

Restauration de l'abbatiale de Payerne (VD)

La précontrainte au secours des vieilles pierres

Un poids excessif sur des murs trop fins menaçait de mettre à bas le monument médiéval. Une technologie inédite a été employée pour ancrer et sauver l'édifice millénaire. Une première helvétique, voire mondiale !

Par Jean-A. Luque

Rien n'est jamais trop beau pour rendre gloire au Seigneur. Au Moyen Âge, églises, abbayes et cathédrales rivalisaient d'ingéniosité pour être toujours plus impressionnantes et magnificentes. Cela s'est traduit par une course vers les cieux pour être l'édifice le plus haut, le plus élancé. Avec son lot de défis techniques et inévitablement aussi de déboires. La poussée latérale démesurée des voûtes, le poids excessif sur des murs trop fins sont particulièrement bien documentés. Et l'abbatiale de Payerne n'a pas manqué d'y être confrontée... au risque de s'écrouler.

Ce problème d'ouverture des voûtes a préoccupé de tout temps les bâtisseurs broyards et leurs successeurs. Au fil des siècles, on a pensé à des contreforts, créé des arcs-boutants (supprimés au XIX^e), on a installé des tirants métalliques et même inventé des tirants en béton au-dessus des nefs. Mais inexorablement, le poids des ans a failli mener l'abbatiale à la ruine. En 2010, l'état alarmant du monument (un claveau a notamment glissé vers le bas) a

entraîné la mise en œuvre de mesures d'urgence avec des étais provisoires. En 2013, des fonds à hauteur de 7,5 Mio ont été débloqués pour mener un ambitieux plan de sauvetage et de rénovation.

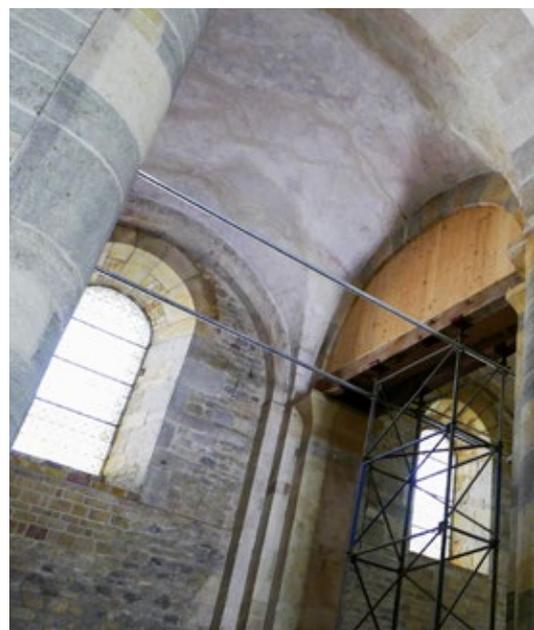
Faux aplomb de 30 cm

« La situation était vraiment critique, explique David Martin, ingénieur et associé chez 2M Ingénierie civile. Les murs s'écartaient et s'inclinaient dangereusement. Sur la façade nord, le faux aplomb atteint 25 à 30 cm entre la base du mur et son sommet, 11 m plus haut. Nous avons réfléchi à de nombreuses solutions avant de tomber d'accord sur la manière la plus adéquate de stabiliser le bâtiment. »

Pour maintenir debout l'abbaye de Payerne, une technologie ambitieuse et inédite a été choisie. Ambitieuse parce qu'elle est invisible à l'œil nu et requiert une expertise et précision remarquable. Inédite parce que nulle part sur la planète elle n'a été utilisée auparavant pour un édifice millénaire. Mais avant de



