

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 88 (1962)
Heft: 25

Artikel: Le barrage de Mauvoisin
Autor: Rambert, O. / Verrey, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-771857>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.07.2025

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

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

paraissant tous les 15 jours

ORGANE OFFICIEL

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (S.V.I.A.)
de la Section genevoise de la S.I.A.
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique
de l'Université de Lausanne)
et des Groupes romands des anciens élèves de l'E.P.F. (Ecole
polytechnique fédérale de Zurich)

COMITÉ DE PATRONAGE

Président: † J. Calame, ing. à Genève
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève

Membres:

Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.
Genève: G. Bovet, ing.; Cl. Groscurin, arch.; E. Martin, arch.
J.-C. Ott, ing.
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; R. Guys, ing.
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.;
M. Renaud, ing.; J.-P. Vouga, arch.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »
Président: D. Bonnard, ing.
Membres: Ed. Bourquin, ing.; G. Bovet, ing.; M. Bridel; J. Favre,
arch.; A. Robert, ing.; J.-P. Stucky, ing.
Adresse: Avenue de la Gare 10, Lausanne

RÉDACTION

Vacat
Rédaction et Editions de la S. A. du « Bulletin technique »
Tirés à part, renseignements
Avenue de Cour 27, Lausanne

ABONNEMENTS

| | | | | |
|--------------------------|--------|----------|----------|----------|
| 1 an | Suisse | Fr. 23.— | Etranger | Fr. 32.— |
| Sociétaires | » | » 23.— | » | » 28.— |
| Prix du numéro | » | » 1.60 | | |

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,
N° E 57 75, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, changements
d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie La Concorde, Terreaux 29,
Lausanne

ANNONCES

| | |
|---------------------|-----------|
| Tarif des annonces: | |
| 1/1 page | Fr. 320.— |
| 1/2 » | » 165.— |
| 1/4 » | » 85.— |
| 1/8 » | » 42.50 |

Adresse: Annonces Suisses S. A.
Place Bal-Air 2. Tél. (021) 22 33 28. Lausanne et succursales



SOMMAIRE

Le barrage de Mauvoisin, par O. Rambert et A. Verrey, ingénieurs EPUL à Electro-Watt S. A., Zurich.
Considérations sur l'observation des barrages, par Maurice H. Derron, professeur à l'EPUL.
Actualité industrielle (24). — Bibliographie. — Société suisse des ingénieurs et des architectes. — Avis à nos abonnés.
Documentation générale. — Documentation du bâtiment. — Informations diverses.

LE BARRAGE DE MAUVOISIN ¹

par O. RAMBERT et A. VERREY, ingénieurs EPUL à Electro-Watt S. A., Zurich

Introduction

L'inauguration de l'aménagement hydro-électrique de Mauvoisin a eu lieu le 17 septembre 1958. Il peut paraître superflu que quatre ans après cette inauguration on revienne à cet aménagement dans un article général; toutefois, pour ceux qui ont participé au projet et à la direction des travaux de ces ouvrages importants, pour ceux aussi qui ont lutté pour la réalisation de l'avant-projet de M. Albert Maret, pour ceux enfin qui ont fait admettre l'idée d'un grand barrage voûte au moment où l'on était enclin à ne réaliser en Suisse que des barrages poids (et dans le cas de Mauvoisin le volume de béton supplémentaire aurait été de l'ordre de 50 % par rapport au volume effectivement mis en place pour un barrage voûte), le temps de la construction de Mauvoisin restera marqué de façon toute spéciale. Il est particulièrement indiqué, pensons-nous, de revenir à cet aménagement dans une publication écrite en l'honneur de M. le professeur Alfred Stucky, vu la part importante qu'il a prise lors de l'élaboration du projet du barrage de Mauvoisin, lors du calcul et de la construction comme de la surveillance de cet ouvrage remarquable.

Aperçu historique

Elaboré à partir de 1944, l'avant-projet de l'aménagement des forces hydrauliques de la vallée de Bagnes a été mis au point par la Société Electro-Watt, Entre-

prises électriques et industrielles S. A., Zurich, ce qui a permis de passer à fin 1950 à la réalisation des usines de Fionnay et de Riddes, après que d'importants travaux préliminaires eurent été exécutés. En 1956, les deux centrales ont été mises en service et en 1958 le lac de Mauvoisin a été rempli pour la première fois.

