

# L'évolution dans la conception des barrages en torrents en Valais: l'exemple de la correction du Saint-Barthélemy

Autor(en): **Kalbermatten, Georges de**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **111 (1985)**

Heft 7

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75619>

## **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.



# L'évolution dans la conception des barrages en torrents en Valais

## L'exemple de la correction du Saint-Barthélemy

par Georges de Kalbermatten, Sion

*S'il est un pays où les torrents depuis... toujours ont préoccupé les hommes, c'est bien le Valais. On en recense plus de 300 dignes de ce nom, à en croire la carte des bassins versants dressée en 1898 par le Service hydrométrique de l'Inspectorat fédéral des Travaux publics à Berne. Car le Littré est formel, qui cite Pougens : « Un torrent est un cours d'eau qui affouille dans la montagne et dépose dans la vallée. » Le Valais, en effet, est formé de montagnes et de vallées. Et le malheur voulut qu'il déposât là ou il ne fallait pas.*

*Obligatoirement donc, les forces des hommes se sont unies contre celles de la nature, d'abord timidement, puis d'une manière organisée, systématique et puissante, sans en venir à bout. Les seuils qui jalonnent ces torrents sont à l'image de cet effort qui remonte, en somme, au milieu du siècle dernier. Jean-François Bergier le reconnaît dans son « Histoire économique de la Suisse » : « Le sol ingrat des Alpes dont les basses vallées alluviales n'ont été arrachées aux divagations des rivières et des torrents affluents qu'au cours du XIX<sup>e</sup> siècle... »*

Depuis des temps immémoriaux, le Valais se bat pour protéger sa plaine, élément primordial de son économie. Les nombreuses et importantes vallées qui y débouchent n'ont pas toujours qu'apporté les maigres ressources de la montagne, mais bien souvent la désolation par l'irruption sauvage de leurs torrents.

Il a fallu donc commencer par les maîtriser avant de corriger les divagations du Rhône.

C'est un effort constant et coûteux que ces quelques lignes veulent décrire en soulignant l'ingéniosité créatrice des hommes, née de la nécessité.

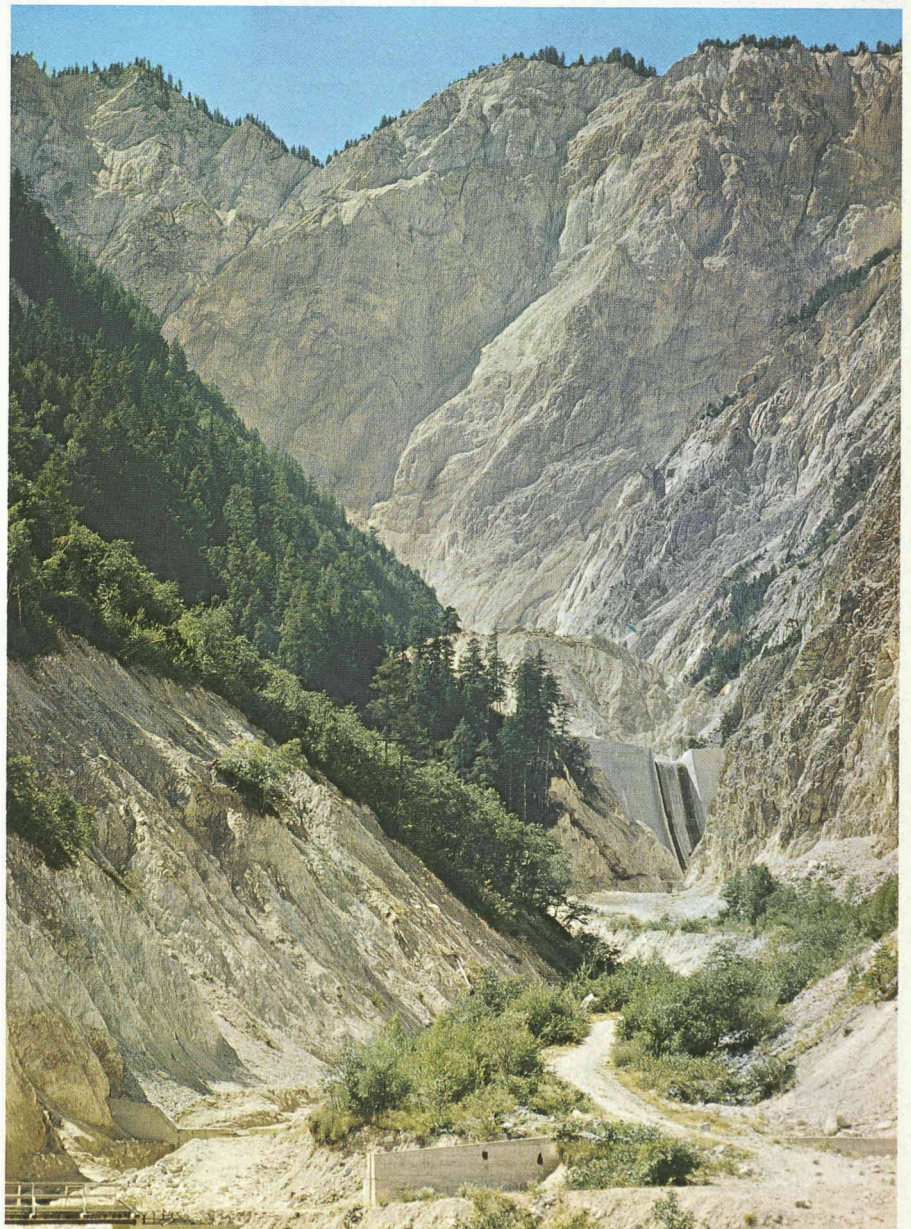
L'œuvre est pratiquement achevée, les torrents sont matés, le Rhône est endigué, le verger valaisan peut fleurir en paix.

*A force de les observer, on a bien dû constater qu'il en était de plus terribles : Ce sont, en Valais, entre autres, le Fällbach, l'Ilgraben (photographie ci-dessous), la Losentze, la Dranse, le Merdenson, le Mauvoisin, dont les noms sont bien évocateurs.*

*Apparemment invincibles, ils recouvraient de leurs dépôts les travaux qui venaient d'être faits la veille. Ces travaux consistaient à l'origine en la création de petits ouvrages en bois qui barraient la gorge ou le val, afin de rompre l'énergie cinétique de l'eau et, par le fait même, le processus d'érosion qui lui était lié.*

*C'est l'évolution de cette technique, des premiers seuils aux barrages actuellement conçus, que nous nous proposons d'exposer ici. Nous voulons démontrer que, grâce aux moyens techniques modernes, dans des conditions topographiques et géologiques particulièrement favorables, un barrage bien placé remplace avantageusement une série de seuils en cascade.*

*La correction du Saint-Barthélemy, qui vient de s'achever après plus de cinquante ans, en est un bon exemple.*



### 1. Introduction

Aussi loin que l'on puisse remonter, il paraît bien que la première correction de torrent historiquement reconnue en Valais fut celle de la Dranse à Martigny, que relate Philippe Farquet dans son intéressant ouvrage *Martigny, Chroniques, Sites et Histoires* : « Un autre point du cours de la rivière va pouvoir être fixé ; en effet déjà en 1310, des cessions de terrain sont faites pour la construction de barrières aux Epineys... Déjà en 1310, la première charte qui parle de barrières signale le plan Durand comme le point de départ des débâcles... »

Ces barrières n'étaient autres que les précurseurs des digues futures que nous connaissons. C'était à l'origine la seule méthode envisagée pour maintenir le cours du torrent dans son lit ; méthode bien fragile puisque, toujours selon P. Farquet : « C'étaient de fortes branches de vernes et solides madriers de mélèzes (solane) disposés en caissons qu'on gar-





Fig. 1. — Cartouche de 1742 apposé sur le mur de digue du torrent de la Greffe.

nissait de fascines et qu'on recouvrait de galets tirés du lit de la rivière...»

Bien plus tard, la méthode restant la même, on remplaça ces matériaux périssables par la pierre. On en retrouve un très intéressant et imposant vestige près de Vionnaz. Il s'agit d'une digue monumentale le long du torrent de la Greffe sur laquelle est apposé un cartouche daté de 1742 qui explique que «l'illustre, excellent et magnifique Seigneur» François-Joseph Burgener, bailli de la République, fut le directeur des travaux (fig. 1).

A Brigue par exemple, on parlait d'endiguer la Saltine vers 1838 (fig. 2). Les épis accompagnant les digues préfiguraient les seuils.

Philippe Farquet raconte également d'une façon très détaillée les grandes catastrophes historiques de 1595, de 1818, ponctuant son récit de descriptions terrifiantes qu'on retrouve tout au long de ce

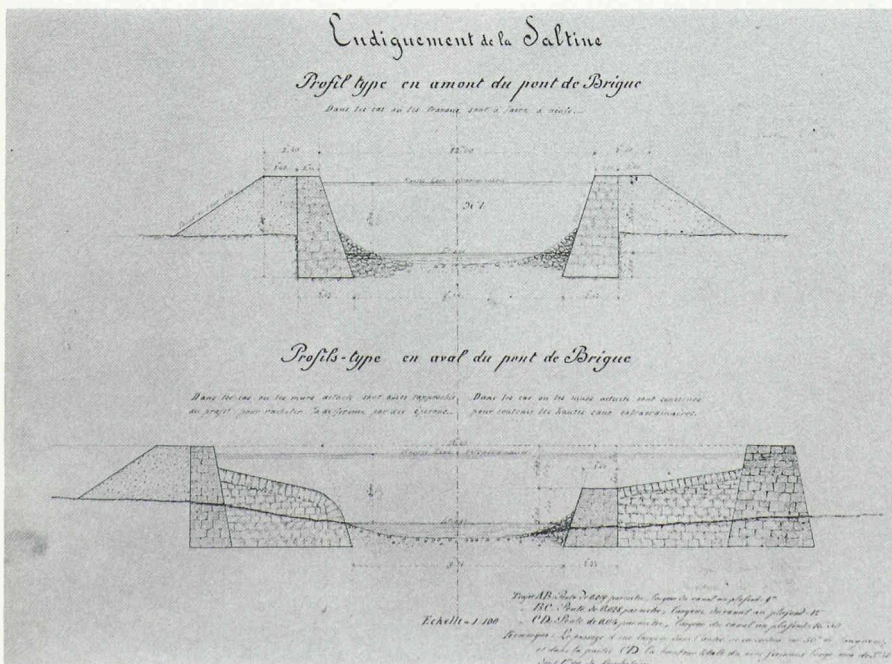


Fig. 2. — Types de digue en maçonnerie relatifs à la correction de la Saltine à Brigue.

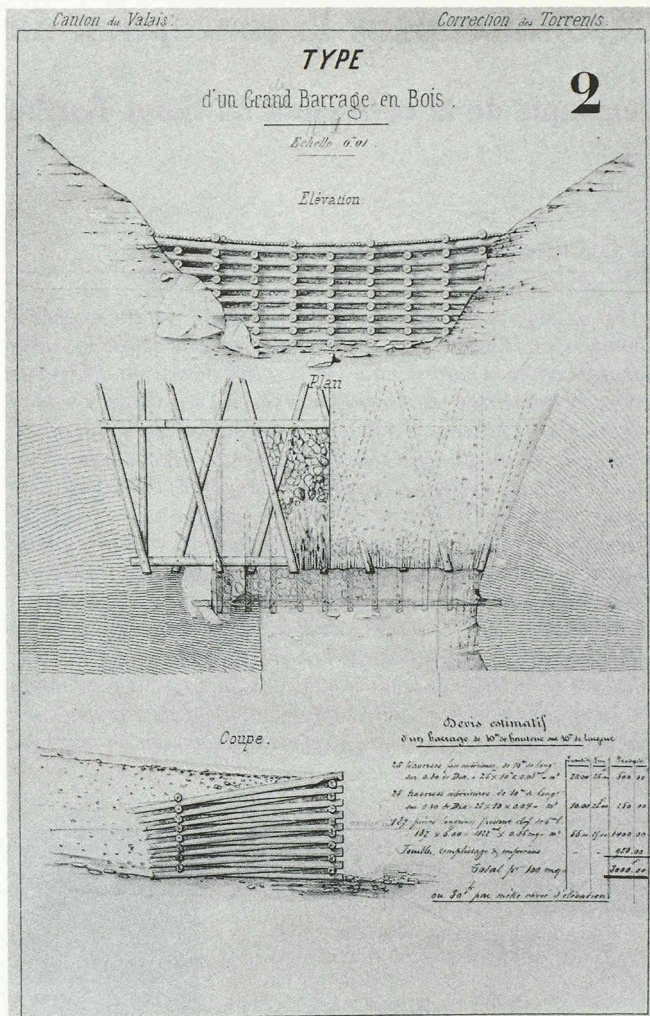


Fig. 3. — Plan type de seuil en bois du XIX<sup>e</sup> siècle.

genre de narrations concernant nos grands cours d'eau.

