

La colonne du Cigognier : bilan de santé et piqûres de rappel (2007-2010)

Autor(en): **Bigovi, Slobodan / Bridel, Philippe / Fischbacher, Verena**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de l'Association Pro Aventico**

Band (Jahr): **52 (2010)**

PDF erstellt am: **19.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-246429>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

La colonne du *Cigognier*

Bilan de santé et piqûres de rappel (2007-2010)

Slobodan Bigović
Philippe Bridel
Verena Fischbacher
Fred Girardet

Résumé

À plus de trente ans de la dernière restauration de cette colonne emblématique du site, un contrôle de son état s'imposait, les inspections annuelles des monuments ne permettant pas d'atteindre les 15,60 m de sa hauteur. Propriété de la Commune depuis 1822, puis de l'État dès 1900, elle a fait l'objet de travaux de consolidation et de protection en 1877 et en 1935 probablement. Étudiée et relevée successivement par P. Schazmann, L. Bosset et Ph. Bridel, elle subit une première restauration systématique en 1975-1978 selon les conseils du Laboratoire des Matériaux Pierreux de l'EPFL (V. Furlan et F. Girardet), ici brièvement rappelée. Une méthodologie d'intervention et des adhésifs particuliers sont alors mis au point.

L'intervention réalisée entre 2007 et 2010, qui a bénéficié des conseils avisés du même F. Girardet, est présentée dans le détail: constat de l'état du monument après trente ans d'entretien régulier, nettoyage systématique de la colonne, élaboration, puis réalisation du projet de restauration. Les fissures profondes des deux dernières assises et les fragmentations importantes, quoique plus superficielles, des autres blocs, consolidées il y a trente ans, ont bien résisté. C'est au traitement des dégradations dues à la « décohésion » granulaire de la pierre qu'il a fallu procéder avec le plus grand soin, dans l'espoir de ralentir un processus de vieillissement naturel, aggravé par le développement d'une végétation parasite, à enrayer par un traitement régulier au cuprammonium. Une liste des produits utilisés avec leurs fournisseurs et les « recettes » de leur mise en oeuvre concluent cette contribution qui vient confirmer la nécessité d'un suivi constant de l'état du patrimoine monumental du site.

Zusammenfassung

Über dreissig Jahre nach der letzten Restaurierung dieser für das antike Avenches zum Sinnbild gewordenen Säule war eine eingehende Untersuchung ihres Erhaltungszustandes dringend notwendig geworden, da die alljährlichen Kontrollen nicht bis in eine Höhe von 15,60 m möglich waren. Das Denkmal war von 1822 im Besitz der Gemeinde und ging dann 1900 an den Staat über. Sicherungs- und Schutzmassnahmen waren 1877 und sehr wahrscheinlich auch 1935 ergriffen worden. Systematische Untersuchungen und Bauaufnahmen erfolgten danach durch P. Schazmann, L. Bosset und Ph. Bridel. Eine erste vollständige Restaurierung wurde in den Jahren 1975-1978 unter Einbeziehung des Labors für Steinmaterialien der EPFL (V. Furlan und F. Girardet) vorgenommen, dessen Empfehlungen hier kurz wiedergegeben werden. Im Weiteren werden die angewendeten Verfahren und die verwendeten speziellen Bindemittel beschrieben.

Die zwischen 2007 und 2010 mit der Unterstützung von F. Girardet ergriffenen Massnahmen werden detailliert aufgeführt: Erfassen des Erhaltungszustands des Denkmals nach 30jähriger Instandhaltung, gründliche Reinigung der Säule, Erarbeitung geeigneter Restaurierungsverfahren und ihre Umsetzung. Die tiefen Risse in den beiden obersten Steinblöcken und die starke, wenn auch nur eher oberflächliche Aufspaltung der anderen Blöcke, die vor 30 Jahren konsolidiert wurden, haben standgehalten. Wegen des Bröckelzerfalls, der durch den Festigkeitsverlust im Kornverband des Steines verursacht ist, wurde bei der Restaurierung mit grösster Sorgfalt vorgegangen. Ziel war es, diesen natürlichen Verfallsprozess zu verlangsamen, der zusätzlich durch einen biogenen Bewuchs verstärkt wurde, wogegen eine regelmässige Behandlung mit einem Kupfer-tetramminkomplex vorgesehen ist. Eine Liste der verwendeten Mittel, ihrer Bezugsquellen und die Rezeptur der verwendeten Mischungen schliessen diesen Beitrag ab, der aufzeigt, wie notwendig eine konstante Beobachtung des Zustandes der historischen Denkmäler von Avenches ist.

Mots-clés

sanctuaire du *Cigognier*
architecture
restauration
conservation

Stichwörter

Cigognier-Heiligtum
Architektur
Konservierung
Restaurierung

Übersetzung: Silvia Hirsch

Un cas particulier

Un entretien suivi et attentif de la colonne emblématique du *Cigognier* est primordial: stopper définitivement sa dégradation est impossible du fait que la colonne est en plein air, et par conséquent exposée aux intempéries. Néanmoins, nous essayons de ralentir le processus de dégradation par un entretien régulier, afin de garantir un vieillissement acceptable. À plus de trente ans de la dernière intervention de restauration, nous avons estimé qu'un examen approfondi de la colonne du *Cigognier* était indispensable. Tous les monuments du site romain d'Avenches sont l'objet d'un contrôle annuel, constat de leur état de conservation et évaluation des interventions de restauration qui s'imposent. La colonne du *Cigognier* fait cependant exception: compte tenu de sa hauteur de 15,6 m, nous en sommes habituellement réduits à des observations depuis le sol, car elle n'est accessible pour des observations de détail qu'en recourant à une installation spéciale, nacelle ou échafaudage.