Rappel des caractéristiques principales de l'aménagement de Mauvoisin

L'aménagement de Mauvoisin, dont le coût s'est élevé à 450 millions de francs environ, met en valeur les eaux de la Dranse de Bagne entre Mauvoisin, dans le val de Bagnes, et Riddes, dans la plaine du Rhône, sous une chute totale maximum de 1490 m. Il a été réalisé en deux paliers: Mauvoisin-Fionnay, avec usine souterraine de 127 500 kW sous 474 m de chute; Fionnay-Riddes, avec usine extérieure de 225 000 kW sous 1016 m de chute. Un palier supérieur, ou usine de Chanrion, est en cours de construction; il utilisera la chute comprise entre l'émissaire des glaciers principaux de la rive droite de la vallée de Bagnes et le niveau supérieur du lac de Mauvoisin.

Les concessions ont été accordées pour une durée de quatre-vingts ans; elles englobent un bassin versant

¹ Cette étude est tirée du Recueil de travaux offert au professeur A. Stucky, en hommage de reconnaissance, sur l'initiative de l'Association amicale des anciens élèves de l'Ecole polytechnique de Lausanne, le 27 octobre 1962, l'année de son 70^e anniversaire.

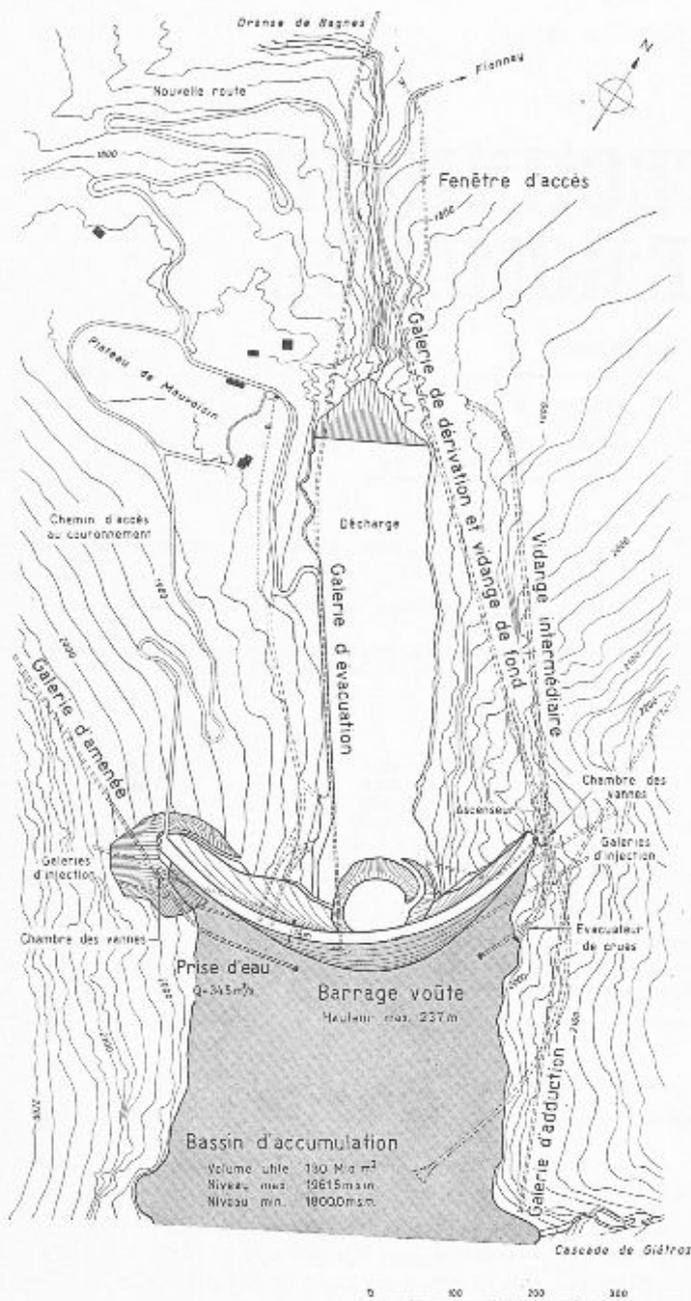


Fig. 2. — Plan de situation du barrage de Mauvoisin.

naturel de 114 km², s'étendant jusqu'à la frontière italienne, auquel il faut ajouter les bassins versants dérivés par deux courtes galeries d'adduction, soit 36 km² sur la rive gauche et 17 km² sur la rive droite, et le bassin versant intermédiaire recueilli par le palier inférieur, soit 21 km². Des 188 km² du bassin versant total, 41 % sont constitués par des glaciers ; le débit total utilisable en année moyenne, après déduction de la dotation de la rivière, est de 250 millions de mètres cubes.