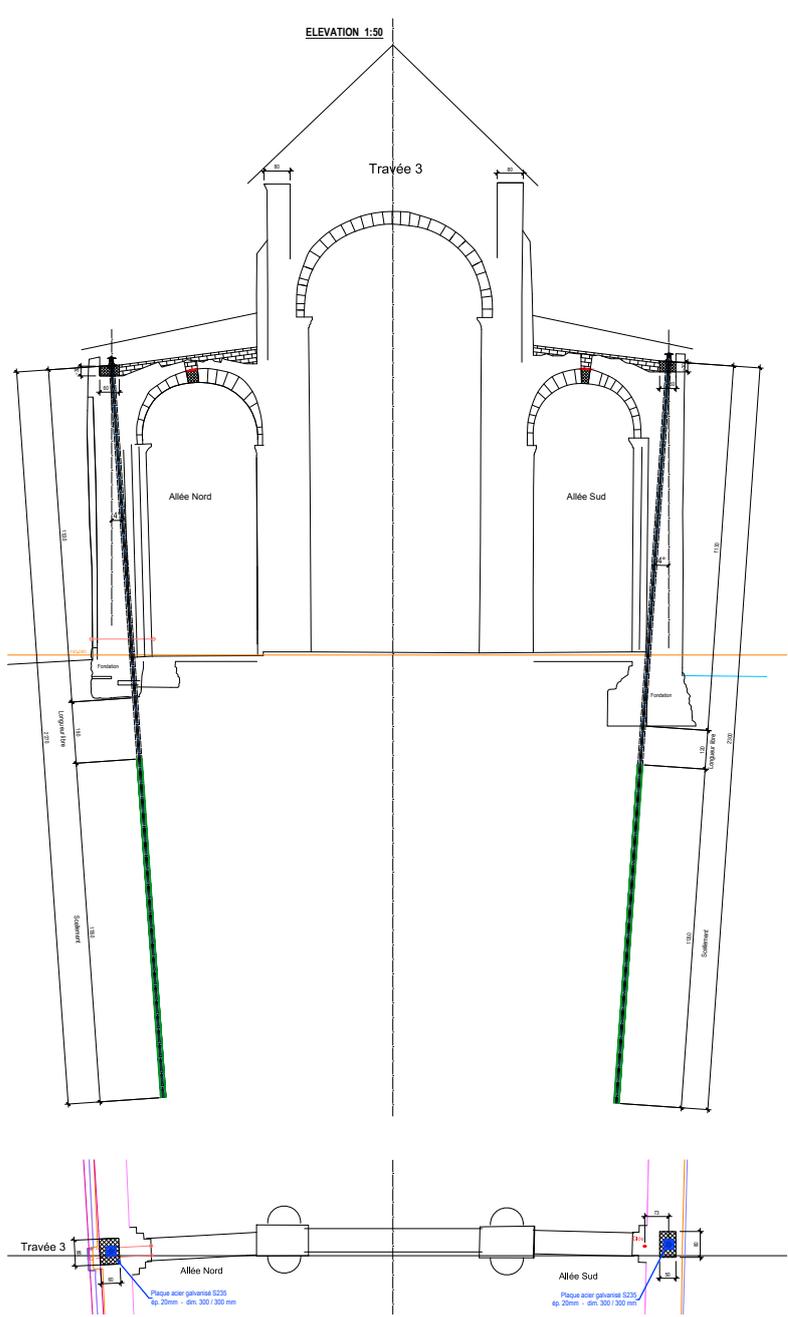
Forer à travers les piliers, puis dans un terrain moins dur, en maintenant un angle de 4 degrés requiert une précision incroyable et une attention de tous les instants.



L'intérieur de l'édifice a aussi souffert de l'outrage du l'humidité. Quant aux ogives et chapiteaux ouvragés,



Source des illustrations : Jean-A. Luque / Olivier Rapin / Gérid Soboz / 2M ingénierie civile



Les câbles introduits dans les murs sont ancrés à 12m dans le sol. Ils exercent une pression de 25 t.

En 2013, quelque 7,5 Mio ont été débloqués pour sauver l'abbatiale et restaurer ses façades.



temps. Les peintures murales ont été dégradées par ils étaient recouverts d'une croûte noirâtre.



