

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

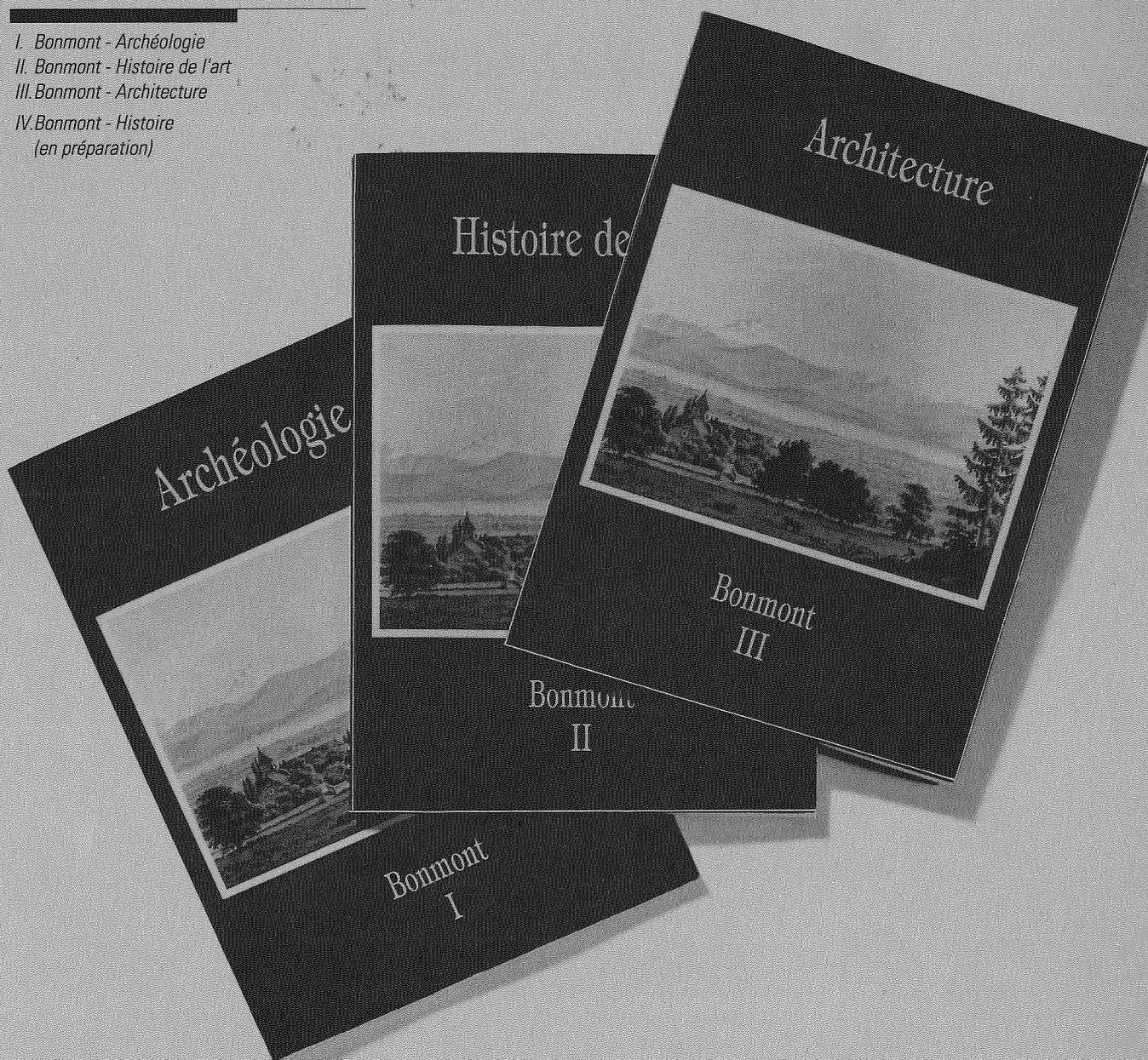
Abbaye de Bonmont

AVERTISSEMENT

La présente plaquette est un complément technique aux publications réalisées par les éditions Pro Bono Monte; elle aborde des questions spécifiques (statique, maçonnerie, tuiles, chauffage, aménagements extérieurs, etc.), mais ne propose pas une synthèse de l'ensemble des interventions.

Editions Pro Bono Monte :

- I. Bonmont - Archéologie
- II. Bonmont - Histoire de l'art
- III. Bonmont - Architecture
- IV. Bonmont - Histoire
(en préparation)



ORGANISATION

1ERE PHASE

Le Grand Conseil du Canton de Vaud accorde, par décret du 1er juin 1982, un crédit de Fr. 6'000'000.-- pour financer la restauration de l'abbaye de Bonmont.

La commission parlementaire, composée des personnes suivantes :

M. Armand Barman	M. Hans Bøgli
Mme Suzanne Cornaz	M. Roger Dessaux
M. André Gardiol	M. André Meylan (Rolle)
M. Henri Monod	M. Marcel Plumettaz
Mme Raymonde Troyon	M. Jean-François Vullioud

M. Jean-Jacques Danthe, rapporteur

accompagnée de :

M. Marcel Blanc, chef du Département des travaux publics, de l'aménagement et des transports

M. Jean-Luc Perret, secrétaire général du Département des travaux publics, de l'aménagement et des transports

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

M. Gabriel Poncet, architecte mandataire

M. Colliard, collaborateur de M. Gabriel Poncet

M. Peter Eggenberger, archéologue de l'Atelier d'archéologie médiévale

visite l'abbaye de Bonmont en compagnie de MM. Henry-Ferdinand Lavanchy et Müller et rapporte favorablement au Grand Conseil.

2EME PHASE

Le Grand Conseil du Canton de Vaud accorde, par décret du 21 juin 1993, un crédit de bouclément de Fr. 398'600.-- et un crédit complémentaire de Fr. 1'373'000.-- pour terminer les travaux de restauration.

La commission parlementaire, composée des personnes suivantes :

Mme Jacqueline Bottlang	M. Charles-Pascal Ghiringhelli
Mme Chantal Fabrycy	M. Hans-Ruedi Graenicher
M. Robert Ackermann	M. Daniel Kasser
M. Jean-Jacques Badan	M. Patrick Messmer
M. Eric Caboussat	M. Adrien Streit

M. Henri Paccaud, rapporteur

accompagnée de :

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

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

Mme Florence Béguin, secrétaire au Service des bâtiments

visite l'abbaye de Bonmont et rapporte favorablement au Grand Conseil.

La restauration de l'abbaye de Bonmont permet la reconquête d'un espace cistercien unique et exceptionnel pour le Pays de Vaud, et que la traversée de l'histoire avait passablement transformé.

Lui rendre sa lumière, son acoustique et toute la sobriété de son style a entraîné les réalisateurs de l'ouvrage dans une fabuleuse épopée de presque vingt ans, qui redonne aujourd'hui son véritable visage à l'un des monuments majeurs de ce type architectural, que le canton a eu le privilège d'inscrire à son patrimoine.

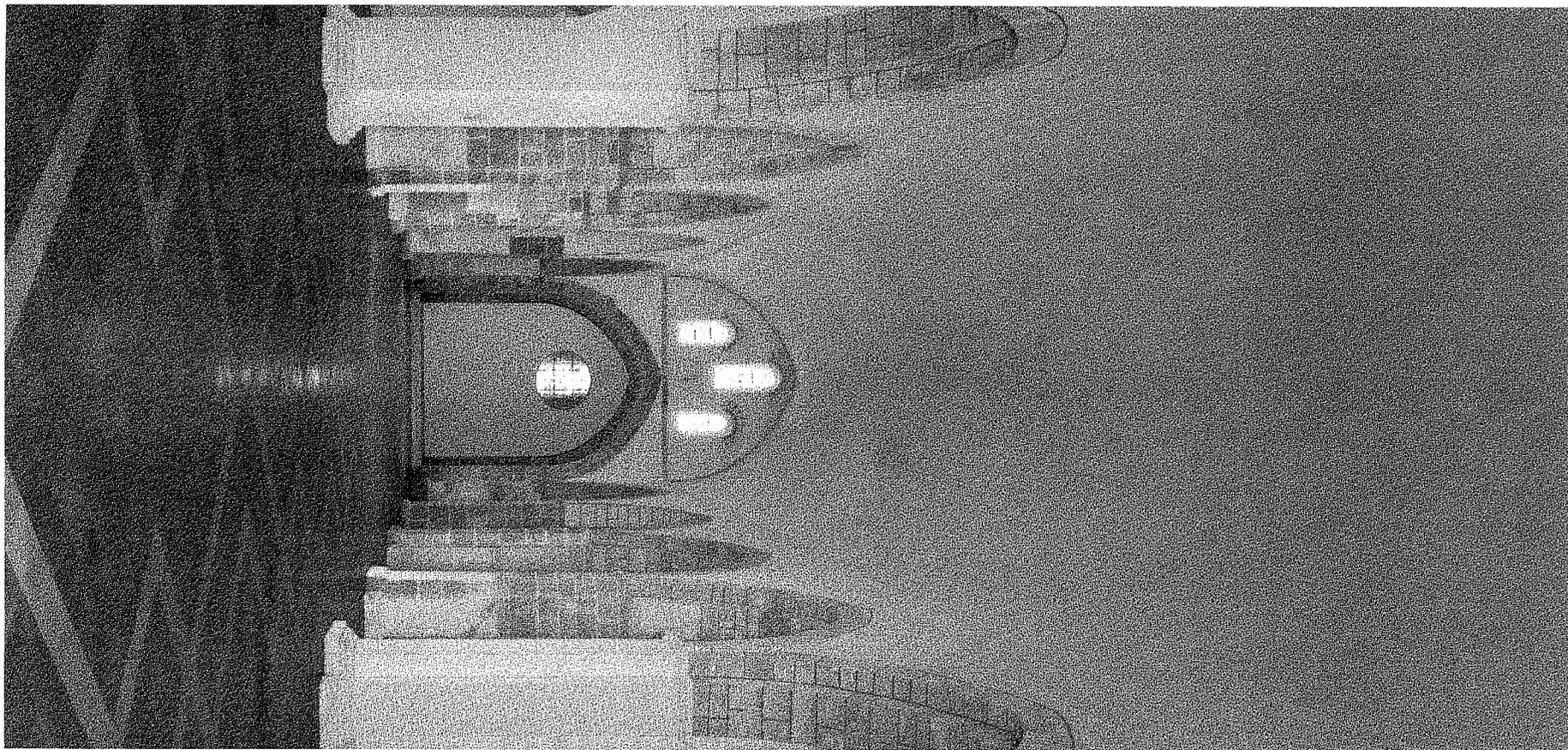
L'inauguration de l'église est un bonheur, teinté d'une marque de soulagement, de voir l'abbaye enfin recouvrer l'harmonie de son style dépouillé, dicté par les règles ascétiques de l'Ordre, ainsi que sa vocation religieuse.

La restitution des murs de l'église au silence et à la méditation, idéaux fondamentaux de la vie monastique, est le fruit de la maîtrise et du savoir-faire démontrés par les réalisateurs de l'ouvrage.

Le Conseil d'Etat adresse ses remerciements à tous ceux dont le talent a contribué au succès et à la qualité d'une restauration ambitieuse.

Daniel SCHMUTZ

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



Abbaye de Bonmont

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

INTERVENANTS

Représentant du Service des bâtiments

M. Jean-Pierre Dresco, architecte de l'Etat

Experts de la Confédération

Prof. Alfred Schmid, président de la Commission fédérale des Monuments historiques

M. Claude Jaccottet, architecte

M. Charles Bonnet, archéologue cantonal de Genève

Experts du canton

M. Denis Weidmann, archéologue cantonal

M. Eric Teysseire, conservateur cantonal des monuments historiques

Mandataires

Architecte restauration

M. Gabriel Poncet, Nyon

Architecte interv. contemporaine

M. Ivan Kolecek, Lausanne

Archéologue

Atelier d'archéologie médiévale,

M. Peter Eggenberger, Moudon

Restaurateur des peintures

Atelier Crephart,

M. Théo-A. Hermanès, Le Lignon/GE

Ingénieur civil 1ère phase

M. Raymond Marzer, Nyon

Ingénieur civil 2e phase

M. Willy Birchmeier, Lausanne

Ingénieur en chauffage

Sorane S.A., M. Dominique Chuard,

Lausanne

Ingénieur en électricité

Betelec S.A., M. Henri Favre, Lausanne

Vitreaux

Mme Anne et M. Guy Le Chevallier,

Fontenay-aux-Roses (F)

Expert maçonnerie

M. Roger Simond, Tannay

Matériaux pierreux

Prof. Vinicio Furlan, LCP-EPFL, Lausanne

Mécanique des sols

Edouard Recordon, ISRF-EPFL, Lausanne

Métal

M. François Schweizer, Musée d'art et

d'histoire, Genève

M. David Cuendet, restaurateur d'objets

historiques, Sainte-Croix

M. Claude Michel, Musée cantonal d'archéologie et d'histoire, Lausanne

Bois

M. Claude Veuillet, restaurateur, Bex

ÉVOLUTION TERRITORIALE DU DOMAINE DE BONMONT

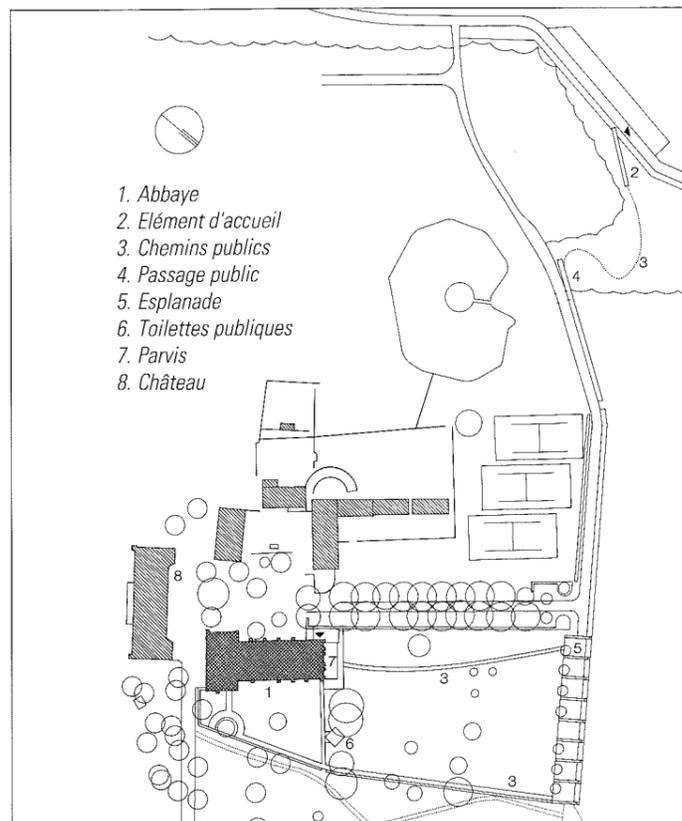


Le domaine contemporain de Bonmont est le témoin d'une évolution territoriale et historique qui remonte au XI^e siècle.

On connaît le succès fulgurant de l'Ordre cistercien, propagateur d'une foi renouvelée et grand constructeur de monastères. Bonmont fut sa première implantation réussie dans l'arc lémanique. L'abbaye prospéra et devint peu à peu propriétaire de vastes terrains situés autour d'elle et répartis dans la région. Les produits et les revenus de ces terres constituaient les ressources directes et indirectes permettant aux moines d'assumer leur mission spirituelle dans des conditions de vie convenables. Au cours de la 2^e moitié du Moyen Age, l'agriculture domine l'économie du pays; l'abbaye se situa de ce point de vue comme un grand propriétaire foncier, au même titre que les féodaux locaux.

Le XVI^e siècle se caractérise par une prépondérance agricole malgré les progrès de l'artisanat et d'une industrie naissante. A partir de 1536, les nouveaux occupants bernois du domaine de Bonmont en conservent le territoire. Lieu de résidence baillivale, la propriété se sécularise et devient centre de récolte fiscale. Une bonne partie des impôts se réglant à l'époque par des produits de la ferme, l'église est transformée en dépôt à grains, à légumes, etc.

Au début du XIX^e siècle, le gouvernement démocratique du nouveau canton de Vaud n'a pas l'ambition de conserver les terres héritées de l'église et celles annexées par



les précédents propriétaires bernois ou confédérés. Il vend la plupart de ses récentes possessions de manière à alimenter une caisse publique débutante, se conformant déjà à la philosophie libérale et «dénationalisante» du moins d'Etat. Pour la première fois de son histoire, Bonmont tombe en mains privées. Les acquéreurs successifs conservent une entité agricole confiée à des fermiers jusqu'à la fin des années septante.

Ce domaine a une longue tradition; il constitue une entité géographique et morphologique structurant fortement le territoire. Il est de ce fait naturel que cette identité soit reconnue par les mesures contemporaines d'aménagement du territoire.

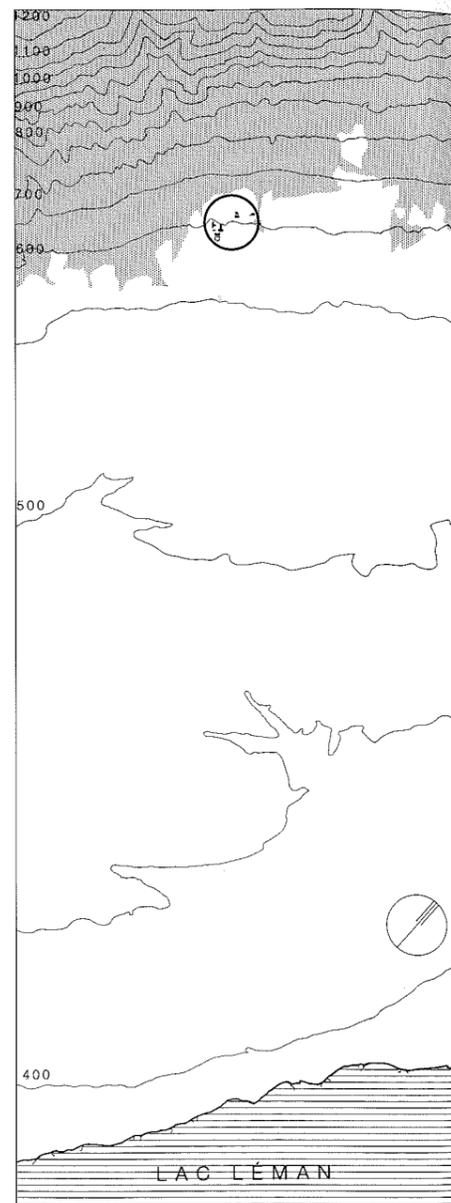
DESCRIPTION DES PROCÉDURES

La propriété de Bonmont ne nécessitait aucune mesure légale tant que ses propriétaires conservaient le *statu quo* des bâtiments et des aménagements extérieurs.

La situation évolue en février 1979 lorsque le domaine est racheté dans l'intention d'y fonder un club et de réaliser un golf de 18 trous. Ce projet déclenche les procédures habituelles, prévues par la LATC (Loi cantonale sur l'aménagement du territoire et des constructions).

La Commune de Chéserey possède un plan directeur qui exige que le secteur de Bonmont soit défini par un plan d'extension particulier. Cette zone est extrêmement délicate en raison de sa signification historique, mais également parce qu'elle comprend des richesses naturelles à protéger. La procédure en est rendue plus complexe, ponctuée d'aller et retour de dossiers, d'oppositions, de négociations avec des associations, des voisins, etc. Ces difficultés se traduisent par des délais importants.

Le plan d'extension de Bonmont - adopté par le Conseil d'Etat le 7 mai 1982 - définit



Situation de l'abbaye entre le lac et le Jura.



les affectations de l'ensemble de la propriété. Il limite rigoureusement les possibilités de bâtir à des compléments des constructions existantes. L'aménagement d'un parcours de golf est autorisé. Des zones de «réserves naturelles» sont également constituées.

Préalablement, le rachat de Bonmont avait entraîné deux procédures prévues par deux lois cantonales différentes.

La première est fondée sur les règles de protection du patrimoine. La LPNMS (Loi sur la protection de la nature, des monuments et des sites) prévoit que l'Etat conserve un droit de préemption en cas de vente d'un immeuble classé monument historique. Or, tel est le cas puisque l'église de Bonmont est classée depuis 1942. Le Chef du Département des travaux publics envisagea l'application de cette clause, mais y renonça au vu du succès des négociations entreprises avec le nouveau propriétaire. Apparurent également des difficultés à définir l'éventuel périmètre de rachat (tout ou partie), l'église n'étant qu'une très petite partie du secteur à considérer. L'expropriation pour motif d'intérêt public fut également étudiée et abandonnée pour les mêmes raisons que celles découlant de la LPNMS.

La seconde procédure est fixée par la législation fédérale; elle offre au fermier un droit de préemption. Celui de Bonmont renonça, lui aussi, à faire valoir son droit au rachat de la propriété. Il s'avère en effet que ce territoire, malgré son apparente opulence, comporte une part significative de terrain «séchards» dont le rendement se situe au-dessous des limites habituelles de rentabilité.

Ces différentes études législatives ont démontré que ni l'Etat, ni le fermier n'avaient intérêt à requérir l'application de leurs droits; il s'avérait, au contraire, que les projets du nouveau propriétaire permettraient de sauvegarder au mieux les intérêts particuliers et les exigences générales de l'aménagement du territoire.

