

A la recherche de la légèreté...

Autor(en): **Rey, Emmanuel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **89 (1997)**

Heft 9-10

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-940216>

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.

A la recherche de la légèreté...

Emmanuel Rey

L'histoire de l'architecture, et plus spécifiquement encore celle de la construction, a toujours été marquée par l'œuvre de ses pionniers. Précurseur des ouvrages d'art en béton armé en Suisse, l'ingénieur Alexandre Sarrasin (1895–1976) fait partie intégrante de ceux-ci. Concepteur audacieux, il consacra toute sa carrière à amener plus d'élancement et de légèreté dans les constructions en béton armé. Connu pour ses réalisations de ponts, il a également conçu plusieurs barrages. Celui des Marécottes (VS), présentant une typologie à voûtes multiples, en est un des exemples les plus remarquables. A ce titre, il fut l'objet l'année dernière d'une analyse historique et constructive, effectuée sous la direction du professeur Alberto Abriani de l'Institut de Théorie et d'Histoire de l'Architecture de l'EPFL. Le présent article en expose les principaux aspects.

Les Marécottes – un barrage au service du rail

La conception et la réalisation du barrage à voûtes multiples des Marécottes, de 1923 à 1929, sont intimement liées à la problématique de l'électrification ferroviaire poursuivie par les CFF dans les années vingt [1]. Plus spécifiquement, cet ouvrage fait partie du vaste complexe hydroélectrique de Barberine-Châtelard-Vernayaz, élaboré à cette époque pour la ligne du Simplon. Situé entre les deux usines électriques de Châtelard (altitude 1120 m) et de Vernayaz (altitude 456 m), il permet une retenue d'eau d'environ 47 000 m³, nécessaire entre ces deux palliers de production, afin d'absorber les variations de débit, de récolter l'eau des torrents intermédiaires, de mettre en charge l'écoulement en direction de la plaine et de concentrer les débits turbinés sur les heures de forte consommation. Le choix des Marécottes comme emplacement pour ce bassin de compensation s'explique par la topographie du lieu, mais surtout par son altitude (1100 m), qui correspondait de façon idéale à la pente d'une galerie à écoulement libre (2,2 %) et ménageait une chute optimale vers la plaine.

Une conception par éléments

Constructivement, le bassin de compensation des Marécottes peut être divisé en plusieurs composantes, la principale étant bien entendu le barrage proprement dit. Les autres parties (bassins intérieurs et fondations), bien qu'invisibles lorsque le bassin est rempli, jouent également un rôle prépondérant, car elles assurent l'ancrage du dispositif dans le terrain. A l'opposé des barrages-poids traditionnels, la solution adoptée aux Marécottes se caractérise avant tout par une constante recherche de légèreté. Cette quête, alliant rationalité et audace, se justifiait pleinement à une époque où, contrairement à aujourd'hui, la matière était nettement plus onéreuse que la main d'œuvre. Pour parvenir à cet évidement maximal, l'ouvrage se décompose en éléments distincts, chacun ayant la forme la plus adéquate à son rôle statique.

Nous distinguons en premier lieu les voûtes, qui doivent répondre à trois exigences: stabilité, élasticité et imperméabilité. La stabilité statique est assurée par leur forme circulaire, idéale pour contrer la poussée de l'eau et correspondant à une application en série du principe du barrage-voûte. L'élasticité est rendue possible par le choix de paramètres dimensionnels relativement petits (portée de 4,60 m, épaisseur de 8 à 12 cm). L'imperméabilité, enfin, est obtenue grâce à une mise en œuvre en gunite, projection sous pression d'un mélange de sable et de ciment au moyen d'une machine pneumatique (en anglais, «gun» signifiant canon).

Les efforts sont ensuite transmis au sol par l'intermédiaire de contreforts, qui constituent les appuis inclinés des voûtes et s'organisent en une suite de murs transversaux. Leur géométrie trapézoïdale s'explique par le rapport de proportionnalité nécessaire entre la poussée de l'eau et la profondeur de l'élément. Cette recherche d'une géométrie optimale permet de tendre encore plus vers l'économie de matière, et confère à ces éléments un élancement (hauteur de 12 à 18 m, épaisseur de 25 cm) qui fait partie intégrante de l'esthétique de l'ouvrage. Il est intéressant de relever que la dissociation des éléments (voûtes et contreforts) a permis de rationaliser le chantier, puisque les contreforts, réalisés en béton armé, ont pu servir d'appuis au coffrage des voûtes.

