

# Assainissement du viaduc du Brocard, Martigny-Combe

Autor(en): **Mittaz, Xavier / Schmid, Pierre-François / Malric, Bernard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **124 (1998)**

Heft 13

PDF erstellt am: **19.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79388>

## **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.

# Assainissement du viaduc du Brocard, Martigny-Combe

Par Xavier Mittaz  
KBM,  
Bureau d'ingénieurs  
civils SA, 1950 Sion  
Pierre-François  
Schmid  
Bureau d'ingénieurs  
TRANSPORTPLAN,  
1950 Sion  
et Bernard Malric,  
D<sup>r</sup> ès sc. techn.,  
M.F.P. SA,  
Divonne-les-Bains

## L'ouvrage

Le viaduc du Brocard fut construit en 1964 afin d'améliorer les voies d'accès au tunnel du Grand-Saint-Bernard, dont l'ouverture a rappelé à chacun l'importance historique et géographique de cette grande voie de communication transalpine. L'ouvrage, d'une longueur de 300 mètres environ, est formé d'une suite de douze cadres de 25 mètres chacun, à l'origine totalement indépendants les uns des autres. Ce mode de construction avait permis d'obtenir un prix de l'ouvrage au mètre carré extrêmement bas ([1] et [2]<sup>1</sup>).

<sup>1</sup>Les chiffres entre crochets renvoient aux références en fin d'article

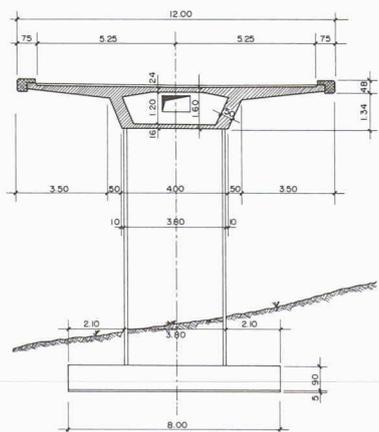


Fig. 1. - Coupe transversale

## Clavage des joints

Au début des années 80, les différences d'usure entre le revêtement courant et celui au droit des joints provoquent de plus en plus de bruit et d'inconfort pour le trafic. Certains joints sont en outre passablement dégradés ou ne sont plus étanches. L'option est alors prise de claver deux joints sur trois, une opération que l'achèvement du fluage et du retrait de l'ouvrage autorise sans désordre pour la structure.

## Assainissement sonore

Le viaduc longe la partie sud du village du Brocard dont certaines habitations sont situées à moins de quinze mètres de l'axe de l'ouvrage. Suite à une pétition des habitants, le service de la protection de l'environnement du canton du Valais a effectué en avril 1987 des mesures de bruit à proximité du viaduc. Les valeurs obtenues furent alors de 66 dB(A) le jour et de 56 dB(A) la nuit. Le plan d'affectation de zones (PAZ) de la Commune de Martigny - Combe, homologué en 1979, soit avant l'entrée en vigueur de l'Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) ne fixe pas les degrés de sensibilité au bruit (DS). Selon le dossier de révision du PAZ et l'ar-

ticle 43 de l'OPB, il s'agit d'un secteur DS II. Par conséquent, les valeurs limites d'exposition au bruit du trafic routier à respecter sont de 60 dB(A) le jour et 50 dB(A) la nuit.

En 1990, un premier projet d'assainissement sonore fut élaboré, avant qu'une étude plus détaillée d'un écran antibruit soit effectuée en 1996, dans le cadre du programme d'assainissement des routes cantonales principales. Les caractéristiques géométriques de cet ouvrage ont été calculées selon le programme STL-86 [3]. La hauteur de la paroi par rapport au bord de la chaussée varie entre 1,7 mètre dans la partie centrale du viaduc pour atteindre 3,0 mètres aux extrémités sud et nord (fig. 3). La réalisation de cette paroi permet de maintenir les immissions provenant de la route du Gd-St-Bernard (A21) en dessous des valeurs limites d'immission (VLI) pour la majorité des bâtiments existants. Seule une partie de la zone à bâtir sise à l'extrémité sud subit encore des immissions supérieures aux VLI. Cette situation découle de l'impossibilité d'aménager un écran antibruit dans ce secteur à cause du carrefour de raccordement entre la route du village et la A21. Dès lors, une demande d'al-