avril 1822 la colonne elle-même et une modeste parcelle du terrain qui l'entourait. Il s'agissait tout à la fois d'assurer la pérennité du monument et d'en faciliter l'accès. Une première restauration, sans doute aux frais de la Commune, touche la base du monument en 1877; elle vient compléter la partie manquante des fondations de grand appareil de grès par une maçonnerie de petits moellons pour garantir la stabilité de l'édifice. Devenue propriété de l'État de Vaud et monument classé en 1900, la colonne reçoit à son sommet une chape de plomb qui vient remplacer la roue de char portant un nid de cigognes, souvent figurée sur les gravures anciennes. Cette première mesure de sauvegarde de l'intégrité du monument lui-même est prise peut-être en février ou mai 1918 déjà, à l'occasion du premier relevé établi par l'architecte Paul Schazmann, plus probablement à l'occasion du relevé systématique au 1:20 réalisé en 1935 par Louis Bosset, archéologue cantonal. L'échafaudage nécessaire à une telle opération a pu faciliter la mise en place de la lourde chape de plomb. Les archives n'ont conservé aucun document qui témoigne de nouvelles interventions avant la restauration de 1975/1978.

Historique des interventions

Les interventions avant 1975

La première mesure de protection du monument fut prise par la Municipalité d'Avenches, qui, pour le compte de la Commune, acquit en

La restauration de 1975-1978

Une annexe consacrée à la restauration de la colonne figurant dans la monographie consacrée par Ph. Bridel au sanctuaire, nous ne reprenons ici que les points les plus importants¹.

Les travaux de conservation-restauration, réalisés sur mandat de l'archéologue cantonal de l'État de Vaud, ont été effectués en étroite collaboration avec les experts du Laboratoire des Matériaux Pierreux (LMP) de l'EPFL, sous la direction du professeur V. Furlan, de son assistant F. Girardet et de W. Eymann, alors restaurateur du Musée romain d'Avenches.

L'état avant intervention²

La colonne est recouverte d'une couche non négligeable de matières végétales (fig. 1).

L'altération revêt essentiellement deux aspects:

- Dégradation superficielle en damage de petits fragments.
- Fissuration importante découpant certaines parties de la colonne en gros fragments, dont le déchaussement met en péril sa stabilité (fig. 2).

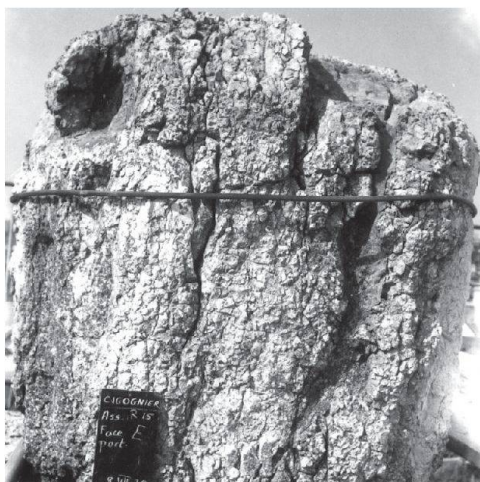


Fig. 1

Colonne du Cigognier. Avant l'intervention de 1975, chape en ciment sur la dernière assise de la colonne.

1 Bridel 1982, p. 184-186: Annexe 5, Travaux de restauration 1975-1978. L'ensemble des documents concernant la restauration de la colonne du *Cigognier* est déposé aux archives du MRA.

2 V. Furlan et F. Girardet, LMP, rapport sur l'expertise réalisée le 2 février 1975, déposé au MRA et cité par Bridel 1982, p. 184.



Pour contrôler la sécurité statique et observer la profondeur de la dégradation par les microfissures, quatre carottages de 5 cm de diamètre ont été forés, deux traversant de part en part dans les assises 14 et 12 et deux autres partiels, dans les assises 5 et 9. L'observation de ces forages a montré que la plus grande partie des fissures (0,5 à 1 mm) ont une profondeur de 1 à 3 cm seulement, mais que certaines, plus profondes, rendent une consolidation indispensable.

Consolidation

Avant toute intervention de consolidation et afin de mieux observer les dégradations, un nettoyage de la colonne s'est révélé indispensable; les matières végétales et les colmatages anciens (ciment et glaise) ont ainsi pu être éliminés. En même temps la chape sommitale en plomb a été retirée, toujours dans le but de dégager au mieux les structures originales en vue de leur consolidation (fig. 2).

Le bloc sommital, un fragment de l'architrave, a dû être stabilisé en premier à cause de son état de conservation alarmant. Les plus gros fragments, désolidarisés du bloc par de grandes fissures verticales, ont été ancrés à l'aide de tiges d'acier inoxydable et recollés par injection et masticages avec un adhésif à base de résine époxy. L'ensemble des grandes fissures de la colonne a été traité de la même manière (fig. 3). Les adhésifs utilisés ont été conçus, élaborés et préparés spécialement pour la restauration de la colonne du Cigognier par le LMP³. Une particularité importante de cette résine est sa grande fluidité lorsqu'elle est chauffée et la consistance mielleuse qu'elle prend en se refroidissant, empêchant ainsi les coulures durant la prise. On a procédé ensuite au masticage des fentes avec la même résine, épaissie d'une charge. Il s'agit également d'une préparation du LMP.

³ Cité par Bridel 1982, p. 185. Cf. *infra*, p. 181-182.

⁴ AVENIT EP Klebemörtel, EP Stopfmörtel, EP Giessmörtel, EP Injection der Firma Stahlton AG. Fiche technique, cf. rapport de restauration, archives du MRA.



Fig. 2 (à g.)

Colonne du Cigognier. Le fragment d'architrave sans sa protection en plomb (de 1935?), après un premier nettoyage sommaire.

Fig. 3 (à dr.)

Colonne du Cigognier. Intervention de 1975-1978. Traitement des grandes fissures: curage le plus profond possible, ancrage avec des tiges en acier inoxydable et injection sous pression de résine adhésive.

