

Ponts et barrages en Suisse

Autor(en): **Bolens, Francis**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue économique franco-suisse**

Band (Jahr): **40 (1960)**

Heft 4-5: **Aménagement du territoire travaux publics**

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-887524>

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.

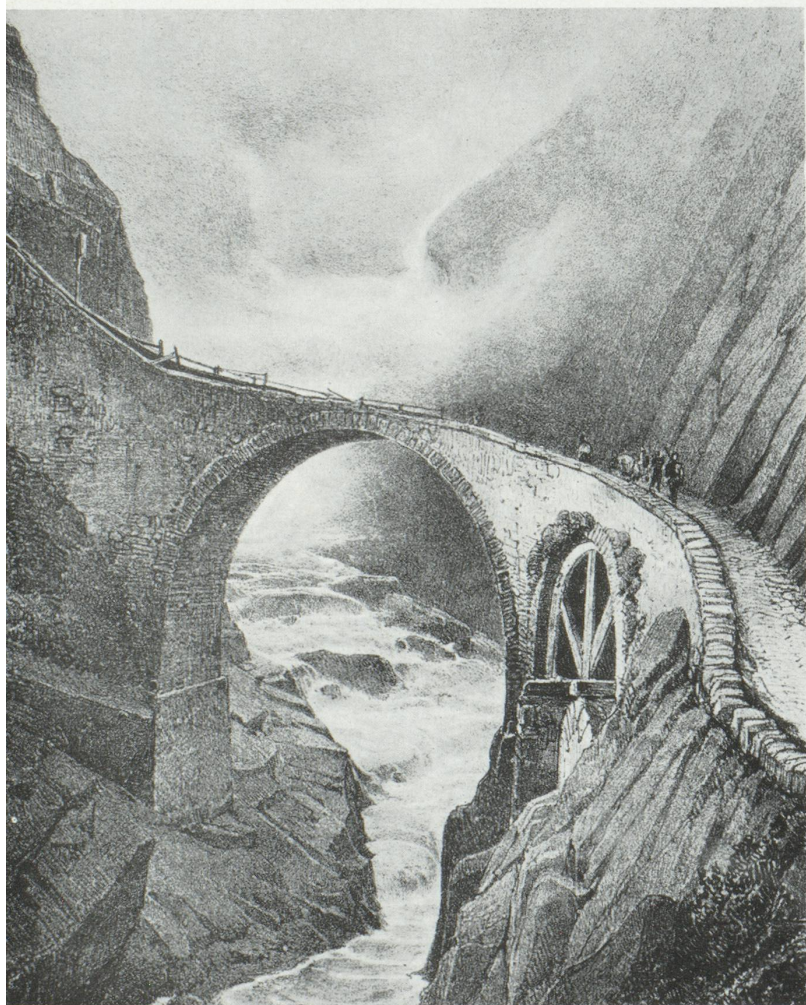
Haftungsausschluss

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.

PONTS ET BARRAGES EN

par Francis Bolens

Directeur de la Société Générale pour l'Industrie à Genève



Dans le défilé des Schöllenen, entre Audermatt et Göschenen, le légendaire « Pont du Diable »

Si l'on consultait la statistique, il est certain que la Suisse apparaîtrait comme étant l'un des pays les mieux dotés en ponts et barrages quant à leur nombre rapporté à la superficie ou à la population du territoire. Sa topographie accidentée avec toutes ses vallées a nécessité depuis toujours la construction d'ouvrages d'art sur les voies de communication qui franchissaient le carrefour de l'Europe. Qui ne connaît pas les « ponts romains » des routes alpestres avec leur gracieuse ligne en dos d'âne ou les ponts couverts en bois dont plusieurs, tel celui de Lucerne avec ses fresques originales, sont classés parmi les monuments historiques à protéger et à sauvegarder dans notre époque de l'acier et du béton précontraint. Mais le charme et la poésie qui se dégagent de ces témoins du passé doivent, dans cet article, s'effacer devant la hardiesse de nos constructeurs contemporains dont certains des ouvrages, il faut bien en convenir, ont aussi leur beauté, sensible surtout à l'œil du technicien qui reconnaît dans une structure matérielle le résultat de calculs et d'épures longuement méditées.

