

# Les Grands Aménagements Hydrauliques Transalpins

4<sup>e</sup> ETUDE - 8<sup>e</sup> ARTICLE

## L'AMÉNAGEMENT GÉNÉRAL DE LA SCOLTENA

Par J. BOUDET, Ingénieur A. & M., Membre de la Société des Ingénieurs civils de France  
et de l'« Associazione Elettrotecnica Italiana » (Sez. di Torino).

Nous n'entrerons pas dans le détail de ces calculs, dont l'exposé sortirait du cadre, forcément restreint, de cette étude d'ensemble. Ils nous paraissent suffisamment condensés dans les 2 épures ci-annexées (fig. 10 et 11), qui synthétisent la vérification de la stabilité de l'ouvrage : pour les arches (fig. 10) et pour les contreforts (fig. 11); par ailleurs, les caractéristiques les plus

saillantes du travail constaté dans ces différentes parties de l'ouvrage sont groupées ci-dessous (1):

Ainsi qu'on le verra dans le paragraphe suivant, l'ouvrage subit, au cours de sa construction, l'épreuve de terribles éléments naturels : crues subites, tremblements de terre, sans en ressentir le moindre dommage (2). Le seul rappel de ces circons-

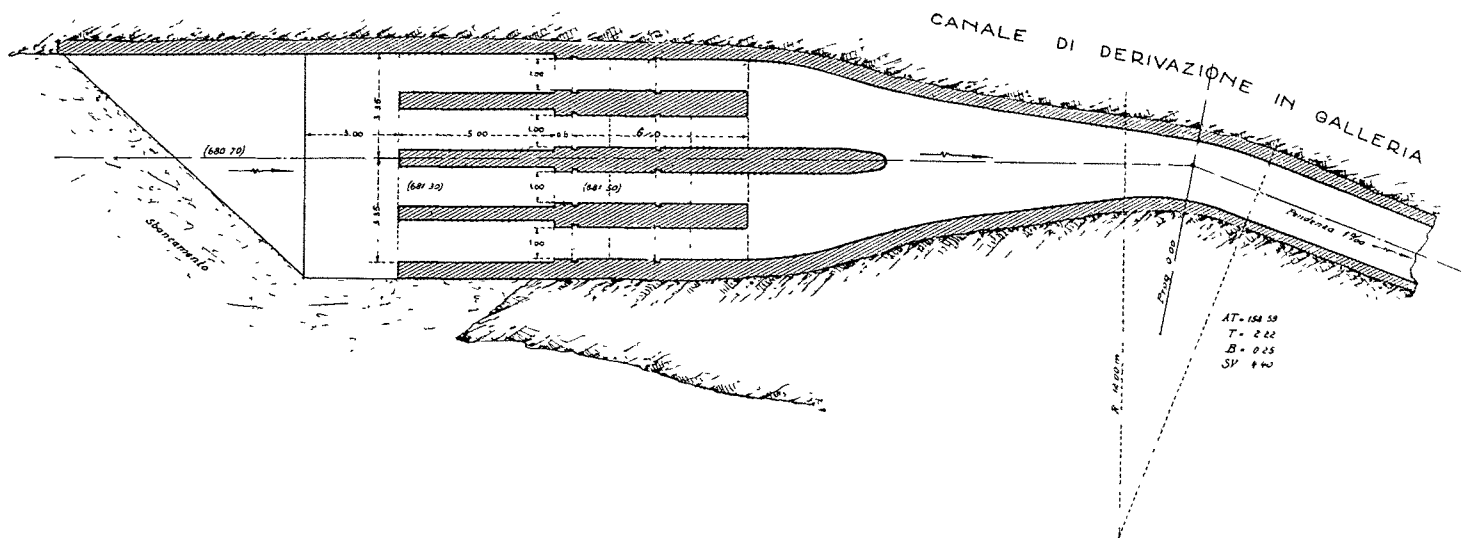


Fig. 8. — Prise d'eau : Coupe horizontale sur l'axe de la galerie d'amenée

Distance du point de passage de la résultante à celui de la fibre moyenne sur le plan de base du socle	Taux de travail maxima constatés, au socle.	
	sur l'arête amont	sur l'arête aval
<b>I) Réservoir en charge normale : RN = 687 m.</b>		
1 m. 45 (aval)	3,5 kgs/cmq.	8,3 kgs/cmq.
<b>II) Retenue exceptionnelle de crue : Alt. 688 m. 50.</b>		
1 m. 70 (aval)	3,2 kgs/cmq.	9,2 kgs/cmq.
Efforts maxima à la clef des voûtes (*)	{ à l'extrados : 15,2 kgs/cmq. { à l'intrados : 18 kgs/cmq.	
(*) Pour résister aux sollicitations à provenir des variations de température, les armatures transversales des arcs (aciers ronds) sont doublées aux naissances des voûtes.		

