Assainissement du passage sur voie Sébastopol

Autor(en): **Tellenbach, André**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **117 (1991)**

Heft 24

PDF erstellt am: **02.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-77680

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Assainissement du passage sur voie Sébastopol

1. Aperçu historique

Le passage sur voie (PSV) Sébastopol est situé sur la route cantonale J30 reliant Bienne à La Chaux-de-Fonds (ou, plus précisément, la N16 à Sonceboz à la J18 à La Cibourg) et enjambe la voie CFF à l'entrée est de Saint-Imier dans le Jura bernois.

PAR ANDRÉ TELLENBACH, TRAMELAN

Cet ouvrage d'une longueur de 172 m comprenant une chaussée de 7,5 m et deux trottoirs de 1,5 m de large, a été construit en 1964-1965. Il est en fait constitué de deux ponts distincts. Le premier est un pont-poutre en béton précontraint, avec évidements Coffratol, d'une longueur de 128 m, avec deux travées de rive de 20 m de portée et 4 travées médianes de 22 m. Le second est un pont-dalle en béton armé d'une longueur de 44 m composé de 4 travées dont les portées sont de 10,2 m pour les travées de rives et de 11,8 m pour les travées médianes.
Les deux ponts sont reliés entre eux par un joint de dilatation et comportent chacun un appui fixe sur leur culée et des appuis intermédiaires glissants (fig. 1).
Une des particularités de l'ouvrage est que toutes les dilatations produisent leur effet dans ce joint unique, disposé au quart de la longueur et situé en courbe (R = 100 m). De conception classique pour son époque, l'ouvrage présente une pente longitudinale importante ($i_{max} = 7\%$) et possède une couche d'étanchéité de 2 cm sous forme d'asphalte coulé.
Ces deux éléments ont contribué à son bon comportement au cours du temps malgré les conditions climatiques particulières (grands écarts de température) auxquelles il a été exposé de par sa situation à flanc de coteau dans une région proche de 1000 m d'altitude.
Le propos de cet article est de montrer que les exigences en matière de sécurité structurale et d'aptitude au service sont étroitement liées et que la durabilité d'un ouvrage peut être sérieusement remise en cause par de simples défauts d'étanchéité.

2. Origine et constat des dégâts

Un ouvrage d'art est conçu pour résister, si possible sans modifications, à de multiples sollicitations et doit répondre aux exigences de normes dont le contenu évolue au fil des années (norme SIA 160, éd. 1956, 1970, 1989). Or, certaines atteintes se font actuellement de plus en plus préoccupantes: elles sont dues à l'action du gel et à celle des sels de déverglaçage qui ont joué un rôle prépondérant dans le cas du pont Sébastopol, particulièrement exposé à ces actions [1], [2][1]. Ces phénomènes ont certainement été sous-estimés lors de la conception de l'ouvrage, car, à l'époque, leur prise en compte n'était prescrite par aucune norme.
Les dégâts constatés sur le pont en 1988 sont principalement dus à l'étanchéité insuffisante de certains éléments de la superstructure qui a permis aux eaux chargées de chlorure d'attaquer le béton. Ce manque d'étanchéité a été mis en évidence dans les deux joints d'extrémité, dans le joint de dilatation et à la liaison trottoir-bordure préfabriquée. Par ces voies d'accès, les eaux chargées de chlorure en période hivernale ont pénétré le béton et l'ont saturé en chlorure, provoquant l'oxydation des fers d'armature qui, le phénomène est bien connu, ont fait sauter le béton en augmentant de volume (fig. 2).

3. Travaux entrepris

Les auscultations effectuées au cours des dernières années ont montré de l'extérieur, l'urgence de mesures à prendre dans la zone de liaison des deux ponts, c'est-à-dire au joint de dilatation.
Ce joint à peignes, situé en courbe, avait déjà fait l'objet de nombreuses discussions trois ans après sa mise en service, en 1968. Son fonctionnement était contesté, en période hivernale surtout, car les peignes du joint situés dans l'axe du pont ne se déplaçaient pas dans la direction des dilatations des deux ponts (fig. 3). Ces dilatations dues aux variations de température, au retrait et dans une moindre mesure au fluage du béton, et empêchées par un joint «grippé» peuvent engendrer des efforts parasitaires importants dans la structure de l'ouvrage. Les travaux