Ces techniques empiriques se développèrent petit-à-petit jusqu'au moment où elles devinrent un art de bâtir qui nécessita des études et des plans. En effet, le véritable départ des nouvelles conceptions dans les corrections de torrents commence avec la création de petits barrages d'abord en bois, répartis le long du cours (fig. 3).

Il est difficile de préciser sur quel torrent ont été construits les premiers seuils en Valais. Il semble cependant que cette technique particulière, qui cassait le cours d'eau plutôt que de l'endiguer, date du début du XIX<sup>e</sup> siècle. On retrouve en effet dans les Archives cantonales les plans de ces premières corrections :

- vers 1833, la Bonne Eau ;
- vers 1850, le Mauvoisin ;
- vers 1860, le Trient ;
- vers 1865, la Sionne ;
- vers 1873, le Saxonnez (fig. 4).

Les seuils, comme à la Bonne Eau, étaient faits de traverses en bois formant caisson, qu'on remplissait de grosses pierres (fig. 5 et 6). On prenait soin, évidemment, de les ancrer aussi bien dans le lit du torrent que dans ses flancs. Bien vite, la maçonnerie, le plus souvent en moellons de pierres appareillées, remplaça ces ouvrages trop fragiles, mais les



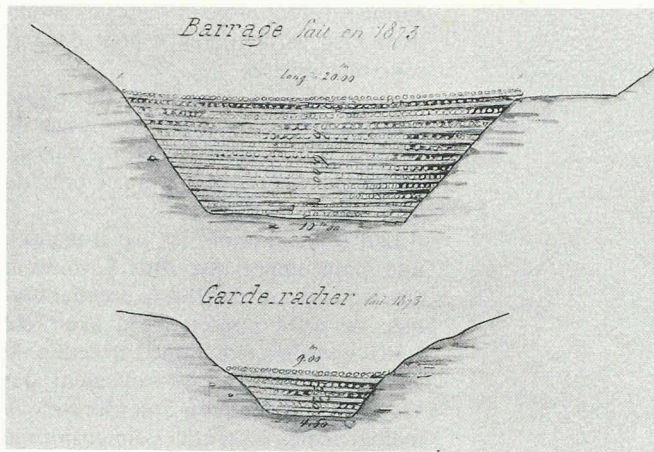


Fig. 4. — Seuil et avant-seuil en bois sur le Saxonnez datant de 1873.

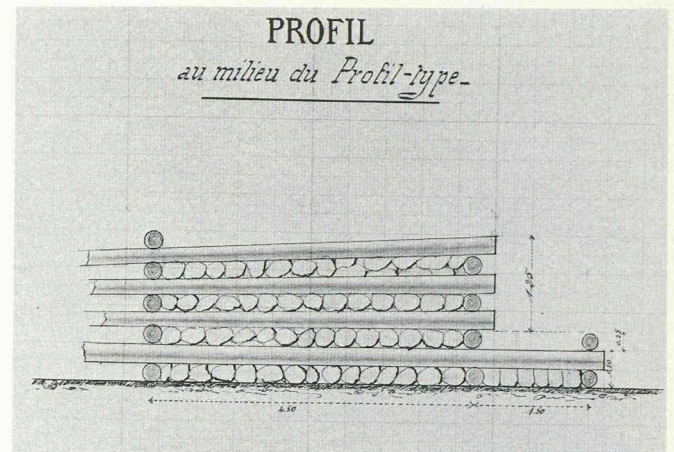


Fig. 6. — Coupe en travers du même seuil de la fig. 4.

dimensions restaient en général modestes. Dans les seuils de la Saltine créés en 1866, le bois était encore utilisé dans le radier (fig. 7).

Il semblait moins coûteux de créer une multitude de petits ouvrages rapprochés que de plus grands plus espacés. Mais, si le profil du torrent s'y prêtait, on en plaçait un seul au bon endroit (fig. 8).

Il est vrai que leur rôle stabilisateur des rives était à l'origine de cette méthode. Il fallait stopper l'érosion des flancs en relevant le profil en long du torrent. On le faisait au début aux endroits les plus accessibles, là où la pente du torrent s'était net-

tement couchée. Or, l'on s'aperçut bien vite qu'il fallait attaquer le mal à sa racine, c'est-à-dire stabiliser le cours d'eau à sa source. Celle-ci, le plus souvent, jaillissait au flanc de la montagne et le premier parcours du torrent se faisait sur des pentes très raides et en des lieux inaccessibles sinon aux hommes, du moins aux machines. La pente du lit provoquait une augmentation sensible de la hauteur des seuils traditionnels. C'est ainsi que, lors de la première étape de la correction du Saint-Barthélemy, les seuils en maçonnerie atteignaient déjà une vingtaine de mètres. Ce fut pour

l'époque (1929) une réalisation hors du commun (fig. 9). Le béton fit son apparition dès la fin de la dernière guerre, à cause du développement de la technique, des machines et à cause de son coût inférieur. Il supplanta définitivement la pierre. De ces différentes recherches, il se dégagait un profil-type trapézoïdal qui, sans atteindre des dimensions trop volumineuses, permit des constructions plus allongées. Toutefois, sa hauteur restait limitée. On en trouve un peu partout des exemples significatifs (fig. 10). Il est évident dès lors que, plus les seuils-poids en béton s'élevaient, plus ils deve-

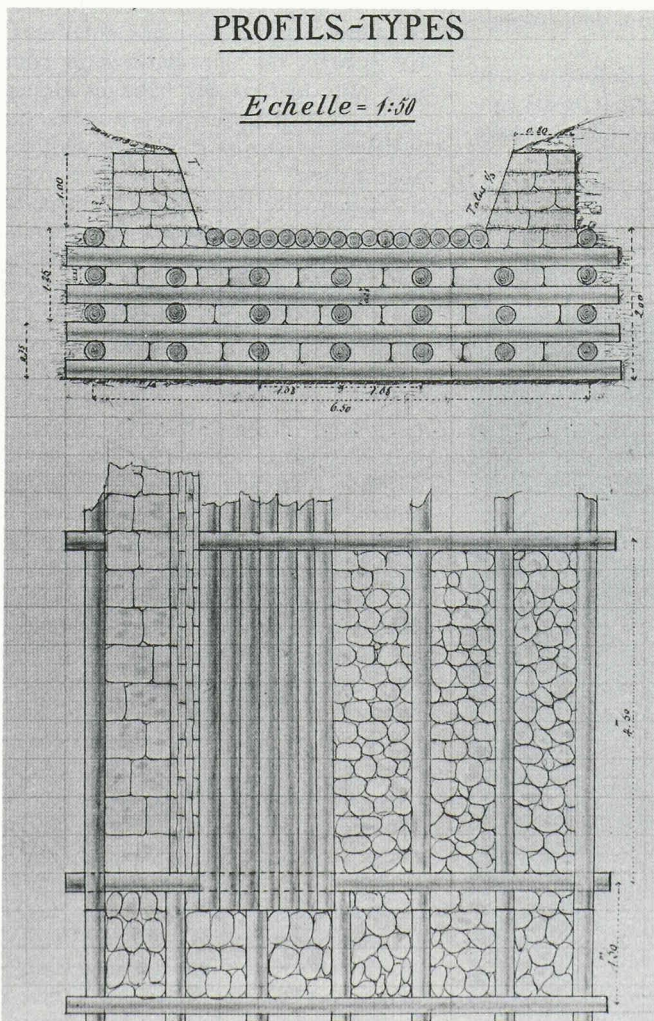


Fig. 5. — Elévation et plan d'un seuil en rondins, boules et maçonnerie réalisé en 1881 sur la Bonne-Eau.

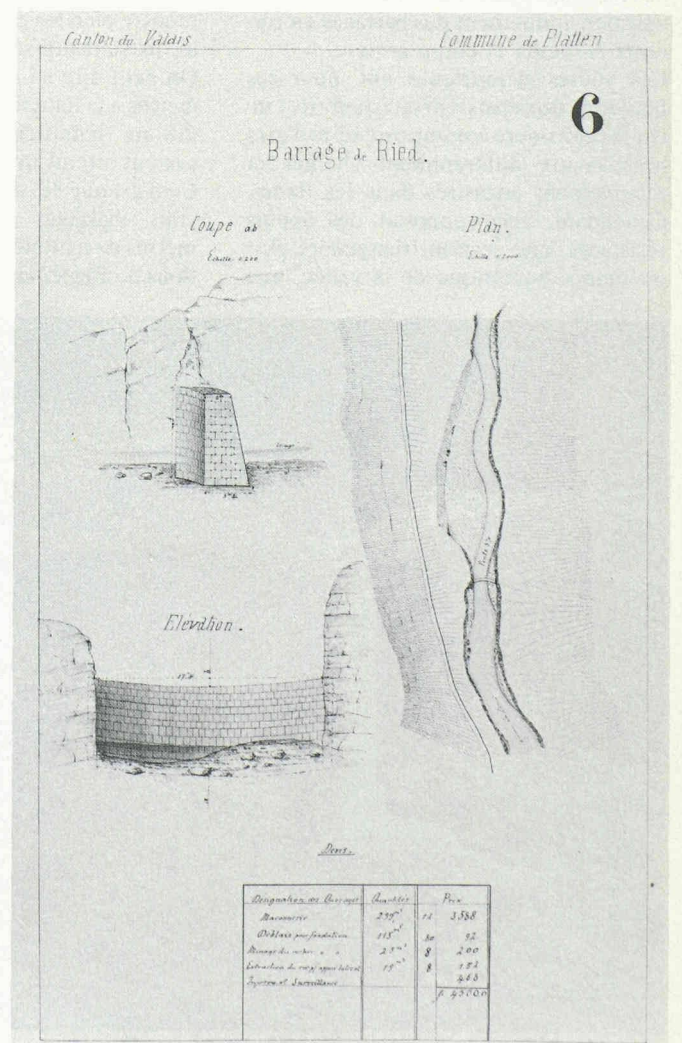


Fig. 8. — Type de barrage arqué en maçonnerie sur la Lonza.



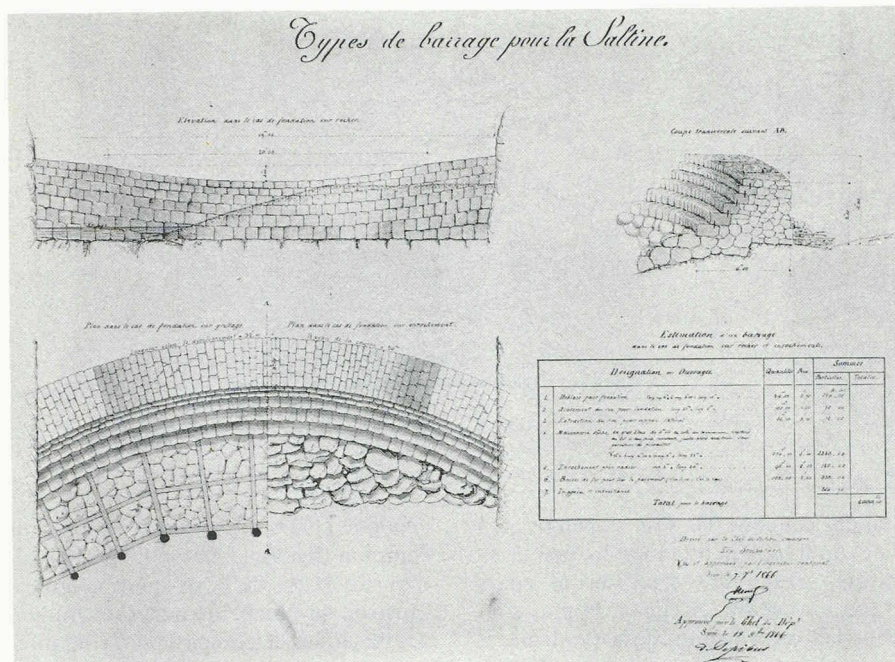


Fig. 7. — Type de seuil cintré en maçonnerie utilisé sur la Saltine en 1866.

naient massifs et leur coût proportionnel à leur volume.

C'est la raison pour laquelle on essaya, dans un premier temps, de les remplacer pour des hauteurs allant jusqu'à 15 mètres par des barrages arqués, développés par le Service fédéral de l'Economie des Eaux à Berne et publiés en 1973 dans : «Dimensionnement des barrages en torrents en béton et béton armé».