Le dispositif est finalement complété par la mise en place d'un contreventement assurant la stabilité de l'ensemble par solidarité des contreforts. Celui-ci se présente sous la forme d'une succession alternante d'arcs et de tirants, qui s'explique par la prise en compte des charges dynamiques.



Figure 1. Vue du barrage des Marécottes depuis l'aval.

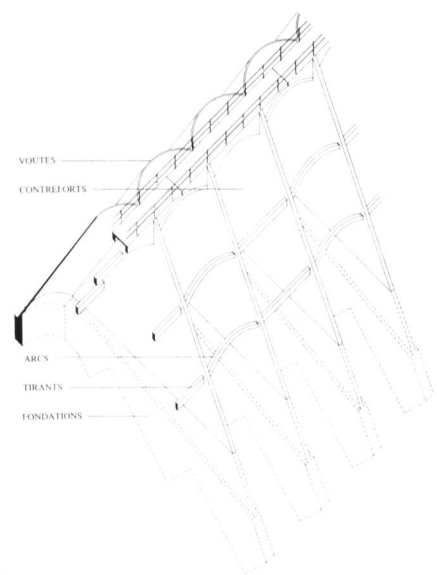


Figure 2. Axonométrie du barrage des Marécottes.

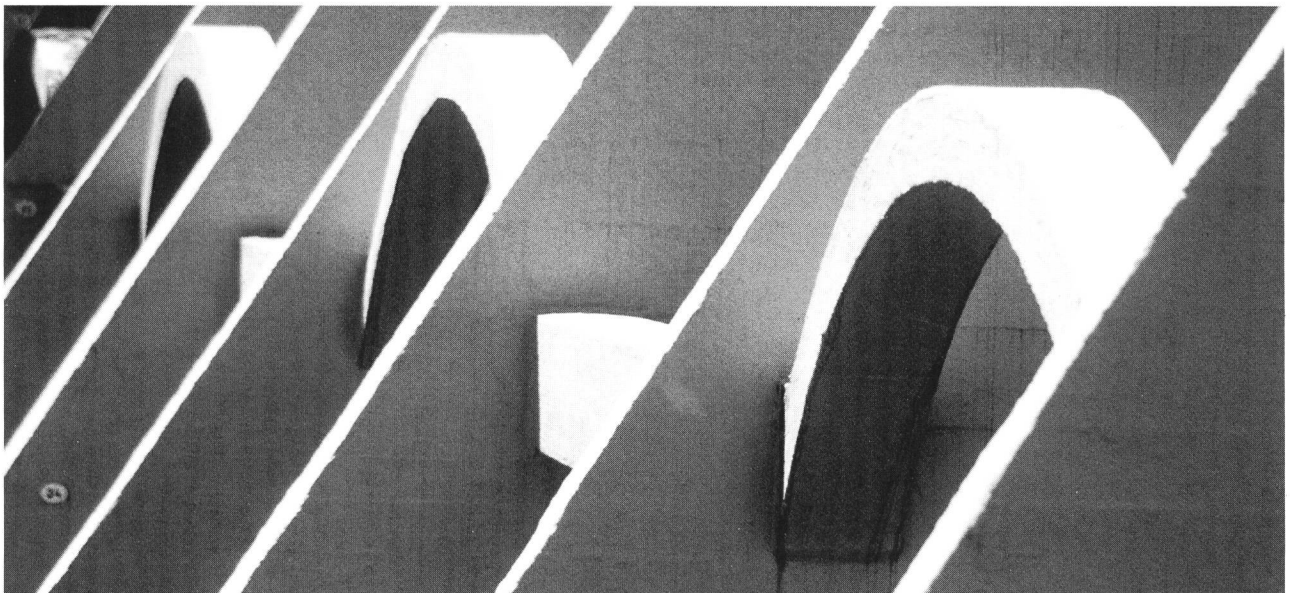


Figure 3. Jeux de lumière sur les contreventements.

ques liées principalement aux variations de température. En effet, si le contreventement avait été constitué par des raidisseurs horizontaux s'étendant sans interruption d'un bout à l'autre du barrage, une fissuration excessive serait apparue et aurait compromis dangereusement la stabilité de l'ouvrage. D'autre part, il était difficilement envisageable de mettre en place un joint de dilatation complet dans une construction devant en premier lieu retenir l'eau. La solution trouvée est donc à la fois ingénieuse et élégante, puisqu'elle crée une succession alternée d'éléments rigides et stables (les tirants rectilignes) et d'éléments souples pouvant absorber les variations (les arcs). Il faut relever que cette option participe également à l'esthétique de l'ouvrage et lui confère un caractère si particulier que celui-ci constitue véritablement un repère signalétique dans le paysage.