SUISSE



FRANCIS BOLENS

Et si l'on parle de barrages, il faut d'emblée souligner que la Suisse, qui a été un des premiers pays à mettre en valeur ses ressources hydrauliques — qui représentent à peu près ses seules richesses naturelles — possède un certain nombre d'ouvrages importants et de belle allure, bien que le souci de sécurité qui inspire les règlements de ses autorités de contrôle n'ait pas toujours permis à ses ingénieurs de concevoir jusqu'à maintenant des ouvrages aussi hardis que ceux que l'on peut admirer dans d'autres pays.



Le pont de Gueroz, à 190 mètres au-dessus du Trient (fig. 1)

QUELQUES PONTS

Rendons hommage tout d'abord à nos ancêtres en citant le pont de *Stalden* (Valais) de 43 mètres d'ouverture, construit en 1544 au-dessus d'une gorge très profonde et imaginons le travail audacieux des charpentiers d'alors pour édifier au-dessus de cet abîme le cintre en bois qui devait soutenir la voûte constituée par deux anneaux de pierres du pays.

Dès la fin de la première guerre mondiale, les ponts en béton armé ont fait leur apparition, devenant de plus en plus légers et hardis. Citons, par hasard, celui de *Gueroz* (fig. 1) (Valais), qui franchit les gorges du Trient à 190 mètres au-dessus du torrent avec une arche centrale de 98,56 m, celui des Chemins de Fer Rhétiques de *Langwies* (fig. 2) (Grisons) avec son élégante voûte de 100 mètres, et celui du *Gottéron* (arche de 116 m, fig. 3) qui a remplacé cette année un vieux pont suspendu dont la silhouette était classique dans les images de Fribourg.

On ne saurait parler des ponts en Suisse sans s'arrêter à celui dit de

la *Lorraine* situé à la sortie nord de la gare de Berne et qui a été achevé au début de la dernière guerre mondiale (fig. 4). Cet ouvrage, réalisé en béton armé, détient plusieurs records suisses : d'abord par sa longueur totale qui atteint 1 150 mètres constituée par une voûte de 150 mètres d'ouverture franchissant l'Aar, prolongée de part et d'autre par une série de cadres dont les portées maxima sont de 27,09 m. Puis par les charges qu'il supporte puisqu'il permet le passage simultané de quatre trains, ce qui en fait un des ponts les plus chargés; le poids propre de la voûte centrale est de 135 tonnes par mètre courant de pont auquel s'ajoute 40 tonnes par mètre courant pour la surcharge due au passage des trains, sans tenir compte des effets dynamiques. Il n'est pas étonnant que dans ces conditions la résultante des forces agissant sur chacune des culées de la voûte atteigne le chiffre impressionnant de 27 000 tonnes. Et pourtant, pour alléger dans toute la mesure du possible la voûte centrale, cette dernière a été évidée et comporte trois caissons constitués par les quatre arcs situés chacun



Le viaduc de Langwies, dans les Grisons (fig. 2)

sous une des quatre voies de chemin de fer. Les contraintes admissibles des matériaux employés pour la réalisation de cet important ouvrage sont de 100 kilogrammes par centimètre carré pour le béton et de 1 900 kilogrammes par centimètre carré pour l'acier de haute résistance, valeurs d'autant plus remarquables qu'elles ont été admises il y a bientôt un quart de siècle!

Pour terminer ce rapide tour d'horizon sur les ponts suisses, on peut encore citer deux ouvrages exécutés au cours de ces dernières années et qui présentent des caractéristiques originales.