Les règles émanant du droit public étant établies, il s'agissait de concevoir celles déterminant les relations entre le propriétaire du domaine de Bonmont et l'Etat; le but de ce dernier étant d'acquiescer l'église pour la restaurer et la rendre accessible au public. Or, l'abbaye se situe au centre du domaine, ce qui complique bien évidemment la convivance entre un club à caractère privé et les visiteurs du monument.

La forme légale choisie d'un commun accord pour régler les dispositions mutuelles fut celle d'une convention de droit privé. Ce document porte sur les points suivants :

- l'église et une parcelle de terrain alentour sont cédées gratuitement à l'Etat, celui-ci s'engageant à restaurer le monument et à l'ouvrir au public;
- une grande parcelle située côté Jura est mise à disposition du public - en droit de «promenade» et de passage;
- un accès public est tracé, à partir du parking réalisé à l'ouest, en dehors de la propriété, jusqu'à la zone de l'église;
- plusieurs clauses d'exploitation définissent les droits et devoirs des deux partenaires.

La convention est signée au printemps 1982, quelques jours avant l'octroi, par le Grand Conseil, du crédit permettant de financer les travaux de restauration et de réaménagement de l'église.

Toutes les dispositions légales sont ainsi fixées et la Commune de Chésereux peut signer un permis de construire autorisant l'engagement des travaux sur l'église de Bonmont.

Cette longue procédure va encore se compliquer par l'apparition de nouveaux éléments dus à l'évolution des projets en cours. En effet, l'aménagement du golf et les interventions nécessaires à la vie du club ont modifié quelque peu les prévisions de développement. Les études et les travaux portant sur l'église ont, eux aussi, entraîné des variations, notamment sur le tracé exact des accès publics et sur la nécessité de créer un groupe sanitaire extérieur – plutôt qu'intérieur.

Ces modifications étaient de minime importance; elles impliquaient néanmoins une révision du plan d'extension qui dura plusieurs années en raison de la difficulté à obtenir un compromis intercommunal au sujet des routes d'accès public jusqu'au parking de Bonmont. L'addenda au plan fut accepté par la Commune de Chésereux le 26 février 1992 et le 3 juillet 1992 par le Conseil d'Etat. Cette procédure complémentaire impliqua un «toiletage» de la convention dont une nouvelle version fut signée en janvier 1992. «Last» et presque «least», un permis de construire autorisa les dispositions non prévues lors du démarrage des travaux.

Sans compter quelques années de préliminaires, il s'écoula plus de 16 ans entre les premières réflexions et l'inauguration de l'église de Bonmont restaurée. Une telle durée peut paraître disproportionnée – surtout à ceux qui l'ont vécue du début jusqu'à la fin. Rétrospectivement, je pense que le temps nous aida à harmoniser un projet dont nous avons sous-estimé la complexité. Ce long parcours, fait de la ténacité et du savoir-faire de nombreuses personnes, aboutit finalement à l'ouverture au public. J'espère que ces efforts resteront un souvenir marquant et que leurs résultats favoriseront la découverte de l'un des plus émouvants monuments du canton.

Jean-Pierre DRESCO *Architecte cantonal*

STABILITÉ DE L'ÉGLISE

BREF HISTORIQUE DE LA CONSTRUCTION DE L'ÉGLISE

Sans vouloir retracer en détail l'histoire de la construction de cette église, il est bon de rappeler qu'elle s'élève en partie sur les fondations d'une première église qui ne semble pas avoir été achevée avant l'ouverture du chantier, vers 1150, de celle que nous connaissons aujourd'hui.

La première construction devait avoir son sol intérieur plus haut que l'actuelle. Elle était également plus courte, bien que la largeur de sa nef, bas côtés inclus, fut égale à celle de la nouvelle église. De plus, l'entr'axe de ses piliers ne correspondait pas avec l'actuelle. Il résulte de toutes ces différences que l'église de Bonmont dont nous occupons ici possède des fondations peu profondes, d'inégales qualités et souvent remaniées.

A l'époque bernoise, diverses interventions eurent lieu sur l'ouvrage. Nous ne mentionnerons que celles qui ont pu en influencer les structures :

- démolition des bâtiments monastiques;
- démolition de la voûte du transept sud;
- construction de bouchons sous diverses voûtes;
- démolition partielle du chœur;
- construction d'un four à pain.

DÉGÂTS CONSTATÉS AVANT TRAVAUX SUR LES STRUCTURES DE L'ÉGLISE

Dès que l'on entra dans l'église, avant les travaux de restauration et de consolidation des années 1980, on était frappé par l'importance des fissures dans tous les arcs des bas-côtés situés entre les piliers et les façades longitudinales. Ces fissures montaient à 45 des clefs de ces voûtes vers le pied de la voûte de la nef. Elles étaient parfois ouvertes de plusieurs centimètres à tel point que des blocs appareillés des arcs s'étaient détachés et avaient glissé de quelques centimètres jusqu'à se bloquer en raison de leur forme trapézoïdale (fig. 1).

La voûte longitudinale de la nef comportait bizarrement 3 fissures sur presque toute sa longueur : une à la clef et une à chaque pied. Elles n'existaient cependant pas au droit du clocher.

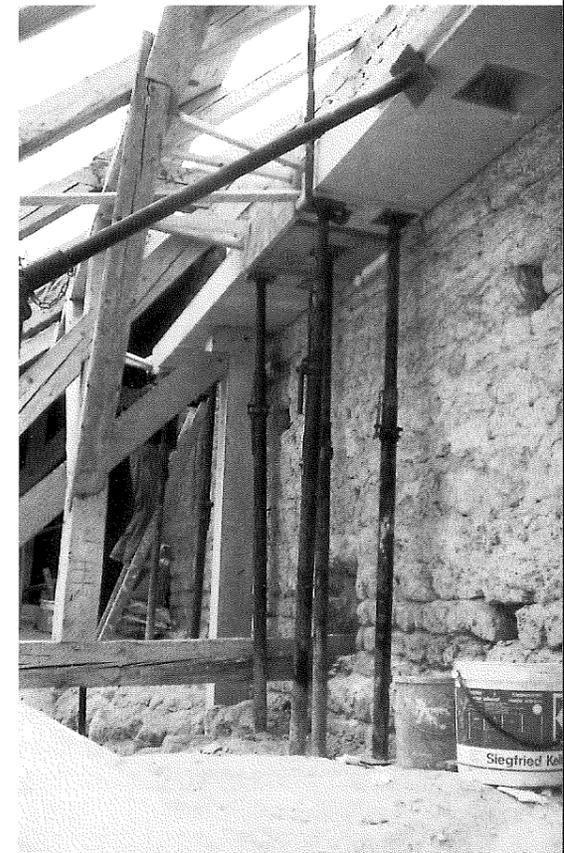
Diverses autres fissures existaient çà et là, toutefois sans grande régularité répétitive. Un relevé de 1973 montre des faux aplombs de certains porteurs de près de 10 cm vers l'extérieur du bâtiment. Ces dévers sont en général plus prononcés côté sud que côté nord.

Il y avait d'autres dégâts sans grande relation avec les structures de l'ouvrage.

SIMILITUDE AVEC L'ESCALADIEU (F)

L'église de l'Escaladiou, dans le sud-ouest de la France, présente une telle similitude de forme avec Bonmont qu'on pourrait les confondre sur des photographies prises sous certains angles. Il était dès lors intéressant de comparer l'outrage des ans sur ces jumelles.

1. Abbaye
2. Élément d'accueil
3. Chemins publics
4. Passage public
5. Esplanade
6. Toilettes publiques
7. Parvis
8. Château



Etayage en cours de chantier.

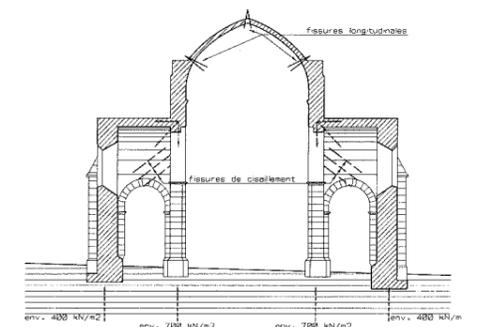


Figure 1

La comparaison des dégâts structurels donnait ceci :

- les fissures longitudinales des voûtes des nefs étaient nettement moins marquées à l'Escaladieu qu'à Bonmont;
- les fissures des arcs des collatéraux sont très semblables dans les deux églises avec toutefois un déplacement plus fort à Bonmont;
- les dégâts des transepts ne sont pas comparables;
- le sol semble plus compact et régulier à l'Escaladieu qu'à Bonmont tout en étant aussi gorgé d'eau. Ces constatations confirmeraient les hypothèses retenues (cf. plus bas) pour engager les travaux de consolidation de Bonmont.

RECHERCHE D'UNE MODÉLISATION DES DÉFORMATIONS

A première vue, il semblait que la poussée horizontale des pieds de la voûte centrale était à l'origine de tous les désordres constatés : dévers de porteurs vers l'extérieur, fissure de la clef de voûte, cisaillement des arcs des bas-côtés. Restaient cependant à expliquer les fissures des pieds de voûtes qu'aucun degré de gravité du mouvement supposé plus haut ne pouvait expliquer. Au contraire même, il eut fallu un mouvement inverse pour les justifier (fig. 2).

Devant nos échecs successifs à trouver un modèle de déformation de la structure compatible avec tous les dégâts constatés, nous avons décidé d'attaquer le problème de toute autre manière : partant de l'église neuve et sans fissures, nous avons recherché ses faiblesses et leur conséquences et suivi pas à pas l'évolution des efforts, des reports de charges et des déformations au fil des ans. Chaque pas des calculs déterminait le scénario du pas suivant.

SCÉNARIO DE LA DÉGRADATION DES STRUCTURES

Les calculs ont été entrepris par la méthode des éléments finis en choisissant les axes et rigidités tels qu'ils devaient être à la construction de l'église (sans rotules comme s'il s'agissait d'une construction monolithique), avec des appuis sans tassements différentiels. Les premiers résultats ont montré une forte excentricité de la ligne des forces à la clef de voûte, de violents efforts de cisaillement des arcs des bas-côtés et des charges sérieusement excentrées sur les piliers et les façades.

Là où les excentricités sortaient des noyaux de la structure, nous avons progressivement introduit des rotules reproduisant l'apparition de fissures dans la maçonnerie. A aucun moment cependant, la présence de fissures en clef et en pied de voûte ne s'expliquait.

Nous avons alors introduit les tassements différentiels des fondations sur la base de valeurs fournies par le laboratoire de Cérenville. Les choses commencèrent alors à se clarifier dès lors que nous reprenions les mêmes calculs successifs avec des appuis élastiques pour les fondations, l'introduction pas à pas de rotules, de moments d'encastrement partiels et parfois la suppression de résistance au cisaillement. (Il faut rappeler ici que les qualités des fondations étaient très inégales d'un porteur à l'autre.)

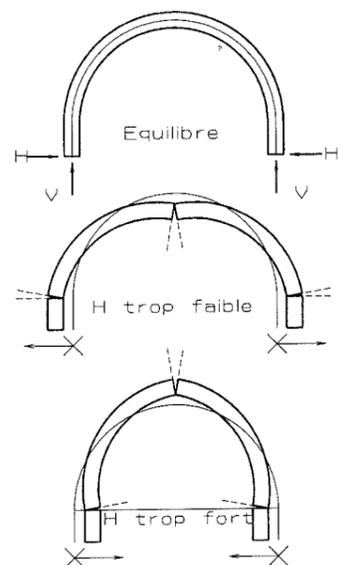


Figure 2

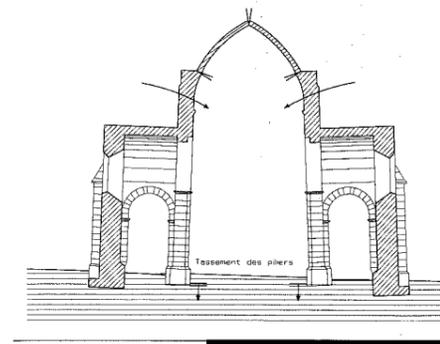


Figure 3

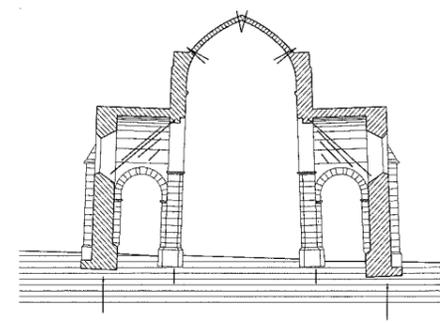


Figure 4

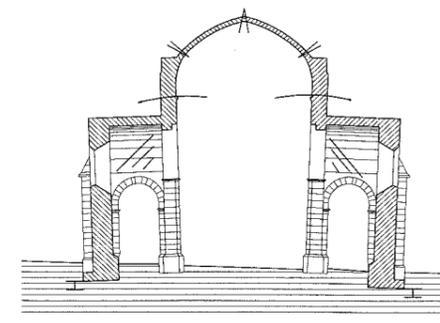


Figure 5

Les diverses modifications des conditions de continuité correspondent au scénario suivant.

Dans un premier temps, par suite de sollicitation trop forte des fondations, les piliers se sont tassés plus que les façades. Les bas-côtés ont alors basculé vers l'intérieur ouvrant ces fameuses fissures au pied de la voûte de la nef (fig. 3).

La défection partielle des piliers entraîne une modification de la ligne des forces, les efforts étant reportés sur les façades (fig. 4).

Cette modification de la position de la ligne des forces ne signifie pas qu'un équilibre général soit trouvé. Suite à cette redistribution interne des efforts, les piliers sont comme suspendus à cette voûte de remplacement qui s'est constituée au-dessus d'eux. En raison du manque de cohésion de la maçonnerie, des fissures s'ouvrent dans les arcs des bas-côtés et désolidarisent les piliers du reste du bâtiment.

Le poids des piliers n'incurve plus la ligne des forces et cette dernière s'échappe à nouveau du noyau des éléments porteurs. Les murs pivotent vers l'extérieur et se tassent, entraînant le reste de l'ouvrage jusqu'à ce que la nef s'appuie à nouveau sur les piliers. Les pieds de la voûte de la nef s'écartant, une fissure apparaît cette fois à sa clef (fig. 5).

Ce serait donc une sorte de mouvement de va-et-vient qui aurait produit ces fissures contradictoires dans la voûte de la nef. Cette hypothèse se confirme par la convergence des résultats calculés avec cette hypothèse et la réalité des mesures sur l'ouvrage :

- le calcul de la structure donnait un tassement relatif piliers / façade sud de 2.0 mm; le calcul géotechnique prévoyait 2.9 mm;
- le calcul de la structure donnait une rotation du pied d'un pilier sud de 0.0066 rad.; le calcul géotechnique prévoyait 0.0074 rad.;
- une rotation du pilier de 0.0066 rad. donnerait un faux-aplomb de 5.9 cm sur la hauteur d'un pilier; les mesures sur place donnent 6 cm.

La crédibilité du scénario de déformation se confirme lorsqu'on aborde le restant de l'église.

A la croisée, la ligne des forces reste dans la structure existante en raison du poids du clocher. Le tassement des piliers était toutefois encore plus important ici que dans la nef et engendra le cisaillement des transepts moins chargés, mais trop rigides pour pouvoir basculer vers l'intérieur comme le firent les bas-côtés. La voûte centrale a gardé ses appuis sans déplacements horizontaux et ne s'est pas fissurée.

Selon le laboratoire de Cérenville, les tassements devaient être plus importants dans la moitié sud du bâtiment que dans sa moitié nord. Cela se confirme par les dégâts plus importants dans le bas-côté sud que dans celui au nord. Il en va de même dans les transepts. Au temps des Bernois, la voûte du transept sud menaçait de s'écrouler probablement à la suite du cisaillement décrit plus haut et a dû être démolie. Le transept nord, en meilleur état, a été maintenu.

La destruction des bâtiments monastiques ne semble pas avoir eu d'influence néfaste sur la structure de l'église, car leur rigidité ne devait pas être suffisante

pour pouvoir servir d'arc-boutant à l'édifice. De même, la disparition partielle du chœur n'a pas affaibli la croisée, celle-ci étant suffisamment chargée pour pouvoir se passer de contreforts.

La construction des bouchons peut avoir arrêté le tassement des piliers de la croisée en en répartissant la charge.

En conclusion, on peut dire que les désordres survenus dans les structures de l'abbaye de Bonmont étaient dus à ses mauvaises fondations et à une mauvaise conception de la géométrie de ses voûtes.

CONSOLIDATION DES FONDATIONS

Les études géotechniques conduites par le Laboratoire de Cérenville SA ont démontré que le sous-sol était constitué d'une couche de remblais recouvrant localement la terre végétale ancienne (1 à 1.8 m d'épaisseur), puis de divers sols de limons et sables peu argileux avec des passées graveleuses. La couche superficielle est caractérisée par une compacité médiocre. Les couches profondes sont, elles, compactes à très compactes.

Pour une construction nouvelle, on ne prévoirait aucune fondation dans la couche de remblais. Par ailleurs, les taux de travail sous les fondations ne devraient pas dépasser 130 à 160 kPa dans la première tranche de sols limono-sableux. Les couches plus profondes représentent un excellent appui pour des fondations. Or, avant consolidation, les fondations de l'église, pourtant bien superficielles, sollicitaient le terrain avec env. 400 kPa sous les façades et env. 700 kPa sous les piliers ! Il s'avère que le mur nord est fondé sur du bon terrain, mais que les autres porteurs sont fondés sur une couche moins compacte allant s'épaississant en direction du sud (fig. 6). Des tassements différentiels entre les divers porteurs en sont la conséquence directe. En ajoutant à cela la rotation des fondations des piliers engendrée par l'excentricité des charges, on en conclut que seule une intervention de stabilisation des fondations pouvait stopper la dégradation de l'édifice.

Des micro-pieux avec reprise en sous-œuvre avait été envisagés pour les piliers (fig. 7a). Cette solution a été abandonnée au profit de jetting (fig. 7b), cette dernière ne présentant pas de phase de chantier augmentant temporairement les contraintes au sol des fondations.

A l'époque des travaux, c'était là une technique encore peu répandue. Nous avons craint des gonflements de terrain, mais les nivellements de précision exécutés avant, pendant et après le jetting ont montré que les mouvements de l'édifice étaient essentiellement dus aux variations de température et non aux travaux. La nature des sols se prêtait particulièrement bien à ce procédé.

Cette même technique a également été utilisée pour consolider le transept sud en créant une enceinte pour un sous-sol dans ce secteur (fig. 8).

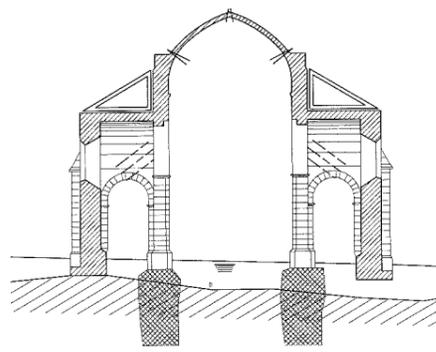


Figure 6

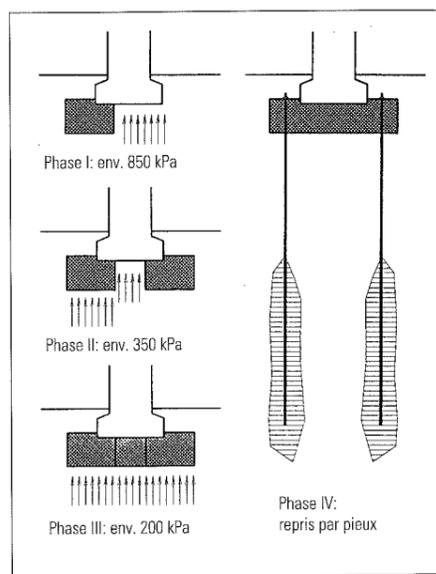


Figure 7a

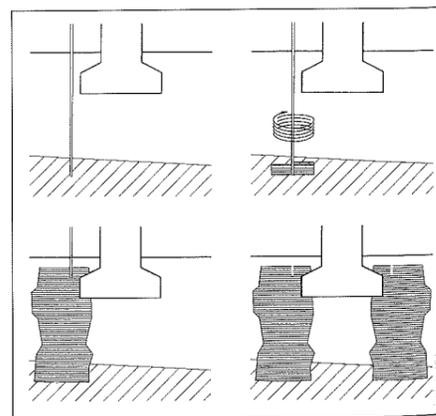


Figure 7b

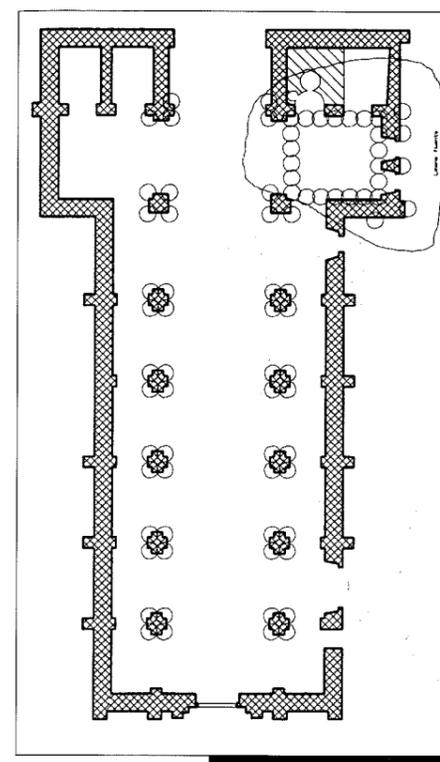


Figure 8

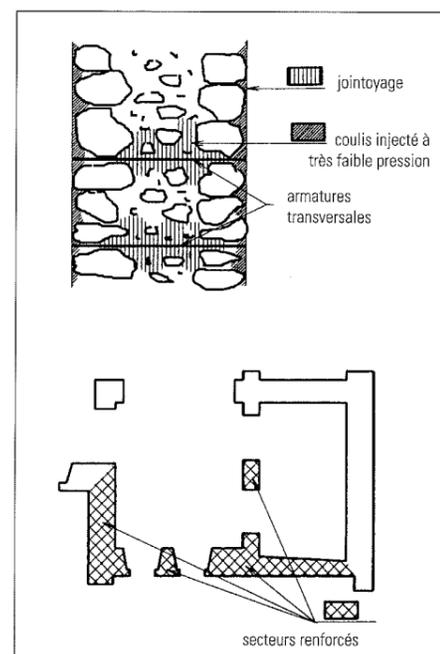


Figure 9

CONSOLIDATION DES VOÛTES

Les calculs avaient démontré que la ligne des forces sortait de la voûte de la nef et que les efforts de cisaillement étaient trop importants dans les arcs des collatéraux. Pour ramener la ligne des forces dans le noyau des structures, on aurait pu la dévier par l'adjonction de forces externes telles que lests ou câbles de précontrainte. Il aurait encore fallu renforcer les arcs des collatéraux contre le cisaillement.

