

# Pont levant sur la Saltine à Brigue

Autor(en): **Meyer, Oliver / Werlen, Matthias**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **123 (1997)**

Heft 21

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79148>

## **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.

# Pont levant sur la Saltine à Brigue

Par Oliver Meyer, ing.,  
Cäsar Pfammatter,  
ing.,  
Matthias Werlen,  
arch.,  
IAG Saltinabrücke,  
Neue Simplonstr. 38,  
3900 Brigue-Glis

Dans l'après-midi du vendredi 24 septembre 1993, une crue violente de la Saltine emporte le pont reliant Brigue, sur la rive droite, à Glis, recouvre les rues de la vieille ville de ses alluvions et fait deux victimes et de très importants dégâts.

Si la ville de Brigue, réunie à Glis en 1972, doit son nom à sa situation entre le pont sur le Rhône et celui sur la Saltine, le nom de ce torrent, lui, dérive du latin « saltare » : sauter, bondir. Cours d'eau « bondissant », la Saltine n'a certes pas démenti l'étymologie de son nom au cours des siècles et ses crues ont bien souvent alimenté les chroniques.

Une des premières mentions de la Saltine se trouve dans l'ordonnance du 1<sup>er</sup> mai 1331 de l'évêque de Châtillon. Ce dernier exige l'endiguement du torrent depuis la Souste jusqu'au Rhône, ce aux frais des exploitants et des propriétaires des terrains concernés. Des restes de ce « mur de l'évêque » ont pu être retrouvés lors des excavations effectuées dans le quartier « Wehri » et plus loin, près du « Saltinastutz ». Cet ouvrage n'empêcha pas le cours d'eau d'inonder Brigue en 1469.

Lors des excavations de 1994 et 1997, des restes de piles d'un pont ont été retrouvés. Ils font probablement partie du premier pont en maçonnerie construit sur la Saltine entre 1469 et 1548. L'ouvrage à trois arcs mesurait 48,5 m de long. En 1640, Brigue fut à nouveau frappée par d'importantes inondations dont les détails nous sont rapportés par Kaspar Jodok Stockalper. L'ancien « mur de l'évêque », devenu défectueux, fut alors renforcé par un deuxième mur de digue, disposé à l'ouest du premier et portant une inscription « 1651 ». A cette époque, on a probablement fermé la première voûte par un mur au sud. Des restes de ce mur ont été trouvés à l'endroit des fondations ouest de l'hôtel du Pont et, plus loin, à

l'ouest de la chapelle Saint-Sébastien et du « Tschiederhaus ».

En 1756, la Saltine menace une fois de plus la bourgade de Brigue. L'immense mur de moellons en grès de Glis fut enfoncé et les vergers dévastés. En 1828, nouvelle crue de la Saltine.

En 1831, l'almanach *Walliser Hauskalender* donne la description suivante de l'état désastreux du pont en arcs de maçonnerie de l'époque : « ... le premier arc n'est plus visible à cause des remblais mis en place. Ce n'est qu'à travers

l'arc central que le torrent tumultueux trouve son chemin, le troisième arc étant enterré presque autant que le premier. ».

Dans les années 1834, 1838, 1848, 1849, 1850, 1860 et 1867, les inondations frappent derechef. Vers 1875, un nouveau pont est construit, la portée de l'arc central est ramenée de 15 à 12 m et on parle désormais du « canal de la Saltine ». Un pont construit en 1914 est emporté en 1922 et de nouvelles inondations se produisent en 1927, 1932, 1938, 1953