Aujourd'hui, les échafaudages et contreforts provisoires ont été retirés. Avec son glacis à base de chaux qui protège désormais ses façades, l'abbatiale a retrouvé ses couleurs d'antan.



Neuf percements extrêmement précis ont été effectués depuis le sommet des murs. Les tirants longs de quelque 24 m, composés chacun de trois torons d'environ 20 mm de diamètre, exercent désormais un effet de pince sur l'édifice.

convaincre la Commission fédérale des monuments historiques des bienfaits de cette innovation, il a fallu nombre de discussions et de calculs.

La méthode préconisée fait appel à la précontrainte. Fin 2016, neuf percements extrêmement précis ont été effectués depuis le sommet des murs pour introduire des câbles qui sont ancrés à plus de 12 m de profondeur. « Plus facile à dire qu'à faire, souligne David Martin. Calculer les lignes de force des voûtes à l'intérieur, les poussées, l'inclinaison des poussées au vide, c'est une chose. Mais après... parvenir à forer à travers des piliers, puis dans un terrain moins dur, moins résistant, en maintenant un angle de 4 degrés, c'est un sacré exploit. Cela requiert une précision incroyable. A ma connaissance, cette technique n'a été utilisée qu'une seule fois en France et c'était pour un phare maritime. » Avant il a encore fallu renforcer et assainir les fondations pour améliorer le confinement. En effet, les sols, plus particulièrement au nord, étaient un véritable gruyère composé de remblais, de bois, de terrains meubles et même de sépultures. Des câbles ont donc été glissés dans les forages, puis bétonnés dans le terrain. L'opération de mise sous tension a été progressive et a duré plusieurs jours, sous la surveillance permanente de capteurs. Mais le résultat est là : aujourd'hui, les tirants longs de quelque 24 m, composés

chacun de trois torons d'environ 20 mm de diamètre, exercent un effet de pince sur l'édifice avec une pression de 25 t. Cette armature contemporaine assure désormais la stabilité de l'abbatiale. Et les imposants contreforts en acier posés à la hâte il y a sept ans ont pu être retirés.

Glacis de protection

Cette réussite technologique ne doit toutefois pas masquer la quantité impressionnante de travaux de réfection qui ont été entrepris depuis quelques années et qui sont encore en cours, notamment sur les façades. « Une des difficultés du bâtiment, détaille le directeur des travaux Jacques Besson, de l'atelier d'architecture spécialisé Ivan Kolecek, c'est la diversité de pierres qui ont été utilisées sur le bâtiment : mollasse, grès de la Molière, calcaire jaune (dont certaines parties sont devenues rouges après des incendies). Certaines pierres étaient fendues, les joints avaient lâché. L'eau pénétrait à l'intérieur et provoquait une forte dégradation. Des plaques de mollasse se détachaient... » Les restaurateurs se sont appliqués à les recoller et à utiliser des joints à base de chaux, comme à l'origine. Les façades ont ensuite été blanchies avec un glacis, lui aussi à base de chaux, qui fait office de couche de protection.

Avec le temps, les ogives et les chapiteaux ouvragés de l'abside avaient aussi disparu



Permet d'économiser dans les côtes comme dans les pentes.

Le convertisseur à turbo ralentisseur réduit les coûts de maintenance en garantissant des démarrages et des freinages sans usure. Pour en savoir plus, rendez-vous à l'adresse www.mercedes-benz.com/trk

Mercedes-Benz
Trucks you can trust





Les toitures présentait de sérieux problèmes d'étanchéité. Chaque tuile a été déposée et a fait l'objet des plus grands soins, sans utiliser de produits chimiques. Elles ont été nettoyées et brossées à la main, afin d'éliminer les mousses et les lichens.