La solution finalement choisie était la pose d'une sorte de «Mécano» en éléments de béton armé formant arcs-boutants contre le pied de voûte de la nef et reportant les efforts de poussée horizontale directement sur les murs de façade (fig. 6). L'avantage est d'avoir ainsi résolu les deux problèmes en une seule opération qui, de plus, est une intervention réversible.

CONSOLIDATION DU TRANSEPT SUD

Les travaux dans le transept sud ont mis en évidence une zone de limons fluents superficiels. Il convenait donc de consolider dans ce secteur non seulement les fondations des piliers, mais également celles des façades. Une série de pieux par jetting a été prévue, les uns isolés, les autres jointifs pour servir de blindage de fouille au chantier de création d'un sous-sol (fig. 8).

Le limon fluant convenant mal à la technique du jetting, certains pieux de façade ont été exécutés par jetting dans leur partie profonde et comme micro-pieux avec reprise en sous-œuvre dans les limons superficiels. Ceci évitait le gonflement du terrain que provoque le jetting dans les limons saturés.

Les Bernois avaient dû, pour des raisons de sécurité, démolir la voûte du transept sud. Ils en ont profité pour l'aménager et ont percé diverses portes et fenêtres dans les murs. Ces transformations ont fragilisé les façades qui ont eu du mal à supporter les travaux de consolidation et de création du sous-sol. Il a fallu reconstituer une certaine cohésion des murs en boulets en en agrafant les deux parements et en les injectant à très faible pression (fig. 9). La quantité importante de coulis consommée pour les injections a dépassé toutes les prévisions les plus pessimistes quant à l'indice des vides de ces murs: ils avaient dû se vider comme des sacs lorsque les Bernois y perçaient les fenêtres !

Raymond MARZER Ingénieur civil



Les enduits badigeonnés des pilastres après restauration.

SUPPRESSION DE MURS, OBTURATION D'OUVERTURES

Dès la sécularisation de l'abbaye en 1536, les bâtiments conventuels connaissent des sorts divers; seule l'église est entretenue et réaménagée. Pour remplir de nouvelles fonctions (grange de dîme, cellier, fromagerie, etc.), les espaces intérieurs sont divisés par des murs, des cloisons et des planchers.

Lorsqu'elle est transformée en grange agricole, au début du XIX^e siècle, l'église subit les plus graves dégâts. Le niveau inférieur est aménagé en remises. Pour y accéder, deux grandes portes de grange sont ouvertes. Une troisième porte, celle du pont de grange du niveau supérieur, est percée au milieu de la façade nord.

Ces interventions profanes successives rendaient la lecture et la compréhension de l'architecture cistercienne très difficile. Très peu d'éléments rajoutés après 1536 avaient une valeur architecturale telle qu'il s'imposait de les conserver absolument. Ils perturbaient l'appréhension des espaces intérieurs, certains d'entre eux ont été

supprimés. Pour effacer le moins possible les éléments permettant de comprendre l'histoire du bâtiment, des traces ont été conservées; lorsque leur intégration dans le cadre de la nouvelle image souhaitée était possible, ils ont été maintenus.

Après avoir supprimé les planchers et les bouchons de maçonnerie, un certain nombre d'ouvertures parasites perturbaient fortement la mise en valeur de l'espace lumineux cistercien qu'il s'agissait de remettre en valeur. Elles ont été obturées.

Dans certains cas, par exemple la grande porte de grange à arc brisé ouverte vers 1803 dans le mur de la deuxième travée du collatéral nord, l'obturation n'a été que partielle pour recréer une fenêtre qui a uniformisé l'apport de lumière naturelle pour cette travée.

Les ouvertures ont été murées avec des briques silico-calcaires. Ce matériau permet d'assurer des surfaces stables et homogènes, acceptant bien les enduits de chaux qui se comportent de la même manière que sur les appareils anciens. Ainsi la trace de ces obturations, marquée par une planimétrie plus rigoureuse que celle des murs en moellons, ne marque que très discrètement la trace du passage des Bernois dans l'histoire du monument.

LES ENDUITS ET LES BADIGEONS INTÉRIEURS

Les qualités spatiales de l'édifice sont définies par les limites physiques des éléments architecturaux, par les proportions et les échelles, mais aussi par les effets de la lumière sur la surface des murs. Durant toute la première période d'analyse du monument, des hypothèses variées et souvent contradictoires se sont succédé sur les natures et les textures des surfaces des murs, des piliers et des voûtes qu'il conviendrait de mettre en valeur et de fixer dans l'étape finale de restauration.

Par exemple, les restaurateurs ont acquis la certitude que les voûtes et les murs périphériques avaient été enduits et badigeonnés dès l'origine, au XII^e siècle. Le traitement de surface s'était fait en trois étapes : une première couche générale de crépi d'égalisation, une deuxième couche d'enduit composée de sable fin, voire de limon et de chaux et, après prise et séchage de ces couches de fond, une application au pinceau grossier de plusieurs couches de badigeons de chaux blanche atteignant parfois 4 à 5 mm d'épaisseur.

Le parti de restauration a consisté à redonner sa cohérence au décor de la fin du XII^e siècle tout en conservant quelques échantillons significatifs des décors postérieurs.

Pratiquement, les couches ont été dégagées jusqu'à l'enduit d'origine. Les parties d'enduits et de badigeons qui étaient dégradées ont été consolidées; les parties manquantes ont été refaites, toujours de manière à ce que l'on puisse les reconnaître au second regard. Les décors ont été restaurés, quelquefois ils ont été complétés en fonction de divers critères : situation, état de conservation, valeur technique et esthétique, etc.

PIERRES DE TAILLE

La réfection des parties endommagées d'un édifice conduit très souvent à réaliser des faux. Pour cette raison, un parti a été adopté : celui de ne pas retoucher ou



Enduisage de façade (sud).

remplacer les pierres de taille endommagées ou manquantes. Cette règle a comporté, cependant, deux exceptions.

La première concerne la prolongation, de part et d'autre du mur est de la croisée du transept, de l'extrémité des cordons situés au départ du berceau principal. Il a été fait en sorte que la nouvelle partie des cordons se distingue très légèrement des parties originales. Sans cette intervention, il aurait été difficile de comprendre pourquoi s'interrompaient abruptement les parties des cordons qui avaient été détruites par deux ouvertures bernoises permettant d'accéder au-dessus des transepts et au beffroi.

La seconde concerne un des chapiteaux de la porte du cloître. Cette porte avait été obturée, mais un des pied-droit avait été détruit. Sa reconstruction a été réalisée en briques silico-calcaires et son raccord supérieur au tympan a été réalisé en pierre. La simplification du dessin du chapiteau permettra toujours d'identifier cet ajout.

LES ENDUITS EXTÉRIEURS

Les enduits originaux à la chaux des façades avaient été piqués à partir de la fin du XIX^e siècle, laissant apparaître les moellons de la maçonnerie des murs grossièrement appareillés, ce qui donnait un caractère très anecdotique aux façades. Comme pour accentuer cet effet, les joints de l'appareil avaient été regarnis en creux au mortier de ciment Portland gris, ajoutant non seulement à l'aspect anecdotique des surfaces, mais créant une barrière de vapeur étanche qui coupait les indispensables échanges d'humidité entre l'intérieur et l'extérieur.

C'est une des raisons qui ont conduit à reprendre complètement l'enduit des façades. En outre, ces transferts de vapeur deviendraient d'autant plus nécessaires que l'église étant chauffée à l'avenir et abritant lors de concerts plusieurs centaines de personnes, il se produirait une grande quantité d'humidité qui serait absorbée par les murs.

Mais la principale raison qui a suscité la réalisation d'un nouvel enduit provient d'une étude conjointe du restaurateur de surfaces, Th.-A. Hermanès, et de l'architecte. Elle s'est principalement fondée sur la découverte de deux témoins d'enduits originaux du XII^e siècle, badigeonnés de chaux. Ces enduits avaient pu être conservés sur deux façades différentes de la nef.

Après la construction plus tardive du beffroi, à la fin du XV^e siècle, ou lors des interventions bernoises, de nouveaux enduits et badigeons de chaux ont encore recouvert le monument. Ce n'est qu'à la fin du XIX^e siècle que, cédant au romantisme des pierres vues, les moellons ont été dégagés.

Ainsi l'intervention a consisté tout d'abord à dégarnir les jointoyages au ciment des façades de la nef, des transepts et partiellement du beffroi pour préparer la mise en place des nouveaux enduits à la chaux. Cette intervention a aussi permis à l'archéologue d'analyser les mortiers originaux, ce qui a précisé la succession des étapes de construction de l'église.

Un grand nombre d'échantillons de crépis a été réalisé, faisant varier les types de



*Façade sud, partie orientale.
Vue vers le nord.*

sables ou de limons, leur provenance, leur granulométrie et les proportions de chaux en pâte des mortiers. Ces échantillons, plus ou moins couvrants, soit jetés à la truelle, soit lissés, ont permis d'adopter le mode définitif : un lissé à la truelle sur un mur non dressé, laissant apparaître très légèrement le mouvement des moellons. Lors de la réalisation des crépissages, à une période de l'année ni trop sèche, ni trop froide, il importait que le dernier passage, lissé à la truelle avec un léger apport de mortier, soit uniforme. Il a été réalisé, façade par façade, en une seule traite, par la main d'un seul maçon assisté d'une équipe de servants. Toutes les façades de la nef et des transepts qui avaient été très remaniées ou dégarnies ont été réenduites. Par contre, les façades ouest et nord du beffroi comportaient les parties les plus importantes d'enduits originaux. Ils dataient de sa construction, dès 1488. Il était important de les conserver et de les consolider. Seules des lacunes ont été reconstituées avec un enduit contemporain avant que toutes les surfaces soient recouvertes par un nouveau badigeon de chaux.

Gabriel PONCET *Architecte*

LES TUILES CISTERCIENNES DE L'ABBAYE DE BONMONT

INTRODUCTION

En 1982, l'acquisition de l'église cistercienne de Bonmont par l'Etat de Vaud a marqué le début d'importants travaux de restauration ainsi qu'une série d'investigations archéologiques visant à compléter les résultats des fouilles ponctuelles précédentes. C'est dans ce cadre de recherches sur l'histoire et l'architecture de l'édifice, d'une part, et celui de l'étude des tuiles anciennes lancée par la section des MHAVD¹, d'autre part, que s'inscrit l'analyse des matériaux de couverture de l'église abbatiale.

Réalisées à l'occasion du renouvellement complet de la toiture et du nettoyage des combles du monument, ces recherches se sont déroulées en plusieurs étapes, entre l'automne 1983 et le printemps 1984² :

- une première expertise de l'importante masse de débris de tuiles sous le faîtage et dans les creux formés par les voûtes des collatéraux (fig. 1) avait permis de constater la présence de tuiles creuses à crochet de grandes dimensions, spécimens inédits jusqu'alors dans nos régions (fig. 2 et 3);
- il s'ensuivit une exploration méthodique des déblais dans les combles du collatéral sud et du beffroi afin de recenser les différents types de matériaux de couverture mis en œuvre à Bonmont et d'établir l'ordre chronologique de leur apparition sur la toiture de l'église abbatiale.

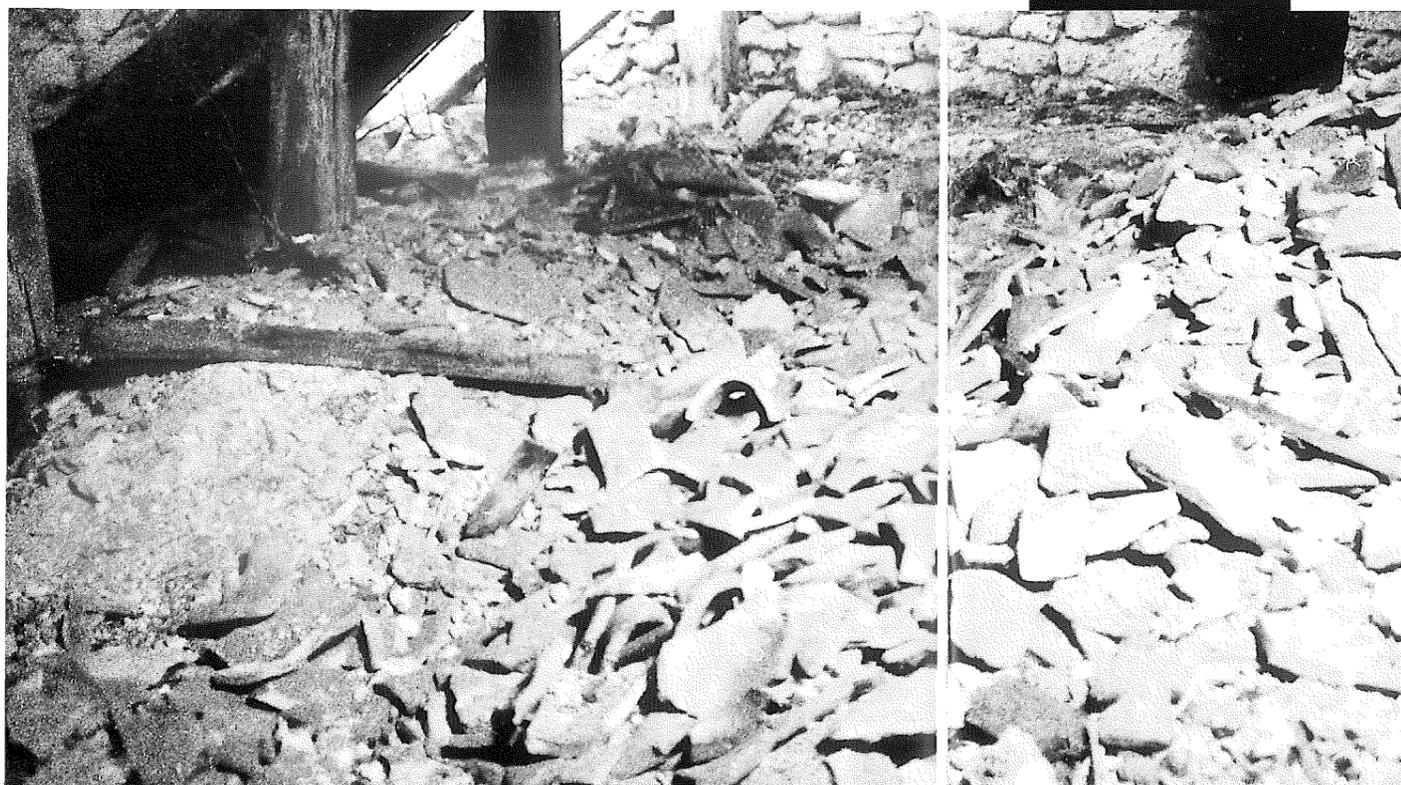


Fig.1 : Vue des déblais de tuiles dans les combles du collatéral sud de l'église de Bonmont, printemps 1984.

MÉTHODES, STRATIGRAPHIE

L'application de méthodes de fouilles archéologiques traditionnelles – exploration en caisson, établissement de coupes de référence, puis échantillonnage des tuiles par couches distinctes – à ce contexte particulier a révélé un brassage des déblais supérieurs où prédominent les nombreuses variétés de tuiles plates et les tavillons ou bardeaux. En revanche, les dépôts inférieurs bien stratifiés étaient exclusivement composés de fragments de tuiles creuses ainsi que de gravats et de débris de bois intercalaires. Egalement présents parmi les déchets de matériaux de construction qui jonchaient le sol entre les voûtes des collatéraux, ces modèles ont de toute évidence constitué la couverture originelle, «à la provençale», du monument cistercien. Cette configuration des déblais est uniforme pour l'ensemble des caissons de fouille réalisés sous la toiture de la nef. Seule la stratigraphie obtenue dans les combles du beffroi, érigé à la fin du XV^e siècle³, fait exception : les tuiles plates sont omniprésentes dans les diverses strates des déblais, y compris dans les couches inférieures, ce qui suppose un mode de couverture différent pour le clocher.

Sur les 8'500 échantillons prélevés, plus des deux tiers appartiennent à la catégorie des tuiles creuses ou tuiles canal. Cette proportion se vérifie dans le corpus qui a servi de base à l'étude typologique, soit 2'310 fragments caractéristiques et une centaine de pièces entières⁴.

LES TUILES CANAL DE LA COUVERTURE PRIMITIVE

Les modèles cisterciens, mis en œuvre vers la fin du XII^e siècle très probablement⁵, se répartissent en sept groupes possédant leurs propres caractéristiques (fig. 2, type A à G), ainsi qu'une forme définie par leur fonction sur la toiture. La couverture primitive en tuiles canal est une couverture à deux éléments principaux, la tuile inférieure – ou *égout* – et la tuile supérieure de recouvrement – ou *couvre-joint*. En plus des pièces *faîtières*, chacune des deux principales catégories se subdivise en deux sous-types, les *raccords-faîtière* ainsi qu'une série de *tuiles d'accrochage intermédiaire*. Ces dernières présentent un système d'emboîtement d'un genre tout à fait particulier – à tenons et encoches – destiné à renforcer le maintien de l'assemblage sur un simple toit à deux pans, incliné à 45°. En outre, la plupart des tuiles échantillonnées portent les traces d'un jointoyage au mortier qui devait assurer une meilleure étanchéité et tenue d'un ensemble assez lourd, environ 85 kg/m², reposant sur les lambourdes de la charpente, espacées d'environ 32 cm. Au chapitre des couleurs, le saumon (50 %) et le rouge (44%) sont les teintes dominantes, tandis que les produits de couleur jaune sont nettement minoritaires (6 %). L'analyse des différents types récoltés et plusieurs essais d'assemblage ont permis de comprendre le mode de couverture initial assez complexe et d'en proposer une reconstitution partielle (fig. 3).

Les tuiles inférieures ou égouts (fig. 2, type A)

Constituant le 33 % des pièces échantillonnées, elles présentent une forme de segment tronconique et ont en moyenne une longueur de 42 cm pour un poids d'environ 3,2 kg. Il existe une variante plus rare et plus longue de 4 à 5 cm, pesant près de 3,5 kg. La largeur la plus importante reçoit la partie la plus étroite de la tuile amont, avec un recouvrement de 5 à 6 cm. Elles sont systématiquement pourvues, à leur extrémité supérieure la plus large, d'un tenon fixé sur le dos extérieur de la tuile, à ras du bord. Caractéristique fondamentale pour ce type, le tenon – ou crochet terminal – sert à retenir la tuile sur le lattes de pose.

Les tuiles de recouvrement ou couvre-joints (fig. 2, type B)

Les pièces supérieures, à plusieurs variantes, représentent le 56 % de l'échantillonnage. Elles ont en principe la même longueur que les tuiles inférieures, mais on dénombre plusieurs spécimens de dimensions plus réduites, entre 37 et 40 cm. Elles sont également de forme plus étroite et d'un poids moyen, 2,5 kg, sensiblement inférieur à celui des égouts. Ces couvre-joints se distinguent surtout par leur crochet dorsal qui est fixé sur la face externe à 5 ou 8 cm du bord supérieur, plus étroit. De formes diverses – aplati, allongé ou en forme de bec –, le crochet peut atteindre jusqu'à 5 cm de hauteur et sert de butée à la tuile de recouvrement amont. Certaines de ces pièces portent encore les traces d'un colmatage au mortier de chaux à l'arrière du crochet, parfois autour d'une perforation permettant le clouage sur les chevrons ou pannes dans l'interstice laissé par les tuiles égouts sous-jacentes (fig. 3, B 1). Ainsi placé, le clou de fixation était caché par le couvre-joint amont, ce qui le protégeait de l'oxydation. Les boudins de mortier intercalaires renforçaient l'étanchéité tout en consolidant la tenue de certains rangs de tuiles, peut-être ceux de la partie basse du toit.