tances nous paraît assez souligner la rationalité de sa conception pratique autant que de sa bonne exécution, qui font le plus grand honneur à notre éminent collègue, l'ingénieur GANASSINI, auteur du projet et directeur des travaux de construction, ainsi qu'à l'Entreprise constructrice : Cottini-Palestro et C<sup>ie</sup>.

(1) Ceux de nos lecteurs qui désireraient suivre de plus près ce calcul — du reste fort intéressant — de barrage à arches multiples, consulteront, pensons-nous, avec fruit, notre étude sur la Rupture du Barrage du Gleno, publiée dans ces colonnes l'année dernière et déjà citée en renvoi; de même que, à un point de vue beaucoup plus général, notre autre étude, actuellement en cours de publication, dans *Les Nouvelles Annales de la Construction*, sur « Une Nouvelle Contribution à l'Etude des Barrages en arc ».

(2) Par ailleurs, en ce qui concerne les efforts inhérents tant aux variations de température qu'à la poussée des glaces, il résulte des communications personnelles, à nous faites par l'ingénieur Ganassini, qu'ils sont absolument inoffensifs avec ce type de barrage : M. Ganassini a constaté, au Riolutato, plus de 15 degrés en-dessous de zéro et une épaisseur de glace dépassant 0 m. 60, qui se rompait au fur et à mesure de sa formation — par suite de la vidange du réservoir — déterminant autour des voûtes comme un « arc de rupture », sans qu'il en résulte la moindre lésion, même capillaire dans les arches.

d) *Caractéristiques constructives; conditions et incidents d'exécution.* — Sans entrer dans de longs détails, nous rappellerons, ci-après, les conditions dans lesquelles fut exécuté le barrage de Riolutato et les incidents qui marquèrent son exécution :

Les contreforts sont en maçonnerie ordinaire, avec parement en moellon smillé, au mortier de ciment à 300 kgs et comportent, tous les 2 mètres de hauteur, sur 0 m. 60 d'épaisseur (2 ÷ 3 assises maçonnées) une ceinture en béton de ciment