Une recherche de durabilité

Cette conception basée sur une vision dynamique des sollicitations illustre parfaitement l'avance que possédait Sarrazin sur ses contemporains. Pédagogue, il fit avancer l'idée qu'un ouvrage en béton n'est pas une chose inerte. *«Il vit sa vie propre, il se meut, il s'arc-boute pour résister à une pression; l'un de ses muscles semble-t-il faiblir, il bande les autres pour le soulager; il souffre du froid, de la chaleur, de la soif même, le manque d'eau entrave sa formation, ou peut lui causer des blessures dont il périra, le gel peut à la longue le tuer. Il subit toutes les influences du milieu dans lequel il se trouve»* [2], expliquait-il dans les années trente.

Cette prise en compte de la notion de durabilité a permis au bassin de compensation des Marécottes de remplir son rôle sans encombre pendant de nombreuses années. Le comportement statique en particulier, principale exigence d'un tel ouvrage, est excellent. Les multiples contrôles géodésiques effectués depuis de nombreuses années par les CFF sont là pour en témoigner. Cependant, comme beaucoup d'autres édifices en béton armé, celui-ci a malgré tout subi un certain nombre de dégradations (fissurations, éclatements du béton, apparition des armatures, prolifération d'efflorescences, incrustation de mousses, érosion excessive des bassins intérieurs). Ces dégrada-

tions, qui s'expliquent principalement par le phénomène de carbonatation associé au cycle du gel/dégel, ont vraisemblablement été favorisés par une non-homogénéité de la qualité du béton (agrégats pris sur place) et une non-conformité du principe de recouvrement des armatures. Face à l'étendu des dégâts, dont la progression a été croissante durant les années quatre-vingts, les CFF décidèrent d'entreprendre une rénovation complète de l'ouvrage [3]. Celle-ci eut lieu durant l'arrêt total des installations de l'usine de Vernayaz en juillet-août 1990 et en septembre 1991. Elle comprit principalement une reconstitution de la surface originelle des bassins et un assainissement complet des éléments constitutifs du barrage (piquetage du béton altéré, traitement des armatures oxydées, reconstitution de la géométrie initiale, application d'un bouche-pores et d'une peinture de protection, amélioration de l'étanchéité à la base de l'extrados des voûtes). Bien qu'elle modifie quelque peu l'aspect du béton, cette opération a eu le mérite, moyennant un coût raisonnable, de maintenir le caractère volumétrique original de l'ouvrage et d'assurer ainsi sa sécurité pour le futur.

Cet exemple illustre que la rénovation d'un édifice ancien ne met pas seulement en jeu des considérations économiques et techniques, mais aussi des notions théoriques liées à l'histoire, la culture et la mémoire. Afin de tendre vers la solution la plus adaptée à la survie de tels témoignages architecturaux, il semble indispensable de prendre en compte l'ensemble de ces paramètres, à travers ce que nous appellerons volontiers un projet de connaissance. Celui-ci, au delà de son aspect purement analytique, donne surtout au décideur une vision complète des alternatives qui se présentent à lui et lui permet de légitimer par la suite pleinement les options retenues.

[1] *Gubler Jacques*: Nationalisme et internationalisme dans l'architecture moderne de la Suisse, Archigraphie, Genève, 1988 (2^e édition), p. 226.

[2] *Sarrazin Alexandre*: Notes sur les barrages à arches multiples, Schweizerische Bauzeitung, 1939, n° 19, p. 234.

[3] Informations fournies aimablement par MM. B. Joos et L. Pedrelli, CFF-Direction générale, division des usines électriques.

Adresse de l'auteur: Emmanuel Rey, architecte EPFL, Route de Berne 31, CH-1010 Lausanne.