Les pièces d'accrochage intermédiaire (fig. 2, types C et D)

Un autre dispositif d'accrochage est attesté par la présence, en faible pourcentage (7 %), de deux types particuliers complémentaires, dérivés des deux modèles de base : le type C est une tuile égout possédant deux encoches latérales évasées, d'environ 5 à 7 cm de large, ménagées avant cuisson dans les bords supérieurs, à quelques centimètres de l'extrémité la plus large munie du tenon. Quant aux bords inférieurs, ils sont biseautés sur toute la partie venant s'emboîter dans l'égout aval. C'est sans doute en raison du grand format de ce modèle, dont la longueur varie entre 46 et 50 cm, qu'un tel ajustage s'est avéré nécessaire pour conserver un profil de couverture régulier. Son antagoniste, le type D, est un couvre-joint équipé d'un culot ou cabochon, sorte de chapeau à tenon fermant le petit côté de la tuile à l'arrière du crochet dorsal. Ce cabochon aux bords biaisés venait s'imbriquer dans les encoches de la tuile inférieure (fig. 3). Certains spécimens possèdent même une découpe tronquée pour faciliter leur emboîtement. On peut aisément imaginer que l'utilisation de telles pièces pour des rangs intermédiaires découle de l'inclinaison

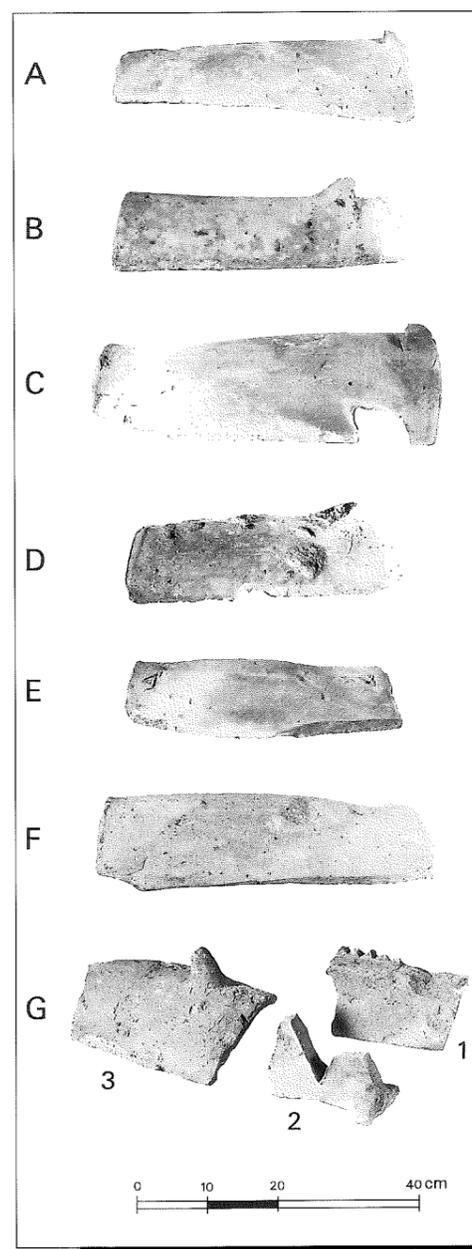


Fig. 2 : Les principaux types de tuiles canal de Bonmont :

- A : égout.
- B : couvre-joint.
- C : égout à encoches.
- D : couvre-joints à cabochon.
- E : raccord-faîtière à crochet (égout).
- F : raccord-faîtière sans crochet.
- G : éléments de faîtières.

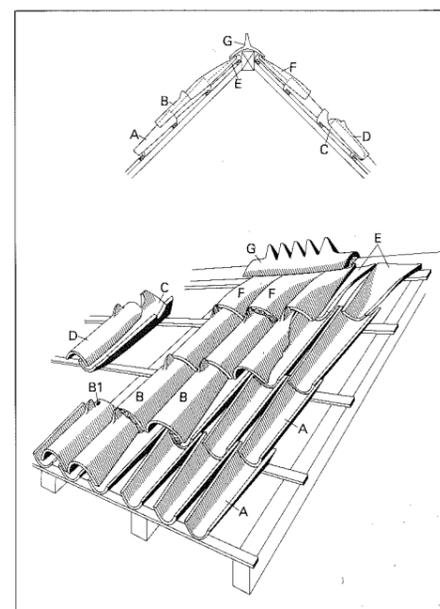
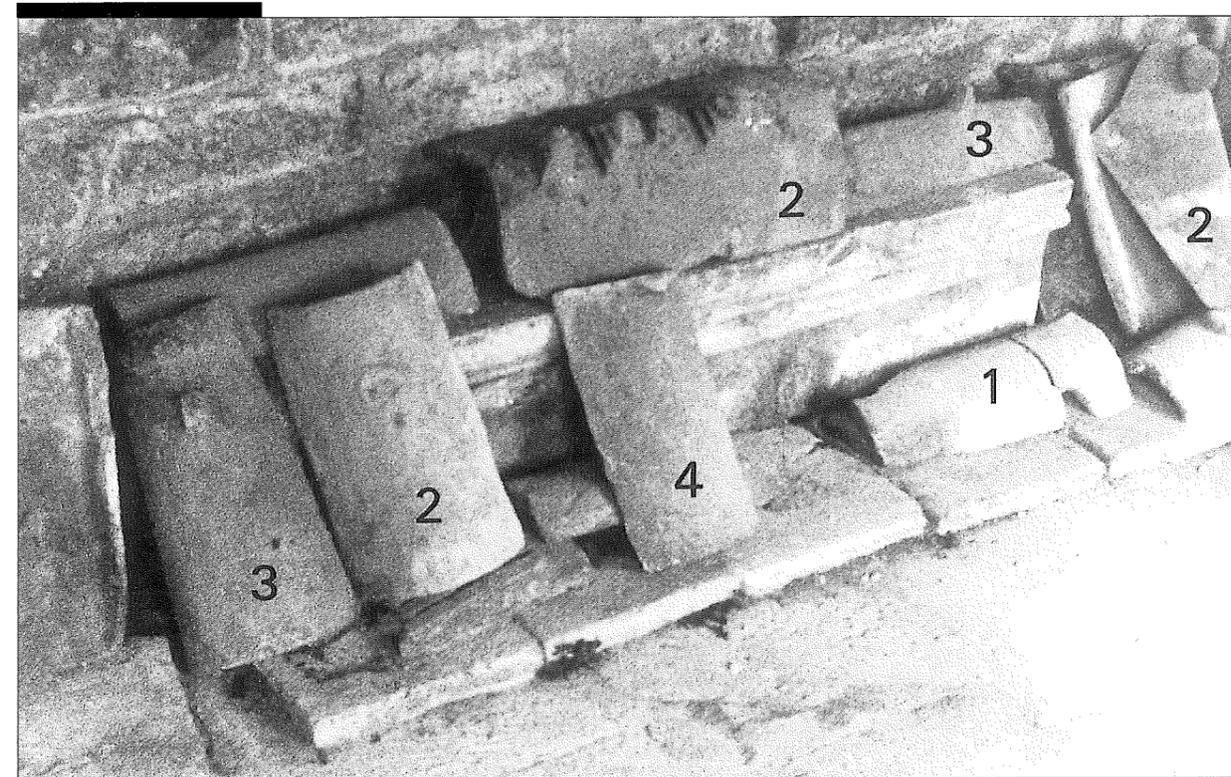


Fig. 3 : Restitution schématique partielle de la couverture cistercienne.

Fig. 4 : Dépôt de tuiles sous le cloître de l'abbaye de Fontennay (F).

- 1 : égout à encoches.
- 2 : faîtières.
- 3 : couvre-joints.
- 4 : égout.



de la toiture – 45° – plutôt forte pour une couverture en tuiles canal, relativement lourdes de surcroît. Toutefois, ce système d'accrochage semble avoir également été utilisé à l'église de Fontenay (F) pour des toits à plus faible pente, de 30° environ (fig. 4, 1). Seuls parallèles actuellement connus pour ces types particuliers⁶, les exemplaires de Fontenay ont peut-être servi à la couverture de la nef, qui repose à même un blocage de maçonnerie, ou plus vraisemblablement à celle des bas-côtés dotés d'une charpente⁷.

Les raccords-faîtière (fig. 2, types E et F)

En faible proportion (3 %), ces pièces sont également des variantes des deux modèles de base avec des dimensions plus courtes – 37 cm en moyenne – et un épatement de l'extrémité amont. Cette caractéristique indique qu'elles appartiennent à la rangée supérieure de la toiture, avec la partie aplatie venant s'insérer sous le faîtage, tandis que les bords inférieurs sont généralement biseautés pour un meilleur assemblage. Les tuiles raccords sont aussi bien du type canal, avec tenon sur le bord aplati pour accrochage sur la lambourde sous-faîtière (E), que du type couvre-joint (F) avec une gorge à l'extrémité inférieure et une partie supérieure épatée portant les traces de joints de mortier de chaux qui devaient les rendre solidaires des tuiles faîtières.

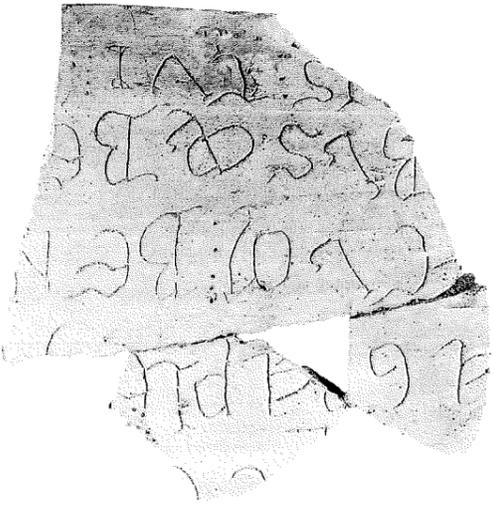


Fig. 5 : Fragment d'un Ave Maria (Luc 1 vs. 29 et 42) gravé sur un raccord faîtière :

«AVE MARIA / GRATIA PLENA / DOMINUS
TE CUM BEN TU IN / MULIERIBUS ET
BENEDICTUS / FRUCTUS VENTRIS TUI
JESUS».

Éléments de faîtières (fig. 2, type G)

Aucune pièce faîtière ne nous est parvenue intacte. Les fragments récoltés, environ 1% de l'échantillonnage, prouvent qu'elles étaient de grandes dimensions, nettement plus larges – jusqu'à 28 cm – et plus ouvertes que les tuiles canal. Elles sont aisément reconnaissables à leur décor crénelé et strié (G1), proche de celui des faîtières de Fontenay qui mesurent une soixantaine de centimètres (fig. 4, 2). D'autres fragments sont ornés de redents (G2) ou encore de gros crochets en forme de bec (G3) qui se découpaient nettement sur le ciel. Ces tuiles droites devaient être posées jointives sur la panne faîtière, avec un calfeutrage de mortier, comme en témoignent les empreintes laissées par ce dernier sur les bords et la face interne des pièces. Parmi celles-ci se trouve un fragment crénelé présentant l'amorce d'un cabochon qui la désigne comme une pièce d'extrémité de faîtage.

INSCRIPTION, DÉCORS

C'est sur la face épatée d'un raccord-faîtière qu'a été gravée avant cuisson la seule inscription connue pour les tuiles canal prélevées (fig. 5). Malgré l'aspect fragmentaire du graffiti, l'analyse paléographique⁹ a permis d'établir qu'il s'agissait d'un Ave Maria dont le caractère orné de la graphie semble remonter aux environs du XII^e siècle⁹, confirmant l'appartenance de ces modèles à la couverture originelle. D'autre part, entre le choix du texte, en l'honneur de la Vierge Marie, et le nom de l'église, Notre-Dame de Bonmont, l'analogie est frappante : ainsi s'agirait-il d'une dédicace placée à dessein au faite de l'édifice.

Parmi les pièces inventoriées, figurent trois fragments de tuile de recouvrement portant sur leur face externe des coulures de vernis brun rouge et vert foncé, semblables aux modèles plats du château de Chillon et de la tour-lanterne de la Cathédrale de Lausanne¹⁰.

Enfin, un autre fragment de couvre-joint (ou de faîtière ?) comporte quatre estampilles rectangulaires à motifs cruciformes qui pourraient être la marque de la tuilerie cistercienne de Bonmont.

PARALLÈLES, LIEU DE FABRICATION

Ce mode de couverture, dérivé du système romain, a vraisemblablement été introduit à Bonmont par les moines bâtisseurs qui ont dû amener avec eux une tradition de la terre cuite propre à l'architecture cistercienne où les filiations sont souvent source d'inspiration. Nous en voulons pour preuve les tuiles de Fontenay, en tous points comparables à celles de Bonmont, y compris les types d'assemblage particuliers (fig. 4). Sur le territoire suisse, les modèles de base, égout et couvre-joint à crochets, sont également présents au monastère cistercien de St-Urban, dans le canton de Lucerne¹¹, ainsi qu'à l'église de Grandson¹².

Quant au lieu de fabrication de ces produits, il reste à préciser. Le seul indice actuellement en notre possession est la mention de la tuilerie de Bonmont, sur la commune voisine de Vich, à Clarens, dans un abbergement concédé par le couvent en 1457¹³. D'autre part, l'état actuel des connaissances du plan et de l'organisation du couvent n'exclut pas complètement la présence d'une tuilerie dans l'enceinte même ou au voisinage immédiat de l'abbaye, tels les exemples de Clairvaux, en Champagne, et de Salem, en Allemagne¹⁴. Reste aux archéologues de découvrir les traces de cet artisanat...

LES RÉFECTIONS DE TUILES PLATES

Durant la période cistercienne, la toiture de l'église a connu une importante transformation avec l'édification du beffroi, vers 1488, en lieu et place d'un petit campanile¹⁵. Le remplacement de la couverture en tuiles canal par des tuiles plates est difficile à préciser chronologiquement, du fait du remaniement des déblais supérieurs. On ne peut par ailleurs exclure que les modèles les plus anciens, pouvant remonter jusqu'au XII^e siècle également selon la typologie existante, puissent être des éléments en réemploi issus des toits d'autres bâtiments conventuels¹⁶. Une concordance des sources historiques et des datations dendrochronologiques¹⁷ obtenues pour les tavillons intercalaires et la charpente témoigne des réfections de la toiture à l'époque bernoise, en 1580 et 1593 notamment. La majorité des types de tuiles plates repérés dans les combles et sur les toits de l'église appartiennent à une période allant du XVII^e au XIX^e siècle. La nouvelle couverture de l'édifice a été refaite avec des tuiles plates neuves se référant aux modèles utilisés durant l'époque bernoise.

Jacques MOREL *Archéologue*

NOTES :

1. D. Weidmann et Ch. Matile, «Tuiles anciennes du Pays de Vaud», *Chantiers* 4, 1978, pp. 1-8 et M. Grote, «Essai de typologie des tuiles anciennes du canton de Vaud», manuscrit dactylographié, mars 1992; étude à paraître dans un prochain volume des *Cahiers d'Archéologie Romande*.
2. Investigations menées par le soussigné, avec la précieuse collaboration de MM. D. Weidmann, archéologue cantonal, qui a procédé, en compagnie de Ch. Matile, au premier examen des matériaux dans les combles, C. Colliard, du bureau d'architecture BAU, à Nyon, ainsi que l'entreprise Reymond S.A., à Nyon. Des compléments d'information ont été obtenus lors de la réfection des toitures des chapelles latérales en hiver 1993-1994.
3. P. Eggenberger et J. Sarott, «La construction de l'ancienne abbaye cistercienne de Bonmont. Les résultats des investigations archéologiques de 1973 à 1988», *Bonmont I, Archéologie*, Chéserey, 1988, p. 31 et fig. 13, 31 et 35.
4. Une dizaine de tuiles creuses entières se trouvaient en réemploi dans une canalisation du sous-sol de l'église.
5. P. Eggenberger et J. Sarott, *op. cit.*, p.29.
6. Observation sur place du soussigné qui a pu constater, parmi les matériaux entreposés sous le cloître, plusieurs spécimens analogues à ceux de Bonmont.
7. L. Bégule, *L'abbaye de Fontenay et l'architecture cistercienne*, Lyon, 1912, pp. 24-25.
8. Cette inscription a été examinée par MM P. Bissegger, J.-P. Chapuisat, O. Dessemontet, P.-Y. Favez et G. Haenni.
9. Datation proposée par J.-L. Mordefroid, archéologue à Lons-le-Saunier (F).
10. M. Grote, «Notes sur la couverture en tuiles de 1925», *Tour-lanterne, Cathédrale de Lausanne*, publication du Service des bâtiments, 43, 1994, pp. 20-21.
11. J. Goll, *Kleine Ziegelgeschichte*, tiré à part du rapport annuel pour 1984 de la Fondation Ziegelei-Museum Meienberg Cham, pp. 57-59.
12. Investigations du soussigné dans les combles de l'église de Grandson au printemps 1987.
13. ACV, Fi 7, fo. 404 ss. et G. Rapp, *La seigneurie de Prangins*, Bibliothèque Historique Vaudoise IV, 1942, p. 83.
14. J. Goll, *op. cit.*, p.43 et notes 56-57.
15. Cf. note 3 et C. Orsel, RHV 1981, pp. 170-171.
16. Un fragment de ces tuiles plates anciennes, à découpe droite a été découvert, pris dans la maçonnerie de la voûte de la nef principale (5e chantier) datant de la fin du XIIe siècle. Voir P. Eggenberger et J. Sarott, «rapport intermédiaire des investigations archéologiques 1973 et 1983», août 1984, p. 22 et note 21.
17. Analyses réalisées par A et C. Orsel, Laboratoire romand de dendrochronologie, à Moudon. Réf. LRD5/R1529.

Crédit photographique et dessins : C. Chevalley, sauf fig. 1 et 4, J. Morel

RESTAURATION DES TOITURES

Lors de la découverte des toitures des collatéraux, une masse importante de gravats recouvrait l'extrados des voûtes. Il s'agissait de quelques tuiles de l'époque cistercienne, jetées au début de l'époque bernoise, lors de la reconstruction des toitures. Ces vestiges, répertoriés par Jacques Morel, sous la direction de l'archéologue cantonal Denis Weidmann, se sont révélés être une importante trouvaille. Elle a permis de mieux connaître les couvertures en tuiles courbes posées sur les toitures à pente relativement forte à l'époque de la construction de Bonmont.

La charpente cistercienne avait été remplacée au début de la période bernoise par une nouvelle structure, réveillonnée et recouverte de tuiles plates.

Comme il n'était pas envisageable de reconstituer la charpente cistercienne et de la recouvrir de fausses tuiles courbes, l'option a été prise de poser de nouvelles tuiles plates, d'un modèle proche de celui que les Bernois avaient utilisé lors de la couverture au XVI^e siècle.

Différents modèles de tuiles plates avaient été utilisés au fur et à mesure des réparations de la toiture. Un lavage à haute pression d'une partie des tuiles en place avant la découverte a permis, par éliminations successives, de connaître le modèle et surtout la teinte des tuiles plates, posées par les Bernois, dont il restait un faible nombre. Les éliminations se sont faites dans l'ordre suivant : tuiles mécaniques engobées de teinte brun foncé posées récemment, tuiles mécaniques striées de teintes naturelles datant du début de ce siècle, tuiles rouges violacées posées lors de réparations plus importantes au XIX^e siècle formant des ensembles posés perpendiculairement au faîte, enfin quelques tuiles jaunes. C'est alors que les tuiles originales de l'époque bernoise se sont révélées, permettant de définir au mieux la forme et les teintes des nouvelles tuiles, fabriquées spécialement à Bardonnex.

La porosité des tuiles originales était très forte, ce qui n'a pas permis de les remettre en place en les mélangeant avec les tuiles neuves : leurs surfaces plus rugueuses se seraient patinées beaucoup plus rapidement que celles des nouvelles tuiles, créant un effet visuel proche de celui de la peau de léopard. Les tuiles originales conservées ont été réutilisées en bloc sur un petit pan de toiture complètement séparé visuellement des autres parties du toit.

Gabriel PONCET *Architecte*



Echantillonnage de tuiles neuves.

RESTAURATION ET CONSERVATION DES PENTURES DU PORTAIL OUEST

Dans le cadre des travaux de réfection de l'abbatiale cistercienne de Bonmont, le laboratoire du Musée cantonal d'archéologie et d'histoire de Lausanne (MCAHL) a été dépêché pour donner son avis sur la restauration et la conservation des pentures en fer forgé fixées sur le portail occidental du bâtiment.

La conservation de ces pentures, datées du XII^e-XIII^e siècle, devait s'inscrire dans le respect de l'éthique actuelle de la restauration du patrimoine historique et, pour cette raison, il a été fait appel à D. Cuendet, conservateur-restaurateur spécialisé dans ce domaine.

En nous basant sur un premier rapport établi en 1984 par le laboratoire du Musée d'art et d'histoire de Genève et en nous appuyant sur les dernières expériences réalisées en matière de conservation de matériel ferreux déposé à l'extérieur, une marche à suivre commune fut établie.

ÉTAT DE CONSERVATION

Les pentures sont fixées sur deux vantaux en bois peint par de nombreux clous en fer forgé à tête ronde, repliés en agrafe. Malgré le développement d'une couche de corrosion sur la surface du métal, l'ensemble des ferrures est en bon état de conservation. Des résidus de peintures sont visibles sur certaines pièces de métal; selon le rapport d'examen établi par le laboratoire de Genève en 1984, l'origine de ces dépôts proviendrait de peintures de protection récentes.

RESTAURATION ET CONSERVATION DES PENTURES

Pour effectuer un traitement homogène et complet des parties métalliques, l'ensemble des ferrures a été déposé.

La surface corrodée a été éliminée par une abrasion sous pression d'air avec des granulés de noyaux de pêche, puis par microbrossage. Après avoir dégraissé chaque élément avec un mélange de solvant composé de 60% d'acétone et de 40% de toluène, un revêtement de protection fut appliqué.