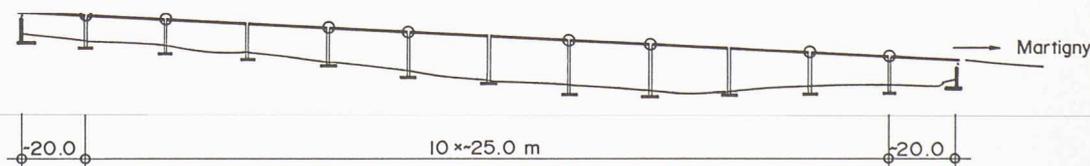


Fig. 2. - Coupe longitudinale

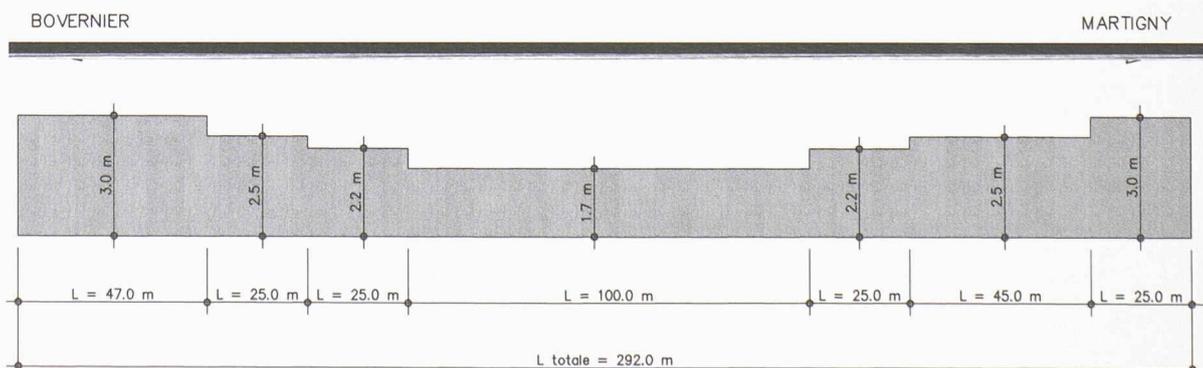
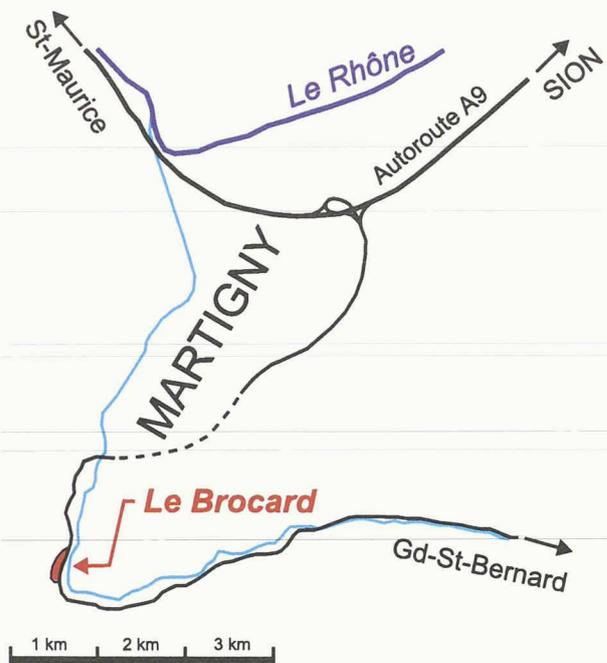


Fig. 3 - Caractéristiques géométriques de la paroi antibruit (hauteurs par rapport à la bordure extérieure du viaduc).



légement au sens de l'article 14 de l'OPB pour les parcelles concernées a été mise à l'enquête publique en même temps que les degrés de sensibilité au bruit.

#### Fixation de la paroi au pont

La solution proposée en 1990 consistait en une paroi antibruit composée de plaques de verre acrylique transparent assemblées au moyen de profilés métalliques fixés dans la partie inférieure du porte-à-faux du viaduc. Ce moyen de fixation nécessitait le repérage des câbles de précontrainte transversale,



Fig. 6.- Dégradation du béton sur les bordures de l'ouvrage

afin d'éviter une rencontre avec les boulons de fixation de la paroi. Cette solution n'a donc pas été retenue. En définitive, la paroi a été fixée directement sur la bordure extérieure du viaduc. Il en résulte deux types de fixation, selon que la hauteur de la paroi est inférieure ou supérieure à 2,50 mètres (fig. 4 et 5). Le coût de cet ouvrage se monte à fr. 800.- /m'.