La production brute d'énergie des trois premières années d'exploitation a été la suivante, exprimée en millions de kWh :

| Année | Hiver | Été | Total |
|---------|-------|-----|-------|
| 1958/59 | 368 | 333 | 901 |
| 1959/60 | 582 | 192 | 774 |
| 1960/61 | 541 | 307 | 848 |

La répartition entre l'hiver et l'été ne correspond pas exactement aux chiffres théoriques calculés pour

l'année moyenne, car la production est répartie par les exploitants selon leurs contrats de fourniture ; toute l'énergie d'été est de l'énergie de haute valeur, grâce au lac de Mauvoisin.

Le barrage de Mauvoisin

Le barrage est l'ouvrage le plus spectaculaire de l'ensemble. Situé à l'amont de Fionnay, dans les schistes lustrés d'une étroite gorge de la Dranse, il forme une retenue de 180 millions de mètres cubes, qui noie 208 ha de terrains inhabités et incultes sur 5 km de longueur et constitue une réserve de 537 millions de kWh.

La détermination de la forme du barrage et les calculs statiques furent confiés à M. le professeur Stucky. Il en est résulté un mur remarquablement élancé, dont voici les caractéristiques :

| | |
|--|------------------------------|
| Hauteur max. au-dessus de la fondation | 237 m |
| Longueur totale du barrage au couronnement | 520 m |
| Largeur du barrage au couronnement | 14 m |
| Largeur du barrage à la base | 53,5 m |
| Cote du couronnement | 1962,5 m |
| Cote max. du plan d'eau | 1961,5 m |
| Volume total de béton | 2,03 millions m ³ |

A cinq niveaux différents se trouvent des galeries de contrôle prolongées dans le rocher. Ces galeries ont servi pendant la construction à la liaison des deux rives et à la pose des conduites de réfrigération et d'injection des joints ; elles sont reliées entre elles par des puits situés dans le feuillet médian, à l'intersection des différents blocs.

Géologie

La géologie de l'aménagement du barrage de Mauvoisin a été étudiée d'abord par M. le professeur Maurice Lugeon, puis par M. le professeur Edouard Paréjas.

Le terrain de fondation est constitué par les schistes lustrés de la zone du Combin, intermédiaire entre la nappe du Grand-Saint-Bernard, à la base, et celle de la Dent-Blanche, au-dessus.

Ces schistes lustrés, de la cote du couronnement du barrage jusqu'à 200 m au-dessous de la galerie inférieure d'injection, soit sur une tranche de 435 m, présentent une homogénéité remarquable. Ce sont des calcschistes plus ou moins gréseux et argileux, parfois à pigment charbonneux avec séricite et pyrite. Ils peuvent être marmorisés. Il s'y intercale plusieurs niveaux ou lentilles de brèches à éléments de calcschistes ou de calcaires dolomitiques. Le relevé géologique des forages-pilote a permis de reconnaître partout une alternance de bancs compacts et de bancs plus schisteux et argileux. On distingue schématiquement de bas en haut :

- de 1510 à 1640 m environ, une zone inférieure où le faciès argileux domine avec quelques intercalations compactes sur la rive gauche ;
- de 1640 à 1700 m (rive gauche) ou 1750 m (rive droite), une zone moyenne compacte lardée de bandes argileuses ;
- au-dessus de la galerie inférieure d'injection et jusque vers 1800 et 1850 m, une zone supérieure mixte où les bancs compacts et argileux sont d'importance sensiblement égale et alternent régulièrement, surtout sur rive gauche.

Les zones moyenne et supérieure montrent un léger relèvement axial vers la rive droite.

