

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 124 (1998)
Heft: 26

Artikel: Equipements et ouvrages annexes
Autor: Steiger, Andreas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-79429>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Equipements et ouvrages annexes

par Andreas Steiger,
ucerne

Si la remise en état et le renouvellement des équipements et ouvrages annexes sur l'axe A2 ne peuvent guère être comparés aux interventions sur les ouvrages d'art et les chaussées du point de vue des coûts engagés, il n'en demeure pas moins que les opérations incluant les installations électromécaniques, les mesures de protection contre le bruit et de lutte contre les dangers naturels ont requis une très bonne coordination avec le reste des travaux et l'observation de programmes spécifiques pour certaines tâches.

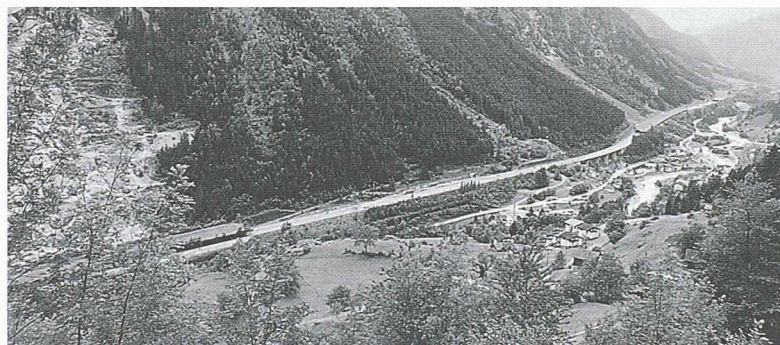


Fig. 2.- Vue de la route nationale A2 depuis le village de Gurtellen

Lorsqu'il fut mis en service en 1971, le tronçon Meitschligen-Wassen de l'axe A2 était pourvu d'installations électromécaniques et d'équipements de protection contre les dangers naturels (avalanches, chutes de pierres, torrents) correspondant aux standards de l'époque, installations qui ont, depuis lors, été complétées à plusieurs reprises.

En matière de protection contre le bruit, aucune mesure spécifique n'avait en revanche été prise à l'origine et jusqu'au montage, dans les années 80, de pare-bruit près de la galerie Ripplstal pour protéger un bien-fonds voisin.

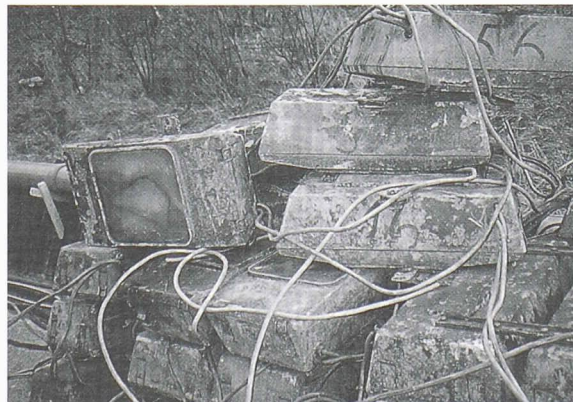


Fig. 1.- Luminaires démontés dont les châssis en fonte d'aluminium sont très fortement corrodés

Dans le cadre de la remise en état complète de l'axe routier après vingt-cinq ans de service, d'importantes mesures de renouvellement s'avéraient donc nécessaires pour ces installations, dont le fonctionnement devait ensuite être assuré, sans intervention majeure, durant le prochain quart de siècle.

Installations électromécaniques (EM)

Sur la section considérée de 6,5 km de long, les installations EM englobent la fourniture d'énergie

électrique (alimentation haute et basse tension, station de transformateurs, divers postes de commande), l'éclairage des quatre galeries et des trois aires de repos, ainsi que les installations de transmission et de commande (téléphone routier, câble en fibres de verre). Les différents câbles passent dans une conduite souterraine aménagée sous la bande d'arrêt de la voie « Lora ».

Etat des installations électromécaniques (EM)

Sur la base du relevé de l'état et de l'examen des besoins, les lacunes suivantes sont apparues en ce qui concerne les installations EM :

- la capacité de la conduite souterraine abritant les câbles est épuisée dans la plupart des sections ;
- le câble à haute tension doit en majeure partie être remplacé ;
- l'éclairage des galeries nécessite un remplacement complet (fig. 1) ;
- les postes de transformation et de commande aménagés dans les parois amont des galeries se sont révélés mal placés : l'humidité permanente de l'air constitue un facteur accru de défaillances et la disposition des lieux n'est pas favorable pour le personnel d'exploitation (espace de travail restreint et accès dangereux depuis la bande d'arrêt).