Ces voûtes cylindriques ont, pour ces hauteurs, une épaisseur constante de 1 m. On les considère comme une série d'arcs horizontaux différemment chargés et relativement encastrés dans les flancs. Cependant, cela supposait des appuis résistants, une section triangulaire plus ou moins symétrique de la vallée, une

hauteur de palier supérieure à huit mètres (fig. 11). Ils s'avèrent très économiques. Cette étape dans l'évolution des barrages est importante, car elle rompt, pour la première fois, avec les types plans classiques.

On en trouve un exemple répété sur la partie haute du Merdenson. La figure 12 montre bien les conditions dans lesquelles ils sont utilisés.

On peut dire ici que les différentes tendances à la hausse, compte tenu des conditions habituelles de nos torrents, avaient atteint un maximum.

Ce n'est que ces dernières années que de vrais barrages d'environ cinquante mètres de hauteur et soumis aux dispositions du Règlement fédéral en matière de

barrages furent projetés dans des conditions bien particulières et pour des raisons très précises.

Il en fut ainsi pour le barrage de l'Ilgraben (fig. 13). La construction eut lieu de 1967 à 1970. Son volume atteint 21 000 m<sup>3</sup> de béton. Son coût s'éleva à près de 4,5 millions de francs.

Il faut le mentionner ici, car il marque une étape importante dans l'évolution des seuils. Il est en effet le premier barrage de cette importance à avoir été conçu dans le cadre d'une correction de torrent. Il est issu naturellement des seuils-poids classiques. Son rôle reste le même. Seules ses grandes dimensions le distinguent (fig. 14).

Ses fondations atteignent la roche en place.

La pression maximale à l'arête est de 15 kg/cm<sup>2</sup>. Le déversoir, calculé et dimensionné selon la courbe hydraulique de la nappe déversante, s'est avéré trop sensible aux matériaux en suspension dans l'eau du torrent.

C'est une des raisons pour laquelle, par la suite, les déversoirs furent conçus de manière à créer une cascade tombant verticalement dans un bassin amortisseur.

## 2. La correction du Saint-Barthélemy

Si le barrage de l'Ilgraben est né du développement des seuils-poids antérieurs, les barrages du Saint-Barthélemy sont une suite logique des barrages arqués mentionnés ci-dessus. Ils ont été rendus possibles, grâce aux conditions géologiques du site.

Il est peut-être intéressant de rappeler brièvement les principaux événements qui furent à l'origine de la correction du Saint-Barthélemy, à cause de la nature des dégâts et de leur importance. Ce furent de réelles catastrophes.

### 2.1 Un peu d'histoire

Le torrent du Saint-Barthélemy prend naissance sur le versant sud des Dents-du-Midi. Il cascade jusqu'aux alpages de Foillet et du Jorat d'en bas, situés à 1150 m d'altitude env., pour se frayer son chemin au milieu de gorges escarpées et de moraines fragiles, puis vient se jeter dans le Rhône quelque deux kilomètres en amont de Saint-Maurice. C'est un torrent capricieux. Son bassin versant est de 12,5 km<sup>2</sup>.

En 1635 déjà, il se serait manifesté. Les relations de l'époque parlent d'un lac remontant jusqu'à Riddes, formé par un barrage d'alluvions qu'il aurait entraînées.

Une plaque commémorative apposée sur la petite chapelle du Saint-Barthélemy à La Rasse rappelle l'invitation du Clergé : «Le 26 octobre 1635, procession de Saint-Maurice et de Saint-Sigismond à travers les rues de la ville de Saint-Maurice ; un jeûne général au pain et à l'eau fut prescrit.»

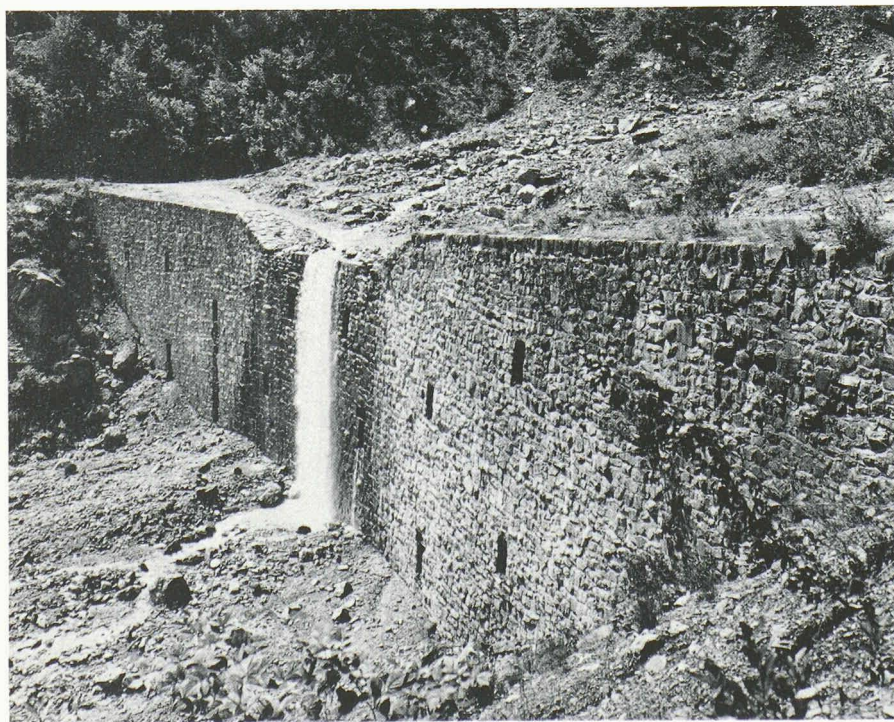


Fig. 9. — Seuil en maçonnerie de la première correction du Saint-Barthélemy dont les plans sont donnés dans la figure 18.



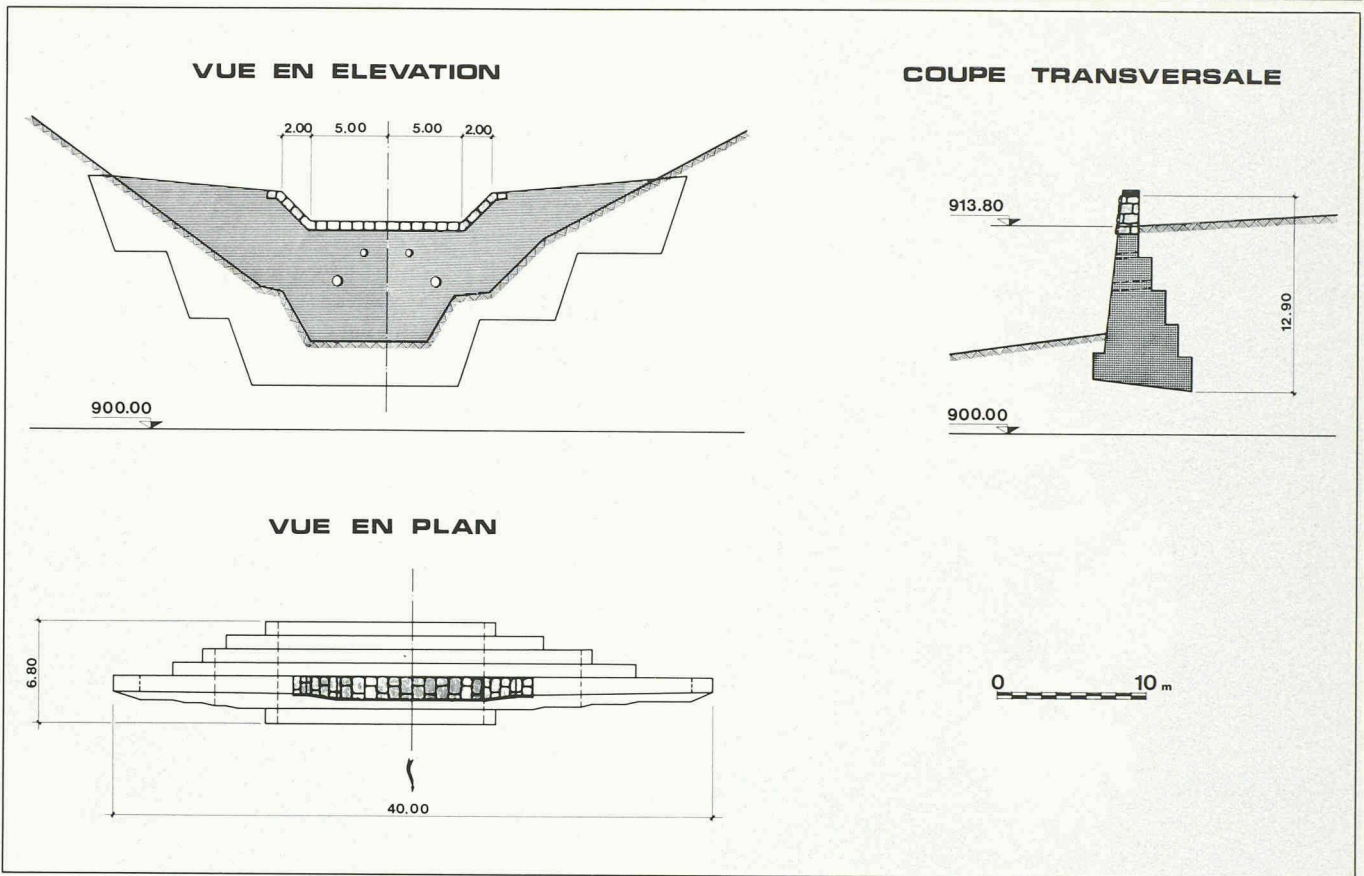


Fig. 10. — Plans d'un seuil classique en béton.

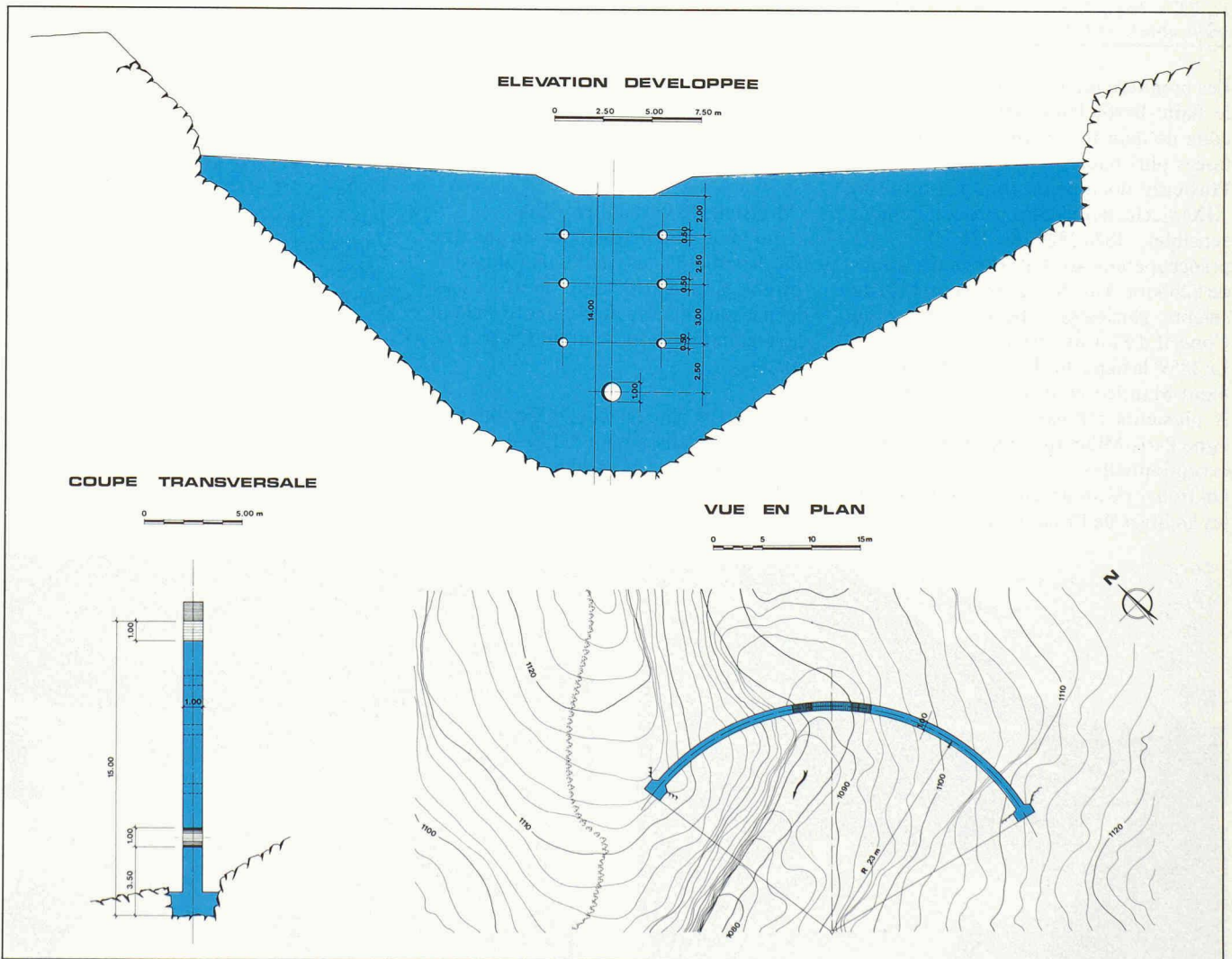


Fig. 11. — Caractéristiques de seuils arqués en béton utilisés sur le Merdenson.