[1] Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

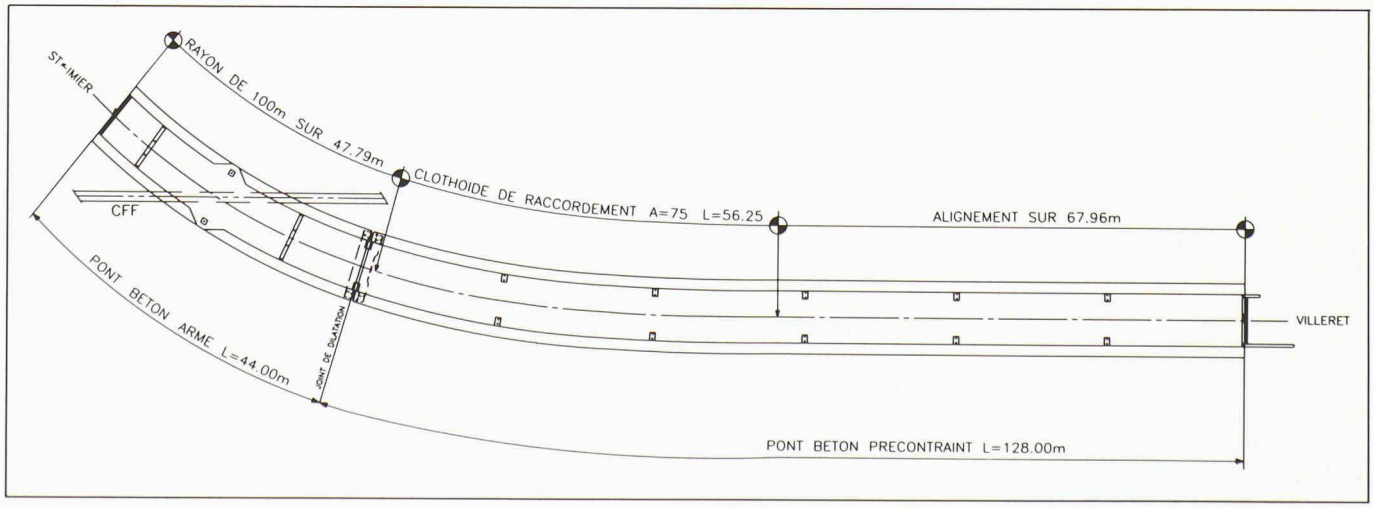

Fig. 1. – Situation du passage sur voie Sébastopol.

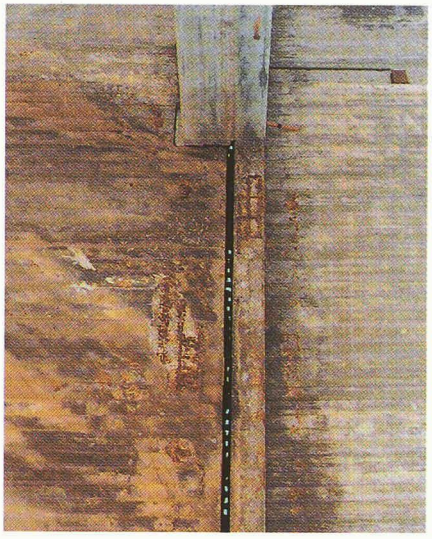

Fig. 2. – Vue du joint de dilatation.

entrepris au cours du second semestre de 1990 se sont concentrés sur cette partie du pont.

Le manque d'étanchéité du joint a nécessité son remplacement complet ainsi que l'assainissement du béton détérioré. En outre, la mise en place d'une passerelle métallique, fixée à un nouveau sommier, permet le contrôle régulier de ce point névralgique de l'ouvrage (fig. 4). Cette dernière mesure a été décidée en raison de dégâts plus insidieux constatés après la mise en place d'un échafaudage : d'une part, le béton était fissuré sous les appuis du pont-dalle en béton armé et, d'autre part, la corrosion avait attaqué les têtes d'ancrage de la précontrainte longitudinale.