#### Assainissement de la structure

Après plus de trente ans de service, l'état général de la structure a pu être évalué comme bon. Des ouvertures ont été créées dans le caisson pour permettre l'aération de ce dernier; elles ont, de plus, permis de procéder à une auscultation

« interne » de l'ouvrage et les analyses ont révélé un béton très compact avec une résistance  $f_{cw}$  au-delà de 45,0 MPa. Seul l'état des joints s'est à nouveau avéré préoccupant. Au droit de ces derniers, des coulures et des efflorescences de chaux libre étaient bien visibles. Des éclatements de béton laissaient apparaître des barres d'armature atteintes par la corrosion (fig.6). En parallèle au premier pro-

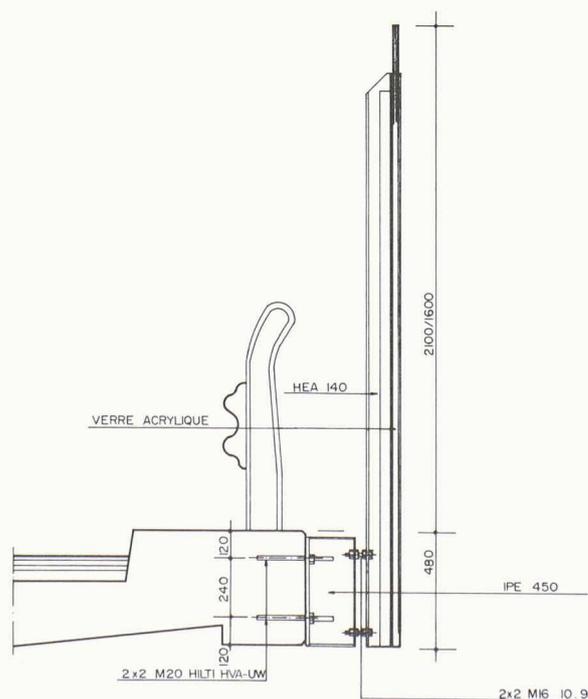


Fig. 4.- Fixation de la paroi,  $h = 1,70-2,20$  m

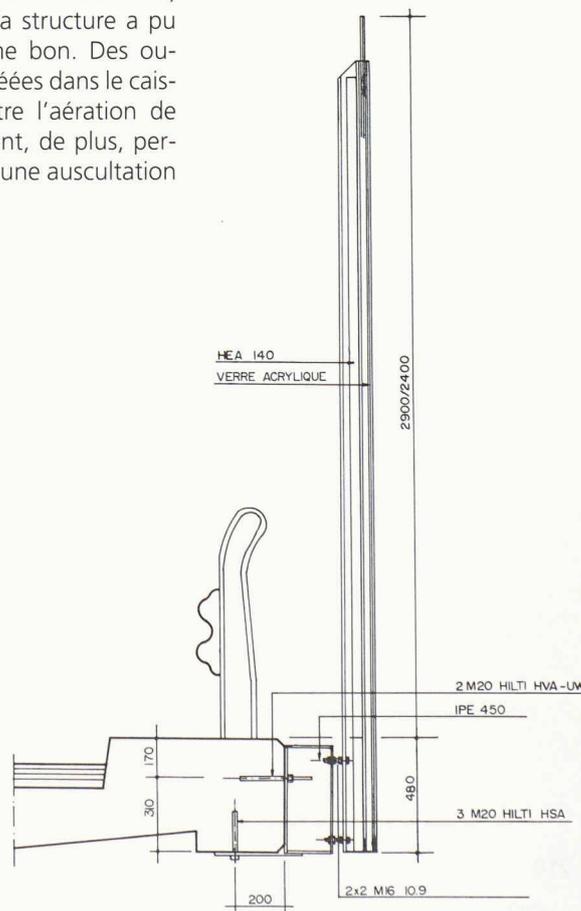


Fig. 5.- Fixation de la paroi,  $h = 2,50-3,00$  m

jet de paroi antibruit, un premier projet d'assainissement fut donc élaboré. Il prévoyait une intervention de grande envergure au moyen de jets d'eau à haute pression ainsi que le traitement, la protection et le reprofilage de toutes les zones dégradées. Ce projet n'a pas été exécuté.