Le viaduc en béton armé de Lancy (Genève), ouvert à la circulation en novembre 1954, se distingue par sa légèreté (fig. 5). D'une longueur totale de 148,45 m et d'une largeur de 16,10 m, il comprend, dans sa partie médiane, une arche de 50 mètres d'ouverture réalisée par deux arcs polygonaux dont l'épaisseur est de 0,35 m aux naissances et de 0,25 m à la clef. Quant à l'épaisseur des palées, elle varie de 0,25 à 0,33 m.

D'un tout autre type est le pont métallique de *San-Alban* sur le Rhin à Bâle (fig. 6) avec une ouverture centrale de 135 mètres et deux travées latérales de 57,50 m chacune. La chaussée, destinée uniquement au trafic des autos et des camions, bien entendu également à celui des piétons et des cycles, a une largeur totale de 22 mètres et est supportée par deux arcs métalliques espacés de 15,30 m. Sa construction, achevée au printemps 1955, a nécessité la mise en œuvre de 1 948 tonnes d'acier, de 2,3 t d'aluminium pour le garde-corps, de 32 000 rivets et de 63 kilomètres de cordon de soudure.

QUELQUES BARRAGES

Indépendamment de leur type (voûte, gravité, etc.), mais simplement au point de vue de leur fonction, les barrages suisses peuvent être classés en deux grandes catégories :

La première comprend les barrages en rivière, en vue de l'alimentation de centrales au fil de l'eau, telles les chaînes de barrages sur le Rhin entre Schaffhouse et Bâle, et sur l'Aar entre le lac de Bienna et son embouchure dans le Rhin, le barrage de *Verbois* sur le Rhône à l'aval de Genève, etc.

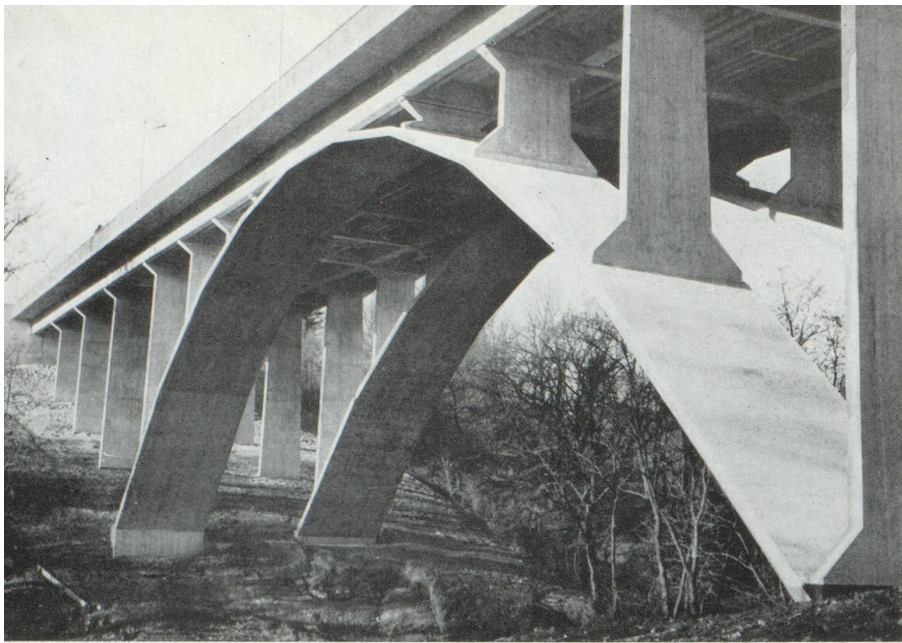
La deuxième embrasse les barrages construits dans les vallées alpêtres, généralement à haute altitude en vue de créer des réserves d'eau artificielles permettant la production

Page de droite : le pont de la Lorraine à la sortie nord de la gare de Berne, qui détient plusieurs records suisses (fig. 4)

Cet élégant pont de béton a remplacé, aux portes de Fribourg, le charmant vieux pont suspendu du Gottéron (fig. 3)







Le viaduc en béton de Lancy, près de Genève (fig. 5)

d'énergie d'hiver. Au début de l'année, on comptait en Suisse près de cinquante de ces ouvrages, accumulant environ 2 300 millions de mètres cubes d'eau.