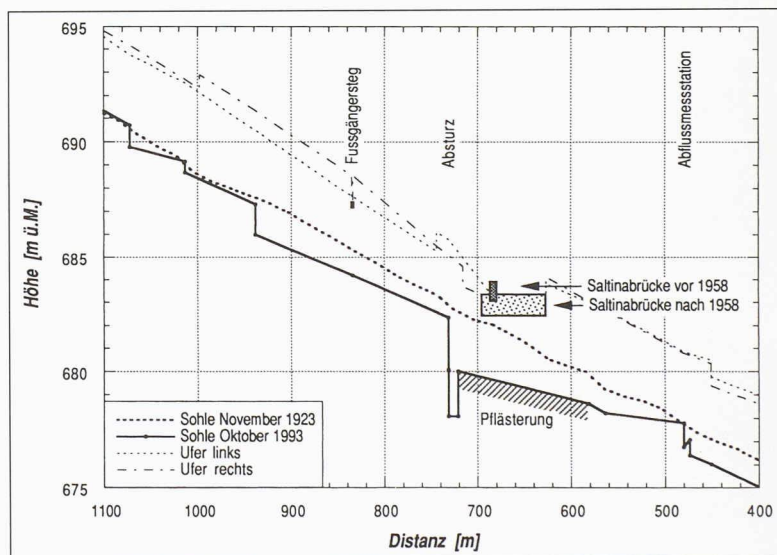


Fig. 1. – Profil en long de la Saltine près de l'emplacement du pont, montrant le lit du torrent avant et après les modifications introduites en 1958



Fig. 2. – La crue de la Saltine à Brigue-Glis le 24 septembre 1993 (Photo G. Escher)



et 1977. En 1977, la crue modifie le cours de la Saltine dans son cours inférieur appelé Grindji. En 1993 enfin, une crue centennale inonde la vieille ville de Brigue ainsi qu'une partie de Glis en recouvrant les rues de plusieurs mètres d'alluvions. Les analyses de la catastrophe ont montré que le profil en long des rivières de montagne peut présenter des points critiques, notamment aux endroits où la pente est brusquement réduite. A de tels endroits, des dépôts peuvent se former et, en cas de crues, lorsque le volume des matériaux augmente, obstruer la section du lit. Le bassin de la Saltine couvre 78 km<sup>2</sup> dont 8 km<sup>2</sup> de glaciers. Il culmine au Bortelhorn à 3194 m d'altitude. Son embouchure dans le Rhône est à 670 m d'altitude. L'inclinaison du lit passe de plus de 12 % à moins de 3 %. Dans sa section inférieure, la Saltine était ca-

nalysée à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Dans le cadre de la construction des routes nationales, un nouveau pont fut érigé en 1958 et, pour conserver la section d'écoulement sous le pont, le lit fut localement abaissé. Si la section libre sous l'ouvrage était suffisante pour permettre l'écoulement des seules eaux du torrent, l'emplacement du pont se révélait être un point critique du profil en long pour ce qui est du transport et du dépôt des alluvions. En effet, lors de la forte crue de 1993, les alluvions ont rapidement obstrué la section sous le pont et débordé le lit avec les conséquences que l'on sait<sup>1,2</sup>. En construisant un nouvel ouvrage à l'emplacement de l'ancien, il fallait donc s'assurer que celui-ci ne puisse contribuer à une nouvelle catastrophe. De cette préoccupation est née l'idée d'un pont levant soulevé automatiquement par le torrent en crue lui-même.

- Conception du nouveau pont**
- Le projet du nouveau pont levant devait se baser sur les principes suivants, définis par Oliver Meyer de la société *Cygnus Engineering* :
- utilisation de la crue elle-même pour résoudre le problème,
  - renoncement à l'utilisation d'une énergie d'appoint,
  - choix d'un mécanisme simple pour assurer une grande fiabilité et une bonne durabilité,
  - minimalisation de l'entretien et de la surveillance.

Il en résulta la conception suivante: en cas de crue, la Saltine ouvrira elle-même son chemin grâce à un système composé d'un pont métallique et d'un réservoir d'eau. Dès que la crue atteint un niveau critique défini, l'eau du torrent entre dans un réservoir à travers une ouverture pratiquée dans la paroi de la digue en amont du pont. Ce réservoir, qui fait office de contrepoids, devient alors plus lourd que le pont et soulève ce dernier au moyen d'un système de câbles et de poulies. Le pont est ainsi sorti en quelques minutes du lit du torrent sans recours à une source d'énergie extérieure. Les composantes mécaniques étant simples, l'entretien du système de levage ne nécessite pas l'intervention de spécialistes.