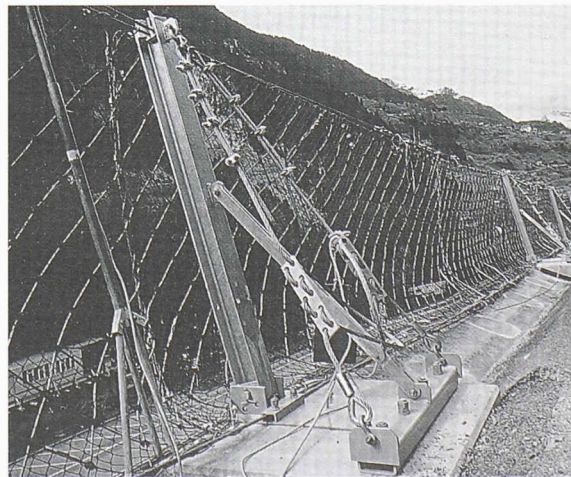


Fig. 3.- Filets de protection contre les chutes de pierres soutenus par des mâts à genouillère sur le couronnement des murs de soutènement

Projet de remise en état

Sur la base des défauts constatés et dans l'optique d'une nouvelle période de fonctionnement de vingt-cinq ans, les interventions suivantes ont été définies.

- Augmentation de capacité du réseau câblé par l'adjonction d'au moins deux tubes vides destinés à des besoins ultérieurs.
- Nouvelle conception de la distribution d'énergie électrique: les postes de transformation et de commande aménagés dans les parois des galeries sont supprimés et remplacés par une station de transformateurs et deux postes de commande montés en dehors des galeries. Quant au câble à haute tension, il est en grande partie remplacé.
- Remplacement de l'éclairage des galeries par des luminaires de tunnel modernes en V4A: un éclairage à adaptation (contre-faisceau) est installé dans les deux sens, la voie «Lora» se voyant de surcroît équipée d'un éclairage de traversée. La commande des éclairages est assistée par des capteurs de luminosité installés près des portails des galeries, et pourra ultérieurement être reliée à une installation de commande à distance. L'éclairage des galeries est alimenté par un caniveau de câbles continu, suspendu au plafond et ouvert sur le dessus, auquel certains luminaires sont directement fixés.

Exécution

Dans le cadre des nombreuses contraintes imposées par la coordination avec les interventions sur les ouvrages d'art et les chaussées, les entrepreneurs chargés de l'exécution ont encore dû composer avec un programme des opérations flexible. Ainsi, les travaux d'installation dans les galeries ne peuvent avoir lieu que parallèlement à la pose des revêtements de chaussée et une fois achevée la remise en état des ouvrages d'art. L'achèvement de la conduite de câbles souterraine, ainsi que la

construction d'une nouvelle station de transformateurs et de deux postes de commande ont, quant à eux, été intégrés au lot d'ouvrage pour la réfection des chaussées.

Protection contre le bruit

Basée sur la Loi sur la protection de l'environnement de 1983, l'ordonnance du 15.11.1997 relative à la protection contre le bruit (OPB) exige que, dans le cadre d'interventions majeures sur des installations existantes, des mesures de protection contre le bruit soient prises. La procédure applicable aux études et à la planification de telles mesures y est définie comme suit:

- relevé des nuisances sonores dans un cadastre de bruit, afin de déterminer les zones nécessitant une protection;
- élaboration d'un programme de protection contre le bruit pour les bien-fonds justifiant un tel assainissement, avec mise à jour des données du cadastre, étude générale des solutions applicables, évaluation des mesures de protection à envisager et consignation des résultats dans un programme d'assainissement partiel (PAP);
- transmission du PAP à l'OFEFP et à l'OFRO pour approbation;
- mise à l'enquête officielle du PAP dans les communes concernées;
- décision du gouvernement cantonal et publication.

Dans le cadre du PAP, il convient en premier lieu d'examiner les mesures applicables à la source même des nuisances sonores, en l'occurrence la route nationale. Si les interventions nécessaires au respect des valeurs limites acceptables sont liées à des coûts disproportionnés ou s'avèrent irréalisables du point de vue de la protection des sites et des paysages, des dérogations peuvent être requises. Si l'OFEFP/OFRO et l'autorité cantonale approuvent les dérogations demandées, des mesures peuvent alors être appliquées directement aux objets touchés par les nui-

sances (par le biais de fenêtres antibruit, par exemple).

