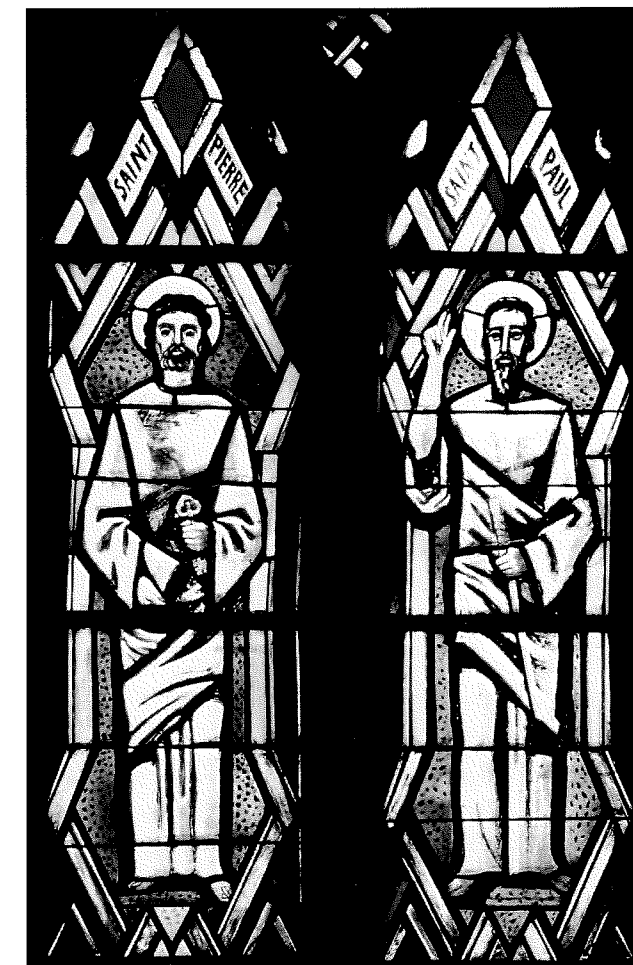
L'artiste a groupé sa composition en trois séries de panneaux représentant, à gauche, la Vie du Christ, au centre, la Résurrection et, à droite, la Passion³. Rationnelle, la composition rappelle celle des verrières légendaires du Moyen Age où les scènes narratives, se succèdent comme autant de petits tableaux. La palette, déclinée en un dégradé de bleu et rehaussée de notes contrastées rouges, orangées et jaunes (d'argent), rappelle celle du vitrail sud. Mais le travail de peinture est plus précis : il souligne des détails en un minutieux traitement de surface qui s'apparente à un travail de gravure, souvent utilisé dans l'attaque de la pierre.

Les formes évoquent celles d'un bas-relief ; elles s'éloignent de l'effet pictural, de



"Il est venu. Il régnera. Il a souffert", vitrail axial, détail, "Noli me tangere", 1938

"Saint Pierre et Saint Paul", vitrail de la chapelle sud, détail, 1935.



l'intensité dramatique si fréquemment recherchés par Poncet jusque-là. Nul effet de clair-obscur, façon sépia, nul contraste savamment étudié : Casimir Reymond affirme sa formation de sculpteur et signe là un vitrail qui porte déjà l'empreinte de son style futur.

Sophie DONCHE GAY Historienne de l'art

NOTES:

1. Cf. Rapport dactylographié de Claire Huguenin, "Eglise de Romainmôtier. Vitres et vitraux". Extraits d'archives de l'époque bernoise à la fin du XXe siècle, août 1994, pp. 122-138.
2. Elle est composée du Chef de l'instruction publique et des cultes Paul Perret, d'Eugène Bron, architecte cantonal, de M. Rochaz, président de la Société de développement de Romainmôtier, du pasteur de l'abbatiale A. Mayer et de l'architecte lausannois Alphonse Laverrière.
3. Cf. Rapport dactylographié de Michel Delanoë, "Romainmôtier. Inventaire général et étude sur l'état actuel des vitraux de l'abbatiale" Servion, 1985.

CLIMAT INTERIEUR ET SYSTEME DE CHAUFFAGE

Dans cette première phase, seules des études préliminaires quant au choix du futur système de chauffage, ont été menées. La réalisation de ce système aura lieu durant la deuxième phase de la restauration de l'église.

SITUATION ACTUELLE

Le chauffage actuel date de 1973. C'est un chauffage par le sol par des tubes plastiques enrobés dans une chape ciment.