### Sécurité structurale

Afin d'évaluer l'influence de la paroi sur l'ouvrage, un contrôle statique a été effectué. Il s'est avéré que, dans le sens transversal, les exigences des normes SIA 160 et 162 (1989) n'étaient pas respectées.

### Modèles de charges actualisés

Sur mandat du Département des travaux publics du canton du Valais, l'ICOM de l'EPFL a défini des modèles de charges du trafic routier pour la vérification de la sécurité structurale lors de l'évaluation de ponts existants [4]. Dans le cas où aucune restriction de trafic n'est prescrite, les situations de risque à considérer sont les suivantes (fig.7) :

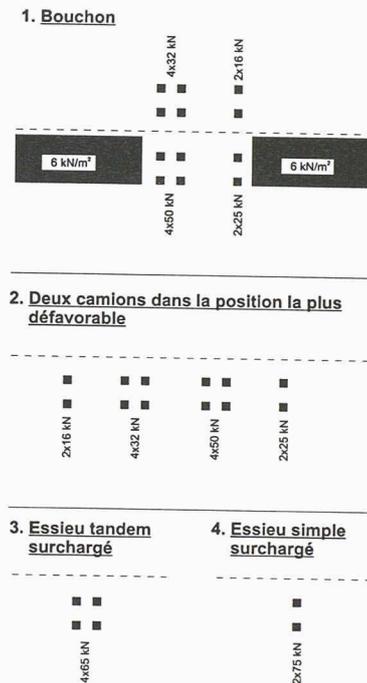


Fig. 7. – Situations de risque dues au trafic routier selon les modèles de charges actualisées (sans restriction de trafic)

- bouchon
- deux camions dans la situation la plus défavorable
- essieu tandem surchargé
- essieu simple surchargé.

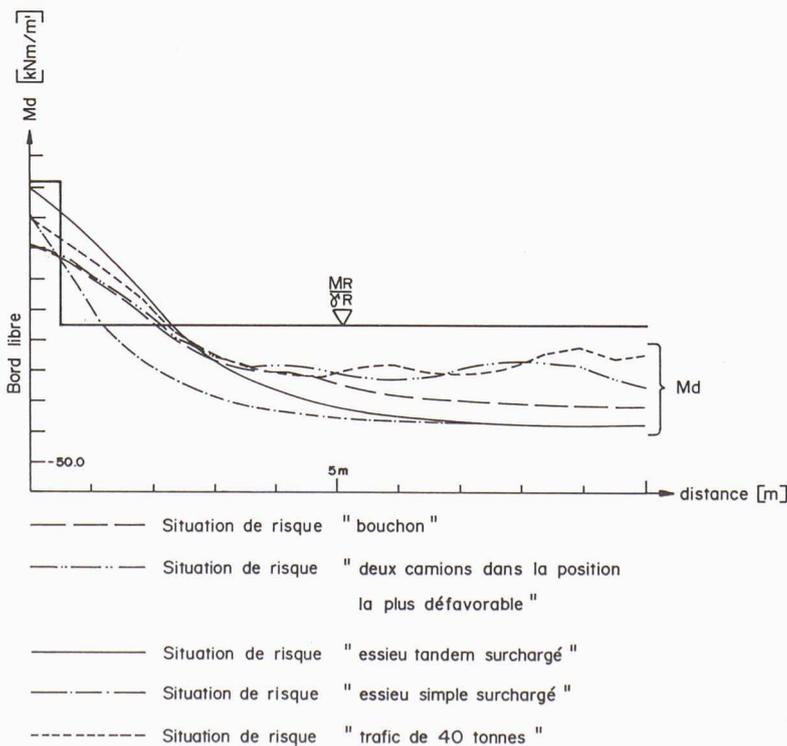
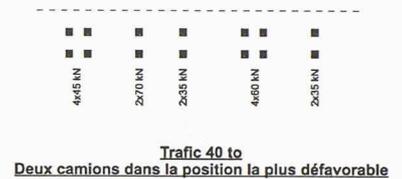


Fig. 9. – Moments d'encastrement du porte-à-faux au droit des joints (sans goujon)



Trafic 40 t  
Deux camions dans la position la plus défavorable

Fig. 8. – Situation de risque due au trafic routier de 40 t (véhicules types choisis dans l'EUROCODE 1)

Toujours selon [4], le coefficient dynamique dans le sens transversal vaut ici  $f_t = 1,4$ .