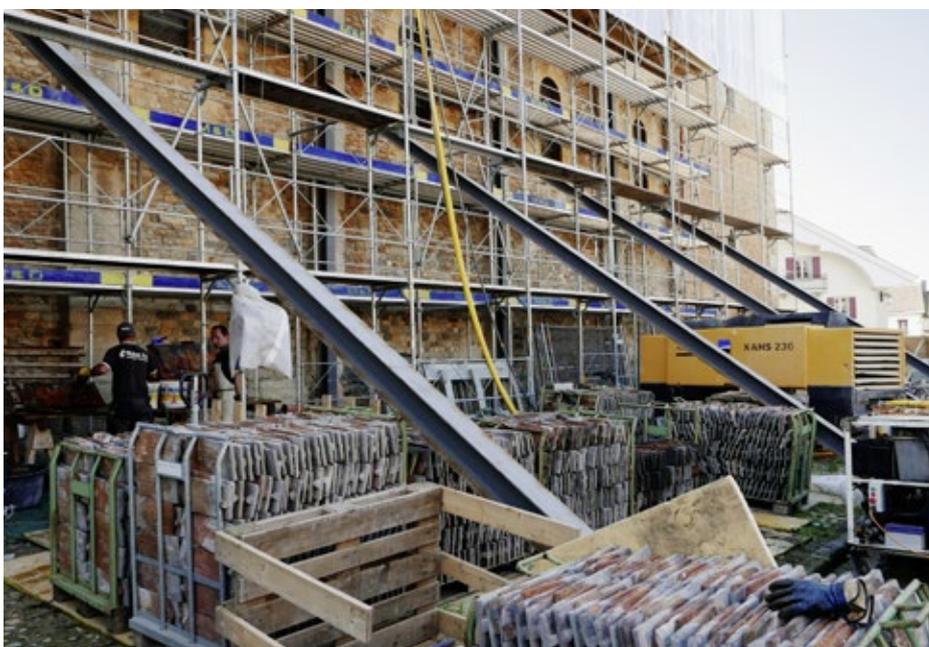
sous la crasse composée de pollution, de fientes de pigeons et de suie. Pour pulvériser et venir à bout de cette croûte noirâtre, les spécialistes ont notamment utilisé un laser surpuissant de 100 W. Le balayage extrêmement précis du faisceau lumineux a limité au maximum les dégâts sur la pierre.

Lattages composés de branches

On s'en doute, les toitures présentait aussi de sérieux problèmes d'étanchéité et provoquaient la dégradation des peintures murales intérieures. Il a fallu déposer et reprendre toutes les couvertures, avec à la clé des découvertes qui ont fait le bonheur des passionnés. « Nous avons découvert des lattages d'origine qui étaient parfois composés de branches, souligne Jacques Besson. Nous avons également trouvé des tuiles de toutes les époques, les plus anciennes remontant jusqu'au XV^e siècle. Dans le transept sud, qui est une charpente bernoise du XVII^e, 80 % des tuiles étaient d'origine et des clous forgés avaient été utilisés pour le lattage. »

Chaque tuile récupérée a fait l'objet des plus grands soins. Hors de question d'utiliser des produits chimiques. Elles ont été nettoyées et brossées à la main, afin d'éliminer les mousses et les lichens. Les tuiles trop endommagées ont été remplacées par des pièces fabriquées dans un four ancien d'une manufacture de Bardonnex (GE).

Les restaurateurs ont respecté au maximum la logique ancienne de l'édifice. Mais cela n'est malheureusement pas toujours possible. Par exemple, au Moyen Âge, l'abbatiale n'avait pas de sous-toiture, pas de chéneaux. L'idée était de garder des espaces ventilés qui se mouillent, mais sèchent rapidement. Pas un souci, d'autant plus qu'il y avait toujours assez de personnel pour entretenir et brosser les tuiles, nettoyer les murs. Aujourd'hui, budget oblige, on ne peut plus se permettre une telle attention permanente. Pour garantir la pérennité de l'édifice, des chéneaux ont été installés et ont remplacé la main d'œuvre.