Une dizaine d'années après sa mise en service, le chauffage actuel a posé des problèmes de fuites d'eau. La détection des fuites, vu la composition du sol, a toujours été très difficile. Cette détérioration prématurée vient du choix du matériau inadéquat pour les tubes (le polyéthylène ne devrait pas être utilisé à plus de 30 à 40°C alors qu'il subit des pointes de 50 à 60°C), de l'absence de système sûr limitant la température de départ du chauffage par le sol (sécurité), de la pose des tubes à une température trop basse (flambage dans les coudes) et de leur fixation trop rigide sur un treillis en acier (ligature avec des attaches d'armature en fil d'acier).

Par contre, des mesures menées en 1991 montrent que la température intérieure oscille entre 15 et 16°C et que l'humidité de l'air reste très élevée durant toute la période de chauffage (~ 75 %). La stratification de la température sur la hauteur de la nef ne dépasse pas 1°C entre le haut et le bas. Cette faible stratification dénote un bon brassage de l'air.

L'humidité très élevée de l'air et sa grande constance malgré des modes d'utilisation très variés (église non occupée, culte, cérémonie réunissant plus de 200 personnes) vient d'un très faible taux de renouvellement de l'air ambiant (enveloppe très étanche par le faible nombre de percements) et de la présence d'humidité dans les murs de l'édifice (remontées d'eau et enduits défectueux).

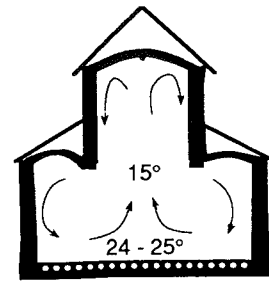
Néanmoins, de l'avis de la majorité des utilisateurs le système de chauffage actuel offre un confort idéal. Il permet un chauffage modéré de l'air ambiant (15 à 16°C) tout en offrant un confort suffisant aux personnes. Esthétiquement, il est bien intégré et il ne génère pas de bruit durant les concerts.

PROBLEMATIQUE DU CHAUFFAGE

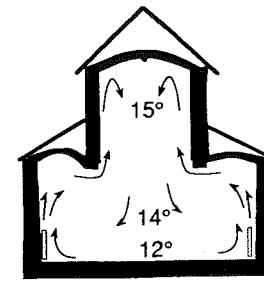
A l'occasion de cette restauration lourde de l'église, il a été décidé d'étudier de manière plus élargie d'autres systèmes de chauffage.

Le problème, peut, en soi, être énoncé simplement :

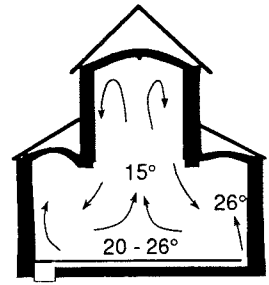
"Étant donné que, dans ce type de monument historique, une restauration lourde est entreprise tous les 80 à 100 ans, le système de chauffage doit soit pouvoir être garanti pour une même durée, soit pouvoir être renouvelé sans demander une intervention lourde sur le monument". Le système de chauffage doit aussi être compatible avec le bâtiment lui-même et son utilisation: conservation du monument, intégration esthétique, confort des occupants, facilité et coût d'exploitation. Étant donné qu'aucun système ne peut être garanti pour 100 ans, il faut soit limiter les conséquences de défauts partiels du système (sectorisation, surdimensionnement), soit permettre un renouvellement partiel ou total du système de chauffage