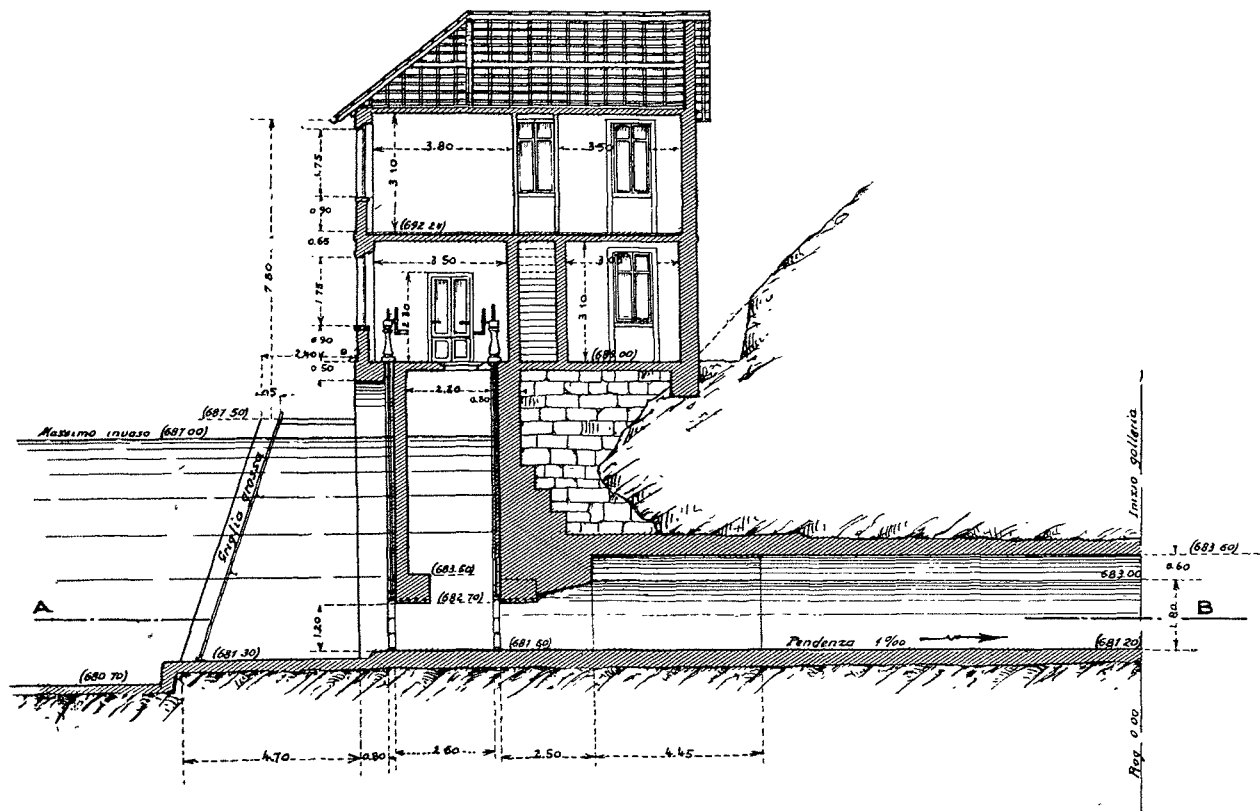


Fig. 9. — Prise d'eau : Coupe longitudinale sur l'axe de la galerie d'amenée

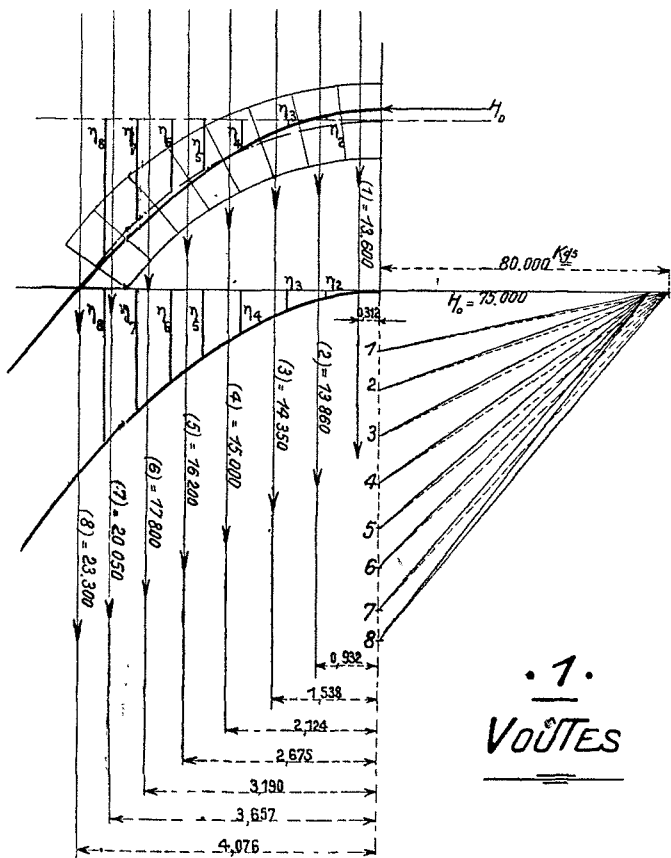


Fig. 10. — Vérification de la stabilité des voûtes

*Matériaux : maçonneries et béton.* — Les massifs de fondation sont en béton de ciment à 250 kgs de Portland par mètre cube de sable mouillé, à peine sorti du lavage.

**. 2. CONTREFORTS**

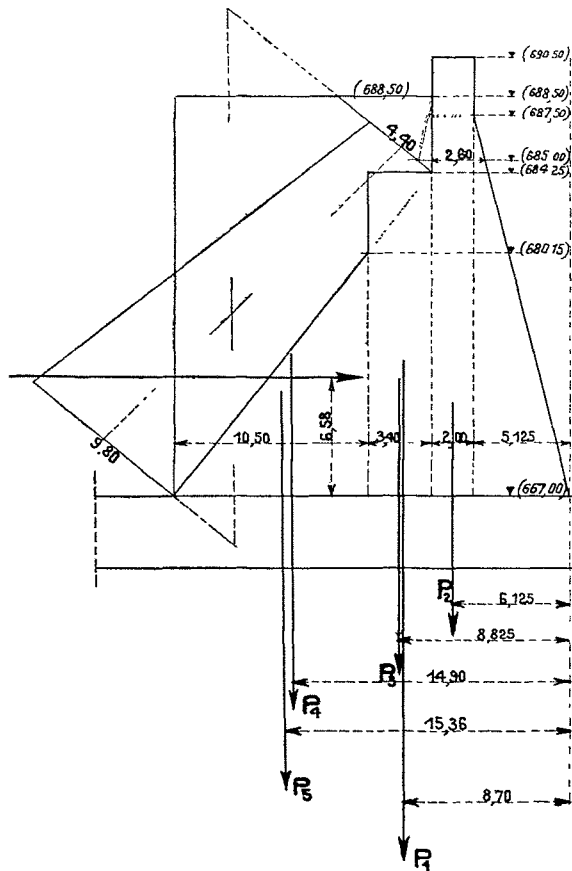


Fig. 11. — Vérification de la stabilité des contreforts  
dosé à 250 kilos. Les appuis de rives (culées) sont en béton pour augmenter l'intimité de leur liaison avec le rocher.

Les voûtes sont exclusivement en béton de ciment à forte teneur en sable, et dosé à 300 kgs.

*Durée d'exécution.* — En dehors de l'économie importante qu'il permit de réaliser — (cubant seulement 10.000 mètres cubes (1), alors qu'un barrage du type ordinaire à gravité plein