Les têtes d'ancrage mobiles situées trop près de la surface du béton étaient, suite au cachetage insuffisant, fortement oxydées par l'eau coulant à travers l'ouverture du joint. Ce problème, pouvant même remettre en cause la sécurité de l'ouvrage, n'a été mis en évidence qu'après la démolition du sommier reliant les deux piles du pont (fig. 5). L'auscultation à l'endoscope de l'intérieur de certaines têtes d'ancrage accessibles a permis de constater, après analyse du mortier, que l'eau saturée en chlorure n'avait pas pu parvenir jusqu'aux fils de précontrainte grâce à une bonne injection de ces derniers (ce qui n'est pas toujours le cas des ouvrages construits à cette période) (fig. 6).

3.1 Béton et précontrainte

La qualité du béton, de la précontrainte et de son injection en particulier sont les premiers garants du maintien de la sécurité d'un ouvrage et méritent par conséquent le plus grand soin lors de leur mise en place. Il est permis d'affirmer *a posteriori* que ces exigences ont été bien maîtrisées dans le cas du pont Sébastopol.

La résistance du béton, âgé de 25 ans, a été mesurée aussi bien sur place (au scléromètre : f_c = 60 à 70 N/mm²) qu'en laboratoire (carottes de 50 mm de diamètre : f_c = 76 à 81 N/mm²). La densité de ce béton est également excellente. La profondeur de carbonation a été déterminée sur place et sur échantillons carottés ; elle s'est révélée pratiquement nulle. En revanche, la profondeur de pénétration des ions de chlorure (Cl^-) est très importante. La concentration en Cl^- est particulièrement élevée aux endroits non étanches (bordures et joints). La valeur limite actuellement admise de 0,5‰ Cl^-/ciment est dépassée jusqu'à une profondeur de béton de 5 à 7 cm à la face inférieure du tablier qui a été régulièrement délavée par les eaux ruisselant à travers le joint [5].

L'inspection à l'endoscope de l'état de la précontrainte et de son injection dans la zone des têtes d'ancrage mobiles a permis de rassurer tout le monde. L'injection a en effet été bien exécutée jusque derrière les évents situés dans la trompette des câbles. Cinq câbles inférieurs et deux câbles supérieurs ont ainsi été auscultés sur un total de 2 × 9 câbles [4]. Les bons résultats obtenus permettent d'admettre que la précontrainte composée de 18 câbles VSL de 27 fils de 7 mm chacun (V_o = 1230 KN) est en bon état.

3.2 Réfection du joint

La réfection complète du joint a nécessité la mise en place, en deux parties, sous trafic alterné, d'un nouveau joint étanche et moins bruyant, pouvant supporter non seulement une déformation longitudinale mais égale-