La route du Grand-Saint-Bernard étant ouverte au trafic de 40 t jusqu'au port franc de Martigny, deux véhicules types ont été choisis dans [5] afin de modéliser des charges représentatives du trafic européen dans une situation de risque semblable à la situation de risque n°2 des charges actualisées (fig.8). Le coefficient dynamique a aussi été admis à  $f_t = 1,4$ .

Alors qu'en section courante de l'encastrement du porte-à-faux la sécurité structurale s'avérait suffisante, les efforts calculés avec les modèles de charges actualisés demeuraient trop élevés au droit des joints de dilatation (bord libre, fig. 9).

### Renfort des bordures

La solution proposée consistait à permettre aux efforts de se répartir longitudinalement à l'aide de goujons de cisaillement insérés dans les bordures (fig. 11). La transmission de l'effort tranchant à travers les goujons provoque en effet une diminution notable des moments de flexion à l'encastrement du porte-à-faux. En tenant compte d'une redistribution des efforts avec la fissuration, la sécurité structurale atteint un niveau satisfaisant (fig.10).

L'accès aux bordures devenant difficile après coup, le maître de l'ouvrage se devait d'entreprendre ces mesures de renfort avant la pose de la paroi antibruit.

### Transformation des joints

Les joints de dilatation existants présentaient plusieurs traces d'usure (marques de chasse-neige

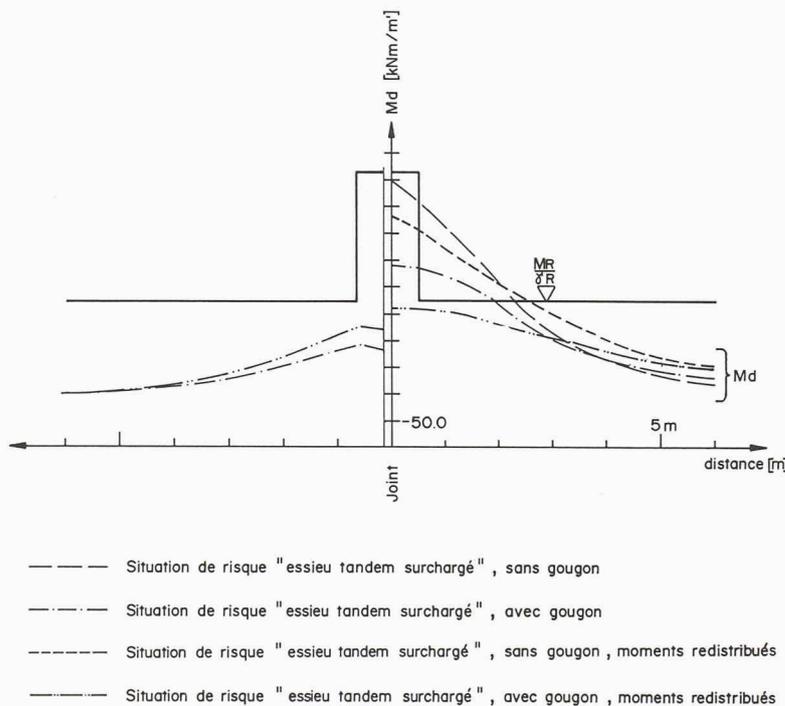


Fig. 10.- Moments d'encastrement du porte-à-faux au droit des joints avec l'effet du goujon

etc.) et n'étaient plus partout parfaitement étanches. Après avoir envisagé leur remplacement complet, il a toutefois été décidé de ne changer que les joints d'étanchéité. Pour améliorer les conditions d'écoulement, le maître de l'ouvrage désirait en outre voir supprimer la remontée des joints sur les bordures. Ces dernières étant de toute manière démolies localement pour permettre la pose des goujons de cisaillement, les ex-

trémities des joints furent coupées et remplacées par des éléments de joint horizontaux traversant les bordures (fig.11). Le remplacement du profil d'étanchéité sur toute la longueur des joints étant rendu difficile par l'ouverture limitée de ces derniers lors des travaux, cette opération fut effectuée durant l'hiver.