**Architecture et urbanisme**

Du point de vue architectural, l'ouvrage présente les aspects fondamentaux suivants :

- un mémorial, pour rappeler aux générations futures les dégâts causés par les inondations du passé ;
- l'élément d'urbanisme constitué par les quatre têtes de pont, qui le désignent comme liaison entre

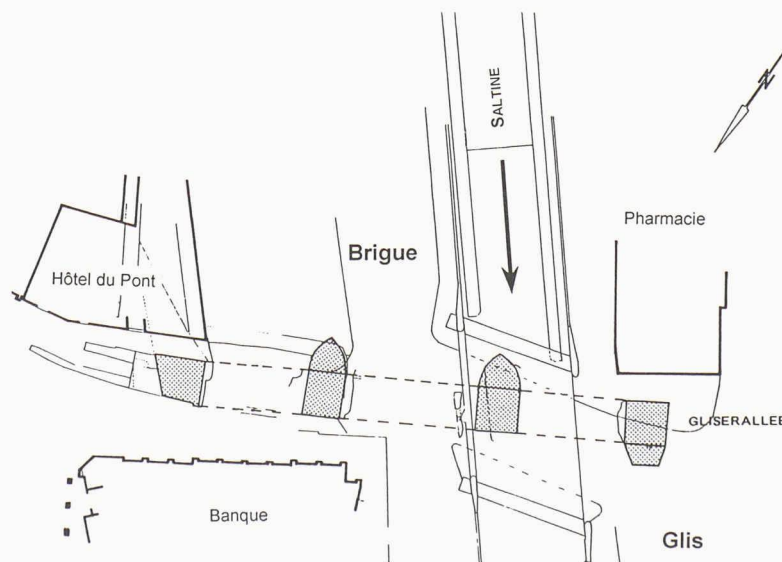


Fig. 3. - Pont sur la Saltine: plan de situation montrant également l'emplacement des vestiges d'un ancien pont à trois arcs datant des XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles

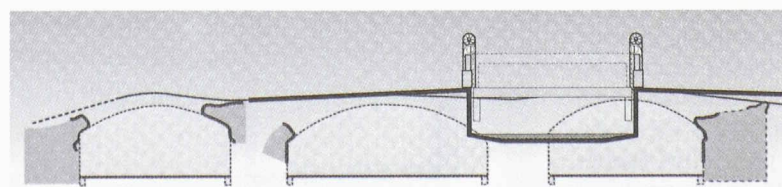


Fig. 4. - Pont sur la Saltine: coupe longitudinale du nouveau pont avec celle de l'ancien pont à trois arcs

<sup>1</sup> BEZZOLA, G. R., J. ABEGG ET M. JÄGGI: «Saltinabrücke Brig-Glis: Rekonstruktion des Hochwassers vom 24. September 1993 in Brig-Glis» in *SI+A*, 112(1994)11: 165-169

<sup>2</sup> BEZZOLA, G. R., M. SCHILLING ET M. OPLATKA: «Reduzierte Hochwassersicherheit durch Geschiebe» in *SI+A*, 114(1996)41: 886-892

les quartiers séparés par la Saltine, une référence architecturale pour le processus de planification future de la place de la Saltine et l'intégration naturelle du pont dans la géométrie du torrent;

- la réduction du design de l'ouvrage au strict nécessaire fonctionnel, avec le choix d'une couleur sobre et affirmative, en relation avec les matériaux.

Sur demande de l'auteur du projet, l'architecte a été associé très tôt au processus de conception et c'est grâce à cette collaboration qu'il a été possible d'introduire des réflexions esthétiques de base dans l'élaboration du projet. A partir de ce moment, le rôle de l'architecte ne devait plus changer jusqu'à la fin des travaux. Ce n'est pas la concrétisation d'idées architecturales grandioses ni même leur réalisation, selon l'expression formaliste des tendances architecturales actuelles, qui marquent l'ouvrage, mais c'est bien plus l'ouvrage qui s'affirme par lui-même. Tel qu'il existe - tel qu'il doit être - tel qu'il devrait être.

#### Particularités de l'ouvrage

Traversant la Saltine sous un angle oblique de 63°, le tablier du nouveau pont a donc la forme d'un parallélogramme. Pour obtenir un rapport optimal entre le poids propre de l'ouvrage et les surcharges, le choix s'est porté sur une structure métallique comprenant quatre poutres maîtresses (composées soudées, d'une hauteur variant entre 840 et 900 mm) avec une trame d'entretoises (IPE 500) et deux poutres le long des rives, en forme de caisson allongé, servant également de jupe au tablier dans sa position haute. La dalle de roulement est formée d'une tôle de 15 mm d'épaisseur, renforcée de cornières soudées en forme de «V». Sur cette dalle, une couche d'accrochage a été appliquée avant la pose d'un revêtement d'asphalte coulé de 60 à 70 mm d'épaisseur. Le poids total du pont est de 152 t environ, dont