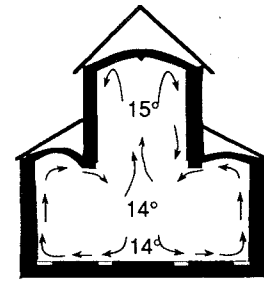
Par le sol à eau



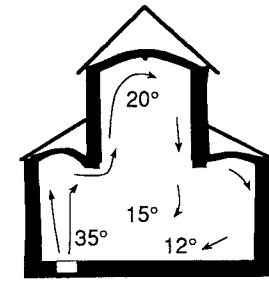
Par le sol à air



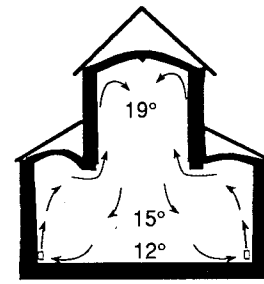
Air chaud



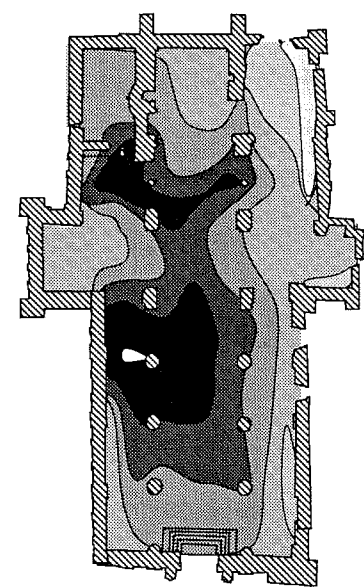
Radiateurs



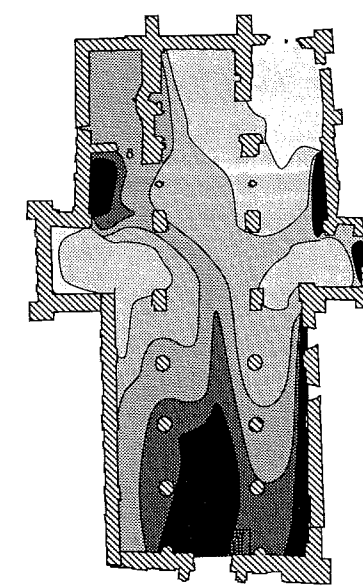
Convecteurs en caniveaux



Ventilo-convecteurs



Chauffage par le sol à eau
Echelle = Température 0°C.



Chauffage par le sol à air
(caniveau latéral gauche, sortie de l'air à droite)

sans une intervention lourde sur le bâtiment lui-même.

D'entente avec le maître de l'ouvrage, le choix s'est porté sur six systèmes de chauffage différents à étudier :

1. Par le sol à eau : il correspond au système actuel avec quelques corrections et améliorations.
2. Par le sol à air : il utilise l'air comme fluide caloporteur, le chauffage agit principalement par rayonnement au sol et il assure un léger renouvellement de l'air ambiant. L'air chaud (~ 45°C) est pulsé dans un caniveau (~ 0.8/1.0 m) central ou latéral dans la dalle de sol. Il est insufflé dans les tubes noyés dans la chape où il cède sa chaleur au sol. A l'extrémité de ces tubes, il sort dans l'ambiance de l'église par une fente le long du mur extérieur.
3. Air chaud traditionnel.
4. Par radiateurs ou convecteurs apparents.
5. Par convecteurs plats encastrés dans la chape.
6. Par ventilo-convecteurs apparents.

Grosso-modo, les six systèmes recouvrent les différents principes énoncés: limitation des conséquences d'une défectuosité partielle, intervention possible sur les parties sensibles des systèmes et non intégration du système de chauffage au bâtiment.

COMPARAISON ET CHOIX FINAL

Une première étude a montré les conséquences de chacun de ces systèmes sur la conservation de l'édifice, le confort des personnes et l'esthétique (voir tableau).

Tous les systèmes trop apparents ont été éliminés (radiateurs, ventilo-convecteurs) ainsi que ceux présentant des risques pour la conservation du monument et surtout de ses peintures murales (air chaud).

Seuls trois systèmes ont été retenus pour la poursuite des études: le chauffage par le sol à eau traditionnel, le chauffage par le sol à air et les convecteurs encastrés dans la chape. Ce dernier système a été par la suite abandonné vu sa trop forte emprise sur le sol, la difficulté de son entretien et la haute température de l'air à la sortie des convecteurs, néfaste pour la conservation des peintures et des enduits.

Le chauffage par le sol à air a été d'abord choisi vu la nécessité de renouveler l'air de l'église pour limiter le taux d'humidité de l'air ambiant. Il a été finalement abandonné, des mesures ayant montré que les améliorations apportées à l'enveloppe du bâtiment (joints entre pierres, enduits, raccords de ferblanterie, ouvertures, drainages) avaient permis de résoudre les problèmes d'humidité excessive dans l'air ambiant.

La fiabilité globale du chauffage par le sol à eau (système choisi finalement) a été améliorée en multipliant les secteurs, en choisissant un matériau plus adéquat, en installant un système de sécurité empêchant toute surtempérature.

Le chauffage par le sol à air atteignait une meilleure fiabilité en isolant toutes les parties sensibles hors de l'édifice dans des zones facilement accessibles et en laissant dans le sol un réseau de canaux d'air dont la fuite n'aurait pas de conséquence grave.

Mais il était plus cher (+30 %), plus contraignant (sous-sol archéologique) et générait un léger bruit à la sortie de l'air (25 dBA).