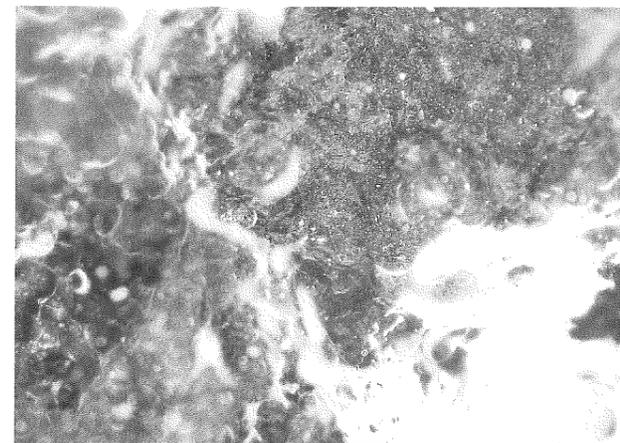
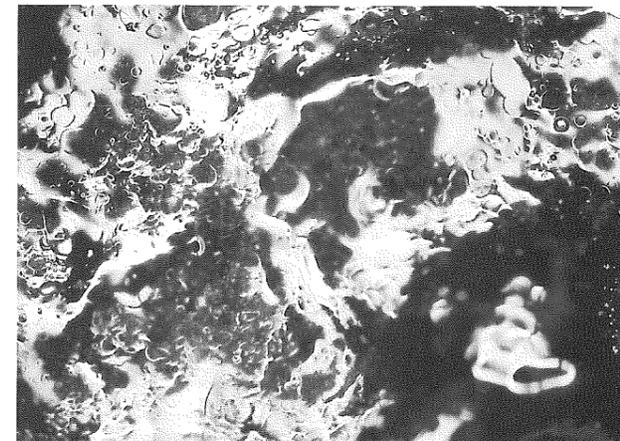
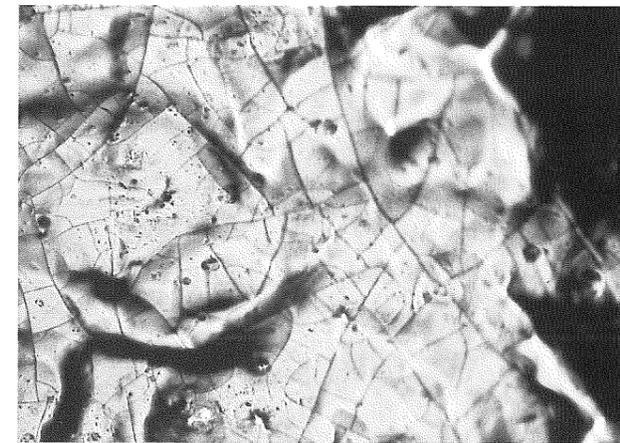
Si la conservation des objets ferreux n'offre en principe pas de grandes difficultés en milieu climatique stable, il n'en est pas de même lorsque ce type de matériel est exposé en permanence aux conditions climatiques extérieures. Pour contrer les effets néfastes de ces agressions extérieures sur le métal, nous avons opté pour trois différents types de protection appliqués en couches superposées :

Le premier revêtement de protection est un passivateur de corrosion préparé comme suit : 10% d'acide tannique dilué dans de l'eau déionisée, 50 ml d'éthanol, 2ml d'acide phosphorique.

Ce mélange a été redilué dans de l'eau déionisée pour obtenir une solution à 2,5% et sa concentration d'acidité a été rétablie à un pH de 2,4 avec quelques gouttes d'acide phosphorique.

L'application de cette préparation s'est effectuée à chaud (50° C) et en plusieurs couches successives.

L'acide tannique est un produit que l'on trouve dans la plupart des végétaux; il réagit



Aspect des différents revêtements de protection du métal pendant leur application (microscope optique, agrand. = 100x)

1. Après la première application d'acide tannique, la protection de surface à un aspect craquelé.
2. Après plusieurs applications successives, la protection de surface est uniforme.
3. Cette même surface après l'application du second revêtement de protection, le Polaroid B48N.

au contact du fer corrodé et se transforme en tannate de fer qui forme une pellicule de protection à la surface du métal.

L'acide phosphorique réagit avec le fer pour donner du phosphate de fer qui protège la surface du métal. L'éthanol agit comme un surfactif en favorisant la pénétration de la solution.

Après 72 heures, un second revêtement de protection, du paraloïd B48N, a été posé. Son application a été effectuée à l'aérographe, en 2 couches successives, l'une avec du paraloïd B48N à 5% dans du toluène et l'autre à 10% dans ce même solvant.

Le Polaroid B48N est appliqué à l'aérographe, en deux couches successives, l'une à 5% et l'autre à 10% dans le toluène.



Le Paraloïd B48N est un copolymère de méthyle méthacrylate qui est particulièrement recommandé pour la protection des objets métalliques exposés à l'extérieur. Enfin, pour protéger l'ensemble des rayonnements ultraviolets et améliorer l'effet optique de brillance causé par le produit précédent, une ultime protection a été appliquée sous forme d'une cire microcristalline de type « Renaissance ». Cette cire est composée d'un mélange de cire de paraffine microcristalline (Cosmolloid 80H) et de cire de polyéthylène.

Pendant le traitement, nous avons constaté que certains éléments de la peinture avaient été déplacés au cours de précédentes interventions. En accord avec l'architecte et l'archéologue, nous avons décidé de replacer ces pièces au plus près de leur position d'origine.

CONCLUSION

La restauration et la conservation des peintures de Bonmont ont été réalisées selon un concept de traitement incluant la réversibilité totale des produits appliqués ainsi qu'une protection convenable de l'ensemble. A l'heure actuelle, il n'existe malheureusement aucun produit de conservation qui permette d'assurer la pérennité des matériaux métalliques exposés à l'extérieur.

Claude MICHEL

Responsable du laboratoire de conservation du MCAHL

David CUENDET

Conservateur-restaurateur d'objets historiques

BIBLIOGRAPHIE :

BERDUCOU M. C. *La Conservation en Archéologie: Méthode et pratique de la conservation - restauration des vestiges archéologiques*. Ed. Masson, Paris, 1990.

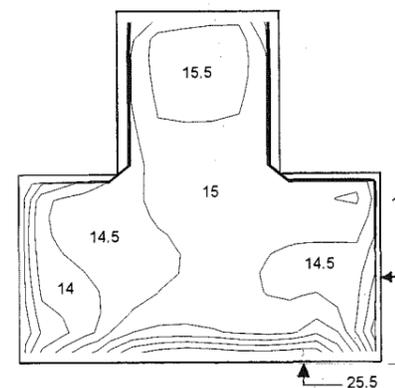
ICC
Note de l'ICC 9/5 - *Le traitement du fer à l'acide tannique*. Ottawa 1990.

ICCROM
Symposium, Paris 6-8 10 1996. *Conservation des œuvres d'art et décorations en métal exposées en plein air*.

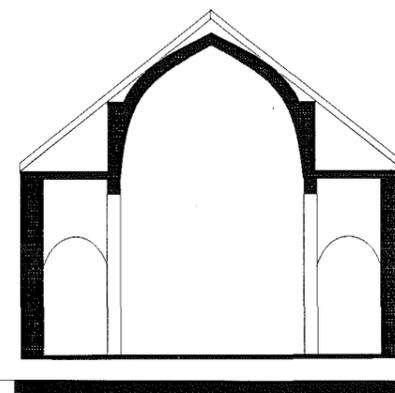
ICOM - S.F.I.I.C.
Essais comparatifs de vernis utilisés en conservation et restauration des métaux. Mourey W. et Czerwinski E. C.N.R.S.
ICOM 1993 - Groupe de travail 22

STAMBOLOV T. *The corrosion and conservation of antiquities and works of arts*. CL Publication- Amsterdam 1985.

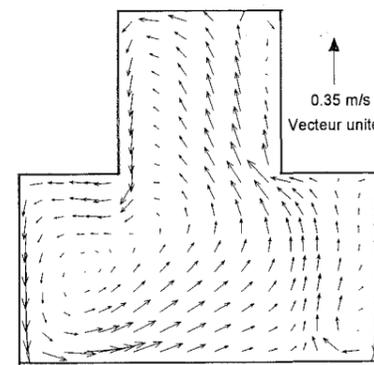
CHAUFFAGE DE L'ÉGLISE



Simulation de la répartition de la température de l'air. Equidistance des isothermes 0.5°C. Coupe à travers la nef.



Coupe schématique sur la nef.

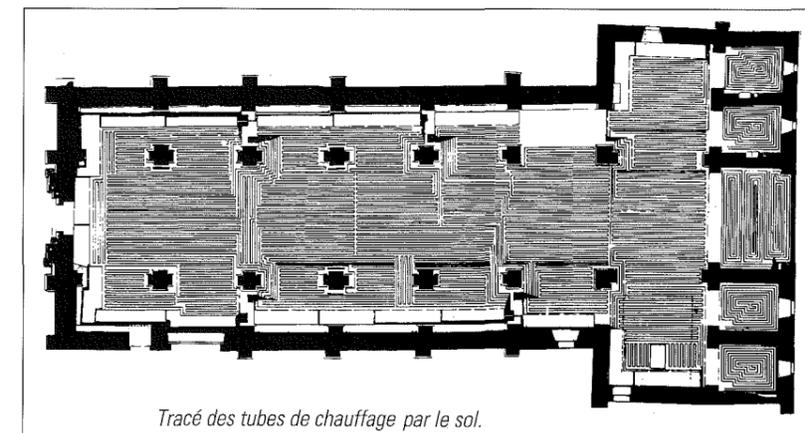


Simulation des mouvements d'air générés par le chauffage de sol. Coupe à travers la nef.

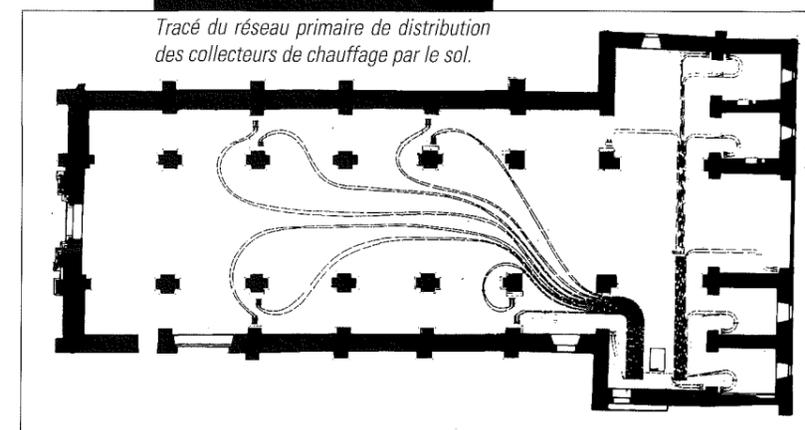
Les études préliminaires ont montré que, pour des raisons aussi bien esthétiques que de conservation du monument, un chauffage par le sol était une solution optimale car, le sol original ayant presque entièrement été détruit, il fallait reconstituer un sol.

Le système adopté est celui d'un chauffage par le sol à eau chaude avec des tubes en polyéthylène réticulé (limite de résistance de 120°C) noyés dans une chape. Toute la distribution du chauffage et de l'électricité est située dans l'épaisseur du nouveau sol (cf. coupe). La distribution primaire du chauffage est intégrée dans la deuxième couche d'isolant. Les tubes de polyéthylène réticulé du primaire sont tirés dans des gaines annelées à la manière des réseaux de distribution d'eau chaude sanitaire. Les tubes émetteurs sont noyés dans la couche inférieure de la chape, une couche supérieure, dissociée de la première par une double feuille de polyéthylène, supporte les carreaux d'asphalte du revêtement de sol. Cette dissociation a permis de définir des réseaux de joints différents pour les deux parties de la chape, la partie supérieure « flottant » sur la couche inférieure.

Le zoning défini pour le chauffage par le sol tient compte des possibilités de créer des zones accessibles (trappes) pour les collecteurs distributeurs. Chaque boucle

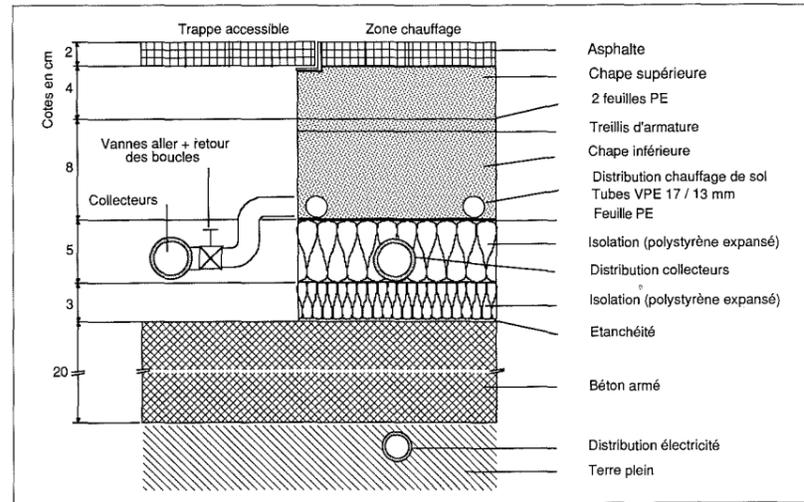


Tracé des tubes de chauffage par le sol.

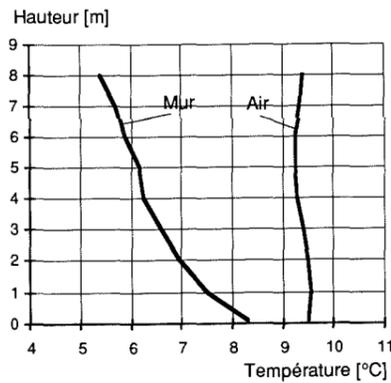
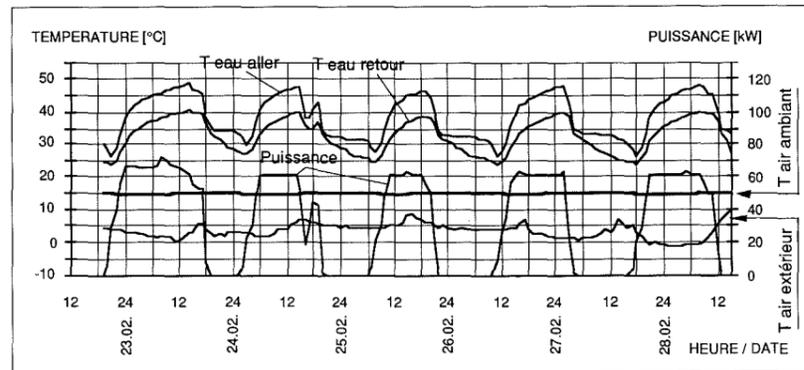


Tracé du réseau primaire de distribution des collecteurs de chauffage par le sol.

Composition de la dalle.
Coupe sur le sol. La partie gauche représente une fosse accessible par une trappe ou sont logés les collecteurs distributeurs.



Evolution des températures, février 1995.
Mesure des températures de départ et retour du chauffage, des températures intérieures et extérieures sur 4 jours en hiver. L'inertie importante du bâtiment assure une stabilité de la température intérieure même si le chauffage fonctionne par cycles.



Température de surface d'un mur extérieur d'une église chauffée par le sol (selon K. Arendt). La température plus élevée dans la zone basse est due au rayonnement infrarouge qu'occasionne le chauffage par la sol. On peut imaginer que le mur séchera plus dans cette partie basse (remontée d'eau).

(5'700 m pour toute l'église) a ses vannes d'aller et de retour accessibles et peut donc être réglée ou interrompue si une fuite se produit. Ce zoning permet un réglage différencié de l'église. Il améliore la durabilité du chauffage par le sol (possibilité de condamner une zone qui fuit) et l'intégration ultérieure d'équipements sensibles à la chaleur (orgue par exemple) est facilitée.

La production de chaleur est électrique, car c'était la seule source envisageable dans le cas de Bonmont : aucune possibilité de disposer d'un local hors de l'église ou d'une cheminée. Néanmoins, toute la distribution est à eau chaude pour laisser ouvertes des options futures. La chaufferie est enterrée sous le transept sud. On y accède par une trappe ménagée dans le sol de l'église.

Aucun dispositif n'est prévu pour contrôler le renouvellement d'air de l'église. Il a été admis que les visites, par l'ouverture régulière des portes, induiraient un échange suffisant de l'air intérieur. Actuellement, le taux d'humidité relatif intérieur reste très élevé, l'église n'étant pas encore exploitée normalement.

Le réglage du chauffage doit intégrer les différents modes d'exploitation (tenue hors gel à 8°C, chauffage normal à 16°C), le tarif (demi-tarif durant la nuit) et le comportement dynamique du système (inertie du chauffage par le sol et du monument lui-même). Les mesures montrent qu'un réglage sophistiqué n'est pas nécessaire. Un chauffage à puissance constante et un arrêt lorsque la température intérieure de consigne est atteinte donne un résultat satisfaisant. Ceci est vrai uniquement pour un chauffage par le sol, lui-même inerte.

SORANE SA – Dominique CHUARD
Ingénieur en chauffage

AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS

Le concept des aménagements extérieurs se fonde sur deux principes fondamentaux : la situation foncière du paysage moderne et les éléments constitutifs du site, peu modifiés depuis la construction de l'abbaye.

La convention passée entre l'Etat de Vaud et le propriétaire du domaine de Bonmont régit le passage et le comportement du public à travers la propriété privée afin d'assurer la protection du visiteur, qui traverse un terrain réservé aux jeux de golf, ainsi que le bon fonctionnement de l'entretien et de l'exploitation du domaine. Le parcours public tire parti de ces conditions puisqu'il met en valeur les divers éléments de ce site exceptionnel – qui l'était déjà du temps des cisterciens, qui ont fait de longues recherches par petites équipes de moines avant de choisir et d'implanter leurs abbayes dans des lieux spécifiques.

A Bonmont, c'est le bord de la forêt du Jura, la rupture du terrain à sa lisière et la pente doucement inclinée vers le lac qui dominent le caractère particulier du lieu. Depuis les parkings situés dans la forêt, le visiteur emprunte un chemin sinueux, puis longe la lisière de la forêt sur un ponton en bois légèrement au dessus du terrain naturel, dans une atmosphère de détente et de curiosité qui est comme une initiation à la visite. Aboutissant sur une grande esplanade, il découvre, à travers le pré, l'abbatiale. C'est la déclivité du terrain qui l'amène naturellement devant le portail de l'édifice sur le parvis rétabli de l'église. Les tracés du parvis rappellent la construction disparue du narthex et les alignements sur les constructions existantes des annexes du château. C'est là où, s'il se montre intéressé, il peut retrouver les traces des bâtiments conventuels dans le sol ou le souterrain.

Le mur aligné sur la façade d'entrée rappelle l'implantation du mur du cimetière. Il intègre dans son tracé la petite construction semi-enterrée des toilettes. L'insertion de ces dernières reste liée à l'aspect des aménagements extérieurs où le béton se retrouve dans des murets, le bois dans les chemins et le métal dans les structures porteuses.

Tout cet ensemble de matériaux simples, sans traitement particulier, s'harmonisera rapidement à la nature du site, grâce à la patine naturelle, sans nier l'intervention contemporaine; il permettra la lecture des valeurs substantielles de ce paysage réadapté aux besoins de l'homme du XX^e siècle.

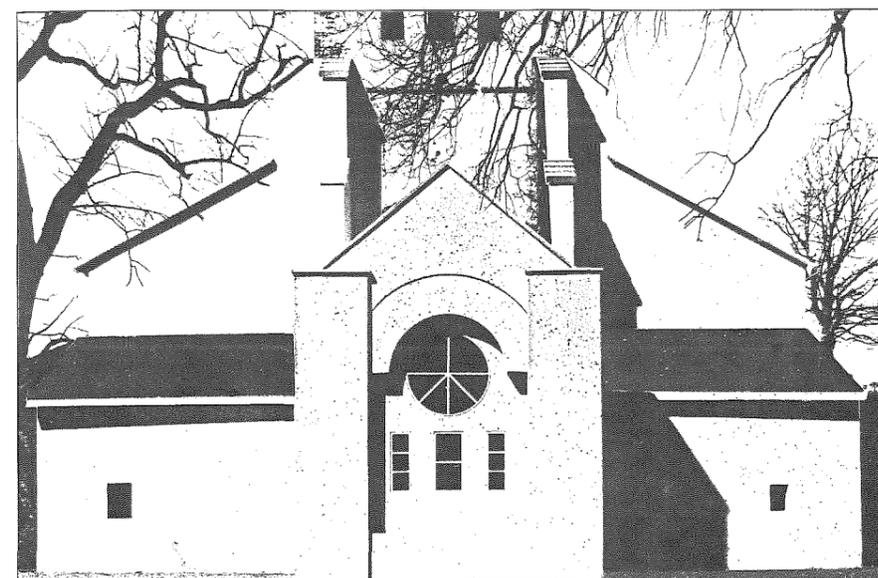
Par ces dispositifs, l'abbatiale se trouve dans une situation nouvelle : celle d'un édifice isolé, non inscrit au cœur d'un ensemble de bâtiments conventuels, mais qui constitue au contraire l'aboutissement d'un parcours et d'un aménagement mettant en valeur sa situation exceptionnelle face au visiteur et au paysage.

Ivan KOLECEK Architecte

ÉTUDE DE RECONSTITUTION DU CHŒUR



Etat avant les travaux.



Projet de reconstruction du chœur.