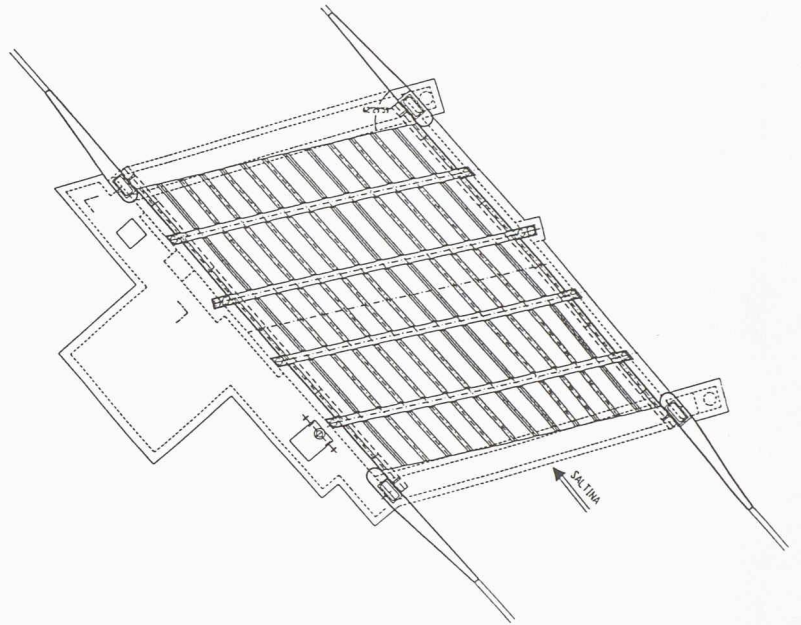


Fig. 5. - Pont sur la Saltine: plan

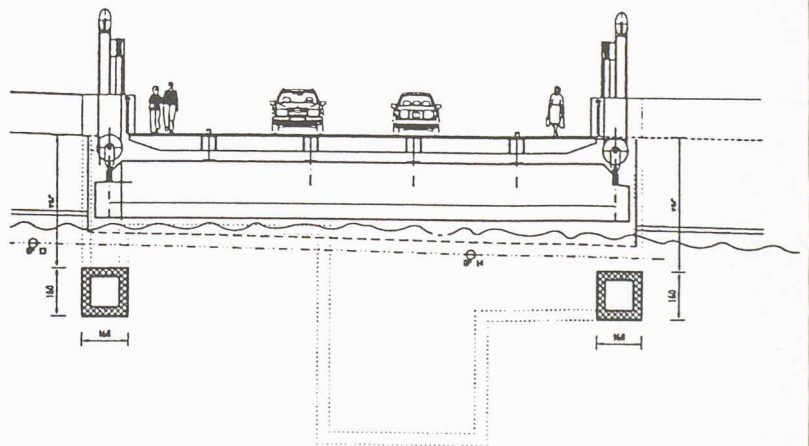


Fig. 6. - Pont sur la Saltine: coupe transversale

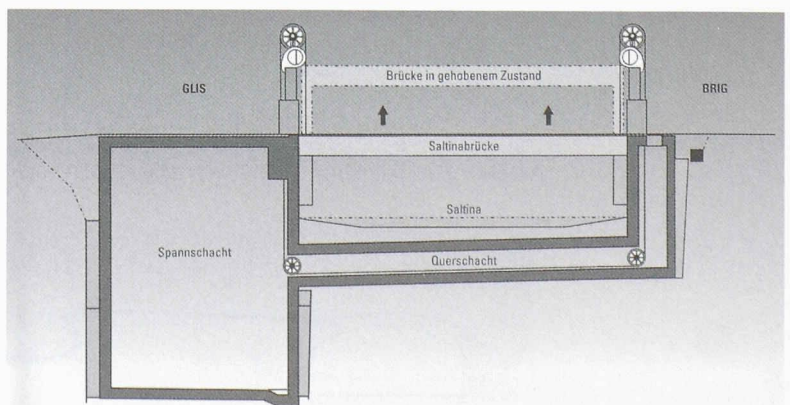


Fig. 7. - Pont sur la Saltine: coupe longitudinale montrant le pont dans sa position normale et en position haute