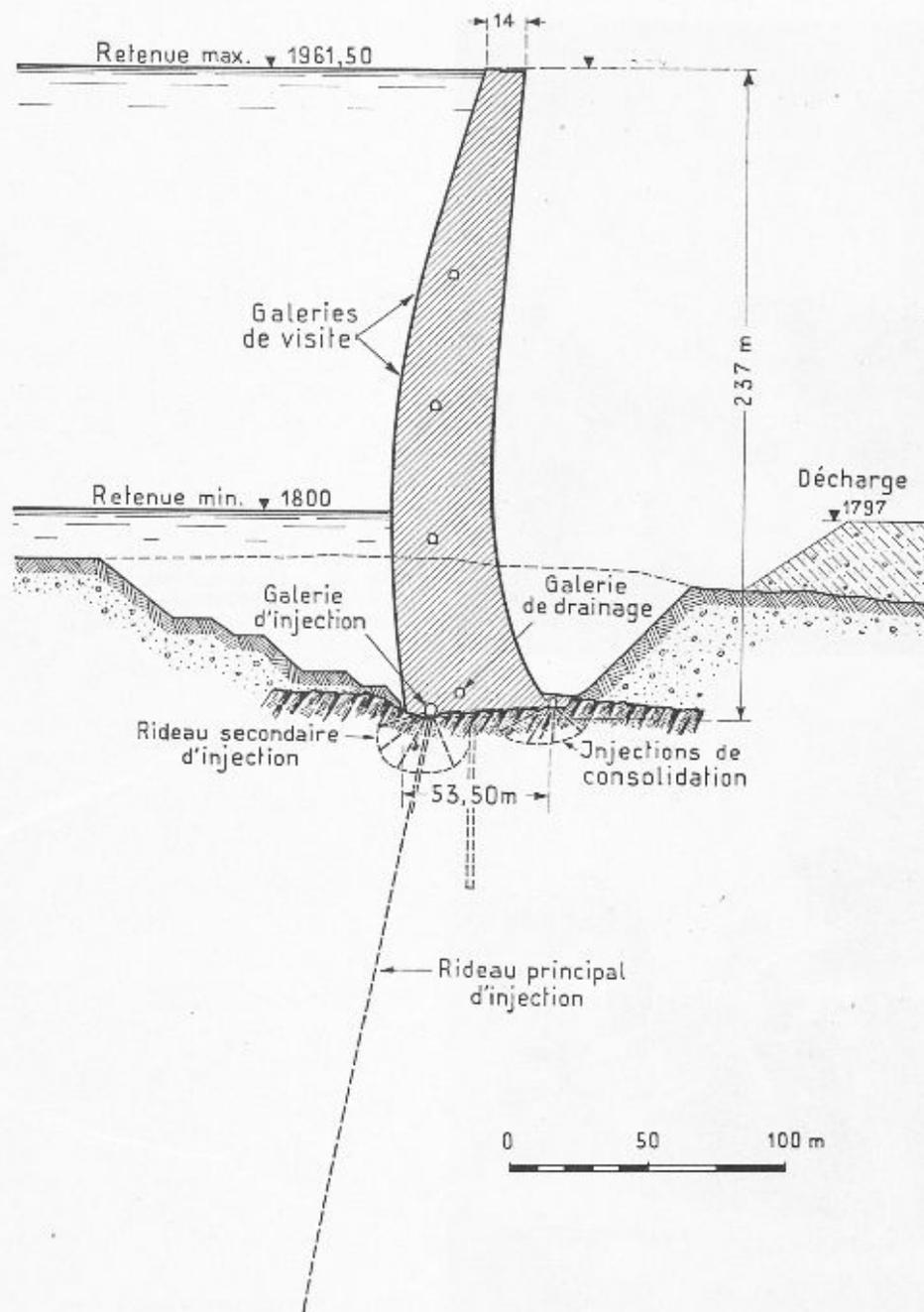


Fig. 3. — Coupe du barrage de Mauvoisin.

Injections

Les injections du rocher de fondation ont été faites avec un coulis de ciment stabilisé avec adjonction de 0,5 à 2 % de bentonite.

Le voile principal, incliné vers l'amont de 19 % sur la verticale, a pour but d'assurer l'étanchéité des roches d'assise du barrage en dessous et sur les côtés de celui-ci. D'une surface totale de 247 000 m², il totalise 51 km de forages, dont l'absorption moyenne de ciment est de 158 kg/m. Exécuté à partir de galeries d'injection vers le bas et vers le haut, sa profondeur atteint 220 m sous le pied du barrage.

Le rideau secondaire assure la liaison du corps du barrage avec le rideau principal et sert à renforcer ce dernier dans la zone de gradient hydraulique maximum. Il a été exécuté soit à partir de la galerie inférieure d'injection, soit à partir de la galerie de drainage, en

éventail dans des plans verticaux perpendiculaires au rideau principal et venant s'intercaler entre les forages de ce dernier. L'espacement était de 3 à 6 m selon les séries, et la pression d'injection de 20 à 60 kg/cm² suivant la profondeur du forage. Cet écran, d'une surface de 25 000 m², totalise 15 km de forages avec une absorption moyenne en ciment de 74 kg/m.