Cette intervention a redonné une bonne cohésion à l'ensemble.

Pour la consolidation des microfissures, le choix s'est porté sur des produits du commerce⁴, adhésifs à base de résine époxy de fluidité différente allant d'une préparation pour injection jusqu'au mastic. Le procédé est identique à celui décrit plus haut: injection sous pression puis masticage; ou au contraire, colmatage des fissures puis injection, empêchant ainsi que la résine liquide ne coule en surface lors de l'injection.

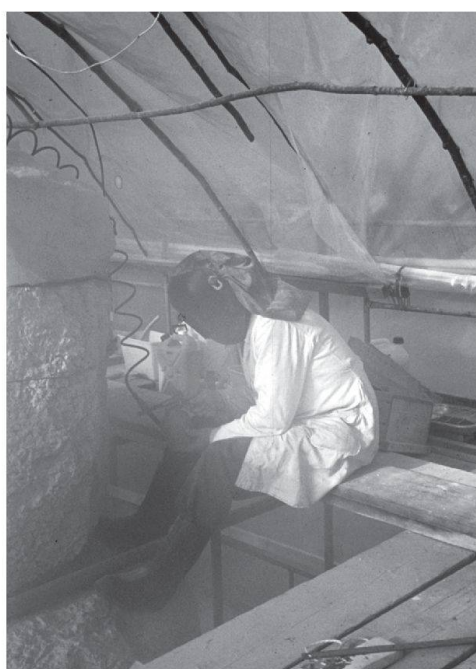


Fig. 4

Colonne du Cigognier. Intervention de 1975-1978. Sablage des parties masticuées pour rendre leur surface visuellement proche de celle de la pierre.

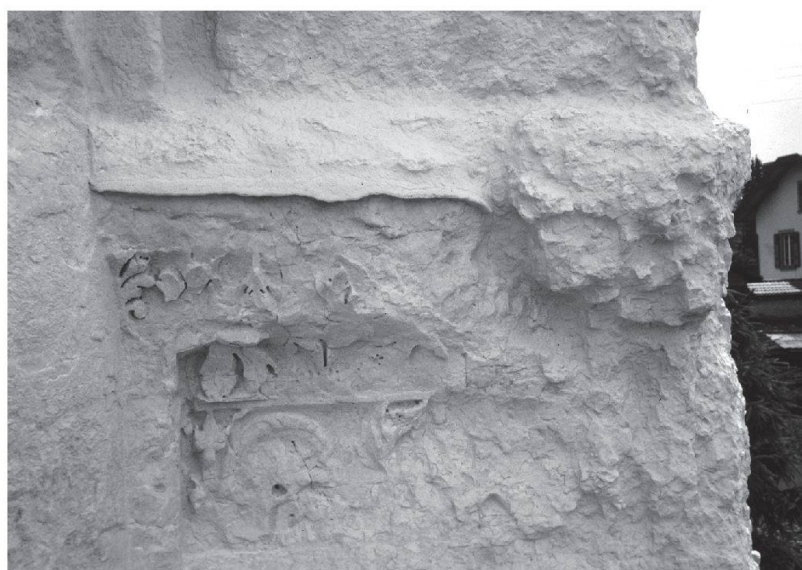


Fig. 5 a-c

Colonne du Cigognier.
Intervention de 1975-1978.
Une tâche difficile: soulever
l'architrave pour insérer la
feuille de protection en plomb
entre les deux dernières
assises. En bas à dr., les deux
chapes de protection sont en
place.

Fig. 6

Colonne du Cigognier.
Intervention de 1975-1978.
Petit larmier en résine
époxyde protégeant l'une des
rares parties sculptées encore
visibles.



Pour adapter l'aspect des fissures mastiquées à celui de la pierre originale, la dernière couche se compose d'un mastic chargé en calcaire moulu, sablé après séchage pour dégager les fragments de calcaire de leur gangue de résine (fig. 4).

Protection

Pour empêcher toute infiltration d'eau météorique, une double protection a été établie:

La dernière assise de la colonne elle-même, celle du chapiteau, a été isolée par une plaque d'Eternit doublée d'une tôle de plomb, insérées sous l'architrave. Par souci d'économie, W. Eyermann a réutilisé l'ancienne plaque de protection du sommet, qu'il a agrandie en vissant des compléments, colmatant les joints avec du silicone (fig. 5a-c).

Au sommet, le fragment d'architrave a été protégé par une chape en résine époxyde renforcée de tissu en fibre de verre (fig. 5c et 12).



Les surfaces planes et les rares parties sculptées, elles aussi fortement exposées aux intempéries, ont été protégées de la même manière que le sommet: des chapes ou des petits larmiers de résine époxyde, qui assurent un écoulement dirigé et non destructif des eaux pluviales (fig. 6).

Dernière intervention: un traitement algicide, cuprammonium, préparé par dissolution d'acétate de cuivre ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{H}_2\text{O})$) dans de l'ammoniaque à 10%, encore une fois sur les conseils des experts du LMP de l'EPFL⁵.

⁵ Fiches techniques: cf. rapport de restauration, aux archives du MRA.

La colonne du Cigognier

Conseils et accompagnement dans le cadre des interventions de 1977 et 2007

Fred Girardet (RINO Sàrl)

La restauration de 1975-1978

Avis préliminaire

En février 1975, le LMP (Laboratoire des Matériaux Pierreux de l'EPFL) est sollicité pour donner un avis relatif à l'état de l'édifice, ainsi qu'aux interventions nécessaires à sa conservation. Le Professeur V. Furlan et le soussigné se rendent alors sur place et préconisent un nettoyage apte à éliminer les dépôts entravant les interventions et préjudiciables à la conservation du substrat, ainsi qu'une fixation des éléments désolidarisés au moyen de résines époxydiques.