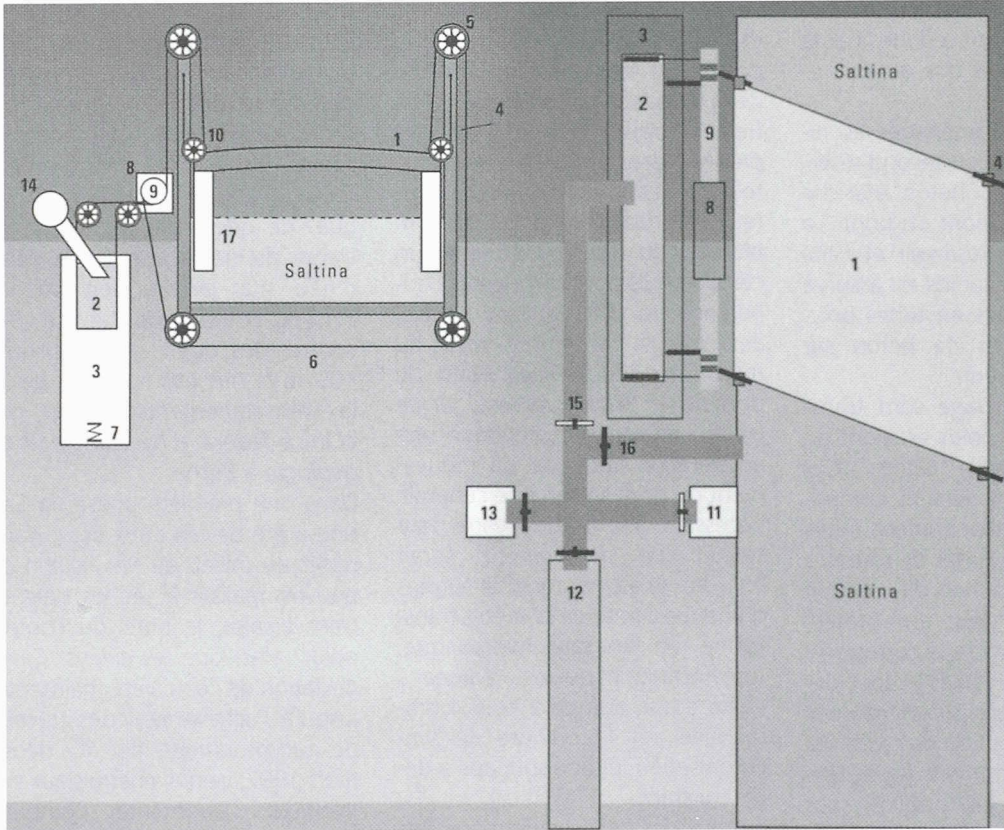


Fig. 8. – Pont sur la Saltina: mécanisme de levage. 1: tablier du pont, 2: réservoir mobile en métal servant de contrepoids, 3: puits du réservoir mobile, 4: colonnes, 5: poulies, 6: câbles, 7: amortisseurs, 8: frein hydraulique et blocage à crans d'arrêt, 9: cylindre de synchronisation, 10: moufle, 11: prise de captage de l'eau des crues, 12: réservoir fixe en béton, 13: raccordement au réseau de distribution d'eau, 14: conduite, 15: vanne de sécurité, 16: vanne de vidange, 17: poutres de rive

116 t pour la charpente métallique et les barrières et 36 t pour l'étanchéité et le revêtement.

#### Conception statique

Le pont a été dimensionné, conformément aux prescriptions de la norme SIA, pour les charges de trafic routier ainsi que pour des convois de transports exceptionnels du type III (modèle de charge 4).

Lors du choix du système porteur, il fallait s'assurer de la rigidité de la grille de poutres au stade de levage. En dehors de celles dues au trafic, le levage représente une situation de risque supplémentaire qui s'avère déterminante pour le dimensionnement des poutres de rive. Suspendues par leurs extrémités, celles-ci supportent le poids total du pont au moment du levage avec une portée de 18,5 m.

Leur section en caisson fermé a été choisie de façon à limiter les déformations afin d'éviter tout dégât au revêtement et aux barrières.