Les injections de consolidation renforcent le rocher dans la zone la plus sollicitée des fondations, au pied aval du barrage, sans toutefois étancher cette partie. D'une longueur totale de 10 km, les forages ont été exécutés depuis la galerie du pied aval du barrage et en partie depuis l'extérieur. L'absorption moyenne en ciment est de 38 kg/m.

Exécution

Différents procédés nouveaux ont été mis au point lors de l'exécution du barrage de Mauvoisin. Certains d'entre eux ont été développés et améliorés lors de la construction d'autres ouvrages semblables. Il s'agit principalement :

a) *Pour les excavations*, de l'utilisation des « grands minages ». Dès que les alluvions de la Dranse, les éboulis et la moraine de fond eurent été enlevés, il restait encore à excaver 450 000 m³ dans le rocher des appuis. Le délai d'exécution était court et il était délicat de prévoir un travail simultané à plusieurs niveaux dans les flancs extrêmement abrupts de la gorge de Mauvoisin. C'est pourquoi on forait, tout d'abord sur la rive droite, une rangée de trous biais à peu près parallèles à la surface du rocher et conformément aux plans d'excavation. Ces travaux durèrent plusieurs mois sur différents chantiers échelonnés sur les berges, sans influencer les travaux du thalweg. Les 4500 m de forage furent bourrés de 20 t d'explosifs, et le 11 novembre 1953 66 000 m³ de rocher sautaient en une fois. Les débris de rocher dévalèrent dans la fouille, qui fut nettoyée en trois semaines de travail ininterrompu par les pelles mécaniques.

Le deuxième « grand minage » eut lieu le 6 avril 1954, sur la rive gauche cette fois, où plus de 100 000 m³ sautèrent. Les 6000 m de forage étaient chargés de 32 t d'explosifs.

Ce procédé des « grands minages » permet d'économiser non seulement de nombreuses heures de travail, mais encore d'avoir le maximum de sécurité.

b) *Pour l'épandage du béton*, de l'utilisation de petits bulldozers. Ce procédé a permis de diminuer de façon notable le travail que l'on demandait auparavant aux équipes qui vibraient le béton. En effet elles ne se trouvaient plus, après la vidange des bennes, en présence

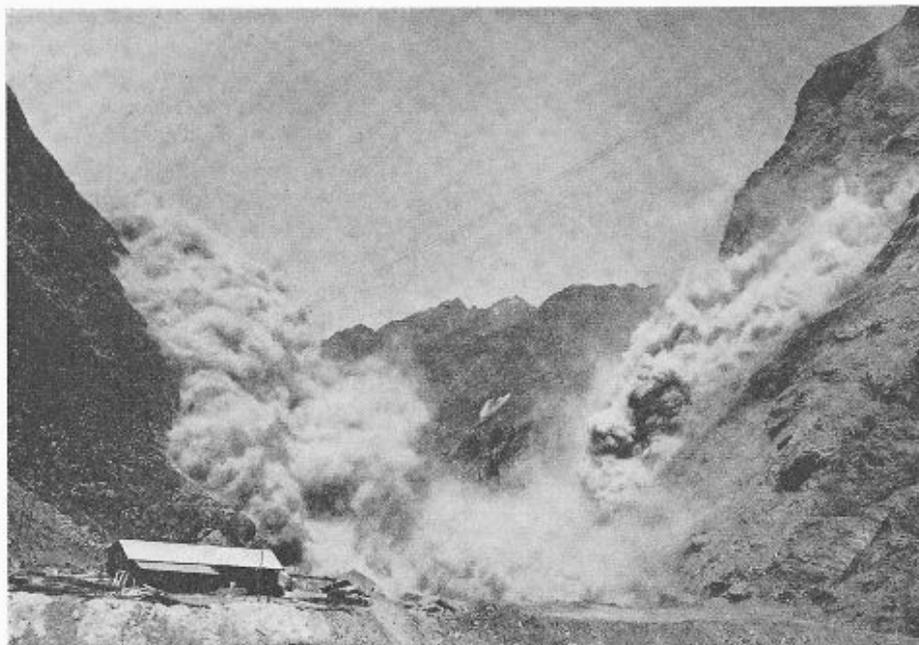


Fig. 4. — Le grand minage du 14 novembre 1953 sur la rive droite de la gorge de Mauvoisin (vu d'amont).