Les barrages alpestres sont certainement de beaucoup les plus spectaculaires, qu'il s'agisse de celui de la *Grande Dixence* (type gravité) avec ses 285 mètres de hauteur, de celui de *Mauvoisin* (type voûte) de 237 mètres de hauteur, de la *Lienne* (voûte pure) de 160 mètres de hauteur, avec une épaisseur variant de 7 mètres au couronnement à 26 mètres à la base, ou encore du barrage voûte de la *Gougra* (145 m),

de celui arc gravité de *Sambucco* (130 m) et de l'élégante voûte de *Malvaglia* (92 m).

Une mention spéciale doit mettre en évidence la digue en enrochements de l'*Alpe de Gäschenen* qui, sans pouvoir rivaliser avec celle de Serre-Ponçon, est cependant remarquable avec son cube de 9 millions de mètres cubes, sa hauteur de 155 mètres, sa largeur à la base de 700 mètres, et son noyau central d'étanchéité réalisé par un « béton d'argile » traité de façon analogue à un « béton de ciment ».

Sans méconnaître le grand intérêt technique de la plupart des barrages

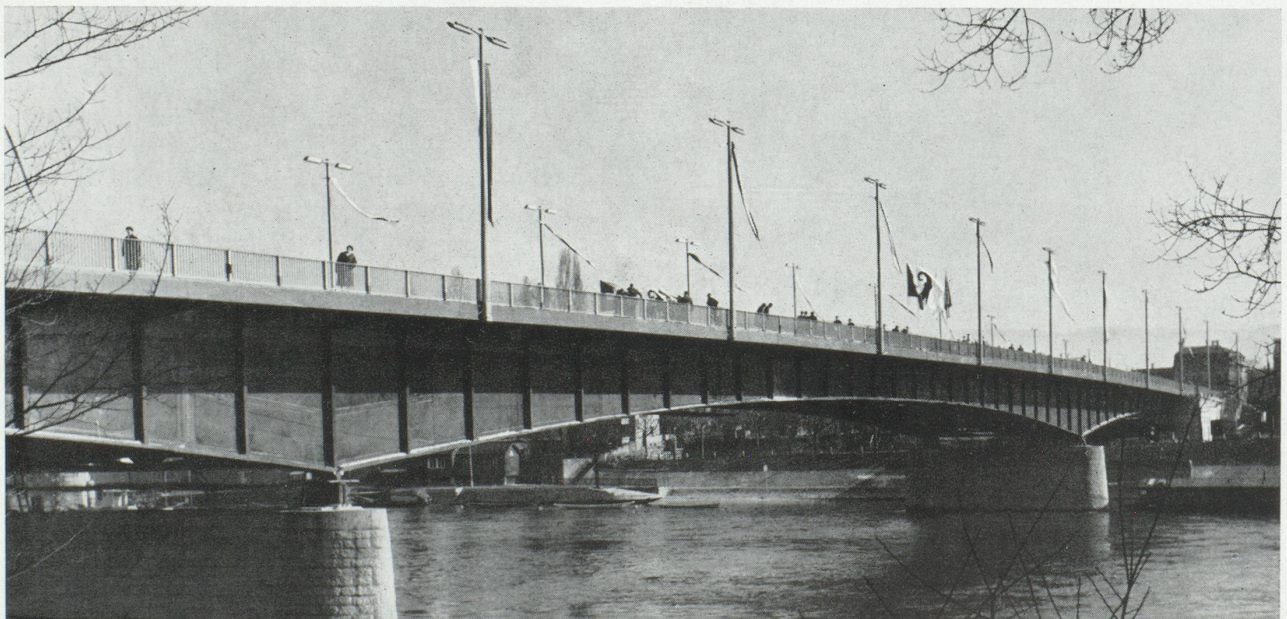
suisses, il ne sera sommairement décrit que trois barrages dans le présent article : Grande Dixence, Mauvoisin et Verbois.