#### Mécanisme de levage

Le pont métallique est relié par un système de transmission à un réservoir en acier pesant 37,5 t à vide. Ce dernier, placé dans un puits en béton où il peut monter et descendre librement, a une contenance de 50 m<sup>3</sup>. Pour ne pas gêner le levage automatique de la structure, celle-ci est simplement posée sur ses appuis.

Les quatre angles du pont sont reliés aux quatre angles du réservoir par quatre câbles d'acier passant autour d'un tambour de synchronisation qui assure l'uniformité de leur mouvement. Au fond du puits du réservoir, quatre amortisseurs limitent la course de ce dernier.

Ce réservoir mobile peut être rempli à partir de trois sources d'alimentation indépendantes:

- à partir d'un réservoir fixe de 50 m<sup>3</sup>,
- par le réseau de distribution d'eau de la ville ou
- automatiquement, par la prise d'eau en cas de crue.

Le levage dure environ six minutes y compris le temps de remplissage du réservoir. Pour remettre le pont dans sa position normale, le réservoir doit être vidé au moyen d'une pompe, opération qui nécessite l'intervention de deux personnes et dure une heure.

Le puits, dans lequel est suspendu le réservoir servant de contrepoids, est aménagé sur la rive gauche, sous la chaussée. En raison de la transmission à moufles qui a été retenue, le déplacement du réservoir est le double de celui du pont, qui est de 2,80 m. Pour le puits, il en résulte une profondeur d'excavation de 10,50 m. Cette excavation a été réalisée en deux étapes en utilisant des parois en béton armé comme blindage de fouille. Les bonnes conditions du terrain, l'absence d'eau dans la fouille et la forme du puits a permis de renoncer à des ancrages ou à tout autre système d'étaiyage. Lors des travaux d'excavation, les fondations de l'ancien pont à arcs ont été retrouvées. Elles ont pu être utilisées comme blindage supplémentaire. Deux galeries transversales ont en outre dû être construites sous le lit de la Saltina, dans lesquelles passent les câbles de levage d'une rive à l'autre. Pour des raisons esthétiques, on a en effet renoncé à disposer ces câbles en surface, les seuls éléments visibles du mécanisme de levage étant les quatre colonnes avec les roues et les câbles qui passent autour de ces dernières. Les poutres placées le long des rives ont deux fonctions: d'une part, elles transmettent le poids du pont aux points d'accrochage des câbles durant le levage, d'autre part, elles servent de jupe au tablier en cas de crue. Les réac-



tions d'appui du pont dans sa position normale sont réduites par la tension des câbles due au contrepoids.

Une prise d'eau aménagée au niveau des crues et un second réservoir construit en béton étanche sont situés en amont du pont. La liaison entre ce réservoir et celui qui sert de contrepoids est assurée par des conduites en tubes polyéthylène enrobés de béton sur toute leur longueur.

Les forces de levage sont transmises du contrepoids au pont au moyen de quatre câbles. Ces câbles d'acier, à section comprimée, avec un allongement initial réduit, sont composés de torons à fils galvanisés pourvus d'un enduit supplémentaire pour une protection optimale contre la corrosion. Le guidage des câbles et leur déviation sont assurés par vingt-deux poulies. A l'exception de celles qui s'appuient directement sur la tête des colonnes, les poulies sont fixées aux différentes parties de l'ouvrage au moyen d'éclisses. Leur rainure est revêtue d'une garniture en plastique, à la fois pour réduire l'usure des câbles et les protéger contre la corrosion de contact. Grâce à l'utilisation de roulements à aiguilles, le frottement est réduit au strict minimum, même sous des charges importantes. Tous les essieux sont pourvus d'une couche de chrome dur qui en garantit la durabilité et évite la corrosion de leurs assises. Tous les roulements sont munis de dispositifs de lubrification permettant un remplacement partiel de la graisse lors des révisions annuelles. Les quatre câbles sont fixés à un tambour qu'ils enlacent de plusieurs tours pour synchroniser leur mouvement et assurer un déplacement uniforme aux quatre angles du tablier. Dans ce tambour, se trouve également un système de réglage automatique de la vitesse et un dispositif d'arrêt empêchant l'inversion accidentelle du mouvement. Ce dispositif bloque le pont dans sa position haute au cas où le

réservoir lui-même serait immergé et par conséquent soumis à la poussée d'Archimède. Le réglage de la vitesse se fait au moyen d'un frein hydraulique qui a fait ses preuves dans les installations de téléferiques. Ce réglage est en effet primordial: il faut que le remplissage du réservoir atteigne un certain poids pour compenser l'adhérence du pont sur ses appuis, ainsi que le frottement initial du mécanisme de levage, avant de déclencher le mouvement. Or ce poids excédentaire provoque une accélération continue du mouvement du pont si bien que l'énergie nécessaire à la fin du levage pour freiner ce mouvement serait énorme. C'est pourquoi le surplus d'énergie cinétique doit être transformé en énergie hydraulique, transformation qui est réalisée à l'aide d'une pompe à huile, commandée par le cylindre de synchronisation, et une soupape à débit constant.