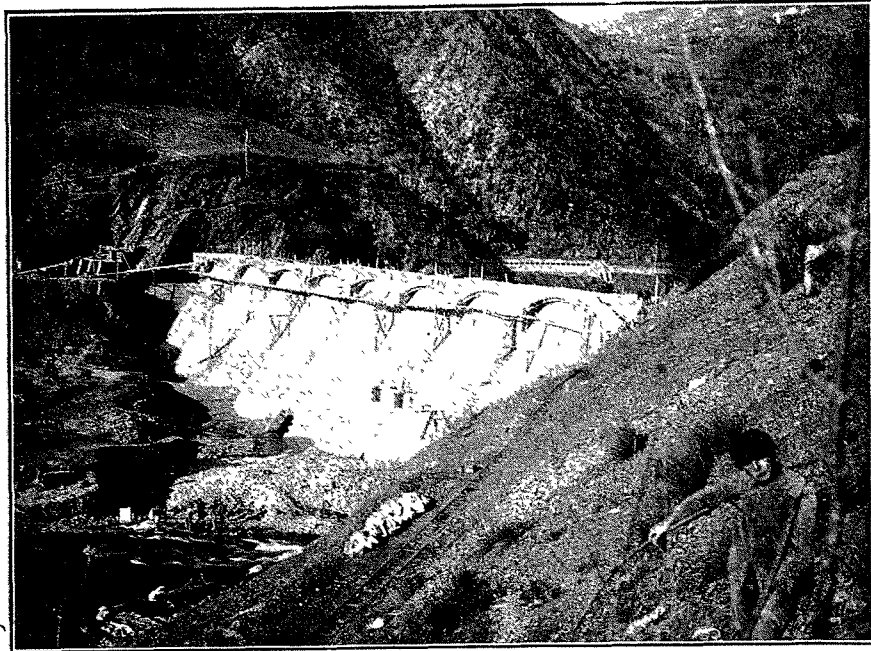


Photo 2. — Vue générale du Barrage du Riolunato prise, pendant la construction de l'ouvrage, à l'achèvement des voûtes.

eût cubé pour le moins 18.000 m<sup>3</sup>) — la caractéristique dominante de la construction de cet ouvrage réside dans la rapidité de son exécution qui, malgré les sérieux incidents que nous allons relater, put être virtuellement terminée dans 5 mois estivaux de travail effectif, grâce à une rationnelle organisation de chantiers.

*Incidents d'exécution.* — Les incidents qui marquèrent la construction du barrage, constituent, comme on va le voir, un criterium absolu de sa stabilité et de sa résistance. La plupart sont dus à des circonstances atmosphériques, imprévisibles; elles firent courir de graves dangers à l'ouvrage, mais pour ne point entorser la vérité, nous devons ajouter que, pour certains, ces dangers furent accrus par diverses négligences et imprévisions ayant passé au travers de l'organisation des chantiers — pourtant bien comprise, dans son ensemble, par l'Entreprise constructrice... « Quandque bonus dormitat Homerus ».

Parmi les plus importants, les premiers en date remontent au mois d'août 1920; ils sont dus aux crues d'orages, aussi soudaines que terribles dans ces régions de hautes altitudes et qui, plusieurs fois, inondèrent les chantiers, remplissant de sable quelques fouilles et emportant différents boisages. A cette époque, les travaux de fondations étaient terminés et l'on commençait le bétonnage des voûtes. Les travaux s'exécutaient à l'abri d'une dérivation du torrent, établie en rive droite, mais construite pour livrer

passage au seul débit caractéristique d'étiage; ce fut très insuffisant pour empêcher leur submersion.

Par ailleurs, le bétonnage se poursuivait, pour partie, sur des cintres en réemploi, que l'Entreprise utilisait, par mesure d'économie, pour n'avoir pas, à la fois, sur cintres, la totalité de l'ouvrage et il faut bien reconnaître que son exécution traîna, alors qu'elle eût dû être conduite rapidement jusqu'à achèvement complet. Ce fut une mauvaise économie, qui eût pu conduire l'ouvrage à sa ruine lorsque, en septembre, alors qu'il était presque achevé, et les chantiers en pleine activité, une crue automnale, plus formidable encore que ses précédentes, le surmonta, après l'avoir subitement mis en charge dans l'espace de quelques heures.

A ce moment-là, — instruite par l'expérience des quelques crues qui avaient précédé celle-ci — l'Entreprise, dans le but d'en faciliter l'écoulement éventuel, avait laissé, dans le pied de l'arche centrale (fond du thalweg) une fenêtre de 3 mètres de diamètre; en outre, les 2 pertuis des bondes de fond étaient demeurés ouverts. Tout cela — joint à la galerie de dérivation — fut insuffisant, et la crue, montant rapidement jusqu'en crête de l'ouvrage, se précipita par la brèche que constituait l'arche de rive gauche — en cours d'achèvement, — laquelle fit déversoir, livrant passage à une lame d'eau de 3 mètres d'épaisseur! cependant que, par la fenêtre inférieure de l'arche centrale, des blocs de plus d'un mètre cube étaient roulés par la trombe, dans un fracas assourdissant, et projetés violemment sur la contre-digue du bassin-amortisseur, qui, élevée de fraîche date, ne put résister et s'effondra, laissant à l'eau sur les alluvions du fond du lit, une prise facile