Fig. 12. — Vue de la correction du Grand-Torrent sur le Merdenson faite de seuils arqués en béton.

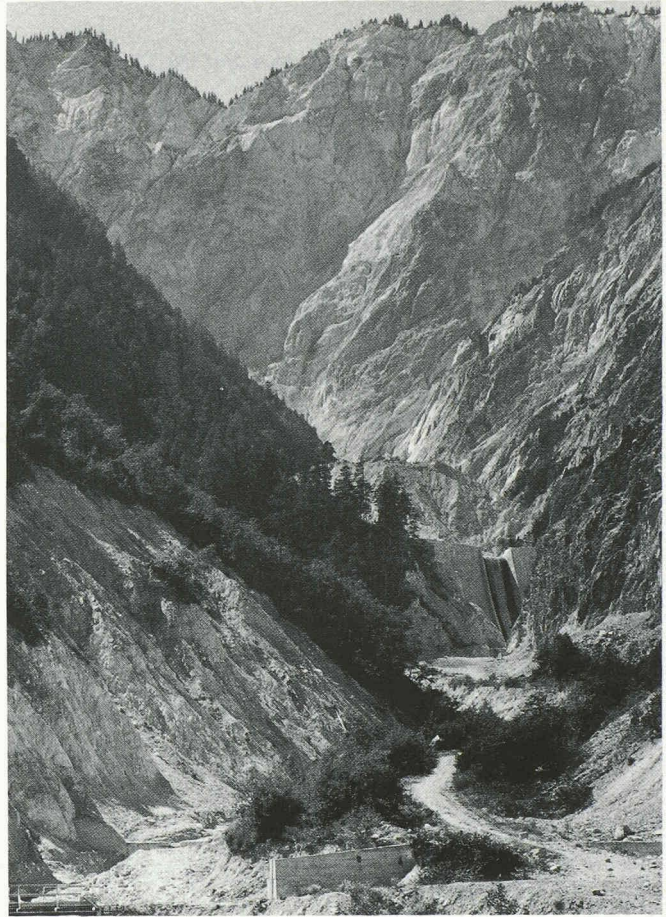


Fig. 13. — Vue du barrage de l'Iligraben. On distingue en amont la masse des éboulis retenus.

Les premières interventions sérieuses sur le Saint-Barthélemy ont eu lieu sur le cône de déjection pour les raisons indiquées plus haut.

Plusieurs documents font ressortir, au XIX<sup>e</sup> siècle, deux dates particulièrement sensibles, 1826-1829 et 1865-1874, qui préoccupèrent les Autorités valaisannes de l'époque. Une lettre du 15 juin 1829 du célèbre glaciologue Ignace Venetz au Conseil d'Etat illustre ces soucis.

En 1859, la ligne du chemin de fer quittait Saint-Maurice pour atteindre Martigny. A plusieurs reprises, ce tronçon de la ligne Paris-Milan fut coupé par des crues exceptionnelles.

On trouve de nombreuses mentions dans les archives de l'Etat, telle cette lettre de

M. Maurice Robatel, inspecteur, qui écrit le 24 août 1865 au Département des ponts et chaussées une lettre aussi claire que brève :

« Monsieur le Conseiller d'Etat,

» Une pluie diluvienne pour ne pas dire une trombe d'eau a tellement grossi le torrent Saint-Barthélemy au Bois noir qui par son impétuosité a emporté le Pont de la grand'route et celui du Chemin de fer... »

Paul Perrin, ancien chef d'exploitation du 1<sup>er</sup> Arrondissement CFF, dans son importante étude « Les débuts du chemin de fer en Valais » dans les Annales valaisannes de 1961 ajoute à ce propos : « La

ligne Bouveret-Sion a été interrompue pendant plusieurs jours par l'enlèvement du pont sur le torrent du Saint-Barthélemy qui eut lieu l'après-midi du 23 août 1865. »

Puis ce furent les crues habituelles non contrôlées, suivies d'une période relativement calme, s'étendant de 1877 à 1926. La dernière grande catastrophe remonte à l'automne 1926, plus précisément les 20 et 26 septembre.

M. le Chanoine Ignace Mariétan en a laissé une relation dans le *Bulletin de la Murithienne* XLIV 1927, reprise dans le *Bulletin technique* de 1929 par M. Charles Jambe, ingénieur aux CFF à Lausanne, d'où nous tirons les extraits suivants :

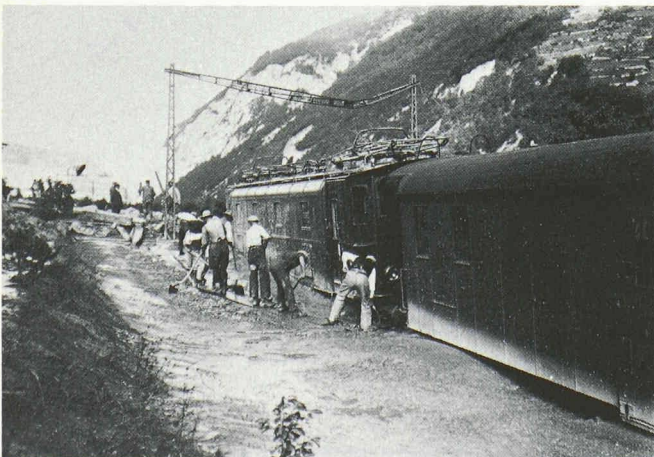


Fig. 15. — On dégage à grand peine la locomotive.



Fig. 16. — La promenade obligatoire ne semble pas trop pénible.



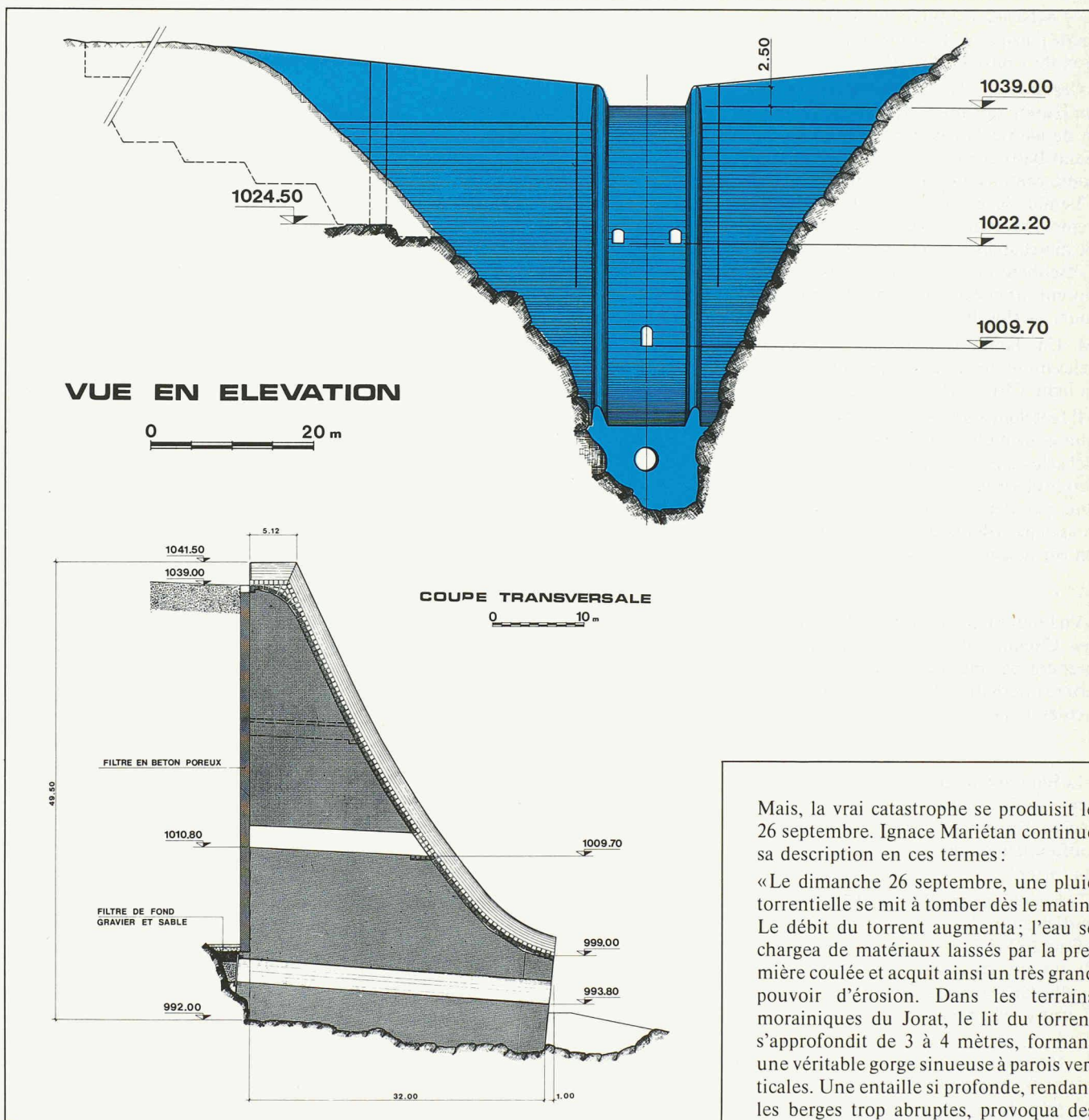


Fig. 14. — Caractéristiques techniques du barrage de l'Ilgraben.

«Le 20 septembre vers 6 heures du matin, une forte coulée de boues et de blocs descendit à travers le Bois Noir et vint obstruer le lit du Rhône.»

La masse était tombée de la Cime-de-l'Est, d'une hauteur de 200 mètres sur la première vire d'éboulis puis, de là, elle rebondit sur une nouvelle paroi presque aussi élevée que la première, pour venir s'abattre sur une pente d'éboulis longue d'environ 100 m et large de 150 m.

«C'est au bas de cette pente que la masse en mouvement atteignit le torrent. Sur la rive droite se dresse la paroi verticale de Gagnerie qui devait refouler l'éboulement dans le lit du torrent et le précipiter dans une gorge rocheuse.

» Des matériaux sont restés amoncelés au point d'arrivée et ont formé une sorte de barrage assez élevé vers l'aval, nul vers

l'amont à cause de la forte pente du lit.»

Il termine ainsi :

«En résumé, ce premier éboulement consistait dans une chute de pierres détachées de l'arête de la Cime-de-l'Est. La masse a entraîné des éboulis recouvrant une large vire et aussi des éboulis accumulés au point d'arrivée dans le torrent, lesquels contenaient une certaine proportion d'eau et, enfin, une quantité importante de névés, dont la fusion (due au frottement) a rendu la masse plastique et lui a permis de s'écouler jusqu'au Rhône. Dans les coulées de ce genre, les blocs se bousculent comme les molécules d'un liquide en mouvement et la masse prend l'allure d'un fleuve...

» Le 20 septembre, la poussière a été si considérable qu'elle avait recouvert la végétation dans la région du Jorat.»

Mais, la vraie catastrophe se produisit le 26 septembre. Ignace Mariétan continue sa description en ces termes :

«Le dimanche 26 septembre, une pluie torrentielle se mit à tomber dès le matin. Le débit du torrent augmenta; l'eau se chargea de matériaux laissés par la première coulée et acquit ainsi un très grand pouvoir d'érosion. Dans les terrains morainiques du Jorat, le lit du torrent s'approfondit de 3 à 4 mètres, formant une véritable gorge sinueuse à parois verticales. Une entaille si profonde, rendant les berges trop abruptes, provoqua des glissements de terrains, qui furent pour beaucoup dans les coulées du dimanche soir.