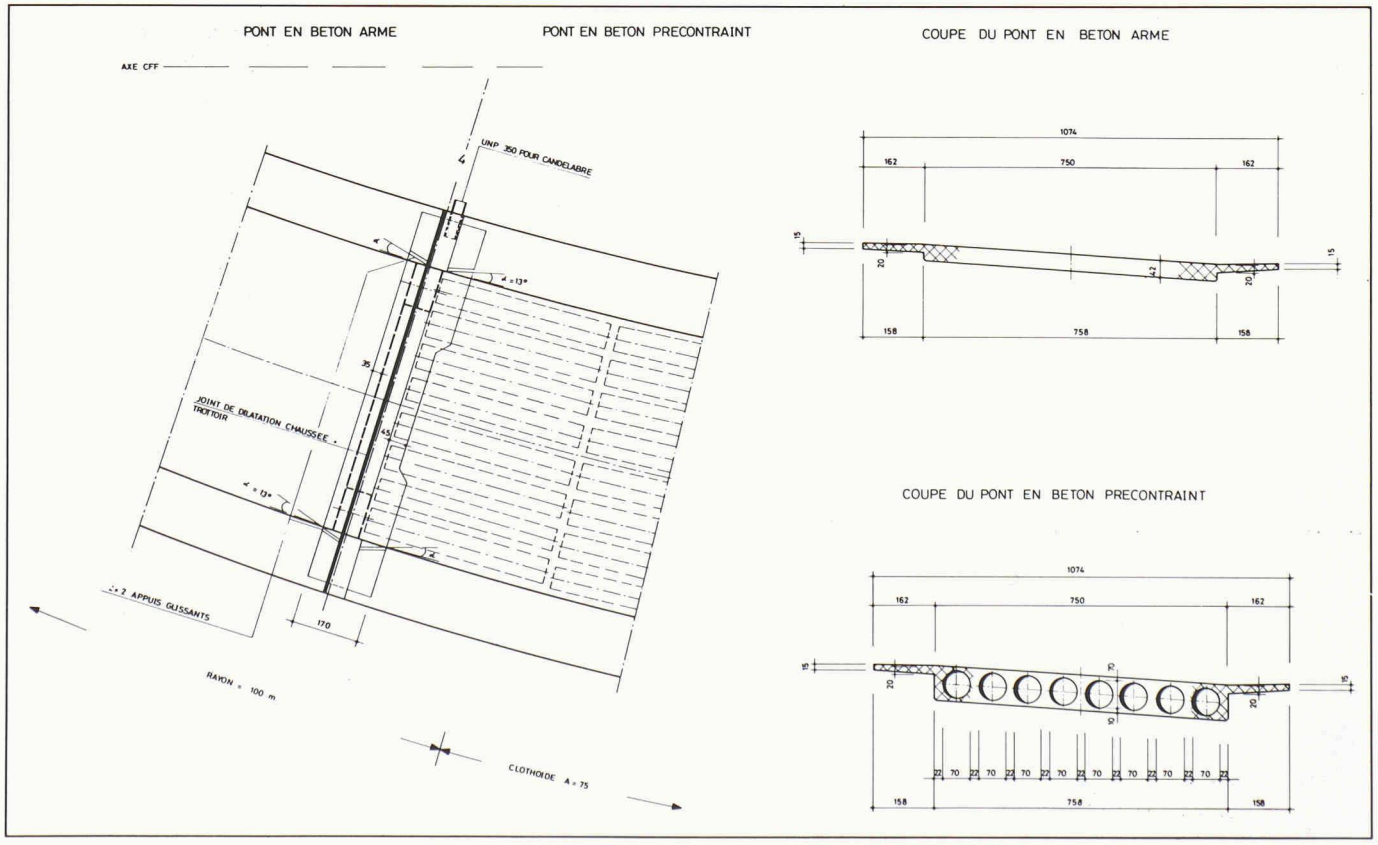

Fig. 3. – Dilatation du pont.