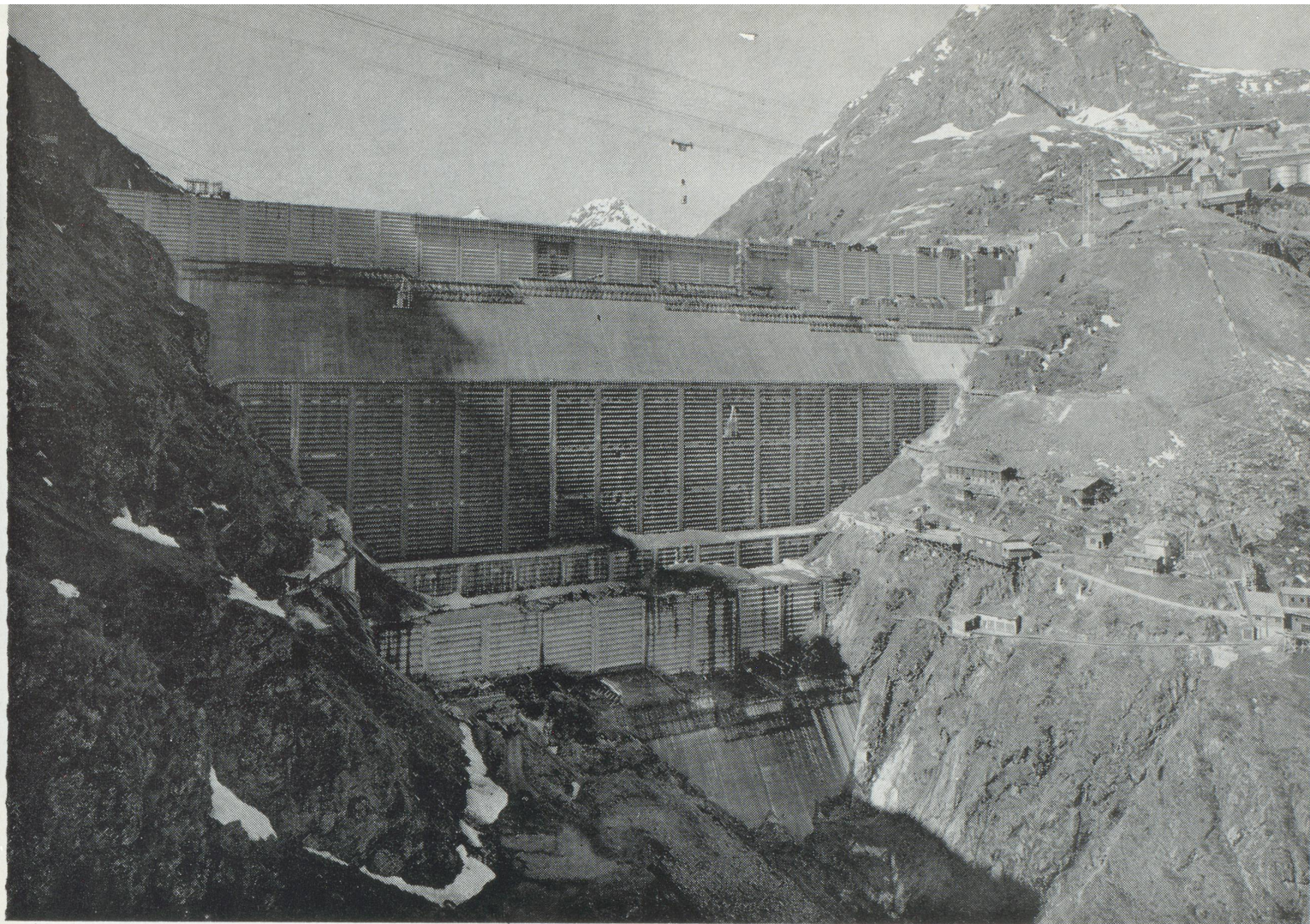
Barrage de la Grande Dixence

Bien que le barrage de la Grande Dixence ne doive être achevé qu'au cours de la campagne d'été 1961, ses dimensions et certaines de ses caractéristiques le placent dès maintenant à une place d'honneur parmi les grands ouvrages d'art de notre pays (fig. 7).

Majestueux au fond d'une des belles vallées du Valais qui aboutit à Sion, le pittoresque chef-lieu de ce canton, il retiendra, à une altitude maximum de 2 364 mètres, 400 millions de mètres cubes d'eau, prélevés jusque dans la vallée de Zermatt et qui lui sont amenés par un réseau souterrain de plus de 93 kilomètres de longueur. Il suffit d'indiquer que sa construction engloutira près de 6 millions de mètres cubes de béton et que sa hauteur au-dessus des fondations atteindra 285 mètres, pour l'avoir installé sur le piédestal d'où il domine, pour le moment tout au moins, tous ses frères du globe terrestre. Pour l'installation et la mécanisation de ce chantier gigantesque, il a fallu dépenser 81 millions de francs, ce qui a permis de disposer d'une cadence de bétonnage extraordinairement élevée qui s'est élevée à 9 250 mètres cubes par jour et à près de 200 000 mètres cubes en un mois. Les carrières d'extraction des agrégats s'étagent dans un paysage grandiose au pied

Le pont métallique de San-Alban à Bâle (fig. 6)





A 2364 mètres d'altitude, le barrage de la Grande Dixence (fig. 7)