En plus des documents d'ouvrage usuels (plans de sécurité, d'utilisation et de contrôle), un plan de catastrophe et un plan d'exercice ont été élaborés. Les opérations nécessaires à un levage volontaire peuvent être exécutées par les pompiers.

#### Exécution des travaux

Les travaux ont débuté en novembre 1996 avec la mise en place d'un pont provisoire pour le

trafic routier et les piétons, la circulation ne devant être interrompue que dans les cas exceptionnels. Cette route représente en effet une liaison très fréquentée du centre ville. Il était prévu d'exécuter les travaux pendant l'hiver, vu que, de décembre à février, ces trente dernières années, le débit d'eau n'a jamais dépassé les 7 m<sup>3</sup>/s. Le reste de l'année, par contre, des débits allant jusqu'à 100 m<sup>3</sup>/s ont été mesurés, selon les renseignements fournis par l'Office fédéral d'hydrologie et de géologie à Berne.

Dans une première phase, la Saltiline a été déviée dans des tuyaux posés au milieu de son lit afin de pouvoir réaliser à sec les galeries transversales, le puits du contrepoids, ainsi que les culées. Cette déviation de l'eau a été maintenue jusqu'à l'achèvement des travaux de raccordement du lit, début mars 1997, ce qui a permis aux entreprises d'augmenter l'emprise des installations, l'espace disponible aux alentours du chantier étant très limité.

La charpente métallique, d'une géométrie assez compliquée, due au biais du croisement, a été fabriquée en usine. Avant le transport sur le chantier, un montage à blanc a été effectué pour prévenir tout ajustement lors du montage définitif. Afin de garantir une durée de vie de l'ouvrage de l'ordre

#### Caractéristiques techniques et spécifications

Hauteur de levage	2,80 m
Abaissement du réservoir d'eau (transmission à moufle)	5,60 m
Temps de remplissage du réservoir	environ 3' 30"
Durée du levage seul	environ 2' 30"
Vitesse de levage (réglable)	1,2 m/min
Profondeur de la cage du contrepoids	10,5 m
Surface du tablier	210 m <sup>2</sup>
Distance entre les colonnes dans le sens du torrent	18,50 m
Distance entre les colonnes perpendiculaire au torrent	14,00 m
Poids du tablier	152 t
Poids de la structure métallique du réservoir	37,5 t
Capacité du réservoir mobile	50 m <sup>3</sup>
Capacité du réservoir fixe	50 m <sup>3</sup>
Durée des travaux	5 mois (novembre 96 - avril 97)