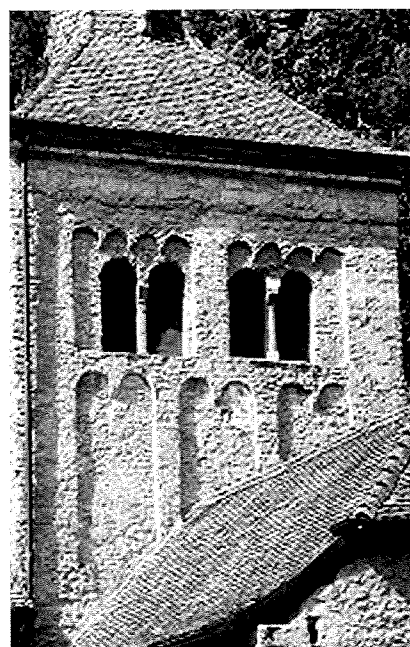
Dominique CHUARD Sorane S.A.

Température de l'air à 1.20 m du sol par conditions extrême (-10°C extérieur)
Vue en plan des courbes isothermes pour la nef et le chœur. Les zones froides dans le chœur ne sont pas équipées de chauffage. Les zones chaudes sur la droite du plan du chauffage par le sol à air correspondent à la sortie de l'air chaud dans l'église.

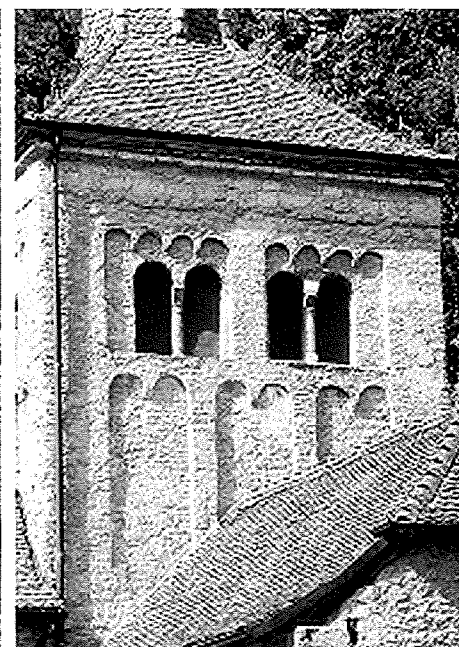
COÛT DE L'OPERATION

CFC 1 TRAVAUX PREPARATOIRES		1'196'500.--	19.32 %
101	Relevés, documentation	274'800.--	22.97 %
105	Investigations archéologiques	133'000.--	11.12 %
106	Analyses matériaux	181'400.--	15.16 %
109	Recherches historiques	162'000.--	13.54 %
113	Démontages	2'900.--	0.24 %
121	Protection d'ouvrages existants	3'900.--	0.33 %
126	Protection plantations existantes	8'300.--	0.69 %
130	Echafaudages mobiles	2'900.--	0.24 %
133	Installations provisoires	16'600.--	1.39 %
139	Gestion et équipement informatiques	109'400.--	9.14 %
191	Architecte, étude préliminaire	137'800.--	11.52 %
192	Ingénieur civil, étude préliminaire	48'800.--	4.08 %
194	Ingénieur en chauffage, étude préliminaire	13'000.--	1.09 %
196	Spécialistes, étude préliminaire	90'200.--	7.54 %
197	Experts maîtres d'état, étude préliminaire	11'500.--	0.95 %
CFC 2 BATIMENT		4'572'200.--	73.83 %
210	Echafaudages	236'000.--	5.16 %
211	Maçonnerie, installation de chantier	141'600.--	3.10 %
213	Charpente métallique	524'400.--	11.47 %
214	Charpente bois	408'100.--	8.93 %
216	Pierre naturelle	104'000.--	2.27 %
219	Ancrages charpente métallique	116'100.--	2.54 %
222	Ferblanterie	130'500.--	2.85 %
223	Protection contre la foudre	16'500.--	0.36 %
224	Couverture	354'600.--	7.76 %
226	Restauration des façades	519'900.--	11.37 %
227	Peinture extérieure	6'100.--	0.13 %
228	Fermetures extérieures	12'100.--	0.26 %
229	Restauration des vitraux	110'700.--	2.42 %
232	Installations de courant fort	19'100.--	0.42 %