» Plus bas, dans le canal d'écoulement du torrent, l'action érosive de l'eau fut telle que la gorge fut nettoyée de toute alluvion jusqu'à la roche en place.

.....

» Les coulées arrivaient lentement, sous forme de vagues, laissant aux spectateurs une impression de force telle qu'aucun travail humain ne saurait leur résister.»

On retrouve dans ces quelques lignes tous les éléments qui sont à l'origine des grandes débâcles de nos torrents valaisans.

Ce phénomène se répéta encore les 9 et 10 octobre, accroissant les dégâts provoqués par les débordements précédents. En particulier, la ligne CFF fut durement touchée (fig. 15).



Ces débâcles continuèrent l'année suivante puisqu'on lit dans le rapport de gestion du Conseil d'Etat 1927 :

«Cependant, à la suite du violent orage du 11 août, une nouvelle coulée de boues et de pierres descendant de la gorge du Saint-Barthélemy vint s'étaler sur la route cantonale et sur la voie ferrée des Chemins de fer fédéraux qui furent interceptés; les trains directs de voyageurs et de marchandises furent acheminés par le Lötschberg alors que les trains locaux durent «transborder» pendant plusieurs jours...» (fig. 16).

M. Ch. Jambe continue cet exposé en relevant les menaces qui pèsent ainsi sur la ligne CFF située dans la plaine :

«Il faut donc s'attendre à ce que de fortes chutes de pluie provoquent de nouvelles débâcles qui obstrueront encore la voie ferrée et la route et qui pourront, à la longue, refouler les eaux du Rhône si on ne réussit pas à dompter les forces naturelles en corrigeant le torrent.

» Vu l'importance de la ligne du Simplon, les Chemins de fer fédéraux doivent prendre des mesures pour mettre cette artère internationale à l'abri des menaces perpétuelles.

» Le but principal d'une correction de torrent consiste dans la consolidation de la région d'érosion, c'est-à-dire à empêcher l'affouillement dans la partie supérieure du torrent.»

C'est ainsi qu'en 1928, les CFF avec la participation de la Confédération et de l'Etat du Valais, décidèrent la correction du torrent, en créant toute une série de seuils dans la partie haute du Saint-Barthélemy, que nous avons évoqués plus haut.

La correction totale de ce torrent comprend deux grandes dates :

- 1928 : la première correction ;
- 1971 : la seconde correction : une 1<sup>re</sup> étape en 1971 et une 2<sup>e</sup> étape en 1982.

## 2.2 La première correction

Il est peut-être intéressant de citer ici le message du Conseil d'Etat au Grand Conseil en date du 22 février 1927, rappelant la clé de répartition des coûts habituellement appliquée à l'époque :

«La répartition des frais suivant entente entre les intéressés opérera sur la même base qui fut fixée par la Commission rhodanique pour les travaux de correction du Saint-Barthélemy exécutés en 1911 et 1912, à savoir :

» Confédération	40%
Etat du Valais	25%
Chemins de fer fédéraux	16%
Ville de Lausanne	14%
Commune de Saint-Maurice	5%

La présence de la Ville de Lausanne à la réalisation de l'œuvre montre l'importance

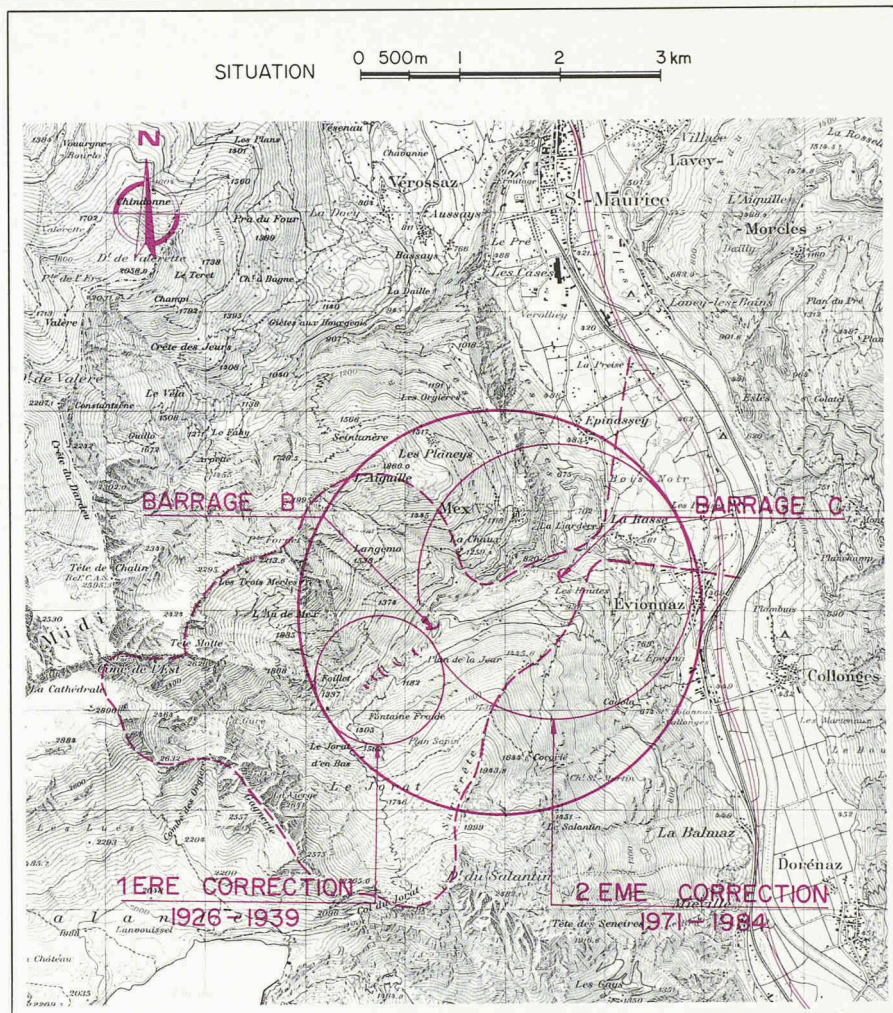


Fig. 17. — Situation des deux principales corrections du Saint-Barthélemy. (Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie du 15.3.1985.)

tance qu'avait encore à cette époque la ligne internationale du Simplon-Orient-Express, en plus des concessions hydrauliques qu'elle possédait sur le Rhône. Comme il se doit, les travaux d'envergure commencèrent cette fois-ci dans la partie supérieure du lit. Ils eurent un double but à remplir, et là, nous citons encore Jambe :

«En premier lieu, arrêter l'érosion profonde de 15 m et plus qui s'est produite dans les éboulis puis exhausser le plus possible le fond du lit en le consolidant pour empêcher que l'érosion ne continue et n'entraîne l'éboulement des rives.»

Le parti adopté est intéressant. Il s'inspire d'une part de la méthode classique jusqu'ici en vigueur, celle des coffres en bois et pierres dont nous avons parlé plus haut et de méthodes plus récentes, telles la maçonnerie de pierre hourdie au mortier de ciment. En effet, la hauteur exceptionnellement grande, pour l'époque, des barrages projetés exigea qu'ils soient exécutés de la sorte. Les pierres étaient rares et coûteuses à cet endroit. Il en résulta une construction mixte intéressante, faisant appel aux deux modes de construction qui s'avèrent très efficaces.

Les caissons servirent tout d'abord à combler le fond de la gorge en s'appuyant sur le terrain meuble, tandis que la maçonnerie reposait sur un arc de

décharge dont les appuis allaient chercher la roche en place. Les figures publiées déjà en 1929 dans le *Bulletin technique de la Suisse romande* donnent une bonne image de la conception de ces seuils qui marquèrent une étape importante de leur développement, en ce sens que, pour la première fois, on osa des ouvrages de plus de vingt mètres de hauteur (fig. 18).

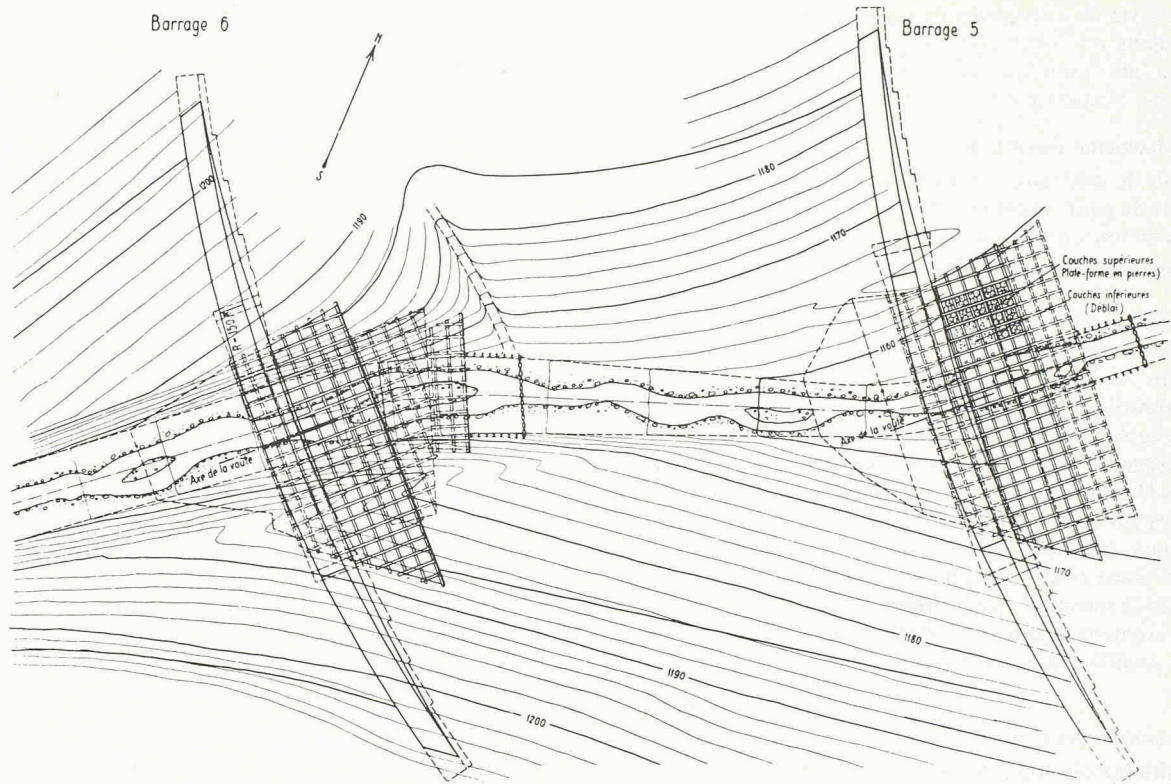
La notion de seuil passait à celle de barrage. Le coût de cette opération, qui comprenait huit barrages, fut budgeté à Fr. 4 000 000. —, un chiffre très élevé pour l'époque.

Il est peut-être intéressant de relever que les principaux partenaires de l'œuvre furent la Confédération et les CFF pour 94% du coût des travaux qu'ils se partagèrent à peu de choses près, le Canton et les Communes n'intervenant que pour 6%. Un nouveau message du Conseil d'Etat au Grand Conseil daté du 3 novembre 1938 précise cette répartition valaisanne des frais où l'on voit apparaître pour la première fois la Commune d'Evionnaz :

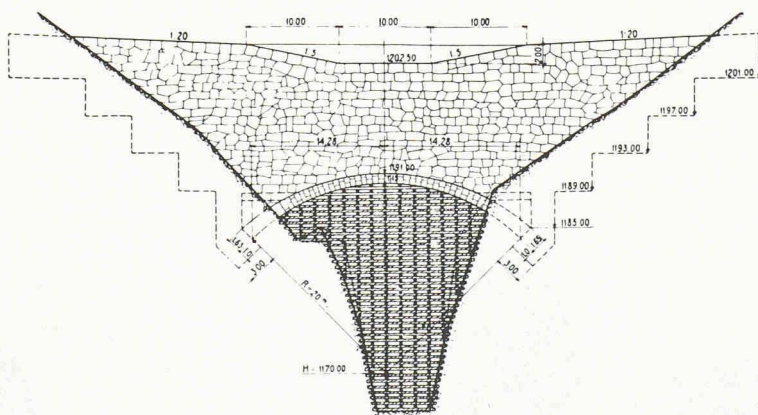
— Etat du Valais	4,5%
— Commune de Saint-Maurice	1,18%
— Commune d'Evionnaz	0,32%

Il est probable que cette faible participation du Canton du Valais est à rechercher dans l'ampleur de la catastrophe qui avait fortement frappé l'opinion publique



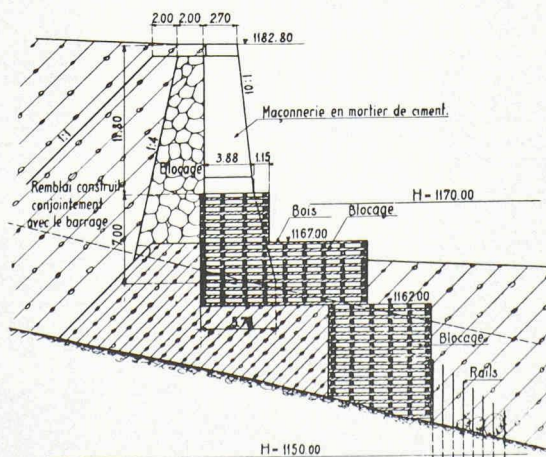


Plan de situation des barrages 5 et 6. — Echelle 1 : 800.