*Application du MFP*

Dans un premier temps, il était prévu d'assainir les bordures après les méthodes traditionnelles comprenant le décapage, le traitement et le reprofilage des parties endommagées. Sur proposition de l'entreprise, le maître d'ouvrage accepta l'application du MFP dont le traitement consiste à imprégner le béton par pulvérisation en plusieurs passes d'une solution aqueuse à base de monofluorophosphate de sodium. Ce procédé a déjà été utilisé avec succès sur un ouvrage d'art à Genève [6].

Ce produit est un inhibiteur de corrosion: lorsque le MFP est présent autour de l'acier d'armature,

il provoque la formation d'une couche d'oxydes protecteurs qui confèrent à l'acier une résistance à la corrosion plus élevée. La corrosion n'aura plus lieu en milieu carbonaté et le seuil critique d'attaque par les chlorures est fortement augmenté. Cette action inhibitrice est également présente sur les aciers apparents, sur lesquels a lieu une réaction de phosphatation.

La pénétration du MFP a lieu par diffusion aqueuse dans le réseau de capillaires et de microfissures présents dans ces bétons âgés. Cette diffusion est favorisée par la mobilité ionique élevée du MFP, supérieure à celle des chlorures. D'autre part, le MFP subsiste dans le béton sous deux formes:

- par réaction avec le calcium, il se forme dans la zone de surface fortement imprégnée des produits insolubles très résistants qui aboutissent à une consolidation de la surface et à une augmentation de la résistance du béton aux cycles de gel et dégel;
- la majeure partie (plus de 80 %) du MFP reste dans le béton sous une forme soluble, active en tant qu'inhibiteur de corrosion, et hydratée. Cela ralentit fortement les échanges d'eau, avec pour corollaire une diminution de la vitesse de carbonatation, une importante diminution de la perméabilité (à opposer à la porosité qui est peu affectée), et une stabilité du produit dans le temps.

Dans le cas du viaduc du Brocard, le maître de l'ouvrage a donc décidé de tirer parti de ces propriétés et la stratégie d'assainissement a été modifiée en conséquence. L'enlèvement du béton dégradé a été strictement limité aux zones physiquement endommagées, l'ensemble des surfaces étant ensuite nettoyé par jet d'eau à haute pression, puis imprégné au MFP, et les zones dégradées réparées de façon classique. Il a été également décidé de ne pas toucher aux fers

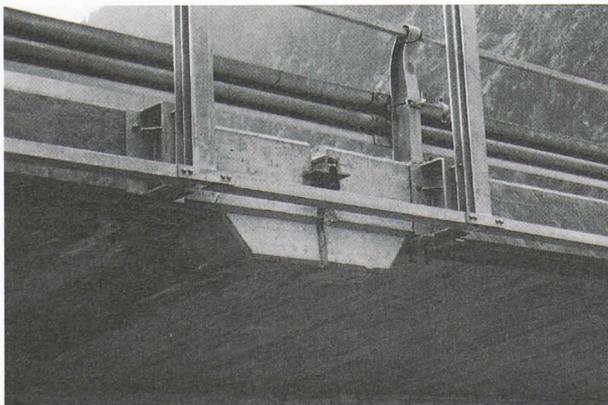


Fig. 11.- Détail après exécution du renfort des bordures (goujons) au droit des joints modifiés