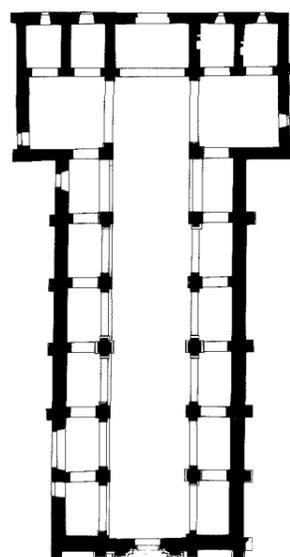
PROJET NON RÉALISÉ

Les premières analyses archéologiques et les premières réflexions sur la qualité des espaces de l'abbatiale ont très vite confirmé le choix du concept de l'ensemble des interventions – établir l'espace cistercien d'origine en mettant en valeur le jeu de lumière dans les espaces de géométrie simple.

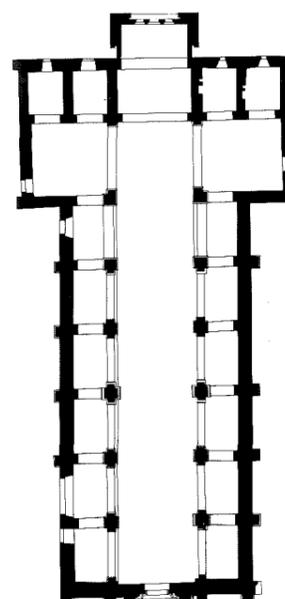
La composition spatiale s'appuie sur le rapport des collatéraux qui, par une orientation perpendiculaire de leurs voûtes face à la grande nef du vaisseau central, portent dans sa majesté ce volume principal, propulsant toute la force de la hiérarchie spatiale vers son extrémité orientale, d'abord le triforium et ensuite vers un espace plus précieux, celui du chœur. Ce schéma classique de l'organisation du plan reste dans l'architecture cistercienne de l'époque de saint Bernard marquée par deux règles très présentes à Bonmont : la disparition de la croisée nef-transept et la géométrie du chevet à angle droit. Ces deux règles donnent à la voûte du vaisseau de Bonmont une telle simplicité de lecture que le rapport entre ces deux extrémités et leur dosage de lumière dégagent, à l'intérieur de l'église, toute la force spirituelle d'une architecture au service de la foi et de l'intellect de l'homme.

A une exception près : l'absence de la travée du chœur, élément final de la composition spatiale.

Appuyée sur ces réflexions, une étude sur la reconstitution du chœur a été entre-



Transformation de l'église en grange et destruction du chœur au XVI^e siècle.



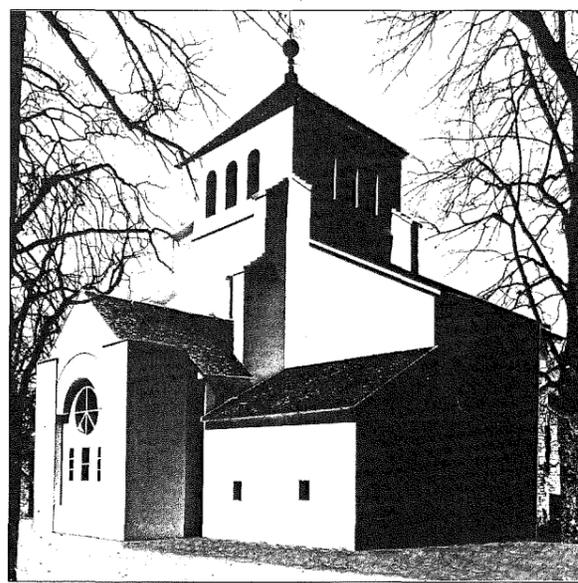
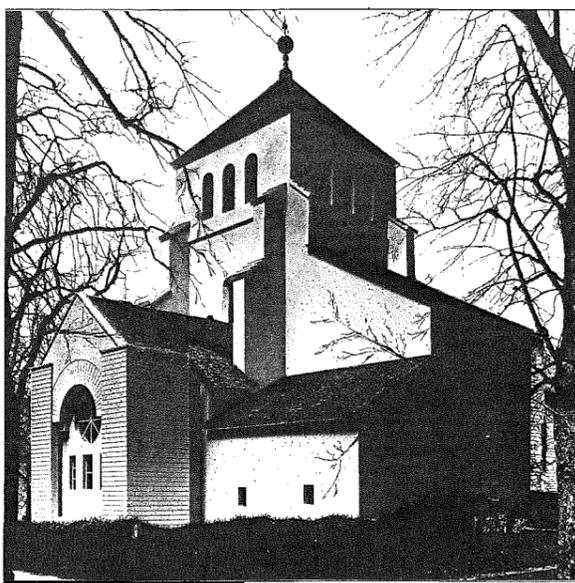
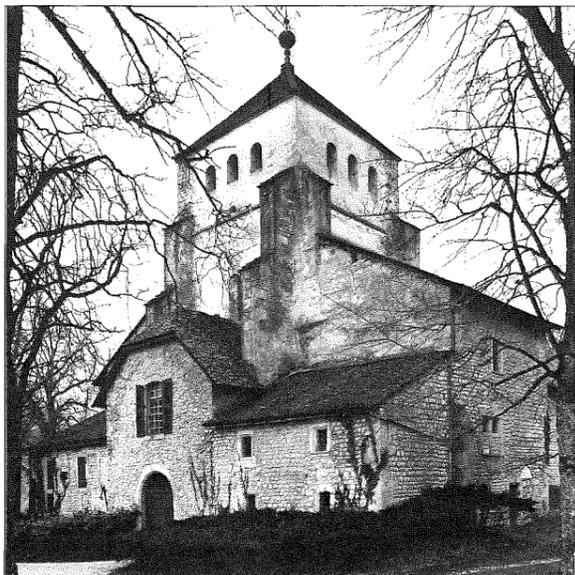
Rétablissement de l'espace initial dans le gabarit des traces existantes.

prise dans le but de rétablir l'espace cistercien d'origine, dans son entité de lecture et de compréhension.

Les tracés dans le sous-sol archéologique et dans les murs décrépis du «bouchon bernois» – fermeture établie après la démolition de la travée du chœur – ont laissé des informations sur la volumétrie disparue. Le manque d'indications concernant les percements, leurs compositions ou le caractère du volume a évité toute dérive imaginaire sur la partie manquante de l'édifice.

Les études ont pris en considération les principes spatiaux des abbayes de la même époque, en particulier celles de Noirlac (1150), de Sylvanès (1157), de Silvacane (1175) et celle de Fontenay (1139) dans le but de trouver une réponse contemporaine au problème de l'élément disparu d'un édifice exceptionnel. L'évolution des études a suivi l'examen des principes inscrits dans la construction des chevets des abbayes mentionnées. Gardant leur expression spécifique, elles présentent les mêmes règles, appliquées avec précision et sensibilité, de la simplicité cistercienne. Celle-ci porte sur deux points essentiels : l'aboutissement du jeu de la lumière dans l'organisation et la hiérarchie spatiale de l'espace intérieur et l'aboutissement de la composition des volumes extérieurs.

Le volume du chœur reste dans chaque cas une unité exprimée avec la force de la géométrie rectangulaire. L'addition de formes simples mène vers les raccords



De gauche à droite et de haut en bas :

1. Etat avant travaux.
2. 1er projet, juin 1985.
3. 3e projet, avril 1986.
4. Projet retenu, mais non réalisé, octobre 1986.

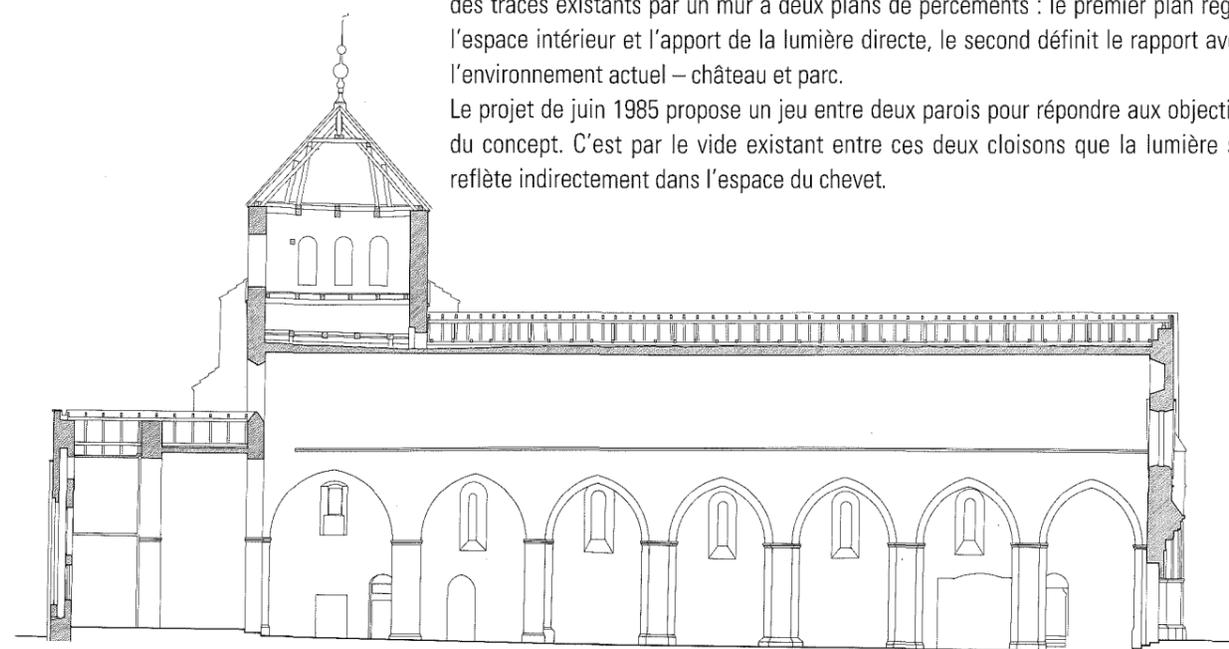
toiture-façade sans rechercher à exprimer les avant-toits (Sylvanès, Noirlac). Les angles droits sont soutenus par des contreforts ou pilastres, souvent habilement inscrits dans les deux plans de la façade et créant ainsi la composition des percements à deux échelles, la première du volume du chevet et la deuxième à la grandeur des ouvertures. C'est ce jeu des fenêtres qui donne à l'espace intérieur du chevet son caractère d'exception.

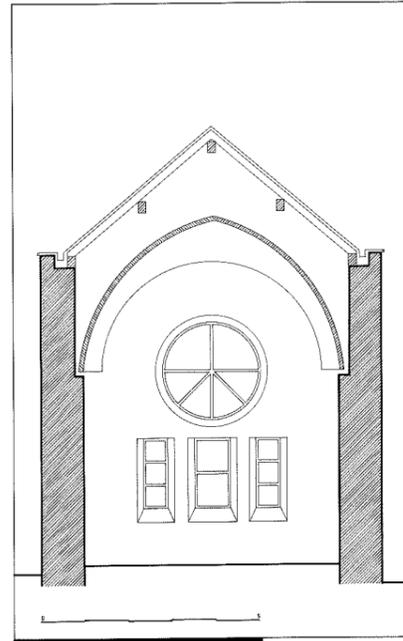
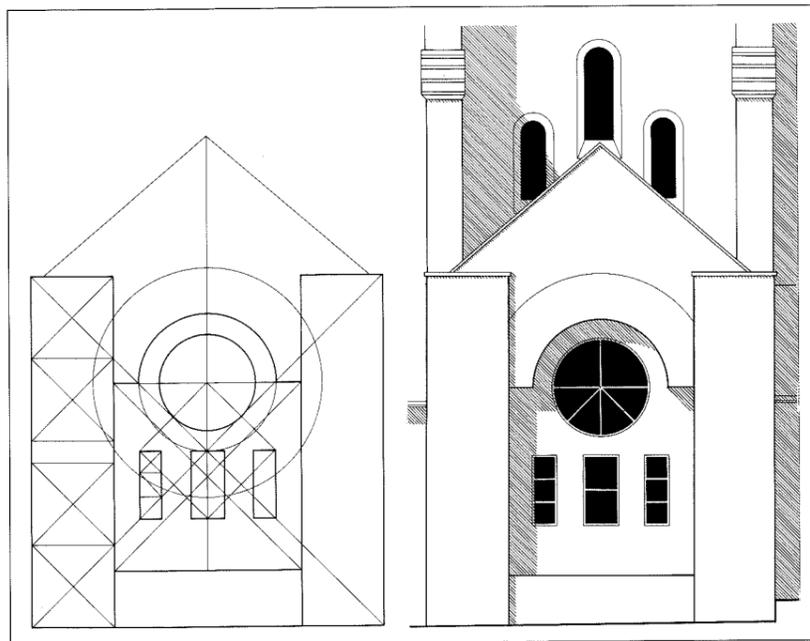
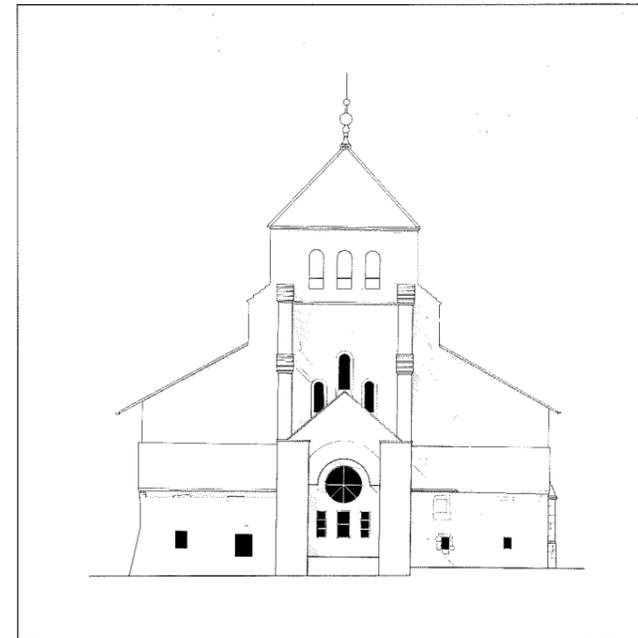
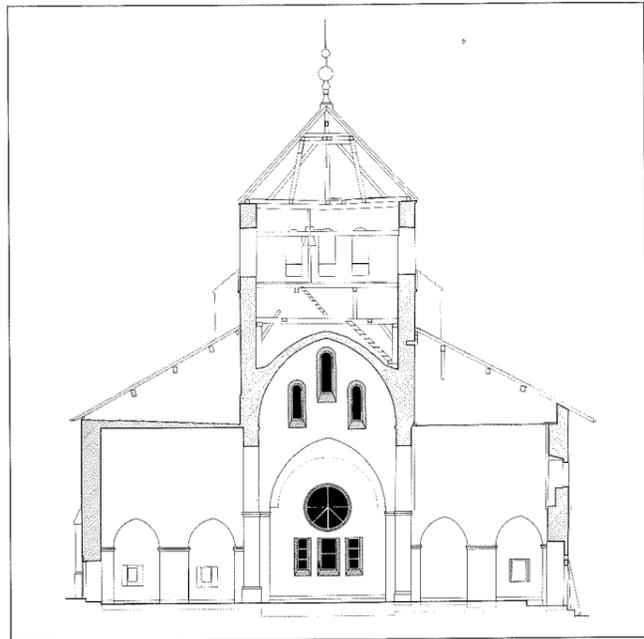
Inondé de lumière, le chœur devient l'élément le plus vivant et le plus précieux de l'ensemble spatial. La profondeur des embrasures inclinées règle la proportion de la lumière directe et indirecte le long de la journée. Le matin se présente avec un fort éclairage des embrasures, la proportion de la lumière est environ égale entre directe et indirecte. A midi, avec la lumière verticale directe au sol, la voûte reflète un fort éclairage indirect. Le soir, la lumière restante n'exprime plus l'importance des embrasures et offre avec surprise la lecture des ouvertures sur le plan extérieur de la façade.

Le jeu subtil de la lumière est multiplié par chaque ouverture. Le rapport de l'ensemble apporte une grande variété de situations, lesquelles tirent parti des formes géométriques et du nombre d'éléments.

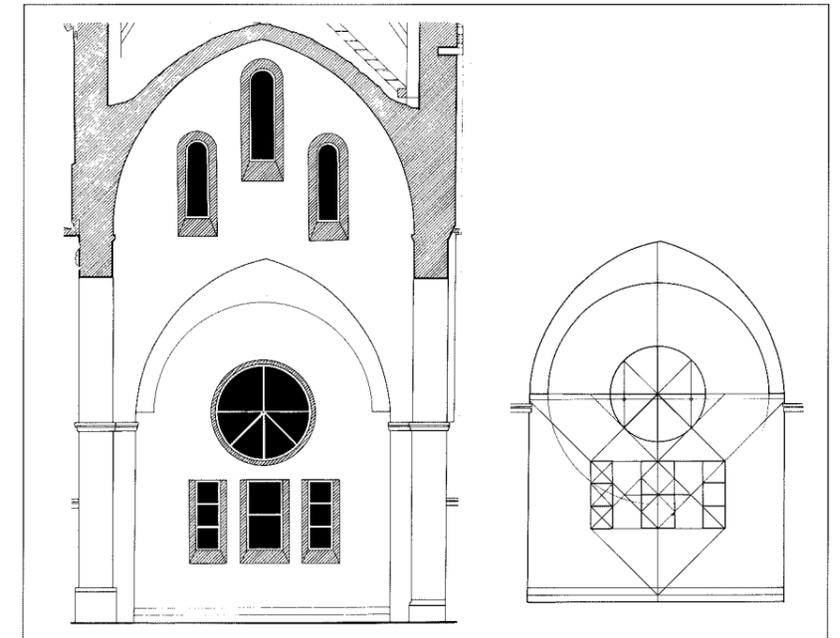
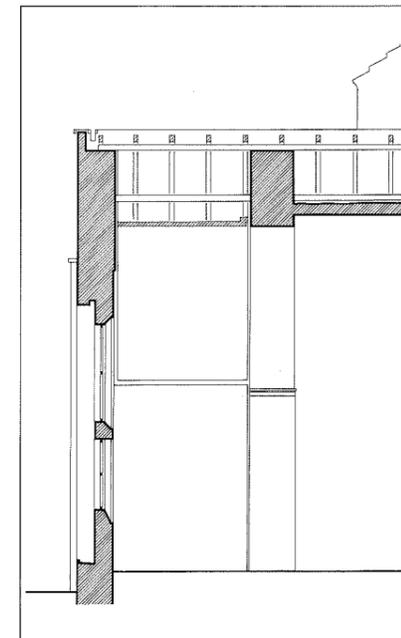
Les quatre phases du projet élaboré entre juin 1985 et octobre 1986 se fondent sur un concept qui exploite les règles décrites. Il rétablit l'espace initial dans le gabarit des tracés existants par un mur à deux plans de percements : le premier plan règle l'espace intérieur et l'apport de la lumière directe, le second définit le rapport avec l'environnement actuel – château et parc.

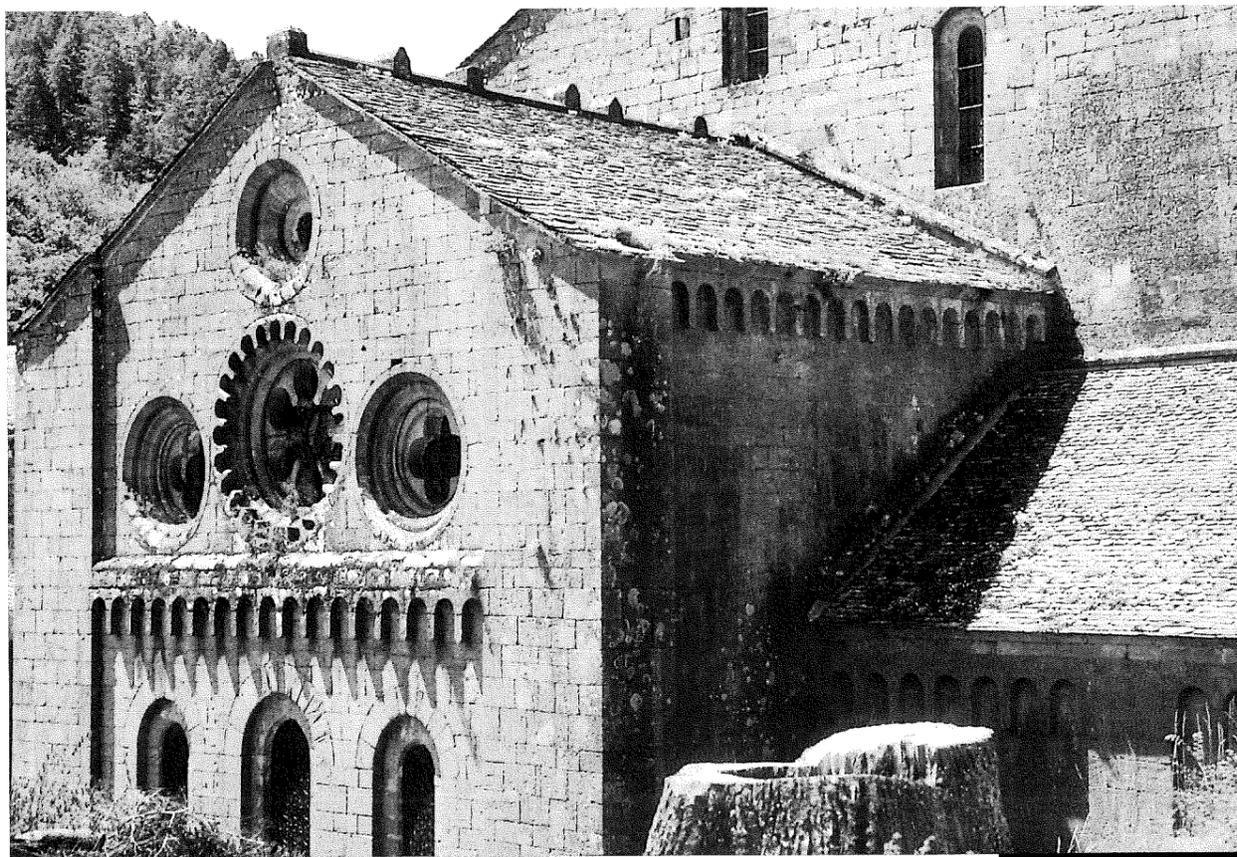
Le projet de juin 1985 propose un jeu entre deux parois pour répondre aux objectifs du concept. C'est par le vide existant entre ces deux cloisons que la lumière se reflète indirectement dans l'espace du chevet.