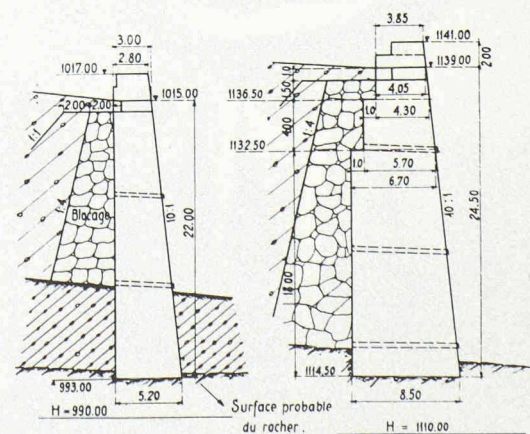


Barrage 6. — Elévation 1 : 800.

Types de barrages pour la correction du St-Barthélemy.



Coupe du barrage 5.



Coupes dans l'axe des barrages 1 (à gauche) et 3 (à droite).

Echelle 1 : 600.

Fig. 18. — Plan des seuils de la première correction du Saint-Barthélemy. (Bulletin technique de la Suisse romande n° 10 du 18 mai 1929).



nationale; le coût élevé des travaux et la crise qui sévissait à cette époque n'y sont pas étrangers non plus.

On verra plus loin que la répartition actuelle est beaucoup plus diversifiée.

### 2.3 La deuxième correction

Dès 1970, de nouvelles érosions sur la rive droite du cours supérieur et des mouvements de terrain sur le versant gauche apparaissent en aval de la première correction.

La Confédération, l'Etat du Valais et les CFF, constitués en une Commission technique, reconnaissent la nécessité d'une nouvelle intervention.

En 1974, après les démarches administratives d'usage, le Service fédéral des Routes et des Dignes accorde l'autorisation et alloue des subventions pour l'exécution des travaux, prévue en deux étapes. La première étape concerne la partie haute du torrent, la seconde la partie basse, plus particulièrement la gorge en aval du torrent des Availloz, et le cône de déjection (fig. 19).

#### a) La première étape ou le barrage B

L'idée initiale était de surélever quelques seuils de la première correction, pratiquement totalement recouverts et de continuer celle-ci par une série de trois seuils classiques en béton. En ce qui concerne ces derniers, une analyse sérieuse du site, tant sur le plan topographique que géologique et des études comparatives techniques et financières poussées débouchent sur la solution d'un seul barrage. Les travaux débutent en novembre 1973 pour être achevés dans le courant du printemps 1975 (fig. 20).

Haut de 40 m, il est placé à l'endroit d'un verrou granitique directement en amont du torrent des Availloz. Il est en effet possible de construire là un barrage-voûte élevé grâce à la qualité des appuis rocheux.

#### Géologie

Une étude approfondie du site par le professeur Héli Badoux de l'Université de Lausanne, centrée sur le verrou où sera implanté le barrage, fait l'objet d'un rapport dont nous donnons ici les grandes lignes:

«Les terrains rencontrés sont, en passant des plus anciens aux plus récents:

- a) les Gneiss occupant le flanc nord du Salantin, y compris la zone d'appui du barrage;
- b) le Trias comprenant plusieurs niveaux:
  - 10 à 20 m de grès quartzitique
  - schistes argileux luisants de couleurs variables
  - cornieuls, roche carbonatée vacuolaire blanche ou jaune
  - dolomites claires en petits bancs;
- c) le Malm formant la moitié inférieure de la haute paroi de Frachette;
- d) le Quaternaire représenté par deux formations:
  - la plus ancienne, la moraine;
  - la plus récente, les éboulis de Flysch couvrant toute la région des Availloz.»

Le torrent du Saint-Barthélemy dans la période pré-wurmienne passait à l'est de l'éperon actuel; pendant la glaciation wurmienne, la vallée creusée a été remblayée de matériaux morainiques. Le

Saint-Barthélemy post-wurmien emprunta le lit actuel; en s'approfondissant, il a fini par atteindre le flanc gneissique nord de la vallée pré-wurmienne. Il a creusé une étroite gorge épigénétique pour atteindre l'ancienne dépression morainique longeant le pied de la paroi de Frachette.

L'entrée de cette gorge a été choisie pour y appuyer le barrage-voûte.

M. Badoux poursuit:

«L'appui rive droite est constitué par un éperon de gneiss granitisé flanqué au nord du placage des grès triasiques.

» Sur la rive gauche, la disposition est semblable. La présence du couloir des Availloz rempli de Flysch éboulé ne diminue en rien la solidité de l'appui.»

#### Le barrage (fig. 21)

Il s'agit d'un barrage-voûte reposant et s'appuyant comme on vient de le voir sur une assise rocheuse de gneiss granitisé d'excellente qualité. Sa hauteur est de 40 m; son épaisseur de 4 m est constante sur toute la hauteur.

Le rayon à l'axe du cylindre est de 40 m. Son volume est de 12000 m<sup>3</sup>.

Les pressions maximales sur la roche sont de l'ordre de 50 kg/cm<sup>2</sup>.

L'intérêt de cette solution qui est particulier au site réside dans le fait que:

- elle permet de retenir une grande quantité de matériaux charriés par le torrent, grâce à l'importante cuvette qui se trouve en amont;
- elle provoque une surélévation importante du lit du torrent constituant ainsi une stabilisation défini-



Fig. 20 — Vue du barrage B sur le Saint-Barthélemy.

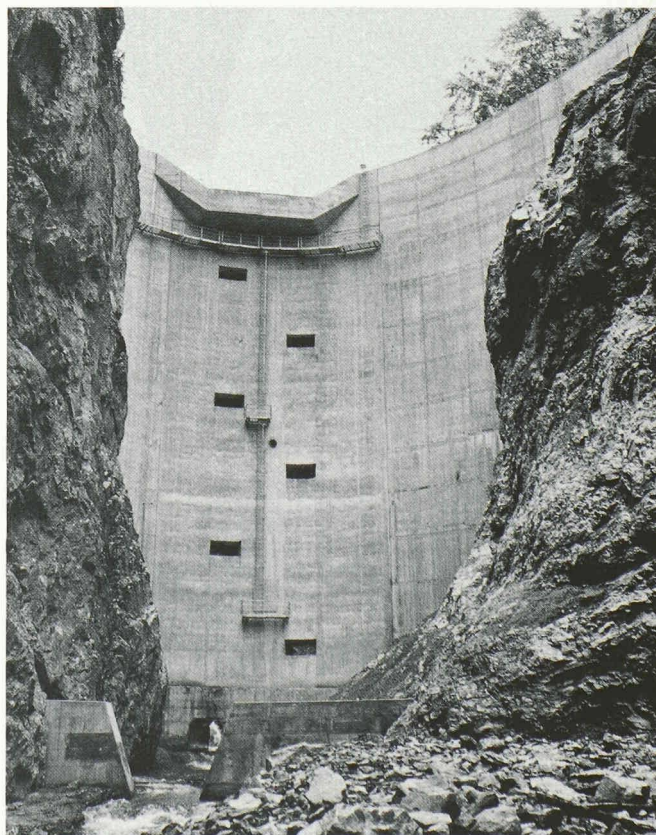


Fig. 22. — Vue du barrage C sur le Saint-Barthélemy.



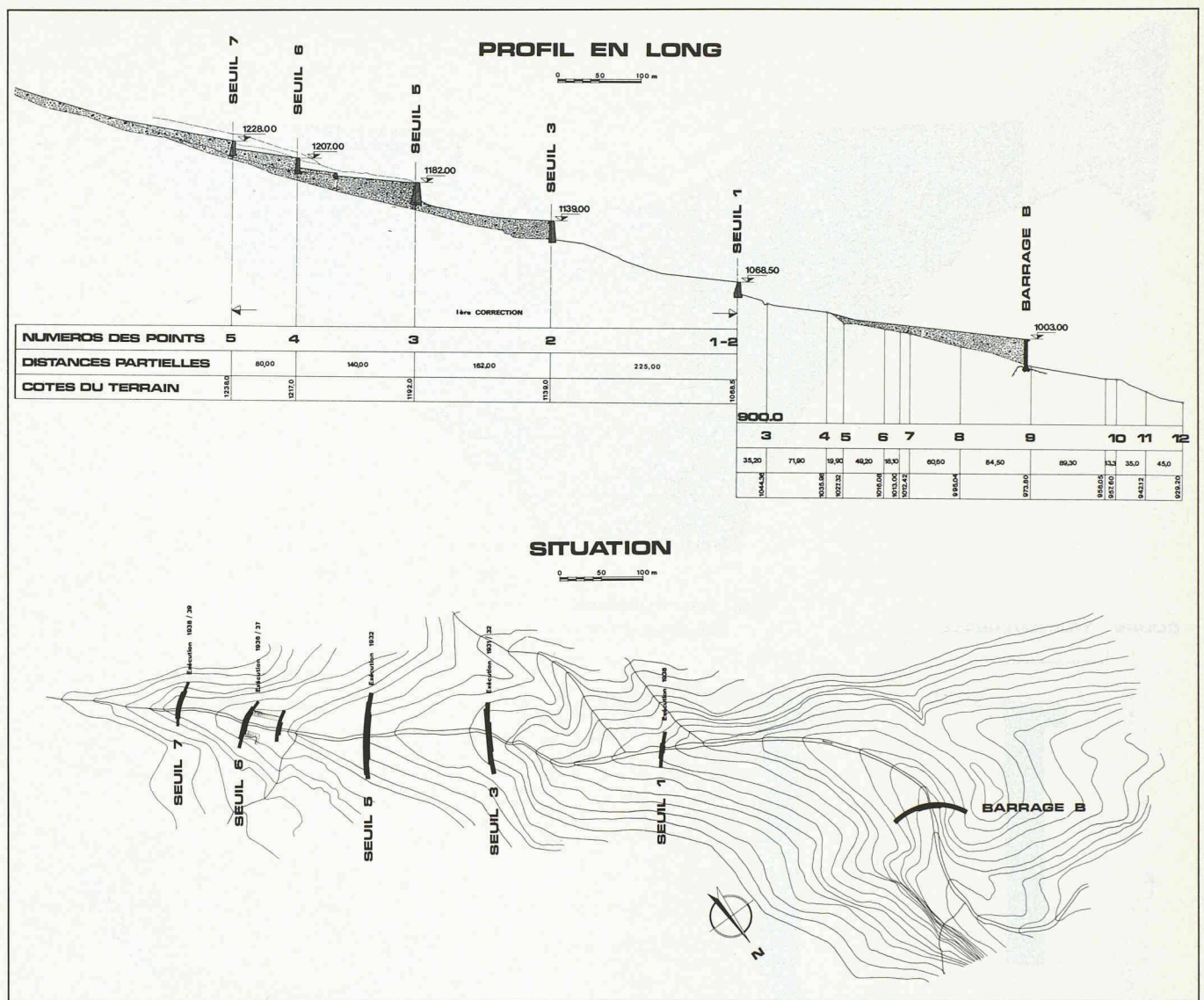


Fig. 19. — Situation et profil en long montrant l'emplacement du barrage par rapport à la première correction.

tive des flancs de cette cuvette, pratiquement jusqu'au seuil n° 1 existant ; — elle permet une forte réduction des cubes de béton par rapport aux trois seuils envisagés, donc une sérieuse économie.

Le déversoir, d'une capacité de 50 m<sup>3</sup>/sec, est recouvert de moellons de granit.

Une série de barbacanes est prévue pour diminuer la poussée hydrostatique.

Les cas de charges pour lesquels ce barrage a été calculé sont donnés dans la fig. 21.

L'écoulement se fait en chute libre.