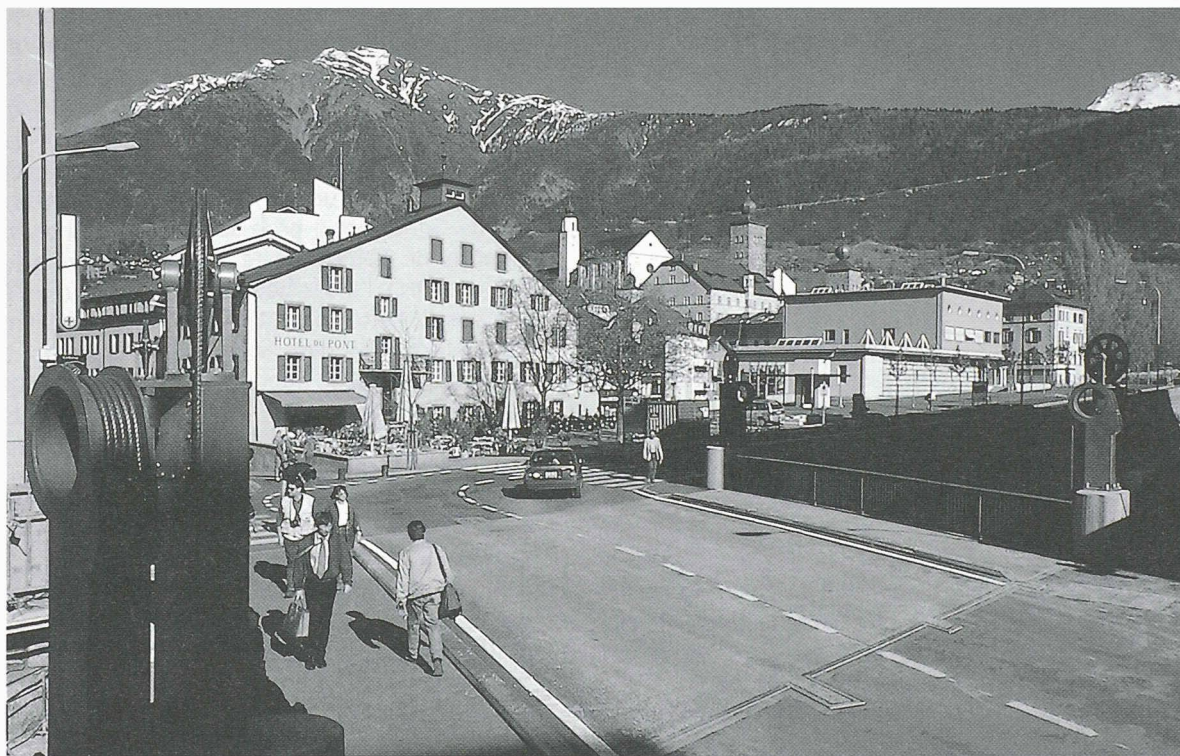


Fig. 9. – Nouveau pont sur la Saltine: en cas de crue, le torrent fournira désormais lui-même l'énergie nécessaire pour soulever automatiquement l'ouvrage afin d'éviter qu'il ne constitue un obstacle à son passage.

de 80 ans, toute la charpente métallique a été zinguée au feu. Après le montage et le réglage définitif, une couche spéciale d'accrochage a été appliquée sur les tôles de couverture avant la pose du revêtement en asphalte coulé. La mise au point du système de levage a été effectuée au moyen d'une série d'essais.

#### Conclusions et perspectives

Les ponts levants basés sur le principe du contrepoids sont connus

et utilisés depuis longtemps. Il existe aussi des ponts levants actionnés par des contrepoids d'eau. Mais, à notre connaissance, le pont sur la Saltine est le premier ouvrage mis en mouvement automatiquement lors d'une crue par cette dernière elle-même.

Le système utilisé ici se prête particulièrement bien aux rivières de montagne pour lesquelles il faut compter avec des crues subites et qui ne peuvent pas être surveillées

en permanence. Grâce au déclenchement automatique du levage, un mécanisme et un entretien simples, il serait possible de protéger des ouvrages de grande importance ainsi que leur voisinage. Le projet a reçu une Médaille d'or à la 25<sup>e</sup> Foire des inventeurs à Genève ainsi que le Prix spécial d'une délégation de Taiwan, et des contacts ont déjà été établis pour réutiliser ailleurs ce concept de levage.

#### Caractéristiques des câbles

Câbles d'acier à section pleine comprimée	
Nombre total de torons	28
Nombre total de fils	358
Nombre de torons extérieurs	9
Nombre de fils extérieurs	171
Assemblage	cordage parallèle
Tressage	tressage à croix
Diamètre nominal	32 mm
Poids	5,3 kg/m
Charge de rupture	989,5 kN

#### Intervenants

Maître de l'ouvrage	Département des transports, de l'équipement et de l'environnement du canton du Valais, Service des routes et des cours d'eau
Projet	IAG Saltinabrücke, Brigue; association composée de: Cygnus Engineering AG, Oliver Meyer Matthias Werlen, bureau d'architecture Schmidhalter & Pfammatter, bureau d'ing. civils
Entreprise de génie civil	Bauunternehmung Fantoni, Brigue
Système de levage	Garaventa Seiltech AG, Goldau et Sion
Construction métallique	Werner Fercher, Metall- und Stahlbau AG, Lalden
Contrôle du projet	KBM bureau d'ingénieurs civils SA, Sion