Constatactions

À la fin des travaux de nettoyage, un diagnostic plus précis fut possible. La pierre constitutive de l'édifice présentait des désordres structurels menaçant gravement sa conservation. Il nous est alors apparu que ces altérations pouvaient être classées en trois catégories distinctes selon la taille de la fragmentation et la largeur des fissures:

- Les deux dernières assises de la colonne étaient parcourues par de profondes et larges fissures susceptibles de compromettre leur statique (fig. 2-3).

- La pierre de l'édifice était sillonnée, en de très nombreuses zones, par des fissures dessinant un maillage aux dimensions décimétriques. Manifestement moins profonde que large, cette fragmentation exposait cependant la pierre à une très importante perte de substance (fig. 7).

- Une importante décohésion granulaire était visible sur de nombreuses zones de l'édifice (fig. 11). Caractérisée par une fragmentation superficielle du calcaire en granulation plus ou moins centimétrique, cette altération exposait la pierre à une perte de substance par desquamation. Ce phénomène semblait être aggravé par l'insertion de matière organique et de racines liées à la colonisation végétale.

Aux problèmes précités s'ajoutaient l'altération habituelle du calcaire sous l'effet de la pluie et du ruissellement (dissolution karstique). Cette érosion relativement lente revêtait une importance significative dans les zones portant encore des traces de décors sculptés.

Conseils

À l'issue de ces constats, la préoccupation majeure concernait la stabilisation des zones menacées d'écroulement. Il fut conseillé de procéder à



une solidarisation des éléments « décohérents » de la première et de la deuxième catégorie d'altérations par le système d'adhésif développé au LMP. Pour la troisième catégorie d'altération (granulaire), il ne paraissait guère envisageable de procéder à son renforcement. Seul un traitement curatif et préventif contre la colonisation végétale fut donc proposé (cuprammonium).

Adhésif LMP

Développé au sein du LMP pour le collage de voussoirs en béton, puis modifié pour être applicable à la consolidation d'éléments en pierre, le système proposé bénéficiait d'une importante base d'étude, d'expérimentation et de développement.

Conçue pour recoller des éléments détachés ou solidariser des éléments fissurés (± 1 cm), la formulation se caractérisait par une grande tolérance aux erreurs de dosage, une insensibilité à l'eau à l'état frais et une large plage de températures d'utilisation.

Pour faciliter sa mise en place et son injection, le produit était chauffé. En se refroidissant

Fig. 7

Colonne du Cigognier. Photo réalisée en 2007, après les interventions de nettoyage. Cette figure montre le « maillage » des fissures décimétriques du deuxième type d'altération colmatées lors des travaux des années septante. Dans la partie centrale droite de la figure, on peut voir un réseau beaucoup plus serré de jointoiment, correspondant certainement à une extension du traitement à une décohésion granulaire avancée.



Fig. 8

Colonne du Cigognier. Photo réalisée en 2007, après les interventions de nettoyage. Cette figure illustre les différentes méthodes appliquées lors de la restauration des années septante pour soustraire l'édifice aux pénétrations d'eau et aux ruissellements : couverture en plomb, fermeture des joints entre assises, glaci, et larmiers.

au contact de la pierre, sa viscosité augmentait suffisamment pour permettre le pontage de fissures larges, sans que la masse ne s'écoule avant sa réticulation. La surface extérieure des fissures ainsi traitées pouvait être recouverte de l'adhésif chargé avec de la pierre concassée. Cette adjonction pouvait être d'autant plus conséquente que l'adhésif était fluidifié par chauffage.

Le concept impliquait également des techniques de mise en place, développées et expérimentées *in situ*. Ces techniques firent l'objet d'un cours pratique auquel participa W. Eymann, en charge de la restauration du Cigognier.

La consolidation du Cigognier nécessita vraisemblablement plus de 100 kg d'adhésif, formulé par le LMP sous forme de cartouches ou doses de 300 à 500 g.

Appréciation à la fin des travaux

L'ensemble des mesures prises pour soustraire l'édifice aux pénétrations d'eau et aux ruissellements se révélèrent de toute évidence judicieuses (fig. 6 et 8).

Les décohésions du premier type menaçant la stabilité des éléments supérieurs, ainsi que les

décohésions du deuxième type, avaient été traitées avec beaucoup de rigueur. Ces interventions laissaient cependant apparaître un réseau serré de jointoiements et de masticages, dont l'importance, la réversibilité limitée et le risque d'évolution à long terme, chromatique notamment, suscitèrent des inquiétudes.

Il fut donc conseillé un suivi de l'édifice, de ses interventions et la maîtrise de la colonisation végétale par un traitement régulier.

La restauration de 2007-2010

Examen

En 2007, le soussigné est à nouveau contacté pour donner un avis sur l'état de conservation de l'édifice ainsi que sur les interventions projetées.

Un examen réalisé à l'aide d'un véhicule à nacelle révèle que les inquiétudes de la fin du chantier des années septante, relatives à l'évolution de l'important réseau de collage et colmatage, étaient infondées (altérations, décollement, évolution chromatique...).

Par ailleurs, les travaux de consolidation nécessités par les altérations de premier et deuxième type, avaient parfaitement résisté.

Les altérations « granulaires » du troisième type, pour lesquelles aucune consolidation n'avait été entreprise, continuaient à se dégrader.

Conseils

Mis à part les travaux d'entretien (élimination des colonisations végétales, nettoyage, réparation ponctuelle des couvertures), la préoccupation majeure de cette campagne de restauration s'est focalisée sur la consolidation des altérations de troisième type.

Bien qu'il n'ait toujours pas été prévu de consolidation générale, considérée comme trop invasive et, en l'état des connaissances, trop risquée, il fut toutefois proposé des renforcements localisés pour limiter les désagréments éminents (avec perte de matière).

Contrairement aux altérations du premier et deuxième type, la consolidation de l'altération granulaire ne pouvait être réalisée que par l'injection d'un liant très fluide, ou, selon les conservateurs, par des solins et/ou des enrobages à base de chaux, lorsque la désagréation était avancée.