La nouvelle forme.

Fenêtres pour toit plat VELUX avec vitrage bombé

Compatible
avec des produits
VELUX de protection
contre la chaleur
et le soleil



La nouvelle forme qui empêche l'eau de pluie de s'accumuler sur la vitre. La nouvelle forme qui permet un montage sur un toit affichant un angle d'inclinaison de jusqu'à 0°. Fenêtres pour toit plat VELUX avec vitrage bombé. Disponibles en huit dimensions différentes. Conviennent à chaque besoin et à chaque pièce. Ouvrez la voie à un nouveau type de fenêtres pour toit plat. Objets BIM VELUX et informations complémentaires sur velux.ch/vitragebombe

VELUX®

50029



Spare Parts

Maintenance

Xchange

DEUTZ SERVICE
Life Time Support



Service Network



Emission Management



Engine Plus



e-Services

Le service DEUTZ signifie une assurance de la durée de marche – pour une longévité de vos moteurs DEUTZ et les outils nous vous présentons une offre complète de produits de service et prestations de service:

- Ensembles de réparation sur mesure
- Divers composants périphériques et compléter les installations
- Pièces d'entretien et matières de fonctionnement
- Oneline services rapide et confortable
- Produits Xchange avantageux
- Emission Downgrade Kits économique

Le réseau mondial DEUTZ du service vous offre une qualité suprême et l'augmentation de la capacité concurrentielle. Vous trouvez notre dossier de réalisation complète sur www.deutz.com ainsi près de votre localité chez votre partenaire DEUTZ.



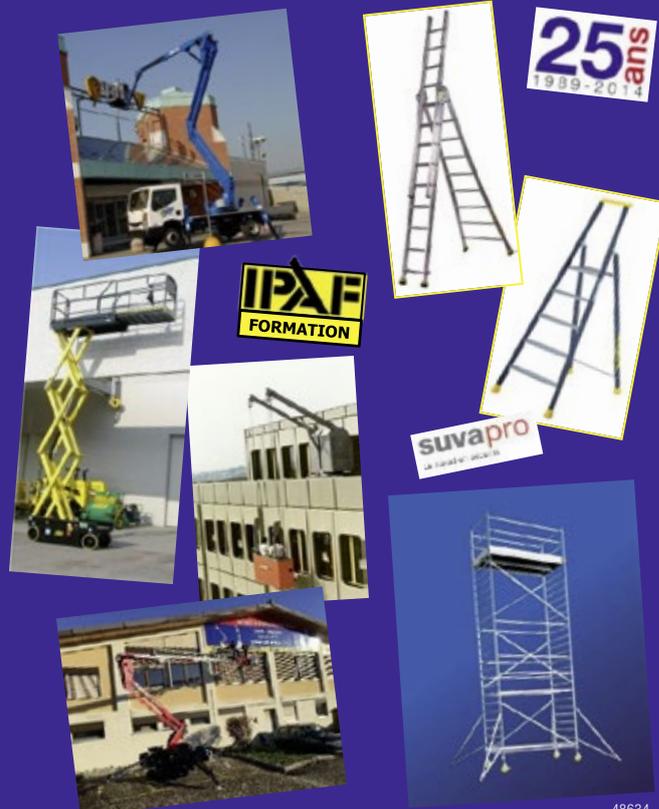
The engine company. **DEUTZ®**

Telefon: +41 43 466 60 20
www.demtech.ch
mail@demtech.ch

48410

ACCES & ELEVATIQUE SA

Des hommes à la hauteur



25 ans
1989-2014

IPAF
FORMATION

suvapro
Le spécialiste de l'accès

48634

ACCES & ELEVATIQUE SA – Ch. Mont-de-Faux 2 – CP 129 – 1023 Crissier
Tél. 021 711 77 77 – Fax 021 711 77 78 – E-mail: info@elevatique.ch – www.elevatique.ch