des glaciers, à l'altitude de 2 900 mètres, ce qui n'a pas été sans poser des problèmes tout à fait particuliers. Quant au barrage lui-même, si son profil est très voisin de la silhouette classique du barrage-poids, il présente cependant quelques particularités. L'une d'elles est l'économie importante réalisée par un dosage moyen de l'ordre de 180 kilos de ciment par mètre cube de béton — le béton du corps du barrage, qui représente le 43 p. 100 du cube total, n'est dosé qu'à 140 kilos de ciment par mètre cube — ce qui a pu être obtenu grâce à la qualité et à la granulométrie de ses composants et par un contrôle continu et minutieux de sa résistance. Une autre est l'exécution progressive, par étapes transversales, de la masse du barrage afin de proportionner la stabilité de l'ouvrage à la poussée de l'eau, augmentant au fur et à mesure du remplissage de la retenue.

La figure 8 illustre le principe de ces diverses étapes séparées par des brèches longitudinales de 3,80 m. de largeur, dont le bétonnage a nécessité des précautions spéciales.

Barrage de Mauvoisin (fig. 9)

Implanté lui aussi dans une haute vallée valaisienne, à quelques kilomètres seulement à l'ouest du barrage de la Grande Dixence, cet ouvrage du type voûte permet l'accumulation d'une réserve de 180 millions de mètres cubes d'eau, à l'altitude maximum de 1 961,50 m. Son profil élégant contraste avec celui, massif, du barrage de la Grande Dixence puisque, pour une hauteur maximum de 237 mètres au-dessus des fondations, son épaisseur n'est que de 14 mètres au couronnement et de 53,50 m à la base. Aussi, le cube de béton à mettre en place ne s'est-il élevé

qu'à 2,03 millions de mètres cubes.