Pour les injections et renforcements ponctuels, il a été préconisé d'utiliser des résines époxydiques à basse viscosité, utilisables en milieu humide, ainsi qu'un micro-mortier fluidifié, à prise rapide, lié au C-S-H. Pour les enrobages et solins, S. Bigović proposa l'usage de mortier à la chaux (fig. 18-19).

Cependant, le contrôle de la colonisation végétale restant une priorité pour le troisième type d'altération, un traitement au cuprammonium a à nouveau été recommandé.

Conclusion

Après plus de trente années d'exposition aux intempéries, l'adhésif à base de résines époxydiques a montré une excellente compatibilité avec la pierre et fait preuve d'une durabilité encourageante, même si cette durée reste encore modeste comparée à l'âge de la colonne...

Toutefois, l'altération granulaire de surface (altération du troisième type) est à suivre. Des études complémentaires pour stabiliser ce type d'altération doivent être envisagées. Enrobages, solins et liant hydraulique fluidifié sont des pistes à considérer.

Le cuprammonium semble être une bonne solution, à la fois curative et préventive. De plus, sa rémanence est élevée.

À l'issue de ces deux campagnes de restauration, il est important de souligner la qualité des travaux de restauration effectués. Il convient en effet de considérer que la durabilité d'une intervention dépend toujours de la qualité des soins alliée à celle des produits utilisés.

En conclusion, le principe consistant à formuler un adhésif, plutôt que d'utiliser un produit prêt à l'emploi s'est avéré pertinent. En effet, il serait actuellement encore possible de fabriquer cet adhésif (les produits de base étant toujours sur le marché), alors que l'expérience tend à montrer que la composition des produits prêt à l'emploi évolue constamment ou qu'ils disparaissent.

Le projet d'intervention 2007-2010

Comme lors de la dernière restauration, le Laboratoire est intervenu sur mandat de l'État de Vaud, propriétaire du monument. Par chance, l'expert des années 70, F. Girardet, a pu être mandaté pour accompagner le projet, non plus dans le cadre de l'EPFL car l'unité spécialisée a été dissoute, mais comme directeur de l'entreprise privée qu'il a créée⁶.

État de la colonne avant nettoyage

Les pathologies suivantes ont été constatées à la colonne du Cigognier lors du contrôle annuel des monuments du printemps 2007:

- Effritement superficiel
- Formation de fissures
- Croissance d'algues (fig. 9)
- Développement de lichens (fig. 9)

Pour évaluer l'ampleur des dégâts et permettre l'élaboration d'un programme raisonné de restauration, il fut décidé de procéder à un nettoyage systématique et général de la colonne.

Nettoyage

Pour procéder au nettoyage de la colonne, haute de 15,61 m, il a fallu recourir à une camionnette à nacelle élévatrice (fig. 10). Cette opération s'est déroulée en août 2007. La méthode d'intervention retenue s'est inspirée d'une recette établie



⁶ RINO Sàrl, Conseils, développement, suivi, Ruelle Belle-Maison 14, CH-1807 Blonay.



Fig. 9 (à g.)

Colonne du Cigognier. Développement d'algues et de lichens.

Fig. 10 (à dr.)

Colonne du Cigognier. En 2007, S. Bigović et É. Rubin procèdent au nettoyage de la colonne.

Fig. 11

Colonne du Cigognier.
État de la colonne après
nettoyage: exemples de
dégradation par effritement
superficiel (1) et formation de
fissures (2).



en 1976 déjà par F. Girardet, alors au LMP. On a utilisé l'alcool et l'ammoniaque pour enrayer le processus biologique de développement végétal et en assécher les produits, afin d'en faciliter l'élimination. La colonne a été tout d'abord traitée par vaporisation d'alcool à brûler à 60%, puis, après séchage, nettoyée à l'aide d'une lance à eau (Kärcher) dont la pression de service a été réglée en fonction de l'état de conservation de la pierre (fig. 10). Aspergée ensuite d'une solution d'ammoniaque à 10%, elle a été soumise encore humide à un second nettoyage à l'eau sous pression.

Après nettoyage de la face ouest, on a pu constater que ce processus était très coûteux en temps de travail. Aussi a-t-on essayé de se passer de l'aspersion d'alcool à brûler pour se contenter d'un premier nettoyage à l'eau sous pression,

suivi de l'arrosage à l'ammoniaque à 10% et d'un dernier nettoyage à l'eau sous pression, obtenant un résultat quasiment identique. On s'est donc par la suite conformé à ce processus raccourci.

Les algues n'ont cependant pas pu être totalement enlevées par cette méthode. Leurs racines avaient pénétré trop profondément aux endroits où la pierre était très fissurée ou son épiderme particulièrement irrégulier. Nous ne pouvions pourtant intervenir sur ces points en approchant suffisamment la buse du nettoyeur sous pression pour obtenir un nettoyage convenable, car nous aurions provoqué des dommages supplémentaires à la pierre. Les refoulements hors de portée du jet d'eau sous pression conservaient encore des restes de mousses et d'algues (fig. 14), alors que les surfaces planes, les réparations localisées et les chapes se prêtaient aisément au nettoyage.



Fig. 12

Colonne du Cigognier.
Au sommet, le fragment
d'architrave après
restauration en 1978 (1) et
dans son état de conservation
après nettoyage, mais avant
les travaux de consolidation
de 2009 (2).



La colonne du *Cigognier* a été traitée avec un algicide, le cuprammonium, pour empêcher tout nouvel envahissement végétal avant la restauration à venir. Il s'agit là de la recette utilisée en 1978, dont l'efficacité s'était depuis pleinement avérée, sur d'autres monuments aussi.