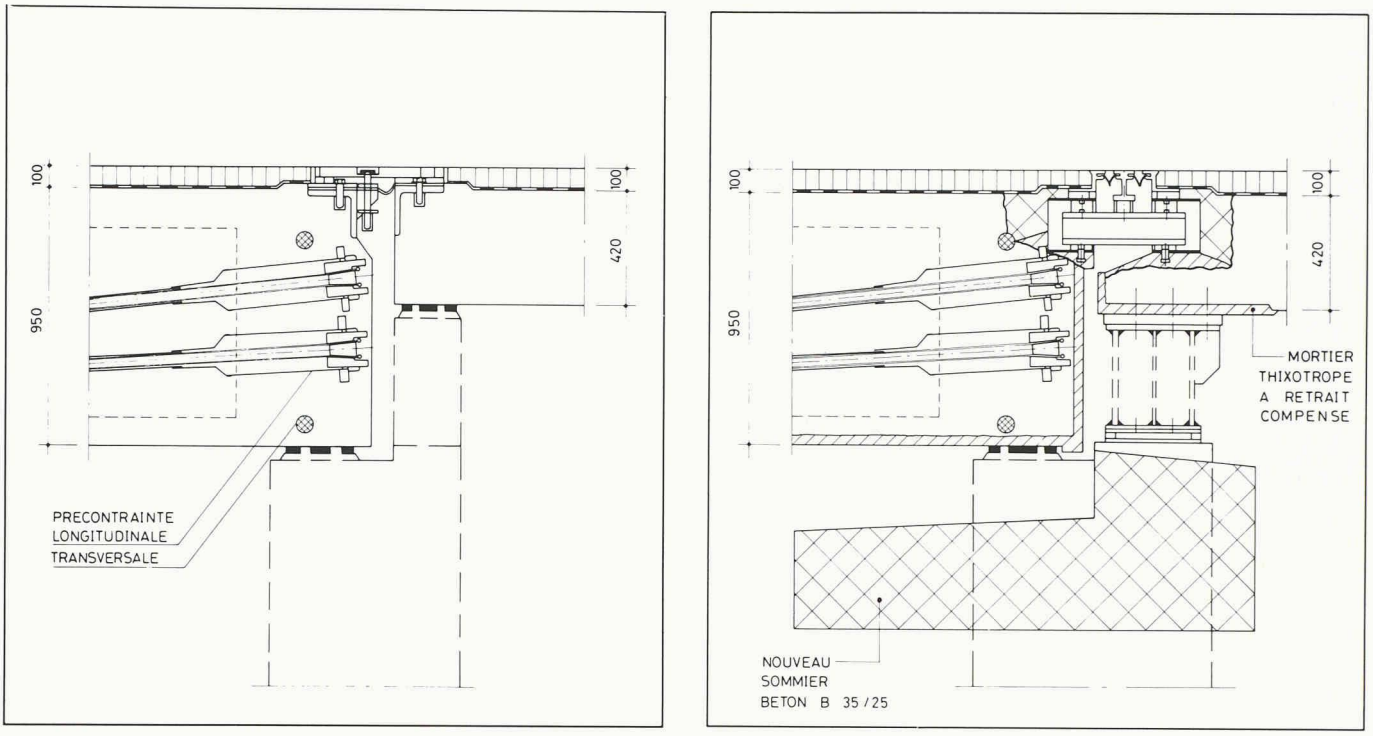

Fig. 4. – Coupes du joint existant (à gauche) et assaini.

Fig. 5. – Têtes d'ancrages.

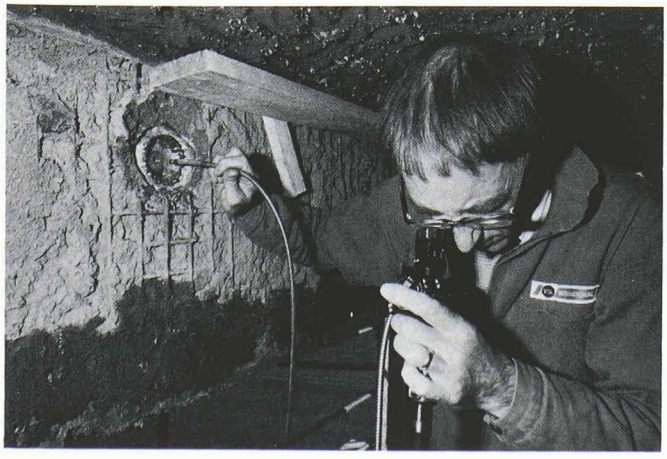

Fig. 6. – Auscultation à l'endoscope.

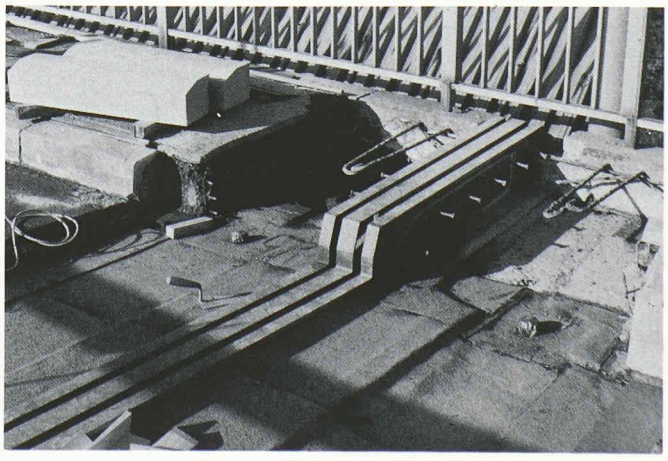

Fig. 7. – Vue du joint assaini.

ment une déformation transversale de 10 mm. Deux appuis de guidage de la dilatation des deux ponts ont été disposés latéralement dans la direction moyenne de ces dilatations ($\alpha_m = 13°$). Ces appuis ont été fixés au nouveau sommier en béton reliant les deux piles du pont. Quant à ces dernières, elles ont été rigidifiées transversalement par un refend et deux tirants pour reprendre les efforts horizontaux correspondants. Enfin, deux nouveaux appuis glissants sur potelets métalliques ont remplacé, pour le pont en béton armé, les appuis neopren situés sur des socles en béton armé fissuré car non fretté (fig. 7).