Un bassin amortisseur créé par la confection d'un avant-seuil permet de détruire l'énergie cinétique de la chute.

#### b) La deuxième étape ou le barrage C

La deuxième étape comprend la création d'un second barrage d'une hauteur de près de 45 mètres, le barrage C, situé à quelque 1500 mètres en aval du barrage B et, surtout, en aval du couloir de l'Availloz rempli de Flysch éboulé. Ce dernier constitue en effet actuellement la menace la plus directe pour les CFF, les routes nationales et cantonales (fig. 22). La décision de le construire est prise en novembre 1978.

Le 26 février 1981, une importante séance réunissait la Confédération, l'Etat du Valais, les CFF, ainsi que les Communes intéressées, qui permettait de définir la participation financière de chacun à l'ouvrage.

A ce propos, il est intéressant de remarquer que la notion de subventions a nettement évolué depuis 1929 et ceci dans le sens d'une meilleure répartition des frais entre tous les intéressés. La Confédération et les CFF ne sont plus seuls à financer la grande part de l'ouvrage. En effet, la clé de répartition sera la suivante :

Confédération	33 %
Canton	25 %
CFF	19 %
Routes nationales	15 %
Routes cantonales	5 %
EOS	1,5 %
Communes d'Evionnaz, Mex, St-Maurice	1,5 %
Total	100,0 %

Les travaux sont mis en soumission le 31 janvier 1982 pour être adjugés le 28 avril de la même année par l'Etat du Valais, maître de l'ouvrage. Ils sont dès lors entrepris et terminés au printemps 1984.

#### La géologie

Il s'agit bien ici de la géologie du site dont le professeur Héli Badoux établit le relevé :

« Il nous paraît intéressant de rappeler les ensembles rocheux ou meubles formant le sous-sol de la région, en allant des terrains les plus anciens aux plus récents.

— Les gneiss forment la base du socle. Ce sont des roches dures comportant le même assemblage de minéraux (quartz, feldspath et mica noir ou vert) que le granit, mais présentant une structure litée ou rubanée absente dans le granit. Ces gneiss proviennent de la transformation de roches sédimentaires détritiques dans les profondeurs d'une ancienne chaîne édifée à la fin de l'ère primaire à l'emplacement des Alpes. La transformation ou métamorphisme de ces anciens sédiments s'est faite à l'état solide, sous de hautes pressions et températures, par le développement des minéraux précités aux dépens de l'argile, du sable et du calcaire du sédiment primitif.

Mais, à de plus grandes profondeurs où les températures dépassaient le point de fusion de ces minéraux, se formait un bain silicaté, sorte de verre fondu ou magma, dont le refroidissement fera



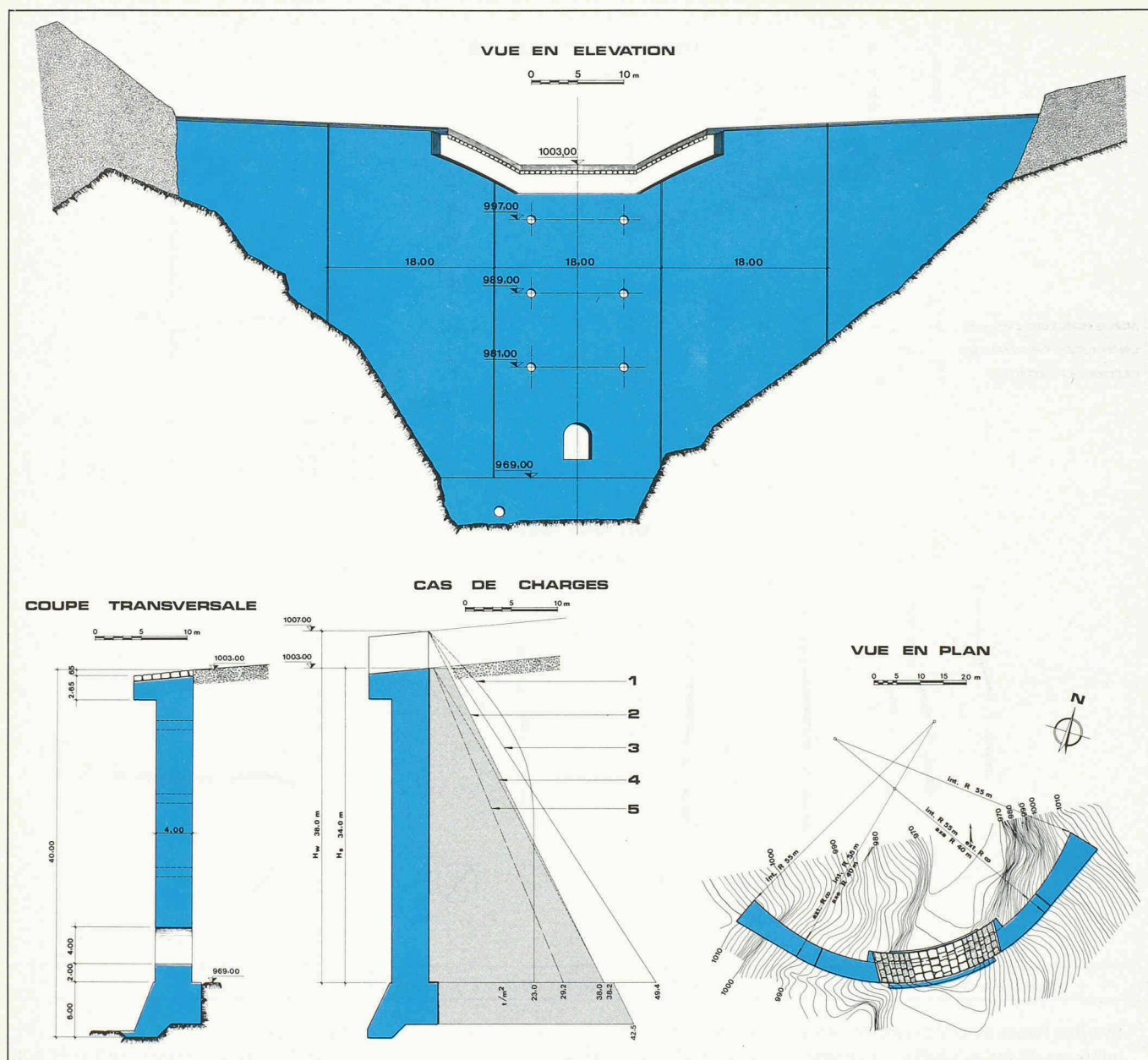


Fig. 21. — Caractéristiques techniques du barrage B, cylindrique.

1 Poussée active selon Terzaghi y compris majoration due à la rigidité du mur + percolation. — 2 poussée active + 70% pression hydrostatique  $P_1 = E_a + 70\% W = 100\% W$ . — 3 poussée active + 100% pression hydrostatique  $P_2 = E_a + 100\% W = 130\% W$ . — 4 Pression hydrostatique au cours d'un tremblement de terre +  $H = G/10$ . — 5 Poussée active du remblai au cours d'un tremblement de terre +  $H = G/10$ .  
Les cas 1 à 3 ont été calculés pour une crue avec  $H_w = 38,0$  m. — Les cas 4 et 5 ont été calculés pour la hauteur du remblai futur  $H_s = 34,0$  m.

naître le granit, soit un assemblage de micas, de feldspaths et de quartz, sans orientation préférentielle. La basse vallée du Saint-Barthélemy se situe dans la zone des gneiss granitisés, soit dans la zone de passage entre les gneiss et le granit.

Cette ancienne chaîne dite hercynienne fut ensuite complètement arasée par l'érosion et c'est sur une surface plane que la mer va s'avancer au début de l'ère secondaire et déposer les terrains sédimentaires suivants :

— Le trias, série de couches superposées, débute par les quartzites, anciens sables cimentés par du quartz et plaqués sur le gneiss.

Ce sont les anciennes plages de la mer triasique.

Vers le haut, les bancs de quartzites s'amenuisent et disparaissent, cédant la place aux argilites. Ces argilites bigarrées, rougeâtres, violettes ou vertes,

constituent un niveau tendre, facilement attaqué par l'érosion. Des schistes beiges, dolomitiques au sommet de ce niveau, annoncent les cornieules du trias supérieur.

— Le jurassique supérieur ou malm détermine les hautes parois que domine la plateforme de Mex. Il est fait de calcaire à pâte sombre et patine bleutée, en bancs d'épaisseur variable. Il résiste bien à l'érosion.

Lors de la formation des Alpes, ce dispositif a été basculé. Au sud, le socle métamorphique débarrassé par l'érosion de sa couverture sédimentaire constitue le massif du Salentin.

Le trias tendre détermine la zone déprimée qui limite le socle vers le nord — Col du Jorat, en gros le Vallon du Saint-Barthélemy, sauf vers son débouché dans la vallée du Rhône.

— Les terrains meubles datent de la dernière glaciation quaternaire. Ce sont les

moraines, dépôts glaciaires formés d'un ensemble de blocs de dimensions diverses et de nature variée (gneiss, grès, calcaire), pris dans une matrice argilo-sableuse plus ou moins caillouteuse. Au pied des parois, des éboulis, faits de blocs généralement de faibles dimensions, recouvrent les zones peu déclives.

—Le cône de déjection du torrent du Saint-Barthélemy s'inscrit en fin d'énumération. Il comporte un matériel détritifique très hétérogène, allant des sables et des galets jusqu'aux blocs de plus de  $100 \text{ m}^3$ .

Le choix de l'emplacement de l'ouvrage se situe en amont du coude que forme le torrent au débouché, à l'endroit où la gorge est haute et étroite, de plus invisible de la route.

Dans ce secteur, les parois latérales sont hautes et raides, séparées au niveau du torrent par quatre mètres d'alluvions



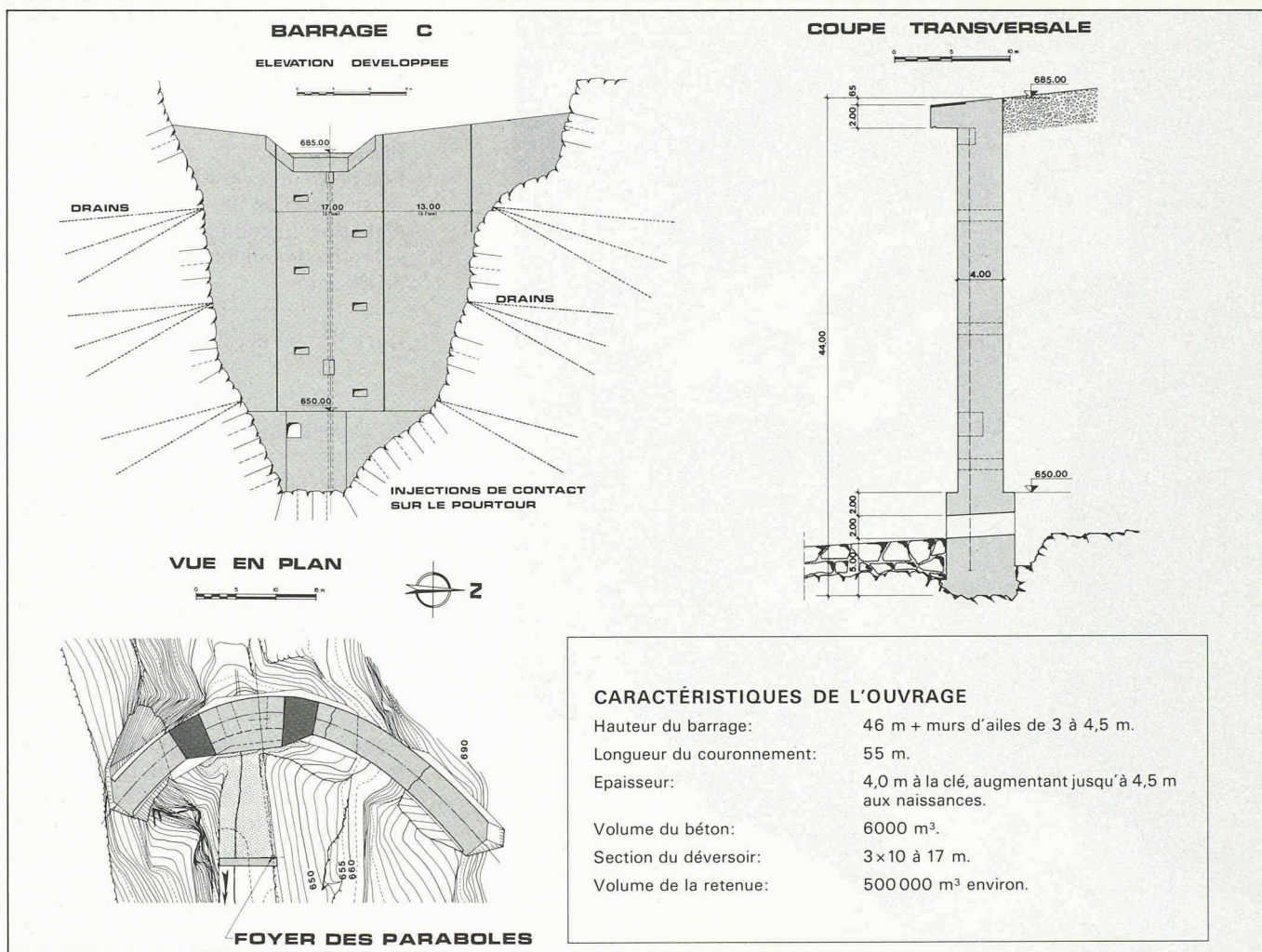


Fig. 23. — Caractéristiques techniques du barrage C, parabolique.

révélées par les forages entrepris à cet endroit.