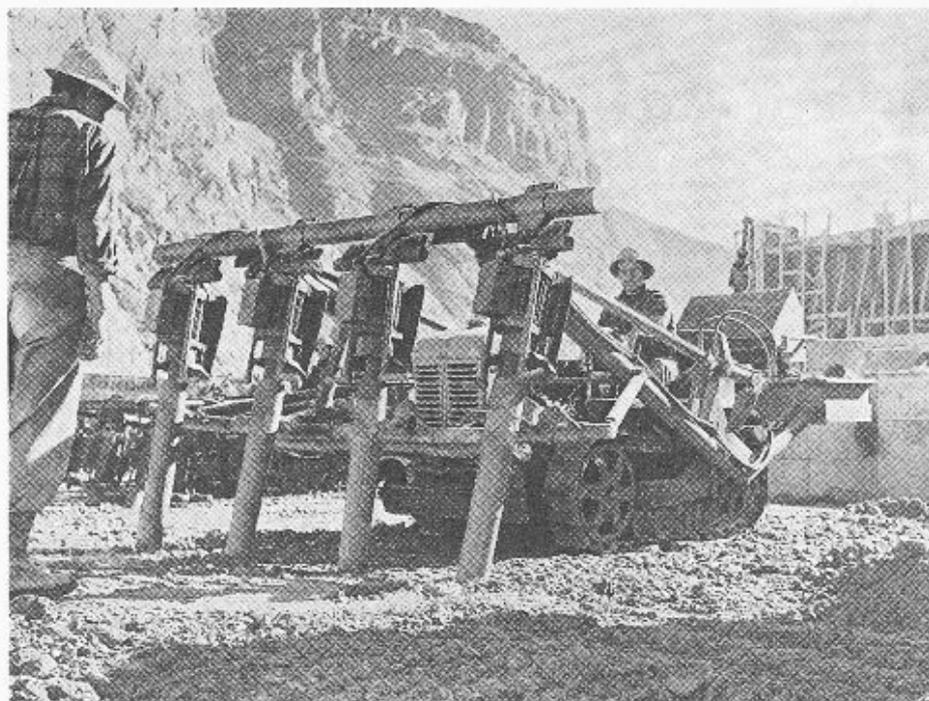


Fig. 5. — Vibration mécanisée au moyen d'un petit bulldozer équipé de quatre vibrateurs.

de cordons ou de tas de béton, mais bien d'une couche de béton d'épaisseur pratiquement constante.

c) *Pour la vibration du béton*, de l'utilisation de quatre pervibrateurs montés sur la lame modifiée d'un petit bulldozer.

Outre un gain de main-d'œuvre considérable, cette méthode indépendante de la fatigue a grandement contribué à améliorer la qualité du béton. Il devenait réellement possible d'exiger une vibration complète qui n'était pas arrêtée dès l'apparition de l'eau de ségrégation en surface. L'inclinaison des aiguilles était constante et n'avait pas tendance, comme dans la vibration à bras, à se rapprocher toujours plus de l'horizontale. Enfin, le contrôle de la vibration était très aisé. La vibration à bras n'a alors plus été utilisée que comme complément de la vibration mécanisée, dans les endroits singuliers où le bulldozer avait difficilement accès (coffrages, renforcements).

d) *Pour l'accélération du programme des travaux*, de l'adoption d'un système de réfrigération artificielle réalisé avec des serpentins de 22 mm de diamètre extérieur, posés en nappes à chaque reprise de bétonnage.

La quantité d'eau circulant dans chaque serpentin variait de 0,7 l/sec en moyenne à 1,2 l/sec suivant la cote et la période de l'année. La température moyenne de l'eau à l'entrée des serpentins était de 2°C en hiver et de 3 à 6°C en été; à la sortie des serpentins, elle atteignait 3 à 6°C en hiver et 8 à 12°C en été.

L'écartement des serpentins, variable de 1,5 à 3 m, était plus serré à la fin d'une campagne, afin de compenser le temps réduit du refroidissement naturel et de permettre l'injection au printemps suivant de toutes les parties de la campagne précédente. Ceci permettait de monter le niveau maximum de la retenue partielle au-delà de la limite d'un barrage poids, car on pouvait ainsi déjà compter sur un effet de voûte.

Fig. 6. — Epannage et pervibration du béton.