Projets de reconstruction du chœur.





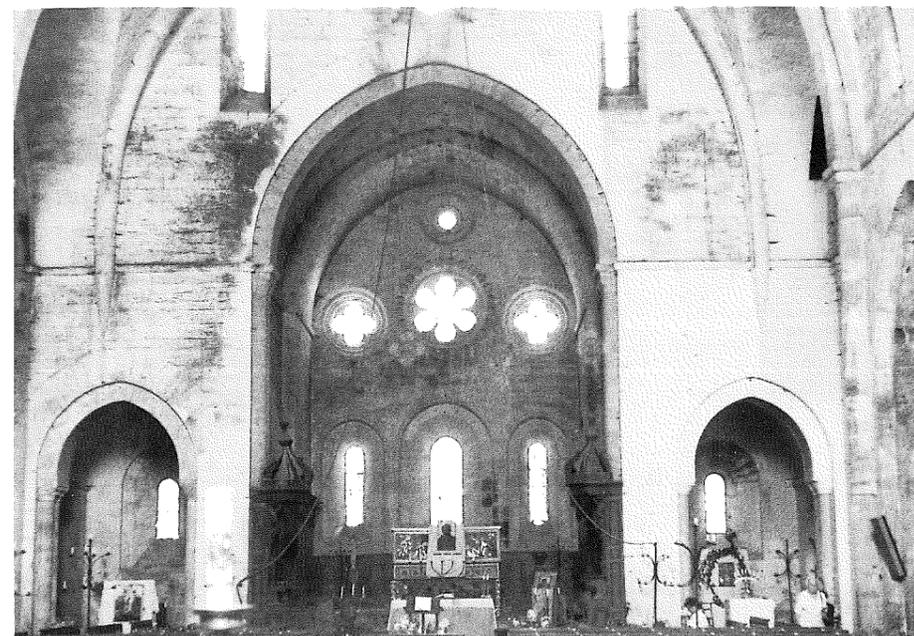
Le projet final, en 1986, réunit les deux parois en un seul élément à deux plans de percements (intérieur et extérieur), le jeu des embrasures offrent une variation d'éclairage durant les différentes phases de la journée. Le matériau utilisé est de la brique silico-calcaire revêtue de plâtre à l'intérieur et badigeonnée à l'extérieur. Les ferblanteries en acier inoxydable terminent les murs en maçonnerie.

La rose orientale complète l'expression simple du volume des murs sans raccords visibles avec les pans de toiture. L'ensemble cherche une continuité de lecture dans la clarté d'une intervention contemporaine.

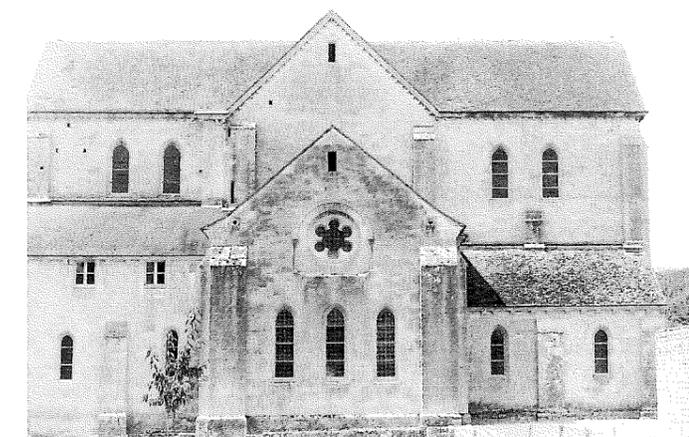
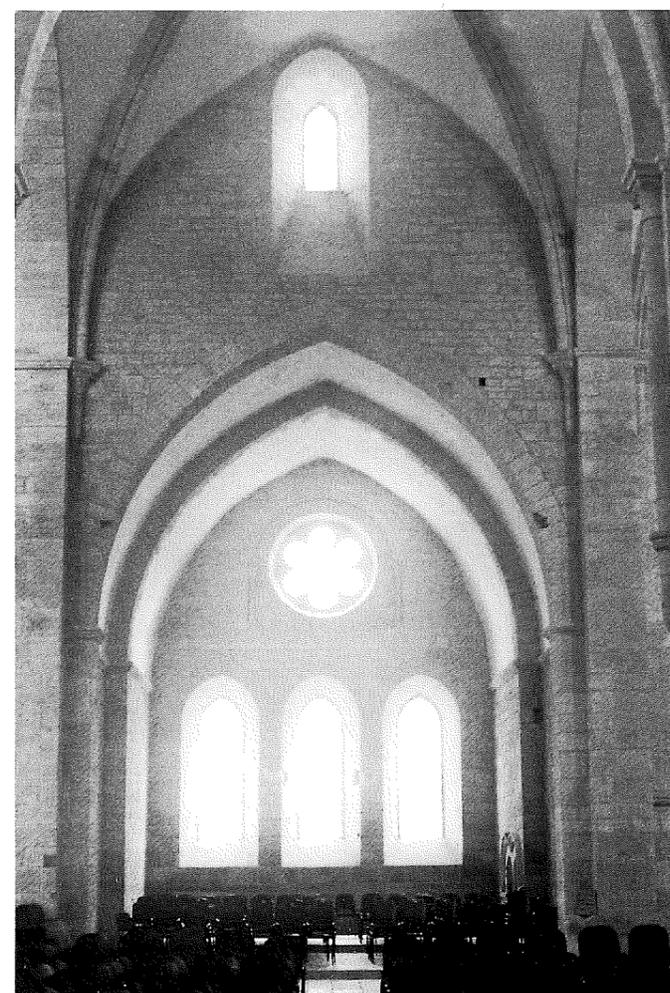
L'aménagement réalisé en 1995 tire parti de certains éléments du projet de reconstruction sans pouvoir exploiter de même façon la variation de la lumière dans un volume réduit à une travée avec un seul percement dans la partie supérieure du «bouchon bernois». La cloison intérieure règle malgré tout le rapport avec le système spatial et le vitrail à deux plans posés dans la fenêtre rectangulaire et dans l'oculus pondère le jeu de la lumière, trop excessive avant l'aménagement. Elle est obtenue par le dimensionnement des surfaces grises des deux plans complémentaires des vitraux.

Ivan KOLECEK *Architecte*

*Abbaye de Sylvanès :
présence du chœur dans la
volumétrie de l'édifice.*



*Abbaye de Sylvanès :
vue intérieure du chœur.*



*Abbaye de Noirlac :
volume du chœur dans la
façade est.*

*Abbaye de Noirlac :
vue intérieure du chœur.*

COÛT DE LA RESTAURATION

	1ERE ETAPE EGLISE	2E ETAPE EGLISE	SANITAIRES	TOTAUX	%
CFC 0 Terrain					
00	Etudes préliminaires				
001	Appréciation terrain	21'517.00		21'517.00	
003	Expertise géotechnique	5'100.90		5'100.90	
02	Frais d'acquisition	17'303.00		17'303.00	
051	Terrassements préparatoires	3'734.40		3'734.40	
06	Routes	275'887.60		275'887.60	
09	Honoraires architecte	38'356.00		38'356.00	
	Total Terrain	361'898.90	0.00	361'898.90	4.03%
CFC 1 Travaux préparatoires					
101	Relevés, analyses	116'455.65		116'455.65	
102	Sondages, géotechnique	31'871.55		31'871.55	
105	Invest. archéologiques	348'638.75		348'638.75	
11	Déblais, démontage	236'406.40		236'406.40	
13	Installation de chantier	137'403.80		137'403.80	
17	Fondations spéciales	395'498.00		395'498.00	
191	Honoraires architecte	153'504.00		153'504.00	
192	Honoraires ing. civil	30'000.00		30'000.00	
	Total Travaux préparatoires	1'449'778.15	0.00	1'449'778.15	16.13%
CFC 2 Bâtiment					
201	Fouilles	74'329.80		74'329.80	
201.1	Fouilles en pleine masse		8'500.00	8'500.00	
211.0	Installation de chantier	15'854.00		15'854.00	
211.1	Echafaudages	304'997.85		304'997.85	
211.3	Fouilles en rigole		3'000.00	3'000.00	
211.4	Canalisations	1'860.90		4'860.90	
211.5	Béton	19'364.35		45'864.35	
211.6	Maçonnerie	1'954'957.40	18'000.00	1'981'957.40	
213.2	Charpente métallique		23'100.00	23'100.00	
214	Charpente	165'152.60		165'152.60	
216.0	Pierre naturelle		5'000.00	5'000.00	
219	Vitreaux		47'500.00	47'500.00	
221	Portes, fenêtres	67'476.60		67'476.60	
221.3	Fenêtres métalliques		21'000.00	21'000.00	
222	Ferblanterie	41'677.80		41'677.80	
223	Protection foudre	5'940.00	3'000.00	8'940.00	
224	Couverture	168'355.00		168'355.00	
225.2	Etanchéité, isolation		10'100.00	10'100.00	
226.1	Enduits extérieurs		20'300.00	20'300.00	
232	Electricité-courant fort	45'584.70	4'000.00	72'584.70	
233	Lustrerie	2'058.45		2'058.45	
234	Appareils électriques			0.00	
235	Téléphone			0.00	
236	Installation courant faible			0.00	
242	Chauffage	96'445.60		96'445.60	
243	Chauffage, ventilation		5'000.00	11'200.00	
25	Sanitaire	536.10		55'536.10	
271	Plâtrerie-peinture	73'604.20	11'400.00	85'004.20	
271.0	Conservation enduits		37'000.00	37'000.00	
272	Serrurerie	298'403.10	30'000.00	328'403.10	
273	Menuiserie	1'802.15	15'000.00	68'002.95	
274	Vitreaux	172'486.35		172'486.35	
275	Cylindres		1'400.00	2'200.00	
281	Chape, sols	318'092.40	4'000.00	324'592.40	
285.0	Echafaudages		6'000.00	6'000.00	
285.1	Peintures		8'000.00	8'000.00	
287	Nettoyages		4'400.00	5'300.00	
289	Divers		8'000.00	10'200.00	

291	Honoraires architecte	565'724.00	35'000.00	39'000.00	639'724.00
292	Honoraires ing. civil	89'105.75		9'500.00	98'605.75
293	Honoraires ing. électricien	11'831.00	9'000.00	9'000.00	29'831.00
294	Honoraires ing. CVC	32'032.00			32'032.00
296	Honoraires géomètre			1'100.00	1'100.00
296.4	Honoraires ing. acoustique				0.00
	Total Bâtiment	4'527'672.10	272'000.00	304'600.00	5'104'272.10
					56.79%
CFC 3 Equipement d'exploitation					
333	Lustrerie		22'800.00		22'800.00
334	Sonorisation		20'000.00		20'000.00
391	Honoraires architecte		12'000.00		12'000.00
393	Honoraires ing. électr.		4'000.00		4'000.00
396	Honoraires acousticien		2'000.00		2'000.00
	Total Equipement d'exploitation	0.00	60'800.00	0.00	60'800.00
					0.68%
CFC 4 Aménagements extérieurs					
401.0	Installation de chantier		5'100.00		5'100.00
401.1	Déblais, remblais		42'000.00		42'000.00
401.2	Apport de matériaux		45'000.00		45'000.00
411.3	Fouilles en rigole		16'500.00		16'500.00
411.4	Canalisations		27'500.00		27'500.00
411.5	Béton armé		53'200.00		53'200.00
413.3	Serrurerie		86'500.00		86'500.00
421	Jardinage, plantations	159'712.40	56'100.00		215'812.40
422	Clôtures		15'100.00		15'100.00
423	Equipements		7'800.00		7'800.00
425	Routes et chemins	298'234.25			298'234.25
443	Installations électriques		47'600.00		47'600.00
453	Electricité				0.00
491	Honoraires architecte		79'000.00		79'000.00
492	Honoraires ing. civil		11'100.00		11'100.00
493	Honoraires ing. électr.		5'500.00		5'500.00
496	Honoraires géomètre	54'235.00	6'500.00		60'735.00
	Total Aménagements ext.	512'181.65	504'500.00	0.00	1'016'681.65
					11.31%
CFC 5 Frais secondaires					
501	Concours				0.00
511	Taxes raccordement	232'569.90			232'569.90
512.0	Canalisations		12'500.00		12'500.00
512.1	Taxes électriques	70'056.00			70'056.00
512.3	Taxes gaz				0.00
521	Essai	11'693.70	8'500.00		20'193.70
522	Maquette	7'467.00			7'467.00
523	Photos	23'037.00	4'000.00		27'037.00
524	Reproductions	20'745.50	15'000.00		35'745.50
526	Traductions et rapports	22'864.00			22'864.00
527	Annonces	1'349.20			1'349.20
566	Bouquet, repas	6'392.50	14'500.00		20'892.50
569	Frais divers		10'500.00		10'500.00
57	Frais de chantier + divers	298'270.25			298'270.25
	Total Frais secondaires	694'445.05	65'000.00	0.00	759'445.05
					8.45%
CFC 9 Ameublement					
90	Mobilier		138'700.00		138'700.00
92	Signalisation		17'500.00		17'500.00
93	Appareils, machines	21'500.00	18'000.00		39'500.00
94	Petit inventaire		5'000.00		5'000.00
981	Animation artistique				0.00
991	Honoraires architecte	2'524.15	31'000.00		33'524.15
	Total Ameublement	24'024.15	210'200.00	0.00	234'224.15
					2.61%
Total		7'570'000.00	1'112'500.00	304'600.00	8'987'100.00
					100.00%

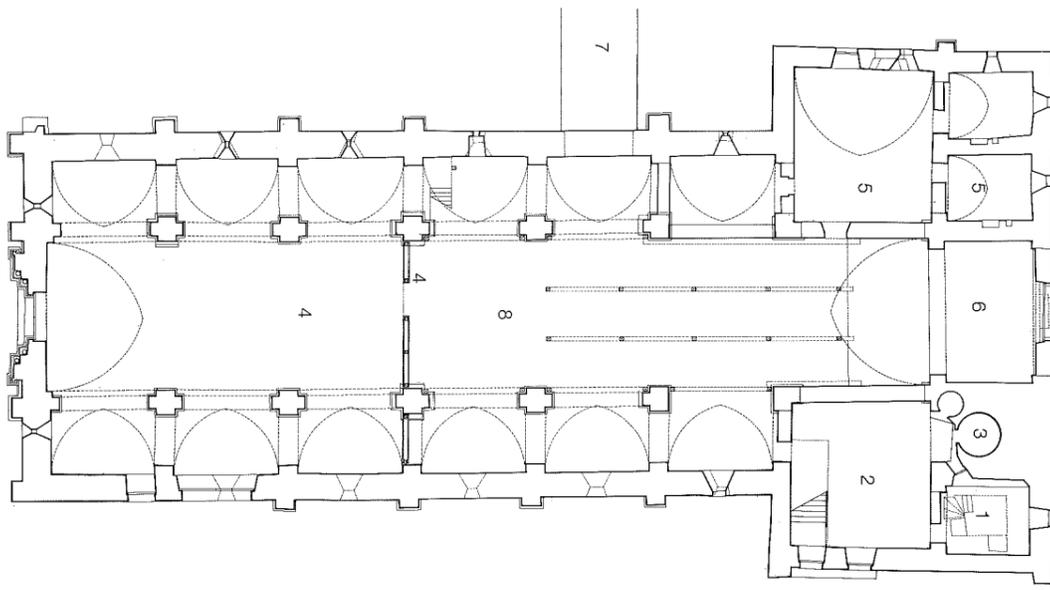
LES ENTREPRISES

BALLY & Fils SA	Electricité	Nyon
BALZAN & IMMER SA	Chapes	Lausanne
BATIMARBRE SA	Sols en asphalte	Lausanne
BAUDET ET LIENHARD SA	Installations sanitaires	Nyon
BRUNSCHWYLER SA	Chauffage	Nyon
BUHLMANN FRERES SA	Chauffage	Nyon
CAILLER SA	Serrurerie	Nyon
CAPRARA Sylvio	Taille de pierres	Lausanne
CREPHART	Conservation enduits	Le Lignon/GE
ECHAFAUDAGES RAPIDES SA	Echafaudages	Lausanne
GEHR SA	Luminaires	Gland
HAHNI	Paratonnerre	Lausanne
HAMMERLI	Charpente métallique	Nyon
HERNANDEZ Nardo	Ebénisterie	Grens
INJECTOBOHR SA	Génie Civil	Plan-les-Ouates
ISOPHONE	Menuiserie	Lausanne
LACHAT Pierre	Taille de pierres	Crissier
FENAROLI Oswald	Serrurerie	Lausanne
PARIAT Frères SA	Ferblanterie - couverture	Crassier
PERRIN Frères SA	Routes, terrassements	Vich et Nyon
PERUSSET SA	Paratonnerre	Crissier
PRO JARDIN SA	Aménagements ext.	St-Sulpice
RENOANTIC S.A.	Consol. charpentes	La Tour-de-Peilz
REYMOND S.A.	Maçonnerie	Nyon
RIEDER SA	Echafaudages	Monthey
SCHALLER et Fils SA	Charpente	Gingins
WORRETH René	Peinture	Eysins
ZELTNER SA	Isolation - étanchéité	Bussigny

Abbaye de Bonmont

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

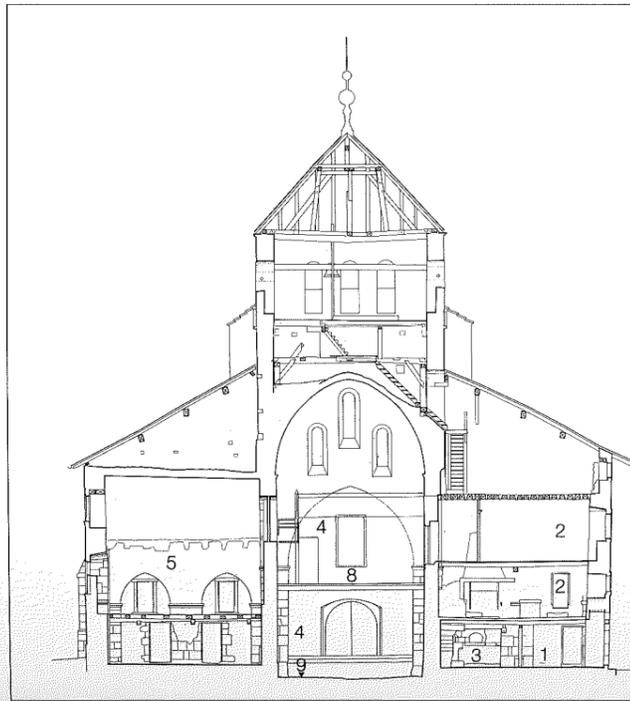
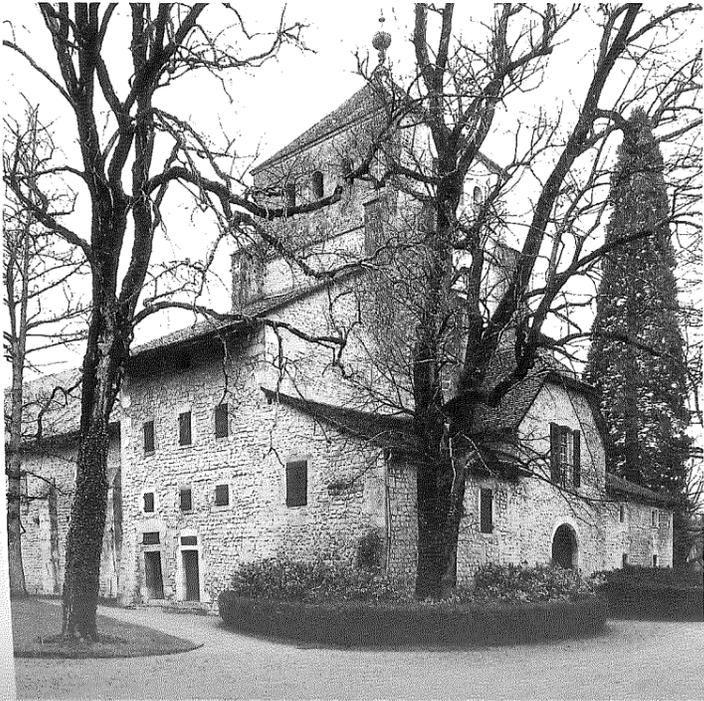




0 1 2 5 m.