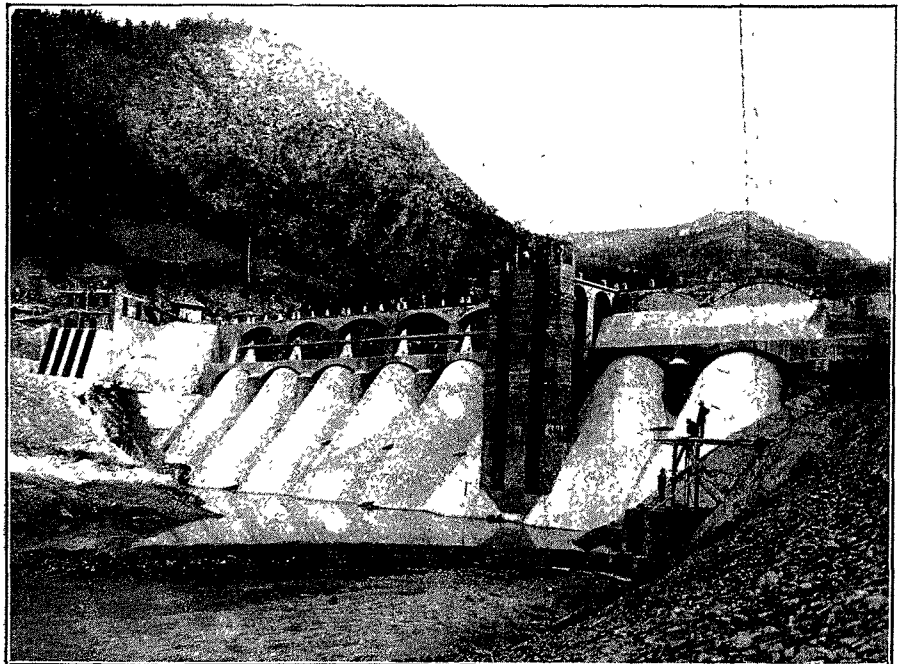


Photo 3. — Vue générale de l'ouvrage terminé (au premier plan, à la droite du lecteur, les bondes de fond et leur passerelle de manœuvre; au fond, à sa gauche, la prise d'eau, surmontée par la maison du gardien).

d'où découlèrent de sérieux affouillements pour les fondations des contreforts.

A cela, du reste, (abstraction faite du matériel et des bois emportés...) se bornèrent les effets de la crue sur l'ouvrage

(1) Dont 1.400 m<sup>3</sup> de béton de ciment pour les seules voûtes.

lui-même qui, pendant près de 10 heures, supporta cette terrible épreuve sans le moindre dommage pour ses œuvres vives. Mais le comble de la malchance fut dans une réitération de l'épreuve, survenue en février 1921, du fait d'une crue printanière anticipée qui, elle, dura plusieurs jours, alors que, par suite d'un manque prolongé de ciment sur le chantier, on venait à peine d'oblurer la fenêtre ménagée au pied du barrage...

