

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande

**Band:** 53 (1927)

**Heft:** 9

**Artikel:** L'aménagement hydro-électrique des bassins du Toce et de ses affluents

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-41053>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.01.2025

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

peut être aussi manœuvré, indépendamment de l'appareil de restitution, au moyen d'un volant spécial et chacun de ses déplacements est marqué par les compteurs  $X_3$  et  $Y_3$ ; il peut donc servir au report de points de repère donnés. (Fig. 1.)

Les figures 4 et 5 reproduisent un exemple de restitution au stéréoplanigraphe.

### L'aménagement hydro-électrique des bassins du Toce et de ses affluents.

Comme complément à la note que nous avons publiée, dans notre numéro du 8 mai 1926, nous empruntons quelques informations à un très intéressant article « La Situazione della produzione idroelettrica in Italia, al 1926 », de M. C. Bonomi, paru dans les *Annali delle utilizzazioni delle acque* (N° 3, 1926) dont il est le directeur.

Le tableau I montre le progrès remarquable de la mise en valeur des chutes d'eau, de 1920 à la fin de 1925.

En tenant compte de l'énergie achetée à des tiers qui ne vendent pas au public, M. Bonomi évalue à 1 600 000 ch. la puissance dont disposaient, au début de 1926, les entreprises italiennes de production et de distribution d'énergie électrique. La capacité totale des réservoirs utilisée fut de 953 831 269 m<sup>3</sup>, tandis que la capacité totale disponible était de 960 028 269 m<sup>3</sup>. De ces barrages-réservoirs, 14 sont des digues en terre dont la plus élevée a 30 m.; 13 des digues en maçonnerie de pierres sèches (hauteur max. 38 m.) 47 des barrages-poids en maçonnerie, rectilignes ou arqués (hauteur max. 62,50 m.); 8, des barrages-voûtes (hauteur max. 48 m.), et, enfin, 8, des barrages à voûtes multiples : à ce type appartient le barrage-réservoir sur le Tirso, en Sardaigne, le plus grand de l'Italie (capacité : 416 millions de m<sup>3</sup>) dont le mur a 65 m. de haut.

Il n'existe qu'un seul barrage à dalle en béton armé, haut de 35 m.

Les réservoirs en construction au début de 1926 auront

une capacité totale de 687 962 m<sup>3</sup> et, conformément aux nouvelles règles admises en Italie, seront presque tous du type « à gravité ». Le plus élevé aura une huitantaine de mètres de hauteur.

M. Bonomi décrit les principaux complexes d'usines et de réservoirs qui mettent rationnellement en valeur les bassins fluviaux italiens aptes à la production d'énergie. A titre d'exemple, nous résumons les caractéristiques du plus grandiose de ces aménagements, celui du bassin du Toce qui prend sa source à la frontière suisse et se jette dans le lac Majeur après avoir arrosé les vallées de Formazza, Antigorio et Ossola et reçu plusieurs affluents importants, à savoir le Devero, la Diveria, l'Ovesca et l'Anza sur la rive droite; l'Isorno et le Melezza sur la rive gauche. (Voir fig. 1, la carte générale de cet aménagement). A l'altitude de 1600 m. le bassin versant du Toce et du Devero, à leur confluent, est déjà de 110 km<sup>2</sup>; 22 km. en aval, à la cote 525, la superficie du bassin versant est de 310 km<sup>2</sup> et elle atteint 1613 km<sup>2</sup> à l'embouchure du Toce dans le lac Majeur.

L'aménagement de ce vaste bassin alimenté par des glaciers et plusieurs lacs alpins comprend trois sections : 1° celle du cours supérieur du Toce, avec son affluent de droite, le Devero, jusqu'au confluent de la Diveria; 2° celle des autres affluents de droite : Diveria, Ovesca et Anza, enfin, 3° celle des affluents de gauche : Isorno et Melezza.

#### Première section.

C'est la *Società Imprese Elettriche « Conti »* qui poursuit, depuis 1907, l'aménagement de la première section, au moyen de 12 réservoirs, d'une capacité totale de 62 millions de m<sup>3</sup>, dont 6, d'une capacité de 39 millions de m<sup>3</sup> sont déjà en service. Les caractéristiques de cet aménagement sont récapitulées par le tableau II et les profils schématiques sont tracés sur la fig. 2.

La centrale située le plus en amont, celle de *Sotto Frua* (Unter Frutt) utilise les eaux du lac Kastel transformé en bassin d'accumulation de 12 000 000 m<sup>3</sup> par un barrage de 9 m. de haut, en maçonnerie de pierres sèches. Un siphon

Tableau I. — Puissance hydraulique aménagée en Italie, à la fin de 1920 et de 1925.