3.3 Assainissement du béton

L'assainissement du béton dans la zone du joint de dilatation a nécessité un travail important. Après un soigneux repiquage du béton désolidarisé et le remplacement des fers oxydés par un treillis, un mortier thixotrope, imperméable à l'eau et à retrait compensé a pu être projeté en deux phases par suite de l'épaisseur du béton à assainir (3 à 5 cm). L'oxydation avait également affecté la partie inférieure des évidements Coffratol située près du joint, comme en témoigne la photo prise d'un trou créé lors du repiquage du béton (fig. 8).

3.4 Assainissement du tablier

La deuxième phase de l'assainissement des deux ponts sera réalisée en 1992 et comprendra la réfection des deux trottoirs, de l'étanchéité et du revêtement du tablier.

Les bordures du pont ont été préfabriquées et mises en place sur l'étanchéité, le trottoir lui-même étant constitué de béton légèrement armé CP 250 et d'un revêtement bitumineux de 4 cm. Le joint entre la bordure et le revêtement n'étant pas étanche, l'eau a pu s'infiltrer jusque sous le béton armé du porte-à-faux du trottoir et provoquer les mêmes dégâts qu'au joint de dilatation, d'où la nécessité des travaux mentionnés plus haut. Lors des sondages effectués, il est apparu que l'asphalte coulé n'adhère plus à son support et qu'il pose en plus de sérieux problèmes de recouvrement entre l'ancienne étanchéité, si elle est conservée, et la nouvelle, rendue nécessaire par les réparations.

4. Conclusion

L'assainissement du pont Sébastopol met une nouvelle fois en évidence la nécessité de vouer un soin particulier aux détails de construction des ouvrages d'art soumis à des conditions climatiques sévères mais non exceptionnelles. La pérennité du béton armé ou précontraint peut être fortement remise en cause par de petits défauts (ici : manque d'étanchéité d'un joint de dilatation et de bordures préfabriquées) qui s'avèrent lourds de conséquences.

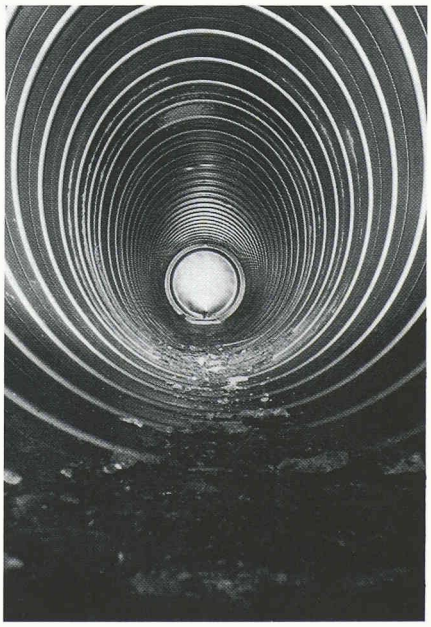

Fig. 8. – Vue de l'intérieur d'un Coffratol.

Une première conséquence est la publicité négative qui ternit l'image de nos professions lorsque la sécurité d'un ouvrage relativement récent n'est plus garantie ou que l'on doit restreindre son usage habituel.

Ensuite, les inévitables conséquences d'ordre financier sont tout aussi désagréables. L'auscultation nécessaire et régulière des ouvrages d'art selon [3] ne permet en effet pas de supprimer les frais considérables engendrés par des travaux affectant la structure même de l'ouvrage. Cependant, ces frais d'assainissement et de réfection partiels resteront toujours inférieurs au prix du remplacement d'un ouvrage qu'il serait difficile de justifier du point de vue politique.

Bibliographie

[1] Norme SIA N° 160 : *Action sur les structures porteuses*, Zurich, SIA, 1989.

[2] Norme SIA N° 162 : *Ouvrages en béton*, Zurich, SIA, 1989.

[3] Recommandation SIA N° 169 : *Maintenance des ouvrages de génie civil*, Zurich, SIA, 1989.

[4] BÄNZIGER, H. : PSV «Sebastopol» Saint-Imier : Bericht N° 90030, (VSL Beton-Expert), 1990.

[5] GIUDICETTI, F. : *Bericht über die Untersuchung von Betonbohrkernen.* Berne, Oberingenieurkreis III, Tiefbauamt, 1990.

[6] Documentation SIA D 057 : *Corrosion et protection contre la corrosion*, Zurich, SIA, 1990.

Adresse de l'auteur :
André Tellenbach
Dr ingénieur EPFZ/SIA
Grand-Rue 65
2720 Tramelan