Observations après nettoyage, état de conservation

Suite à ce nettoyage soigneux de la colonne, on a pu constater une bonne stabilité générale des parties originales, même si l'on rencontre en plusieurs emplacements d'assez grandes surfaces dégradées par effritement (fig. 11, 1), particulièrement dans les parties hautes, les plus exposées. Toutes les assises présentent une multitude de petites fissures et éclats en surface qui permettent aux végétaux de prendre racine et de se développer. Quelques rares fissures plus profondes demandent une intervention par injection, une consolidation en profondeur (fig. 11, 2).

Les restaurations de 1975-78 montrent, après nettoyage, un aspect satisfaisant: le vieillissement des résines utilisées est excellent et l'on ne constate quasiment pas de dégradations (fig. 12).

Les dispositifs réalisés pour assurer l'évacuation des eaux pluviales et empêcher leur infiltration par gravité sont toujours intacts et efficaces.

Quelques fentes sont apparues dans la chape sommitale en résine époxyde.

Plusieurs vis de la couverture en plomb du chapiteau sont rouillées et à remplacer, les joints en silicone à refaire.

Le projet de restauration

Au vu des dégâts constatés, de nouvelles mesures de restauration ont été décidées.

Comme les interventions réalisées de 1975 à 1978 avaient bien résisté durant plus de 30 ans, nous voulions appliquer une méthode de restauration qui en soit aussi proche que possible, garantissant du même coup une bonne compatibilité des matériaux mis en œuvre. En collaboration avec F. Girardet, expert lors de la dernière restauration de ce monument, les questions suivantes devaient être éclaircies:

- Les recettes appliquées il y a 30 ans sont-elles encore d'actualité?
- F. Girardet peut-il nous conseiller dans le choix de matériaux de restauration qui soient compatibles avec ceux utilisés en 1977?

Après avoir examiné ensemble le monument en date du 23 août 2007, analysé l'état de conservation des matériaux de la dernière restauration et évalué l'ampleur des dégâts constatés, il était possible de mettre au point un projet d'intervention:

1. Construire un échafaudage (fig. 13). La camionnette à nacelle télescopique utilisée pour le nettoyage s'était montrée peu adéquate à maints égards: peu stable et trop sensible au vent lors des prises de vue photographiques ou de travaux demandant une certaine précision, trop difficile à déplacer, elle ne permettait enfin pas d'atteindre toutes les parties de la colonne. C'est pourquoi il fut décidé de monter un échafaudage.

2. Contrôler si les mousses et algues subsistantes avaient bien été anéanties par l'algicide (traitement en 2007).

3. Procéder à l'enlèvement mécanique de tous les restes végétaux.

4. Comblér les plus larges fissures pour empêcher les infiltrations d'eaux pluviales, causes de dégâts en cas de gel.

5. Fermer la fente de la chape sommitale en résine époxyde avant qu'elle ne s'élargisse.

6. Remplacer les vis rouillées par des vis en acier inoxydable.

7. Comblér les lacunes existantes de la pierre des assises, d'une part pour consolider son épiderme, de l'autre pour empêcher l'accumulation

Fig. 13

Colonne du Cigognier. Durant deux ans, la colonne est restée cachée par l'échafaudage nécessaire aux travaux de conservation et restauration.

Fig. 14

Colonne du Cigognier.
Restes de végétaux dans les
cavités et fissures, qu'il a fallu
éliminer mécaniquement au
scalpel et à la brosse.



de poussières formant un nouveau terreau propice au développement des mousses et des algues.

Il a fallu en outre procéder à quelques travaux préliminaires, tester en particulier les matériaux choisis en les mettant en œuvre pour la restauration de la petite colonne remontée à l'extrémité du portique nord du sanctuaire. La campagne de restauration de 2008 fut entièrement consacrée à cette tâche. On a appliqué à cette petite colonne les mêmes procédés de nettoyage que ceux mis en œuvre l'année précédente pour la grande, la traitant avec un algicide (cuprammonium) en vue de tester les matériaux proposés pour les interventions de restauration.

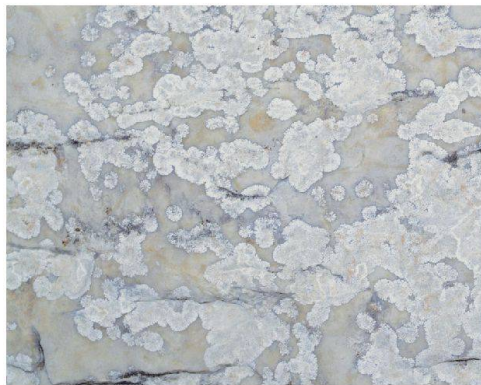


Fig. 15

Colonne du Cigognier. Les
lichens non desséchés, très
résistants, ont dû être traités
chimiquement avant de
pouvoir être éliminés.

Matériaux et produits testés

Pour ravalier les dégâts constatés aux réparations réalisées en 1978 à l'aide de résine époxyde, tout comme pour combler les plus importantes fissures des assises de pierre, F. Girardet a proposé trois adhésifs Araldite à deux composants: Araldite 2010, Araldite 2011, Araldite 2020, à tester *in situ*. Pour ses propriétés (densité et modalités de durcissement), nous avons retenu l'Araldite 2011. Nous avons également testé la résine époxyde type L⁷ mélangée avec les mêmes charges que l'Araldite 2011. Ces produits se sont révélés à peu près équivalents en termes de mise en œuvre. En raison de sa meilleure stabilité mécanique face aux variations d'humidité, signalée par F. Girardet, nous avons retenu l'Araldite 2011 pour la restauration des deux colonnes.

Pour boucher les petites fissures superficielles, le mortier à injecter « Flatt » C-S-H stœchiométrique dosé à 50% a été préconisé⁸. Ce mortier à injecter a été conçu par le Laboratoire de technologie des poudres (LTP) de l'EPFL, sous la direction de Robert Flatt pour la consolidation des mosaïques romaines d'Orbe et adapté par F. Girardet pour la consolidation de la colonne du Cigognier. Il est composé de chaux, de poudre de silice, de « blanc de Troye » et d'un fluidifiant (polymère).