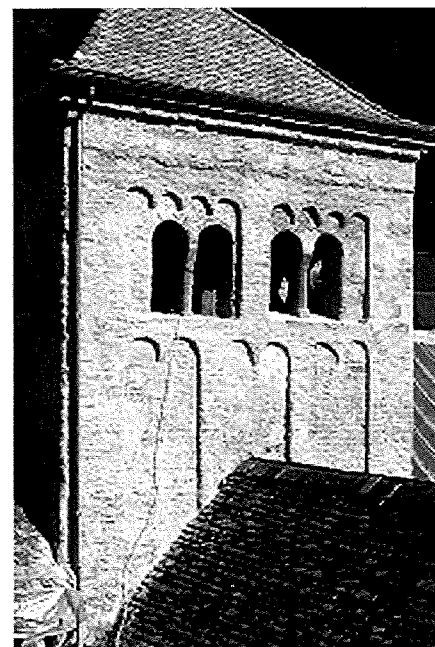
238	Installations provisoires d'électricité	14'200.--	0.31 %
249	Installation de chauffage test	24'000.--	0.52 %
271	Consolidation des revêtements intérieurs	310'400.--	6.79 %
272	Ouvrages métalliques	10'100.--	0.22 %
273	Menuiserie bois	10'000.--	0.22 %
282	Revêtements de paroi	2'200.--	0.05 %
285	Peinture intérieure	61'700.--	1.35 %
291	Honoraires architecte	614'300.--	13.44 %
292	Honoraires ingénieur civil	230'900.--	5.05 %
294	Honoraires ingénieur en chauffage	144'900.--	3.17 %
296	Honoraires spécialistes	449'800.--	9.84 %
CFC 4 AMENAGEMENTS EXTERIEURS		107'400.--	1.73 %
401	Terrassements	3'900.--	3.63 %
411	Maçonnerie, canalisations	80'800.--	75.23 %
414	Étanchéité et crépissage	9'700.--	9.04 %
421	Remise en état des abords	7'700.--	7.17 %
443	Installations électriques	1'700.--	1.58 %
452	Raccordement au réseau	3'600.--	3.35 %
CFC 5 FRAIS SECONDAIRES		316'600.--	5.12 %
521	Echantillons, essais matériaux	78'000.--	24.64 %
523	Photographie	70'800.--	22.36 %
524	Reproduction de documents	91'700.--	28.96 %
526	Rapport final (*)	7'300.--	2.31 %
563	Location bureaux D.T.	9'900.--	3.13 %
565	Frais de déplacements	42'300.--	13.36 %
566	Première pierre, bouquet	2'600.--	0.82 %
568	Panneaux d'informations	8'700.--	2.75 %
572	Electricité de chantier	1'800.--	0.57 %
574	Panneau de chantier	3'500.--	1.10 %
TOTAL DES TRAVAUX		6'192'700.--	100.00%
(*) Rapport final : coût partiel			



Etat avant travaux



Simulation numérique du projet



Etat après travaux

Octroi d'un premier crédit d'étude	Février 1991
Début des études	Octobre 1991
Octroi d'un deuxième crédit d'étude	Mai 1992
Octroi d'un crédit d'ouvrage	Mai 1993
Rentrée des soumissions	Juin 1993
Début des travaux	Août 1993
Fin des travaux	Octobre 1995
Décompte final	Février 1996

DENTAN FRERES S.A.	Echafaudages et maçonnerie	Lausanne
BALCO S.A.	Construction métallique	Bex
<i>CONSORTIUM</i>		
MONNIER-BLANCHARD	Charpente bois et menuiserie	Moiry
BIANCHI S.A.	Pierre naturelle	Ecublens
BIOLLAY S.A.	Ancrages	Ecublens
<i>CONSORTIUM</i>		
GACHET-BENEY-DE MARCHI	Couverture et ferblanterie	Romainmôtier
HOFMANN FRERES	Protection contre la foudre	Oron-la-Ville
DENTAN S.A.	Etanchéité en lès	Lausanne
ATELIER ROMAN	Consolidation des fragments d'anciens crépis et de peintures et des éléments sculptés	Lausanne
ZALI	Peinture	La Sarraz
DELANOË	Rénovation des vitraux	Servion
EISELE	Installations électriques	Orbe
WOODTLI-LEUBA S.A.	Jardinage	
	Panneau de chantier	
	Préservation des arbres	Bavois
SANI-BOIS	Traitement de charpente	Yverdon

PUBLICATION DU SERVICE DES BATIMENTS

10, place de la Riponne	CH - 1014	Lausanne
Conception graphique :	André Bovey, SGD	Lausanne
Photos :	François Bertin	Grandvaux
	Fibbi-Aeppli	Grandson
	Claude Bornand	Lausanne
	Marcel Schüpbach	Lausanne
Impression :	Favre et Winteregg	Echandens