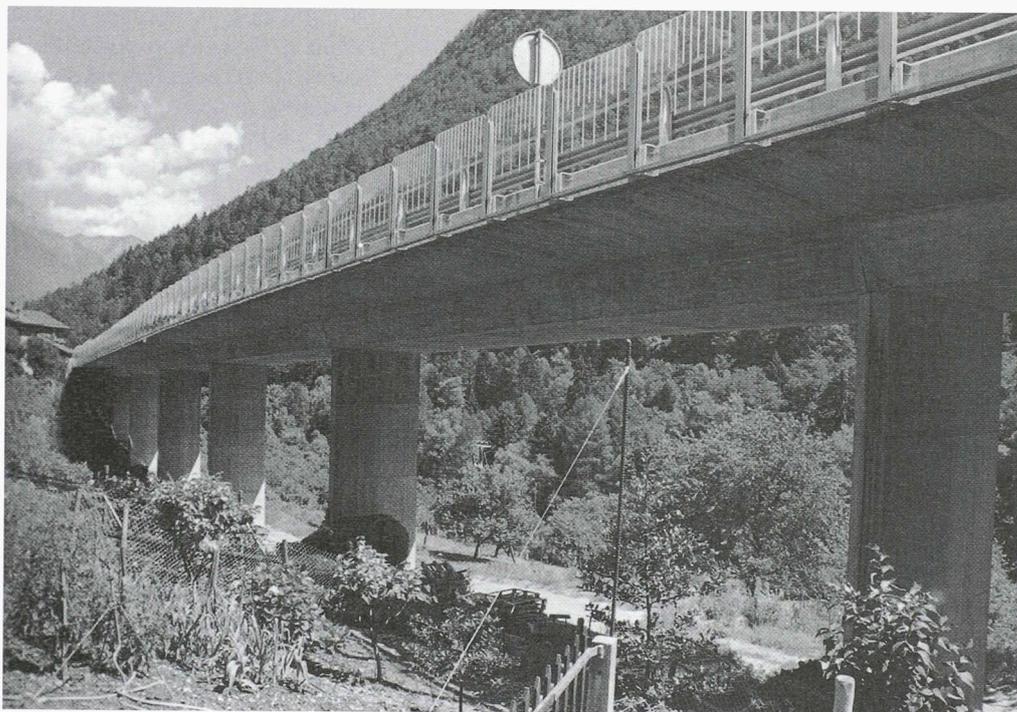


Fig. 12.- Vue d'ensemble du viaduc après la pose de la paroi antibruit

affleurants, l'aspect visuel ne jouant aucun rôle dans le cas de cette partie d'ouvrage. L'utilisation du MFP permet en fait de ne plus tenir compte de l'épaisseur du recouvrement des armatures.

Le traitement MFP a été exécuté par pulvérisation en une dizaine de passes d'une solution de MFP à 15 %, suivies d'un lavage. Douze carottes de 50 mm de diamètre

ont été prélevées après le traitement et analysées pour vérifier le profil de concentration du MFP en fonction de la profondeur. Malgré une porosité faible, comme nous l'avons signalé plus haut, la profondeur efficace atteinte par le MFP est de 40 à 60 mm en moyenne, un échantillon montrant même une profondeur de pénétration de 80 mm.

## Références

- [1] *Bulletin technique de la Suisse romande* N°24, 28 nov. 1964
- [2] DE KALBERMATTEN, G.: « Ponts du Valais », Ed. Pillet, 1991
- [3] Programme STL-86, OFEFP, 1987 - Les cahiers de l'environnement N° 60; Informations OPB N°6 - « Bruit du trafic routier - Correction applicable au modèle de calcul du bruit routier », OFEFP, 1995
- [4] HAESLER, V. ET BEZ, R.: « Modèles de charge actualisés du trafic routier pour l'évaluation de ponts existants », rapport de mandat N° 643-3 (rév.1), EPFL, déc. 1995
- [5] EUROCODE 1, part. 3: « Traffic loads on bridges », ENV 1991-3, 1994
- [6] MALRIC, B. & ANNEN, P.: « Assainissement du pont de Peney (Genève) », *Ingénieurs et architectes suisses* N° 20, 13 septembre 1995



## « La Suisse carrefour des technologies » : dix ans de participation à la foire de Hannover et au CeBIT

Depuis dix ans déjà, les organisateurs du concours « La Suisse carrefour des technologies » talonnent l'innovation en Suisse et lui donnent une vitrine prestigieuse en l'exposant à Hannover. Pour les inventeurs, en phase de démarrage de leur projet, un contact intéressant avec le marché leur est ainsi offert, avec parfois un accès facilité aux sources de financement. Quelques-uns des projets retenus sont présentés ci-après<sup>1</sup>.

### Projets présentés au CeBIT

Trois projets ont été retenus pour le CeBIT (salon des technologies pour la bureautique et les télécommunications).

#### Panorama digital tiré d'un atlas virtuel

Un logiciel a été développé par l'équipe du professeur Martin Vetterli, au laboratoire de communication audiovisuelles de l'EPFL. Il permet de créer un paysage panoramique à partir de prises de vues réalisées avec un appareil de photo standard. Les applications sont principalement destinées au tourisme, ainsi qu'à tout

<sup>1</sup> Voir aussi IAS N° 17-18/1997, p. 375