Pour combler les lacunes dues à l'effritement ou à l'éclatement de la surface de la pierre, on a testé un mortier de chaux, moins résistant à la compression que d'autres mortiers hydrauliques, mais réagissant bien aux variations d'humidité.

La restauration de 2009-2010

Un échafaudage a été monté par l'entreprise LME SA (Payeme) tout autour de la colonne du Cigognier (fig. 13).

Achèvement du nettoyage de 2007

Comme mentionné plus haut, la colonne avait été traitée à l'algicide d'acétate de cuivre après le nettoyage d'août 2007, pour tuer les restes d'algues et de lichens qui auraient survécu dans les anfractuosités de la pierre et empêcher une nouvelle croissance. Au printemps 2009, toutes les mousses avaient séché, mais subsistaient dans les fissures. Les lichens ne s'étaient que partiellement desséchés. Il fut aisé d'éliminer les végétaux secs à l'aide de petits instruments (scalpel, spatule, grattoir, brosse en fibre de verre), tant en surface que dans les fractures de la pierre (fig. 14). Les lichens non desséchés se sont montrés beaucoup plus résistants; il a fallu les imbiber d'alcool à brûler et les extirper par grattage avec une brosse

⁷ Suter Swiss-Composite Group.

⁸ Cf. *infra*, p. 188.

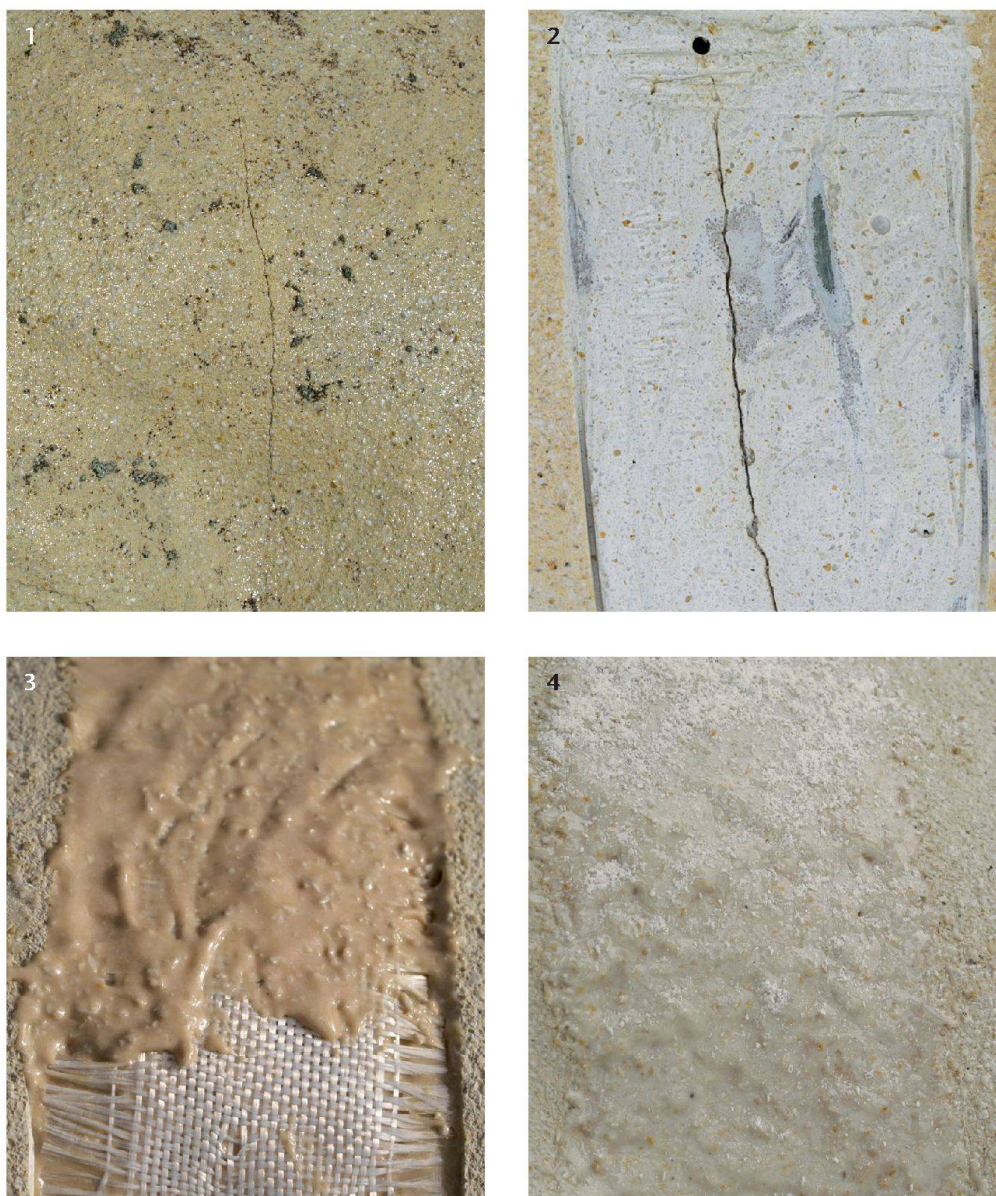


Fig. 16

Colonne du Cigognier.
Colmatage des fissures de
la chape sommitale pour la
rendre à nouveau étanche.

métallique aux fins poils de laiton. Ce processus a dû être répété plusieurs fois pour obtenir un nettoyage satisfaisant (fig. 15).