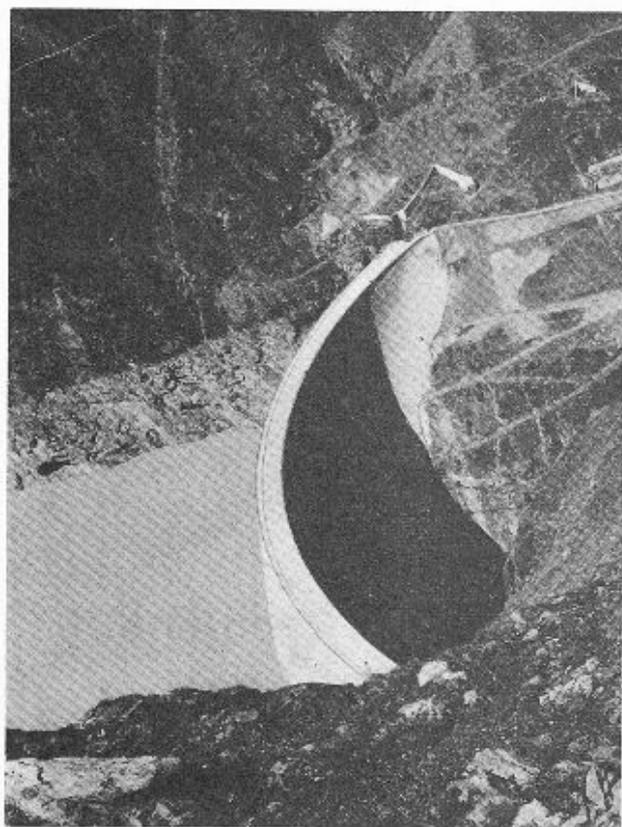
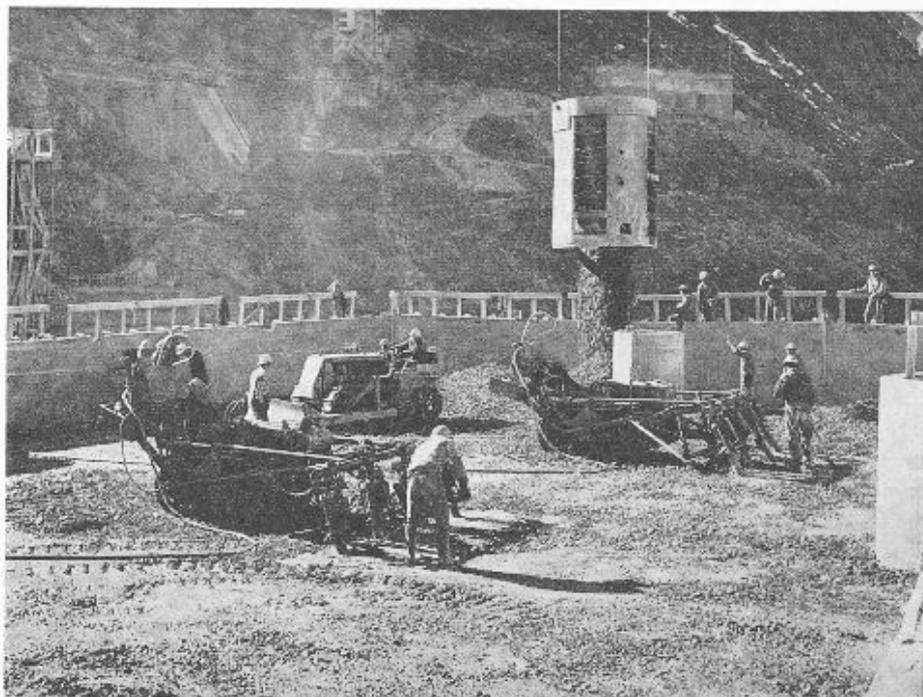


Fig. 7. — Le barrage de Mauvoisin vu de la rive droite.

Injections des joints

Les joints radiaux et annulaires, légèrement ouverts par le retrait et le refroidissement du béton, ont été injectés avec un coulis de ciment. Les injections étaient limitées à l'amont par un joint plat en caoutchouc synthétique assurant l'étanchéité et à l'aval par un simple joint carré de 25,4 mm de côté en « para-plastic », qui servait également à diviser horizontalement la surface à injecter en champs d'injection.

Chaque champ, d'une hauteur moyenne de 18 m, était équipé tous les 3 m d'une rampe d'injection avec manchettes en caoutchouc permettant une réinjection.

Les joints radiaux représentent une surface de 93 000 m², dont l'absorption moyenne en ciment a été de 13,5 kg/m³. Le joint annulaire, injecté à une pression moindre, a accusé une absorption de 2,7 kg/m³ sur une surface de 10 500 m².