Les deux côtés de la gorge sont taillés dans les gneiss plus ou moins granitisés. Cette roche, riche en quartz, est parfaitement saine et dure. Elle est recoupée par des diaclases de directions quelconques, cicatrisées ou non.

Le barrage (fig. 23)

Le barrage C est également un barrage-voûte reposant et s'appuyant sur une assise rocheuse d'excellente qualité comme on vient de le lire, mais qui réservera malgré tout quelques surprises comme on le verra par la suite.

Sa hauteur est de 44 mètres. Son épaisseur de 4 m, prévue constante à l'origine, a dû être modifiée et devenir variable de 4 à 4,50 m.

En effet, lors du minage des assises latérales en rive droite sont apparues des diaclases ou cassures parallèles à la gorge qui nécessiteront le déplacement de l'axe de l'assise vers l'amont.

Celui-ci se fit en substituant à l'ancien axe du barrage, formé d'un arc de cercle, un nouvel axe formé d'un arc parabolique dont les deux faces seraient constituées par deux paraboles de formule différente.

Le barrage est divisé en quatre plots à partir du socle de fondation polygonal en plan et de neuf mètres d'épaisseur. Les

joints entre ces plots sont pourvus d'un système d'injection permettant un clavage de la voûte une fois le retrait primaire acquis. Le plot central, le plus élevé, a été effectué au moyen de coffrages glissants (fig. 24).

Une grande ouverture au niveau actuel du torrent et six barbacanes dont le plot central permettront de laisser passer le torrent à son régime naturel et serviront, une fois les alluvions accumulées derrière le barrage, à réduire la pression hydrostatique et à favoriser, par l'effet de drainage, la consolidation des matériaux déposés.

Pour compléter ce drainage et, surtout, pour le cas où ces barbacanes seraient une fois bouchées, un système de drainage sous forme de huit forages de quinze mètres de longueur a été prévu sur chaque rive pour réduire le risque d'instabilité des assises dû à la pression hydrostatique à l'intérieur du massif rocheux.

A l'endroit de la culée des arcs supérieurs sur rive gauche, deux ancrages précontraints de cent tonnes chacun ont été nécessaires à cause du pendage défavorable de la roche et à cause de sa structure qui, dans le cas d'un remplissage total cumulé d'une pression hydrostatique, laisseraient craindre une stabilité insuffisante.

Un pendule, installé à l'axe du barrage, et des extensomètres, placés dans une zone fissurée sur rive droite, permettront de surveiller les déformations du barrage, respectivement celles de ses assises.

Les bases du projet, en ce qui concerne les cas de charges, sont les mêmes que pour le barrage B. En cas de séisme, une accélération de  $2/10 = 1$  m/sec agissant sur la masse du mur et du remblai a également été retenue.

Le béton fabriqué avec des agrégats d'un diamètre de 60 mm et avec un dosage de CP 275 kg/m<sup>3</sup> a une résistance moyenne de 32 kN/mm<sup>2</sup> à 28 jours.

Les armatures nécessaires au porte-à-faux du déversoir et au parement aval dans la partie inférieure du plot central sont du type III avec

$$\sigma_{0.2} = 46 \text{ kN/mm}^2.$$

Le déversoir, contrairement à celui du barrage B, n'a pas été revêtu de granit, mais de rails de chemins de fer, scellés dans la masse de béton, ceci pour des raisons d'économie.

L'avant-seuil procède aussi d'une nouvelle conception du matelas amortisseur. Il est dimensionné de telle façon, avec son ouverture centrale, qu'il peut retenir suffisamment de matériaux pour rompre l'énergie de la chute d'eau, et laisser passer sans autre l'élément liquide.



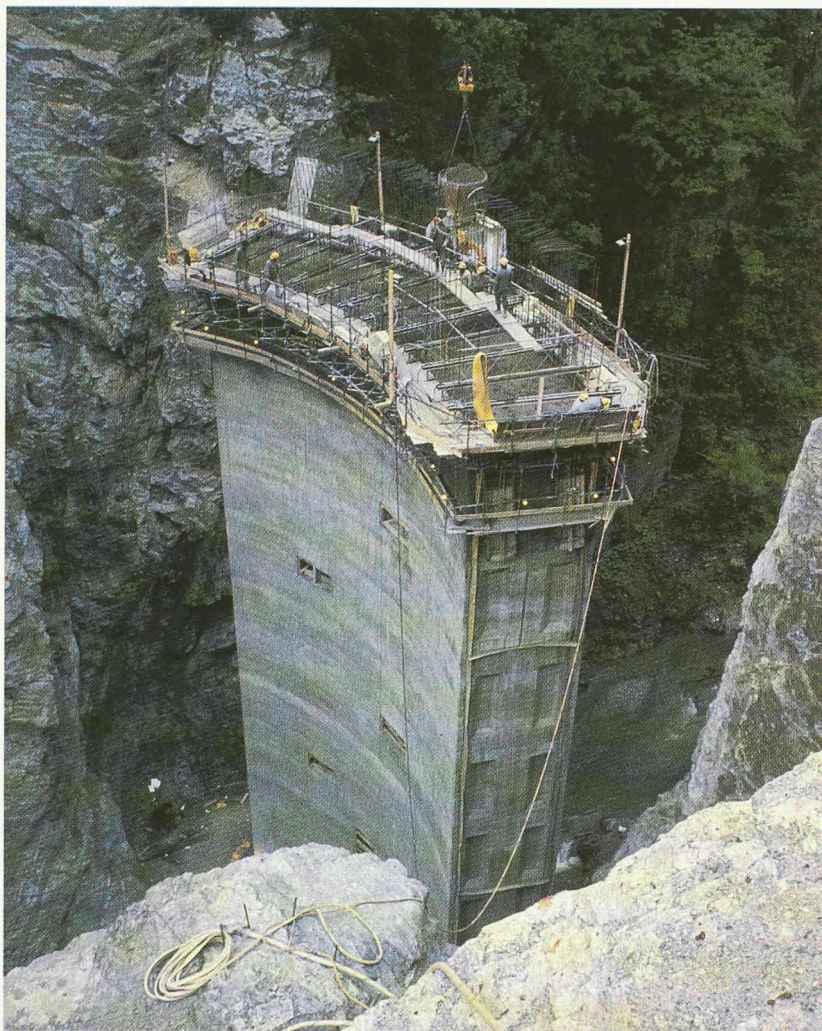


Fig. 24. — Plot central du barrage C monté par coffrage glissant.

#### Crédit photographique

Henri Germond, Lausanne (frontispice, 13)  
J.-M. Biner, Bramois (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 22)  
Michel Darbellay, Martigny (12)

## 2. 4 Considérations financières

L'intérêt de créer des barrages élevés là où ils sont possibles par rapport aux

seuils classiques est évident. Déjà le barrage B, avec ses 12 000 m<sup>3</sup> remplaçait trois seuils projetés de plus de 10 000 m<sup>3</sup> chacun.

Dans un site encore plus favorable, le barrage C n'a plus que la moitié du volume du B, malgré une hauteur plus élevée.

La fonction supplémentaire de retenue qui leur est dévolue augmente grandement la sécurité.

Le devis de la deuxième correction, établi en 1971, est composé comme suit :

Première étape :

Barrage B Fr. 3 800 000.—

Deuxième étape :

Barrage C Fr. 3 200 000.—

Étapes éventuelles futures :

— surélévation des seuils

de la 1<sup>re</sup> correction

— correction du cône

de déjection Fr. 2 000 000.—

Total Fr. 9 000 000.—

Il n'a pas été dépassé.

## 3. Conclusion

Il est intéressant de relever que l'évolution des seuils au cours des temps est parallèle à celle de la définition des corrections de torrent et du rôle qu'on leur attribuait. Il faut également retenir l'intérêt manifesté par les Instances fédérales de contrôle qui assimilent ce type de barrage à celui des plus grands, en exigeant un contrôle continu de son comportement.

Cette mutation du seuil classique au grand barrage de retenue ne peut être considérée que dans le cas très particulier de gorges étroites et hautes permettant, à volume égal, l'accumulation d'une masse importante d'éboulis.

Elle est significative des efforts constants des hommes soucieux d'en finir une bonne fois avec ce fléau imprévisible.

Le Valais, pays de montagnes par excellence, était prédestiné pour montrer le chemin dans la voie des corrections de torrents audacieuses et monumentales.

Adresse de l'auteur (mandataire des projets précités) :

Georges de Kalbermatten, ingénieur EPFZ-SIA, partenaire du bureau G. de Kalbermatten & F. Burri, P. Missbauer, associé, 39, rue de Lausanne, 1950 Sion

## Bibliographie

### Revue des revues

AS-65

Au sommaire de ce numéro de décembre 84-janvier 85 :

- problèmes de transformation et de construction de bâtiments dans les villes anciennes, par Markus Grob ;
- réflexions à propos de l'« assainissement » des villes anciennes par Gothold Hertig ;
- lettre à A. Krafft à propos de transformations, par Franz Oswald.

Outre ces trois textes, figurent les réalisations suivantes :

- transformation d'un immeuble locatif et commercial à Aarau, Hertig et Partner ;
- transformation et rénovation d'une maison d'habitation du

XVII<sup>e</sup> siècle à Berne, Franz Oswald ;

- transformation Hasenacker à Horgen/ZH, Pierre Zoelly ;
- rénovation maison familiale à Vezi/TI, Pietro Boschetti ;
- centre scolaire à Chambésy/GE, ACAU ;
- centre scolaire à Montana/VS, Groupe d'UA ;
- complexe scolaire à Savigny/VD, Frédéric Brugger et associés.

Ce cahier est composé de deux thèmes : la rénovation et les constructions scolaires ; nous apprécions la rigueur de ce groupement, quand bien même le genre de la présentation permet le classement selon des critères personnels.

Nous attirons tout particulièrement votre attention sur le texte du professeur Franz Oswald dans la rubrique « libre » : que de pudeur et de sensibilité face au passé ! Une grande leçon !

*Aktuelle Wettbewerbsszene 1/85.*

Au sommaire :

- bâtiment culturel et centre communal à Viège/VS ;
- reconstruction « Schützenmatte », Olten ;
- ateliers et habitations pour handicapés « Götschihof », Aegstertal/ZH ;
- école et bâtiment communal, Schmerikon/SG ;
- Euro Design' 84.

Pour tous les architectes, le concours de Viège était une confrontation au plus haut niveau ! Outre le très beau premier prix de l'équipe d'Emilio Bernegger, Bruno Keller et Eddy Quaglia de Lugano, on peut examiner le deuxième prix d'Aurelio Galfetti et le troisième de Nicolas Vallotton. Il faut aller au quatrième prix pour trouver le premier architecte valaisan, Jean-Gérard Giorla ! C'est dire si le jugement a eu de quoi surprendre nos amis valaisans ! Signalons encore un achat

très intéressant de Jacques Herzog et Pierre De Meuron. N'hésitez donc pas à vous procurer ce numéro en téléphonant au 01/252 64 66.

François Neyroud,  
arch. SIA

### Ouvrages reçus

Publications EMPA/LFEM n° 46/1984, Dübendorf et St-Gall :

Werkstoffbiologie (s. auch Textilien)

Insektizider Textilschutz — Bedeutung und neuere Entwicklungen, par E. Graf et B. Lanz.

Primärabbau, vollständiger Abbau und Abbauzwischenprodukte von Alkylphenoethoxylenen, par H. Brüscheiler, H. Gämperle et F. Schwager.

Massnahmen im Textilbereich im Blick auf die Ziele des Gewässerschutzes, par W. Schefer.