Chape sommitale en résine époxyde

Notre intervention sur la chape a été minimale, en raison de l'excellent vieillissement des matériaux utilisés en 1978; seule une petite fissure a dû être colmatée afin de lui rendre son étanchéité. Aux extrémités de la fissure à traiter, deux petits trous ont été percés pour en diminuer la tension interne et empêcher son extension. Au moyen d'une meule à disque, on a ensuite entamé la surface de la chape sur une profondeur de 3-4 mm et une largeur de 4 à 6 cm de part et d'autre de la fissure. Un emplâtre a été posé à cet emplacement, superposant une couche de résine époxyde de consistance pâteuse, un tissu de fibre

de verre et une nouvelle couche de résine, jusqu'à venir à fleur de la surface de la chape. On l'a saupoudré de sable fin correspondant à la couleur de la chape, tamponné avec un bâtonnet d'ouate imprégné d'acétone pour dégager le surplus de résine, afin de camoufler l'intervention (fig. 16).

Chape de plomb

Les vis rouillées disposées le long des sutures de rapiéçage ont été retirées, les trous nettoyés et les restes de mastic enlevés. Un nouveau mastic d'étanchéité⁹ a été injecté dans les trous et les tôles de plomb refixées avec des vis en acier inoxydable dont la tête a été enfoncée dans une goutte du même mastic.

Grandes fissures

Les fissures les plus importantes ont été traitées par injection d'Araldite 2011, épaissie en fonction de la largeur de la fente à combler. Les fissures à

⁹ Sikaflex-11 FC.



Fig. 17 (ci-dessus)
Colonne du Cigognier.
Injection de résine époxyde,
retenue dans les fissures par
un mortier provisoire.

ouvertures multiples ou obliques ont dû être pour certaines obturées à leur base, au moyen d'un fin mortier¹⁰ destiné à empêcher l'écoulement de l'adhésif lors de son injection (fig. 17).

Petites fissures superficielles

Les plus petites fissures ont été comblées au moyen d'un mortier hydraulique liquide (mortier fluidifié « Flatt »). Peu après son injection et avant son durcissement, les éclaboussures débordant la fissure ont été nettoyées à l'éponge mouillée. Une fois la prise advenue, les réparations ont été retouchées (fig. 18).

Lacunes et cavités

Les lacunes de l'épiderme de la pierre résultant de l'érosion ont été comblées et consolidées au mortier de chaux, élaboré selon les recettes R2, R3 ou R4 décrites ci-après. Dans les plus importantes, il a été appliqué à la spatule et à la truelle, dans les plus restreintes à l'éponge, ou encore par étapes, au pinceau, pour garantir une meilleure adhérence, puis rechargé jusqu'à fleur de la surface conservée de la pierre. Les restes de mortier en excès ont été ensuite enlevés à l'éponge. Pour obtenir une prise optimale et un minimum de fissures de retrait, le mortier à la chaux nécessite des soins: il faut garantir une évaporation lente de l'humidité du mortier. À cet effet, les réparations ont été recouvertes de torchons mouillés puis emballées dans une feuille de PVC. Le mortier une fois sec a été teinté pour s'accorder à la couleur de la pierre (fig. 19).

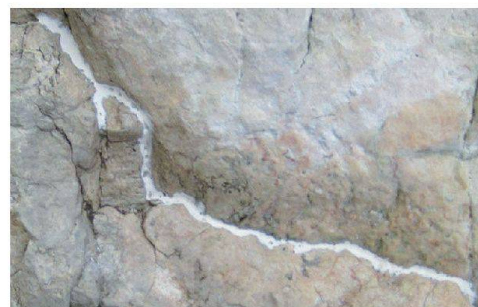


Fig. 18 (à dr.)
Colonne du Cigognier.
Injection de mortier
d'infiltration avec adjonction
d'un fluidifiant.

Protection

Les assises situées le plus en hauteur, qui sont les plus exposées, ont été largement consolidées et complétées au mortier de chaux pour empêcher de nouveaux développements de végétation, pour parer aussi aux intempéries et au gel.

Au terme des travaux (fig. 20), la colonne a été à nouveau entièrement traitée à l'algicide d'acétate de cuivre, comme en 2007. Cette opération est à répéter périodiquement.



Fig. 19
Colonne du Cigognier.
Protection de la surface contre
l'infiltration d'eau pluviale, les
risques de gel et la possibilité
d'un développement de
végétations par un mortier à
la chaux. État avant et après
son application.

¹⁰ 1 volume sec d'hydroxyde de calcium, 1 volume sec de poudre de marbre, ½ volume sec de grains de marbre 0-1,5 mm.

Les recettes utilisées

Les recettes

R1 Recette d'adhésif pour la chape de résine époxyde et les plus grosses fissures

Araldite 2011A	20 g
Araldite 2011B	20 g
Poudre de pierre blanche	50 g
Grains de marbre 1 0-1,5 mm	10 g
Calcaire du Jura 1,2-2,4 mm	6 g

R2 Mortier de chaux pour colmater les fissures et les lacunes peu importantes

Calcaire du Jura 0-1 mm	2 volumes secs
Trass	1 volume sec
Chaux en pâte	1 volume sec

R3 Mortier de chaux pour réparer les dégâts les plus importants

Calcaire du Jura 0-1 mm	1 volume sec
Trass	1 volume sec
Sable lavé 0-4 mm	1 volume sec
Chaux en pâte	1 volume sec

R4 Mortier de chaux pour colmater les fissures fines

Sable (Boccia)	1 volume sec
Chaux en pâte	1 volume sec

Fig. 20

Colonne du Cigognier. Le monument en 2007 et en 2010, après nettoyage et consolidation.



Bibliographie

Revues, séries et sigles

CAR

Cahiers d'archéologie romande, Lausanne.

MRA

Musée romain d'Avenches.

Monographies et articles

Bridel 1982

Ph. Bridel, *Le sanctuaire du Cigognier* (CAR 22; *Aventicum III*), Lausanne, 1982.

Crédit des illustrations

Fig. 1-6, 9-20

Photos MRA.

Fig. 7-8

Photos F. Girardet.