Cette vaste voûte, dont le développement au sommet atteint 520 mètres, a été découpée sur toute sa hauteur en blocs verticaux de 18 mètres de largeur, séparés par des joints appropriés et bétonnés de telle manière qu'en cours de travaux, elle apparaissait comme un formidable mur crénelé, à la manière d'une fortification gigantesque dressée au milieu d'un magnifique paysage alpestre.

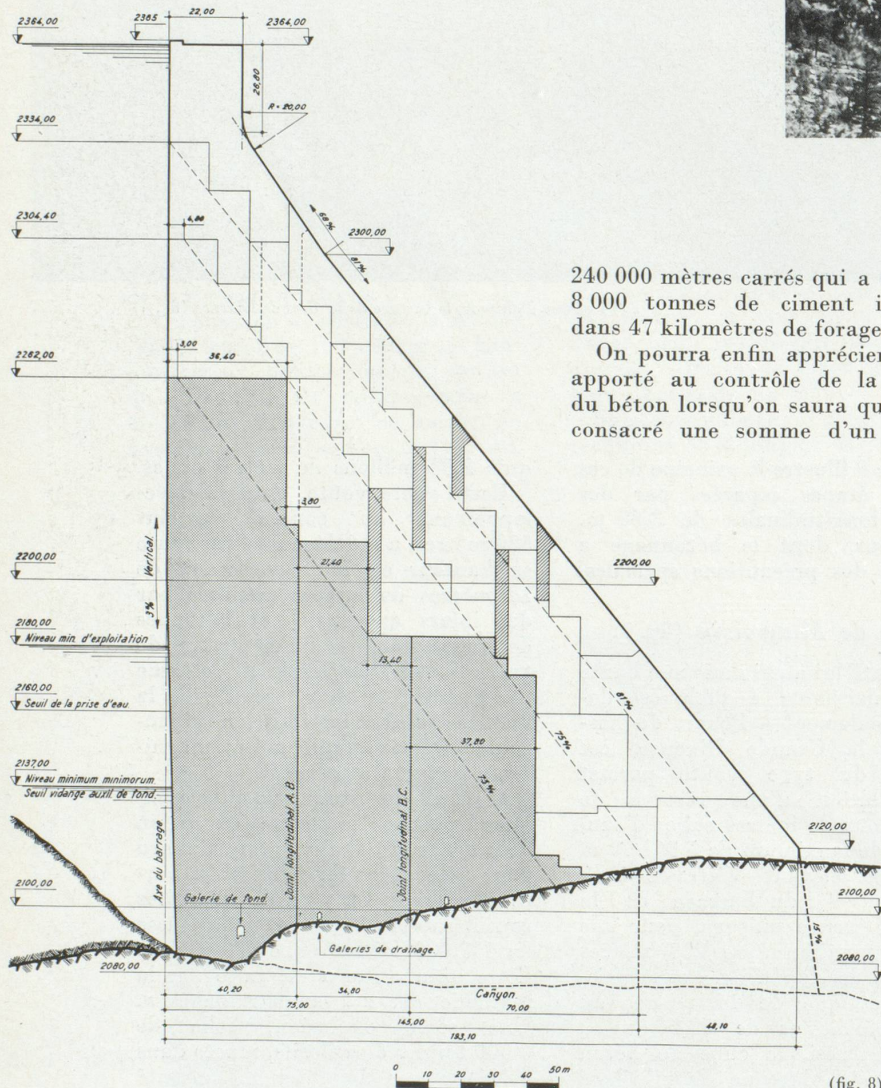
Il paraît intéressant de citer quelques aspects originaux de l'exécution de cet ouvrage. Il a fallu tout d'abord pour asseoir les fondations du barrage, enlever, en plus de quantités considérables d'éboulis, une masse de 450 000 mètres cubes de rocher. Cette excavation a été faite par la méthode des « grands minages ». Une seule explosion, celle de 6 000 tonnes d'explosifs, placés dans 6 000 mètres de forage, a amputé

de 100 000 mètres cubes un flanc de la montagne.