Dans le lot d'ouvrage qui nous occupe, différents objets sont touchés par des émissions sonores excédant les valeurs limites légales. Quelques cas exemplaires sont détaillés ci-après.

Immeuble isolé à Meitschligen

Le bien-fonds isolé à proximité immédiate du portail Sud du tunnel du Teiftal est jour et nuit exposé à des émissions sonores excédant la valeur limite de 11 dB(A), avec des dépassements de la cote d'alerte allant jusqu'à 6 dB(A) le jour et 2 dB(A) la nuit.

La protection de l'immeuble aurait nécessité des mesures de protection entraînant un coût de 0,2 à 0,4 millions de francs (écran antibruit, revêtements absorbants aux portails du tunnel). A cette facture élevée, serait toutefois venue s'ajouter une situation très défavorable pour l'immeuble (écran antibruit de 4,5 m de haut à 8 m du bâtiment), si bien que le canton d'Uri s'est rabattu sur une solution pragmatique que l'OPB ne prévoit pas: il a négocié l'achat du bien-fonds à son propriétaire et procédé à la démolition du bâtiment, rendant ainsi les mesures de protection contre le bruit superflues.

Gurtellen Wiler

Entre les galeries de Gütli et Wilerplanggen, à 750 m d'altitude, le bruit de la route est réverbéré par les murs de soutènement de la pente en face de Gurtellen-Dorf, situé deux cents mètres plus haut (fig. 2). Les émissions sonores dépassent de 2 à 3 dB(A) les limites imposées, de jour comme de nuit. Vu la topographie, une protection efficace contre le bruit s'avère toutefois très difficile à réaliser: des investissements de 0,5 à 3 millions de francs (revêtement des murs de soutènement, fermeture de galeries voisines, écrans antibruit) ne déboucheraient jamais que sur une amélioration insuffisante. Une demande de dérogation à la construction d'ou-

vrages de protection a donc été déposée et des compensations ont été requises pour divers immeubles en fonction de leur situation. Dans le cadre de la remise en état des chaussées, on a par ailleurs mis en place un revêtement en mastic de gravillons dont les caractéristiques contribuent à une réduction du bruit.

Wassen

Dans le village de Wassen, plusieurs immeubles subissent des émissions sonores qui dépassent de 1 à 6,8 dB(A) les valeurs nocturnes admises. Dans la phase d'avant-projet, plusieurs dispositifs de protection, évalués à des coûts oscillant entre 4 et 20 millions de francs, ont été étudiés.

Le programme d'assainissement partiel entre-temps adopté par le canton accorde quelque 2 millions de francs à des mesures de protection contre le bruit, et un concours de projets sera lancé pour la recherche d'une solution optimale à l'implantation d'ouvrages antibruit dans un site sensible.

Protection contre les dangers naturels

Les dangers naturels sont omniprésents sur l'ensemble du trajet Amsteg-Göschenen et dans les zones exposées à de nombreuses avalanches et chutes de pierres, la route passe dans des galeries ou des tunnels. Dès la construction toutefois, des mesures de protection supplémentaires, telles que des barrières d'arrêt à flanc de co-teau et, à certains endroits, des filets d'acier, avaient été prises. Puis, au fil des expériences accumulées, divers ouvrages de protection sont venus compléter ces mesures au cours des années.

En 1990, les rafales de vent de l'ouragan baptisé « Vivian » ont causé d'importants dégâts à la forêt faisant office d'écran de protection en amont de la route nationale, ce qui a poussé le Service uranais du génie civil à revoir les scénarios de risques. Les résultats

de cet examen ont été consignés dans l'avant-projet « A2 – Mesures de protection Amsteg-Göschenen », transmis pour approbation à l'Office fédéral des routes en 1993.

Dans le cadre de la remise en état complète de l'axe routier, il s'agissait de réaliser tous les travaux susceptibles d'exclure des perturbations de trafic et dans l'avant-projet « A2 – Mesures de protection », ceux-ci concernent en priorité le couronnement des murs de soutènement côté montagne.

Avant-projet A2 – Mesures de protection

Les relevés effectués durant les années 1990-92 ont mis en évidence les défauts suivants des installations en place :

- les barrières d'arrêt installées ne pouvant absorber qu'une très faible quantité d'énergie, une chute de pierres risque de provoquer une rupture fragile ;
- les filets de protection mis en œuvre contre les chutes de pierres ne sont, à certains endroits, pas en mesure d'absorber l'énergie de chute probable ;
- certains secteurs ne bénéficient d'aucun système de protection en dépit des risques existants ;
- les enjambements de torrents ou les passages de ceux-ci dans les galeries nécessitent énormément d'entretien : fréquemment bouchés, ils provoquent débordements et inondations.