Nombre d'installations aménagées à la fin de			Puissance moyenne en ch nominaux aménagée à la fin de		
1925	1920		1925	1920	
144	107	de 300 à 499 ch	55 503	41 528	Débit maxim. 94.— m <sup>3</sup> . — Chute maxim. 380 m.
150	116	» 500 » 999 »	105 346	81 406	» » 23,3 » » » 555 »
98	67	» 1 000 » 1 999 »	133 589	91 822	» » 30.— » » » 700 »
78	51	» 2 000 » 4 999 »	236 397	144 965	» » 36,5 » » » 997 »
52	35	» 5 000 » 9 999 »	379 304	267 119	» » 86.— » » » 702 »
35	22	» 10 000 » 19 999 »	467 749	302 593	» » 55.— » » » 934 »
20	8	» 20 000 et plus »	581 046	264 191	» » 75.— » » » 1104 »
587	406		1 958 934	1 193 624	

Parmi lesquelles appartient aux

#### Industries de production et de distribution d'énergie électrique:

67 installations	de 300 à 499 ch.,	soit 25 485 ch.
66 »	» 500 » 999 »	» 46 986 »
46 »	» 1 000 » 1 999 »	» 66 716 »
61 »	» 2 000 » 4 999 »	» 189 461 »
47 »	» 5 000 » 9 999 »	» 344 033 »
27 »	» 10 000 » 19 999 »	» 353 852 »
17 »	» 20 000 et plus »	» 458 310 »
331		1 484 843 ch.

#### Autres industries :

77 installations	de 300 à 499 ch.,	soit 30 018 ch.
84 »	» 500 » 999 »	» 58 360 »
52 »	» 1 000 » 1 999 »	» 66 873 »
17 »	» 2 000 » 4 999 »	» 46 936 »
5 »	» 5 000 » 9 999 »	» 35 271 »
8 »	» 10 000 » 19 999 »	» 113 897 »
3 »	» 20 000 et plus »	» 122 736 »
246		474 091 ch.

Fig. 1.  
Aménagement du bassin du Toce  
et de ses affluents.

Les traits pleins représentent les dérivations construites.  
 » » interrompus » » en construction.  
 » » pointillés » » en projet.



métallique dérive dans ce lac les eaux du rio Rosenthal et une galerie celles des rios Ghigel et Basodine. En outre, le bassin de mise en charge de l'usine de Sotto Frua sera alimenté par le réservoir de Toggia (barrage de 33 m. créant une retenue utile de 3 000 000 m<sup>3</sup>) et par le lac Schwarz transformé en réservoir de 1 350 000 m<sup>3</sup> par un barrage en maçonnerie, haut de 15 m.

Puissance de la centrale : 7500 kW.

La deuxième usine est celle de Valdo, équipée de 2 groupes électrogènes de 16 500 ch., alimentée par les trois lacs Busin, Obersee et Vannino, transformés en bassins d'accumulation, le premier par un barrage-poids en maçonnerie, haut de 20 m., créant une retenue utile de 4 700 000 m<sup>3</sup> ; le deuxième par un barrage en maçonnerie de pierres sèches, haut de 8,50 m., créant une tranche utile de 4 m. à laquelle correspond

un volume de 1 000 000 m<sup>3</sup> ; le troisième, par un barrage en pierres sèches aussi, haut de 24 m., capacité utile : 8 000 000 m<sup>3</sup>. (Voir fig. 3.)

L'usine de Cadarese, en construction, sera substituée à celle de Rivasco, édiflée en 1907 et capable de développer 7750 ch.

La centrale de Crego, mise en service en 1918, est alimentée par un barrage mobile type Poirée, long de 50 m., au moyen d'un canal à écoulement libre, de 3925 m. de long et de 3 conduites forcées desservant 3 groupes de 7700 ch. chacun (Voir fig. 4).

L'aménagement du Devero (affluent de rive droite du Toce) comporte les installations suivantes : réservoirs de Piamboglio (500 000 m<sup>3</sup>) et du lac de Codelago (1 900 000 m<sup>3</sup>) qui reçoit les eaux de celui de Piamboglio et qui est constitué par deux digues, l'une en maçonnerie de pierres sèches, de 29 m. de haut, l'autre, en terre, haute de 12,20 m. et substituée, en 1923, à une digue en enrochements. Les eaux de ce réservoir se déversent dans le ruisseau Arbola sur lequel est aménagée, à son confluent avec le rio Buscagna, une prise commune qui alimente, au moyen d'un canal souterrain à veine libre long de 1420 m., la centrale de Goglio, équipée de 4 groupes de 3500 kW chacun.

La décharge de cette usine alimente la centrale de Verampio, située près du confluent du Devero avec le Toce, à 600 m. en aval de la centrale de Crego, et équipée de 4 groupes de 7000 ch.

Enfin la centrale de Crevola (fig. 5), utilise tous les bassins situés en amont, par le moyen d'une galerie à écoulement libre, longue de 8510 m. Elle est équipée de 2 groupes d'une puissance totale de 33 000 kW.