AVANT-TRAVAUX

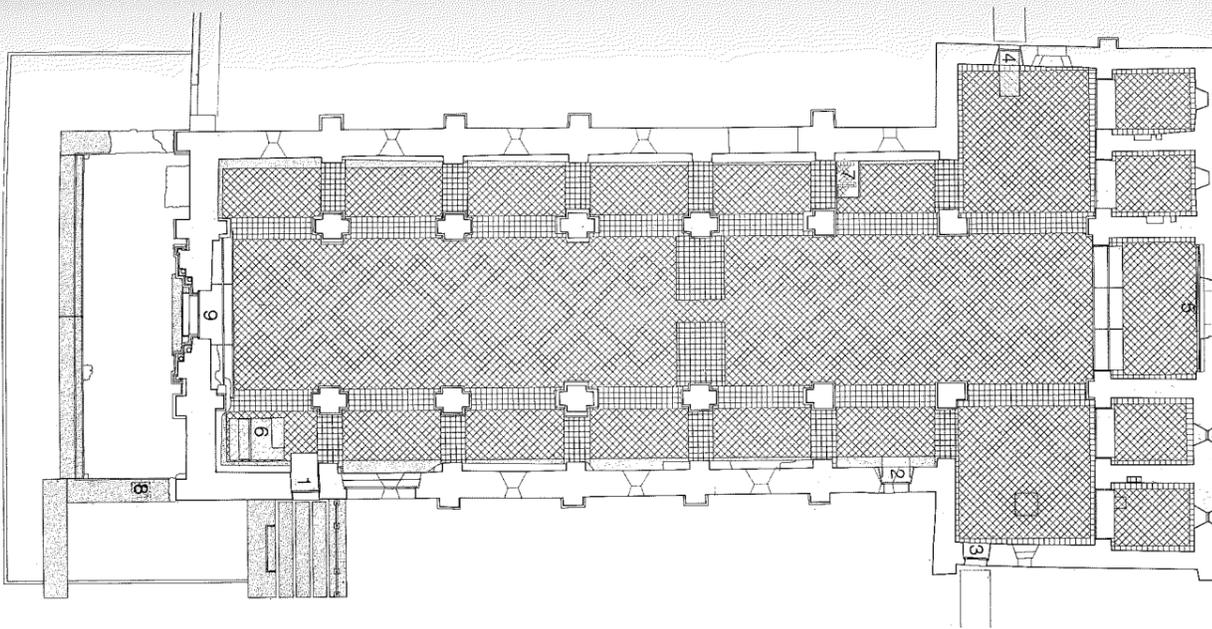
- EPOQUE BERNOISE
1. Passage
 2. Logement
 3. Fours de l'ancienne boulangerie
 4. Greniers et caves
 5. Laiterie et fromagerie
 6. Chapelle réformée
- EPOQUE VAUDOISE
7. Pont de grange
 8. Grange - plancher intermédiaire



0 1 2 5 m.

AVANT-TRAVAUX

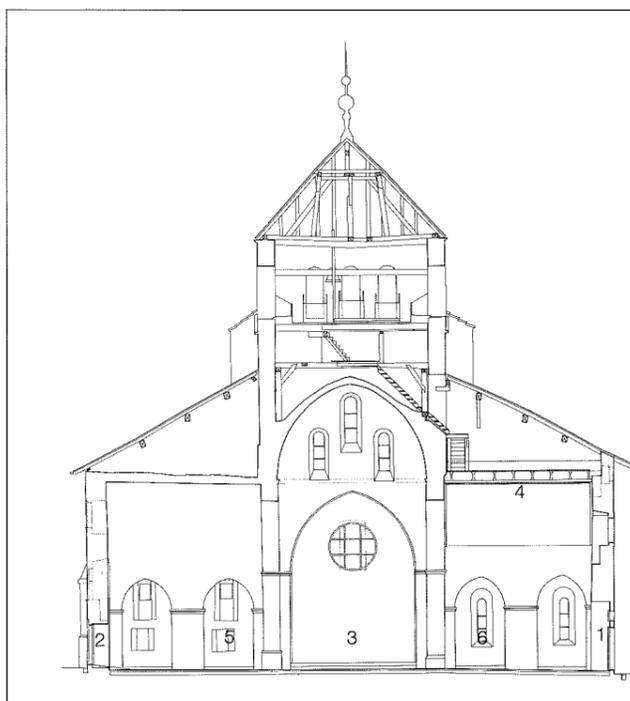
- EPOQUE BERNOISE
1. Passage
 2. Logement
 3. Fours de l'ancienne boulangerie
 4. Greniers et caves
 5. Laiterie et fromagerie
- EPOQUE VAUDOISE
8. Grange - plancher intermédiaire
 9. Grange - niveau inférieur abaissé



0 1 2 5 m.

PROJET

1. Porte des convers
2. Porte du cloître
3. Porte du dortoir
4. Porte des «morts»
5. Aménagement de la travée du chœur
6. Elément d'accueil
7. Fragment du sol d'origine
8. Parvis et trace du narthex
9. Portail d'entrée



0 1 2 5 m.

PROJET

1. Porte du dortoir
2. Porte des «morts»
3. Aménagement de la travée préservée du chœur
4. Reconstitution de l'espace de la voûte
5. Chapelle nord
6. Chapelle sud

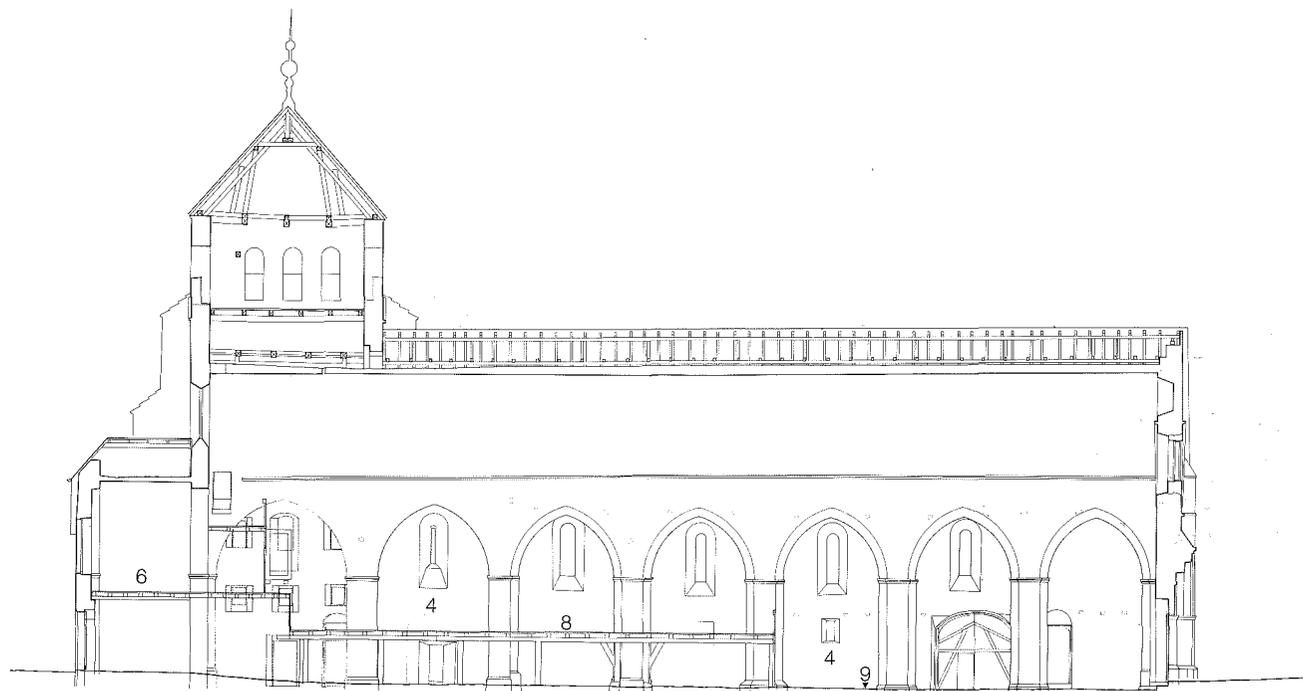
AVANT-TRAVAUX

EPOQUE BERNOISE

- 4. Greniers et caves
- 6. Chapelle réformée

EPOQUE VAUDOISE

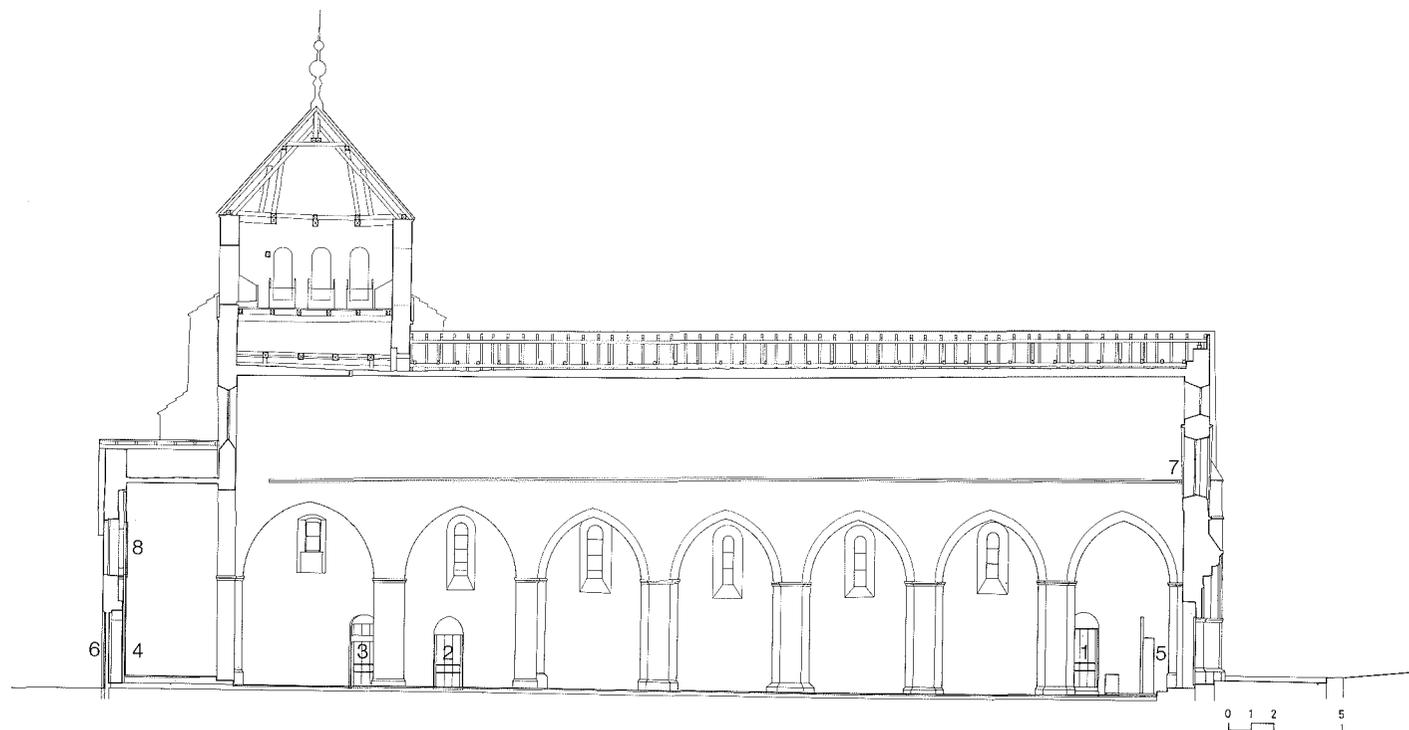
- 8. Grange - plancher intermédiaire
- 9. Grange - niveau inférieur abaissé



0 1 2 5 m.

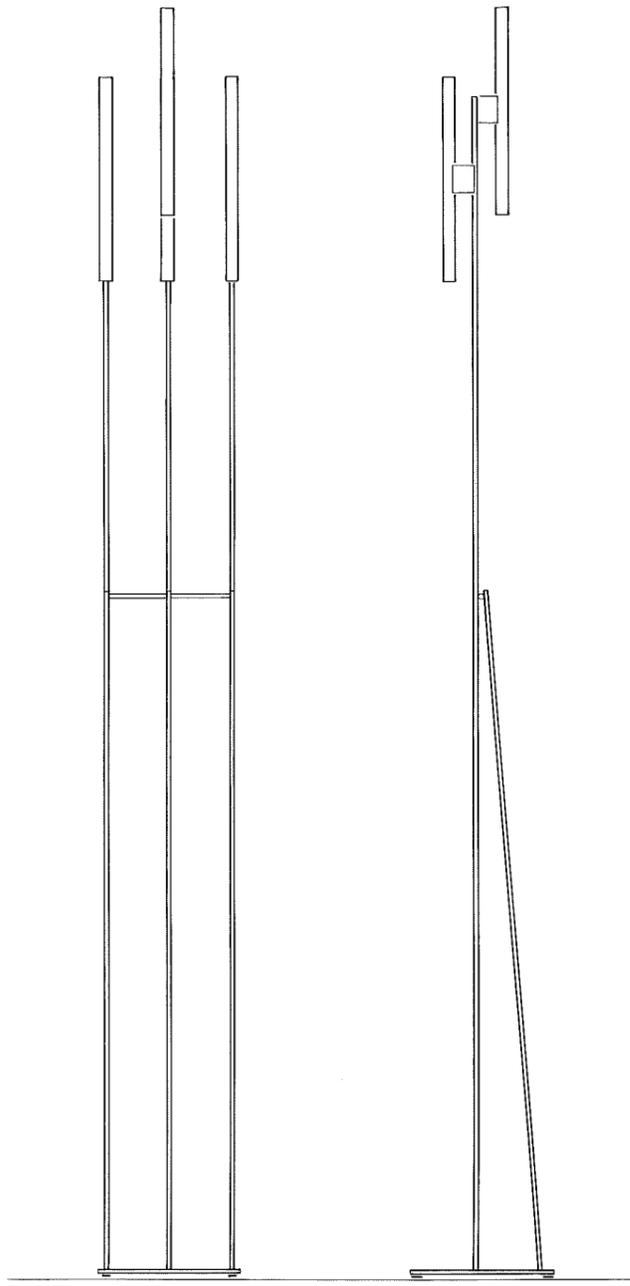
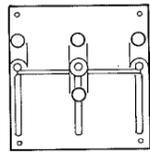
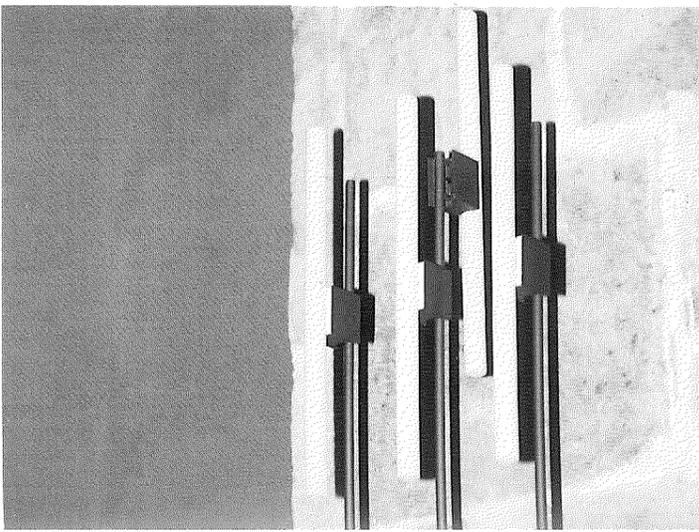
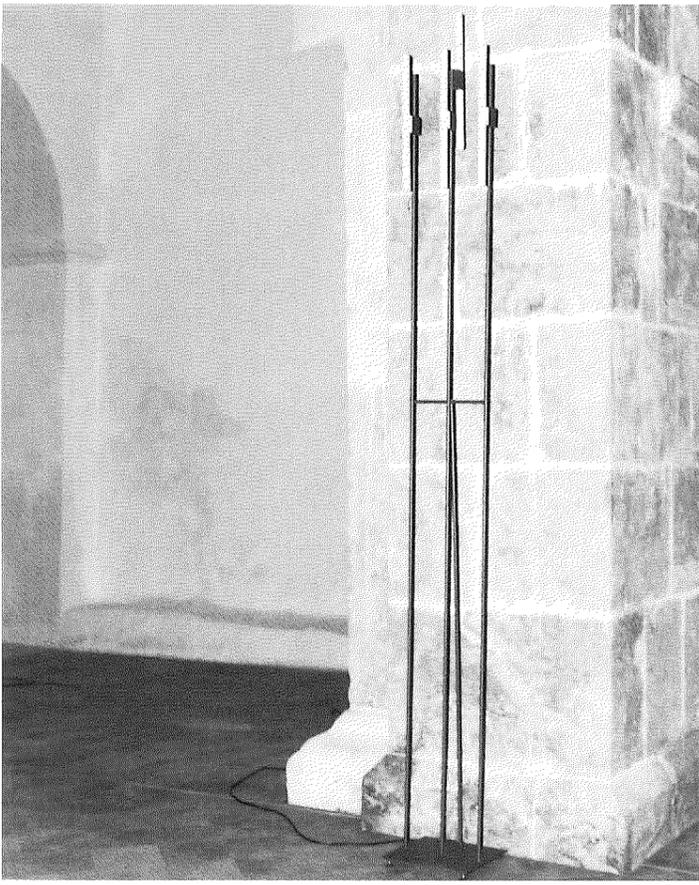
PROJET

- 1. Porte des convers
- 2. Porte du cloître
- 3. Porte du dortoir
- 4. Aménagement de la travée du chœur
- 5. Élément d'accueil
- 6. «Bouchon bernois»
- 7. Rose occidentale
- 8. Rose orientale



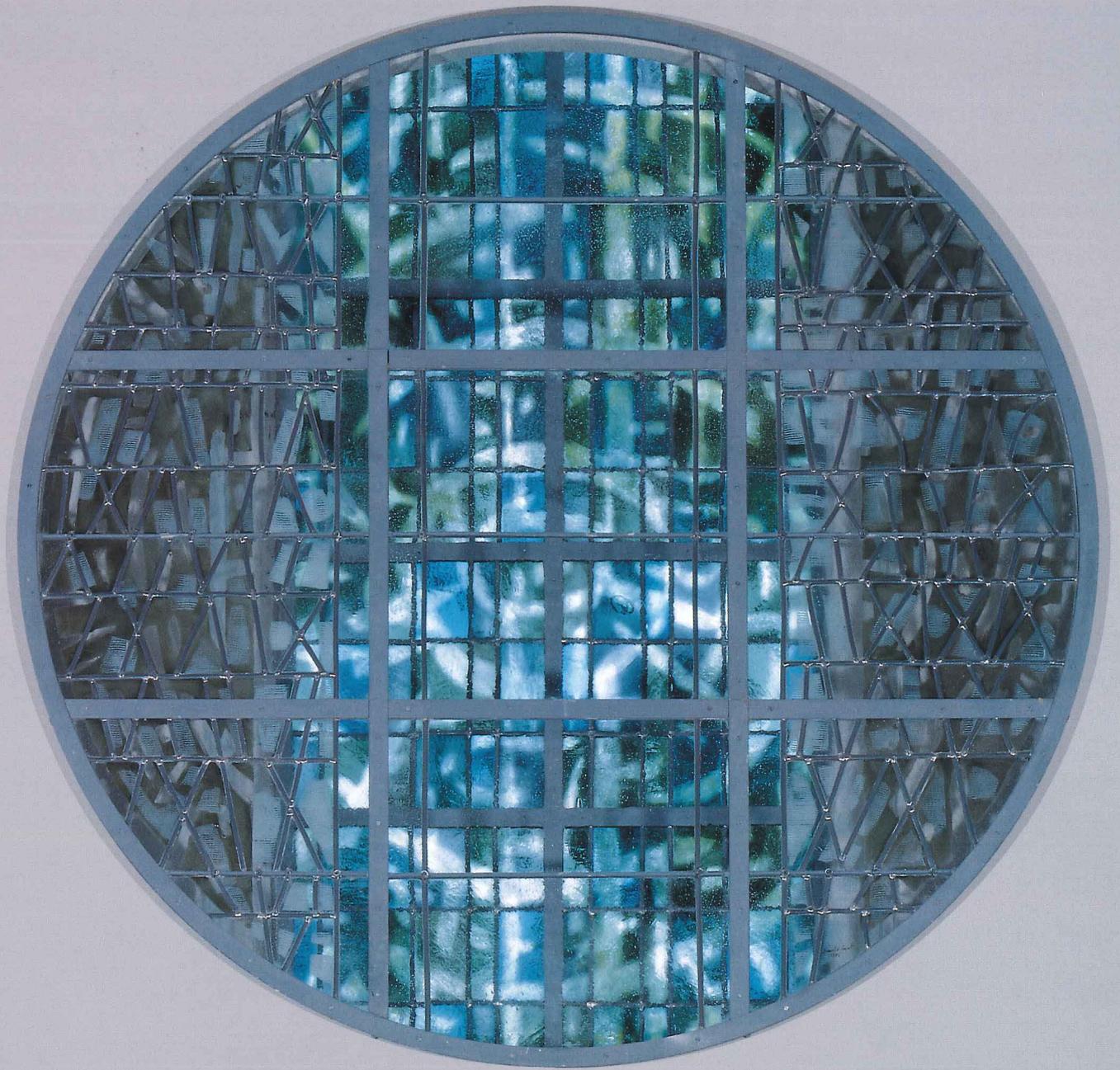
0 1 2 5 m.

LES LUMINAIRES



Abbaye de Bonmont

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



PUBLICATION DU SERVICE DES BATIMENTS

10, place de la Riponne	CH - 1014 Lausanne	Lausanne
Conception graphique :	André Bovey, SGD	Grandvaux
Photos :	François Bertin	Grandson
	Fibbi-Aeppli	Lausanne
	Magali Kenig	Lausanne
	Ivan Kolecek	Nyon
Impression :	Gabriel Poncet	Echandens
	Favre et Winterregg	