Enfin, on mentionnera encore qu'en raison des pressions économiques en vigueur à l'époque de leur construction, quelques galeries sont aujourd'hui jugées trop courtes de 30 à 50 m.

Mesures de remise en état

Pour élaborer le projet d'intervention, l'examen détaillé des facteurs de risques, des objectifs de protection, ainsi que des conditions topographiques a conduit à retenir les mesures énumérées ci-après.

- Construction d'un ouvrage de protection contre les chutes de pierres dans le Wassnerwald

(prolongement côté Nord de la galerie de Gütli), sous la forme d'un barrage renforcé par des géotextiles, d'une longueur d'environ 300 m pour une hauteur allant jusqu'à quatre mètres et un couronnement de un mètre.

- Construction d'un ouvrage de protection contre les chutes de pierres à Aschenschälen (prolongement côté Sud de la galerie de Wilerplanggen), sous forme de barrage en pierres d'une longueur de 60 m pour une hauteur culminant à cinq mètres et un couronnement de deux mètres
- Construction d'un barrage de déviation des avalanches à Dieden (dans le prolongement côté Sud de la galerie de Pfaffensprung). Cet ouvrage paravalanche est exécuté indépendamment des travaux de remise en état des groupes 3b et 3c.
- Remplacement de barrières d'arrêt ou construction d'un nouveau réseau de filets de protection contre les chutes de pierres de hauteur variable en fonction de la topographie. Selon la taille et la vitesse de chute des blocs susceptibles d'y tomber, ces filets, installés sur une longueur totale de 1,7 km, doivent pouvoir absorber une énergie de 200 à 500 kNm.
- Correction de six enjambements ou passages de torrents dans les galeries.

Les objectifs fixés – soit une durée d'utilisation de 25 ans pour les éléments d'usure et de 50 ans pour tous les autres éléments de construction – impliquaient quelques mesures particulières, en ce qui concerne les ouvrages de protection contre les chutes de pierres notamment.

Ouvrages de protection contre les chutes de pierres

Au cours des quinze dernières années, d'importants progrès ont été réalisés en Suisse – qui est de loin le premier fournisseur mondial dans ce domaine – en matière de protection contre les chutes de

pierres, et il est aujourd'hui possible de dimensionner des ouvrages capables d'absorber des énergies supérieures à 500 kNm. L'impact y est annihilé par des freins de câbles, montés sur les câbles longitudinaux supérieurs et inférieurs des filets, ainsi que sur le haubanage des mâts qui les soutiennent. Ces dispositifs préservent l'ouvrage de dommages

majeurs et lui confèrent deux avantages essentiels: l'effet de protection persiste après une première chute de pierres et le coût des réparations demeure modeste, puisqu'il suffit de retendre les câbles porteurs et de remplacer les freins.

L'absorption de l'énergie d'impact étant moindre lorsqu'un objet heurte directement un mât, ceux-

ci représentent les points faibles de l'ouvrage, que l'on s'est efforcé de limiter en augmentant jusqu'à 10 m les espacements de l'un à l'autre.

Les fondations de ces ouvrages de protection ont été conçues en fonction d'une durée d'utilisation d'au moins 50 ans et les mâts, câbles et filets pour au moins 25 ans. La répartition des forces par les freins de câbles permet leur reprise dans les fondations avec toute la précision voulue et, pour autant qu'un impact direct n'endommage pas gravement un élément de fondation, l'installation est rapidement et à peu de frais rendue à sa pleine efficacité après une chute de pierres par le simple remplacement des pièces endommagées, en priorité les freins de câbles.

Les mâts à genouillère (fig. 3) utilisés sur le mur de soutènement côté montagne sont le fruit d'un nouveau développement: ils assurent la transmission de l'ensemble des forces aux fondations. Cela rend superflue la fixation de coûteux câbles de retenue à la tête des mâts et élimine du même coup les obstacles au trafic que ceux-ci constituent, en particulier sur les routes forestières longeant les murs de soutènement.

Exécution des travaux

L'exécution des travaux a été menée parallèlement à la remise en état des ouvrages d'art. Les entraves ponctuelles qui en résultent pour les autres interventions (interruption des accès par les routes forestières, utilisation des dalles des galeries), appellent une étroite coordination.