La mise en place du béton a été effectuée dans des conditions très favorables grâce à deux innovations : son étalage par un bulldozer et sa vibration mécanisée à l'aide de quatre vibrateurs placés sur la lame avant d'un engin monté sur chenilles.

Il faut également citer l'importance des injections, puisqu'à côté du « rideau secondaire » et des injections de consolidation du rocher, le seul « voile principal », c'est-à-dire celui qui prolonge le barrage en profondeur, a été descendu à 220 mètres au-dessous des fondations de ce dernier et constitue un écran de

Volume de l'accumulation : 350 000 000 m³ (Grande Durance, nouveau)
 Volume déjà accumulé : 50 000 000 m³ (E.O.S., ancien)
 Accumulation totale : 400 000 000 m³



Le barrage de Mauvoisin (fig. 9)

240 000 mètres carrés qui a englouti 8 000 tonnes de ciment injectées dans 47 kilomètres de forage.

On pourra enfin apprécier le soin apporté au contrôle de la qualité du béton lorsqu'on saura qu'il a été consacré une somme d'un million

de francs aux travaux et installations des laboratoires nécessaires à cet effet, ce qui représente une dépense de 0,50 francs par mètre cube de béton.

Barrage de Verbois

A vrai dire, il s'agit d'une usine-barrage, puisque la centrale est accolée au barrage et complète la fermeture de la vallée (fig. 10). Les quatre passes de cet ouvrage, de 14 mètres d'ouverture chacune, sont équipées de vannes-clapets pour le réglage du niveau de la retenue et de vannes de fond, du type secteur, qui entrent en action pour l'évacuation des crues ou lors des vidanges. Ces deux séries de vannes sont séparées par un corps creux en béton armé, à l'intérieur duquel sont aménagés tous les organes de commande des vannes, de sorte que — et c'est là une des originalités de cet ouvrage — le couronnement du barrage s'aligne, sans saillie aucune, sur la silhouette de la toiture de la centrale, ce qui permet à l'ensemble de l'ouvrage de s'inscrire paisiblement dans le paysage qui l'encadre.

Le panorama partiel qui vient d'être esquissé de quelques ouvrages suisses de génie civil est suffisant, semble-t-il, pour montrer que la technique suisse a su évoluer pour faire face aux problèmes que lui pose l'équipement du pays, en respectant les considérations économiques et de sécurité dont un ingénieur doit toujours tenir compte.

Si elle s'est parfois inspirée d'expériences faites dans d'autres pays, elle a souvent aussi innové, tant dans le domaine théorique que dans celui des réalisations. Les noms de plusieurs de ses ingénieurs ont passé dans le vocabulaire technique, car ils sont attachés à des formules et

à des méthodes de calcul employées fréquemment au-delà de nos frontières (granulométrie des agrégats, calcul des barrages-voûte, etc.).

Le barrage de la Grande Dixence est le plus haut barrage-poids du monde, celui de Mauvoisin détient le même record pour les barrages-voûte, et enfin le barrage en enrochements de l'Alpe de Gäschenen est le plus haut de ce type en Europe. Pour construire de tels ouvrages, il a fallu concevoir des installations de chantier à une échelle nouvelle et partiellement d'un type nouveau en raison de leur altitude élevée, et il a fallu également, étant donné les volumes considérables de

béton à mettre en œuvre, mécaniser à l'extrême les diverses opérations de manutention, comme aussi contrôler minutieusement et heure après heure les caractéristiques du béton de manière à réduire au minimum son dosage en ciment, tout en respectant les sévères conditions imposées quant à sa résistance et à ses comportements divers. Ce sont de telles particularités que viennent voir les nombreux spécialistes que notre pays est heureux d'accueillir chaque année sur les chantiers en cours.

Francis BOLENS

L'usine-barrage de Verbois sur le Rhône (fig. 10)