Contrôles

Parmi les contrôles qui ont été exécutés pendant et après la construction du barrage de Mauvoisin, il y a lieu de signaler :

a) Les contrôles du béton

Les essais préliminaires ont été exécutés au Laboratoire fédéral d'essais des matériaux, à Zurich, avec les agrégats roulés, prélevés dans la plaine de Torrembé, située à l'amont du barrage ; les travaux de contrôle pendant la construction furent confiés au laboratoire de chantier de la direction des travaux, qui émettait les prescriptions de fabrication et de mise en place du béton. Trois types principaux de béton ont été confectionnés, avec adjonction d'un entraîneur d'air dosé de manière que l'air occlus oscille entre 3,0 et 4,5 % :

- le béton de parement, dosé à 250 kg/m³, ayant des résistances mécaniques susceptibles de couvrir les pointes de tension à l'intrados et à l'extrados du barrage, une bonne étanchéité et une bonne résistance au gel ;
- le béton de masse, dosé à 175 kg/m³, limite au-dessous de laquelle, malgré l'emploi d'un adjuvant, la mise en place devient difficile et où la consommation de sable dépasse les possibilités de la gravière ;
- un béton de masse dosé à 190 kg/m³ pour les endroits singuliers, tels que voisinages d'une galerie ou du rocher.

Le choix des dosages a été établi sur la base d'une méthode préconisée par M. le professeur Stucky. Le coefficient de sécurité choisi est rapporté à la moyenne des essais, et dépend également de la dispersion quadratique moyenne des essais. Cette dépendance est définie de manière que, plus les écarts sont grands entre la moyenne et les valeurs isolées, plus le coefficient est élevé. Cette méthode, qui tend à rendre les bétons

aussi réguliers que possible, repose sur une statistique des résistances pendant une certaine période bien déterminée : les dosages de départ en 1954 ont été fixés à partir des résistances obtenues en laboratoire et ceux des campagnes ultérieures sur la campagne venant de s'achever. Les résistances obtenues ont atteint en moyenne 375 kg/cm^2 à 28 jours, 425 kg/cm^2 à 90 jours et 470 kg/cm^2 à 365 jours pour un dosage de 250 kgCP/m^3 , contre 270 kg/cm^2 à 28 jours, 330 kg/cm^2 à 90 jours et 360 kg/cm^2 à 365 jours pour un dosage de 175 kgCP/m^3 .

b) *Le contrôle de la température du béton*

Les différentes températures ont été mesurées par 260 thermomètres noyés dans le béton. L'interprétation des résultats obtenus a permis de supprimer après quelques années déjà les mesures d'un certain nombre de thermomètres. En ce qui concerne la pénétration de la température à l'intérieur du béton, on a constaté à 5 cm du parement un décalage de près de huit heures et une très forte diminution des amplitudes. A 30 cm, les pointes journalières ne sont presque plus visibles et le décalage est de dix-huit heures au maximum. Dès lors les variations journalières n'ont plus d'influence. En revanche, les variations saisonnières se font sentir profondément.

c) *Le contrôle de l'étanchéité du barrage*

Une série de déversoirs situés dans les différentes galeries de visite et d'injection permet de localiser les pertes d'eau. Jusqu'à présent, ces dernières n'ont jamais dépassé le total de 1 l/sec dans le barrage.

d) *Le contrôle des déformations du barrage*

Ce contrôle est effectué d'une part au moyen de pendules, d'une longueur de 164 à 273 m, situés dans les puits aménagés à l'intérieur du barrage, dont deux ont été prolongés par un forage à grand diamètre jusqu'à 40 m en dessous de la fondation du barrage, et d'autre part au moyen de mesures géodésiques. Le déplacement radial maximum du centre du couronnement du barrage a atteint 70 mm lors du premier remplissage complet de la retenue. Depuis ce premier remplissage, le rôle des déformations permanentes a beaucoup diminué, et le barrage semble bien être entré dans un stade de déformations purement élastiques.

e) *Le contrôle des déformations locales*

Celui-ci se fait avec des clinomètres horizontaux de 500 mm pour les déformations angulaires.

f) *Le contrôle des sous-pressions*

Des batteries de manomètres noyés dans la masse lors du bétonnage permettent de mesurer la répartition des sous-pressions dans les assises du barrage.

Conclusion

Le barrage de Mauvoisin est le premier des grands barrages en Europe construit selon les principes modernes. L'ensemble des contrôles effectués lors de la construction et depuis le premier remplissage partiel de la retenue montre que le comportement de cet ouvrage est tout à fait normal et permet d'affirmer qu'il présente toute la sécurité voulue.



Fig. 8. — Le lac de Mauvoisin vu du barrage.