La galerie, dans ces conditions, fonctionnait sous 18 mètres de charge, et le canal d'évacuation, à la sortie du bassin-amortisseur, n'arrivait pas à lui fournir. Lorsque l'eau, submergeant la contre-digue, eut atteint un niveau supérieur au débouché aval de la galerie, il se produisit, dans la voûte de cette dernière — partie où la paroi rocheuse présente l'épaisseur minimum — une sorte d'« évent » qui, tout d'abord, donna quelques inquiétudes — heureusement injustifiées, — (1) pour la tenue du contre-

(1) Notre éminent collègue, l'Ingénieur Ganassini, assure qu'en cette circonstance — qui mit, pour quelques jours, ses nerfs à rude épreuve — il eut l'occasion rare d'avoir une idée vraiment nette de l'énorme résistance des voûtes : au cours de la démolition, seule la chape, de 3 centimètres d'épaisseur, était demeurée intacte dans une section d'environ 3 mètres de largeur et supportait, à elle seule, ainsi affaiblie, une pression de 4 mètres d'eau qui, par une ouverture pratiquée à la pince, projeta au dehors un jet rond et puissant parfaitement délimité.

fort n° 2, mais dont la conséquence la plus fâcheuse fut d'obliger à la réouverture de la fenêtre précédemment obturée, au pied du barrage, pour permettre son obturation en même temps que celle de la galerie.

Enfin, une fois réouverte la fenêtre de pied, on put monter une vanne au débouché de la galerie, obturer ensuite la brèche, et, après quelques jours de séchage, mettre l'ouvrage en charge.

Depuis cette époque, il s'est toujours vaillamment comporté, ne donnant prise à aucune critique de la part de l'Exploitation ; et il nous semble bien que son excellente tenue ne pourrait vraiment être mieux soulignée ici que par le rappel de l'épreuve terrible qui précéda sa réception : le tremblement de terre de Garfagnana, qui, dans la matinée du 7 septembre 1920, endeuilla, en quelques heures, toute la région émilienne, et qui, dans les environs immédiats des installations, détruisit presque complètement le petit pays de Riolunato, situé au bord du lac, provoquant sur ce dernier (le torrent étant en crue) des vagues de 2 m. de hauteur, sans que la structure de l'ouvrage fut affectée par cet ébranlement formidable : l'examen — des plus minutieux — auquel fut soumis le barrage, aussitôt après, ne décela pas la moindre lésion, même capillaire !

(A suivre)

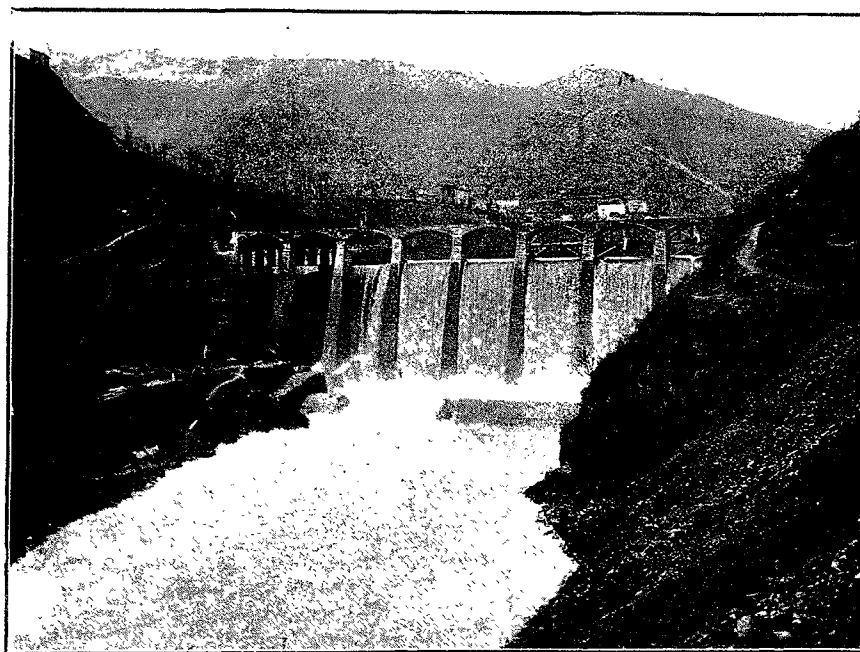


Photo 4. — Vue générale de l'ouvrage, prise d'aval, pendant la crue de Septembre 1920, dont le déversement emporta une partie de la contre-digue du bassin-amortisseur.