Deuxième section.

Le bassin de la Diveria (Val Divevro), est aménagé par la Società Italiana per Imprese Elettriche «Dinamo» conformément au tableau III et au schéma fig. 6.

Le réservoir régulateur est constitué par le lac d'Avino, d'une capacité utile de 6 900 000 m<sup>3</sup>, formé par une digue en maçonnerie de pierres sèches, haute de 26,50 m. Le rio Ciampiero émissaire du lac débouche sur le plateau de Veglia où est prévu un deuxième réservoir. Immédiatement à l'aval de la centrale projetée de Veglia un barrage en maçonnerie de mortier crée sur la Cairasca une retenue de 53 000 m<sup>3</sup> d'où part un canal

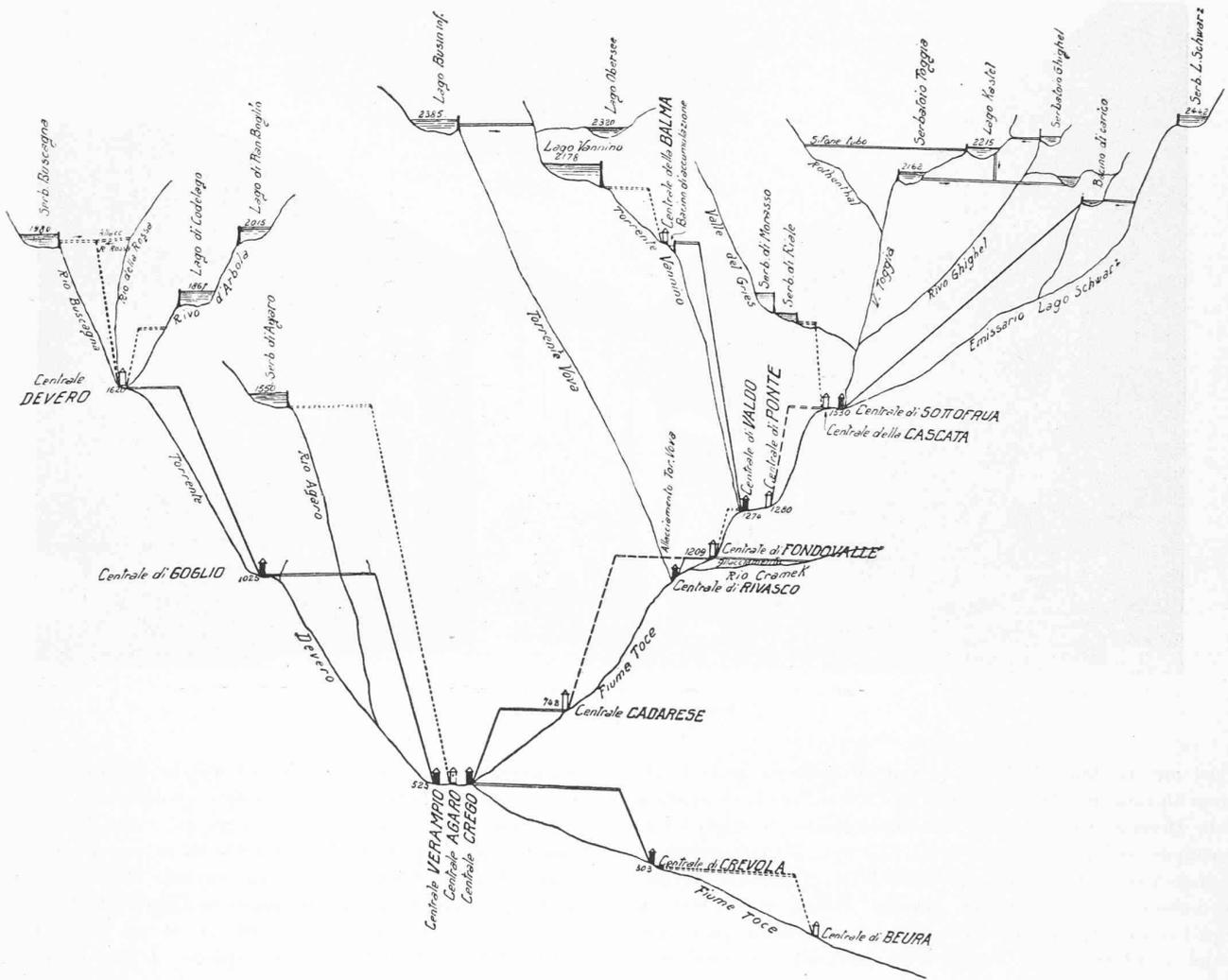


Fig. 1. — Profil schématique de l'aménagement des bassins du Toce (jusqu'au confluent de la Diveria) et du Devero.

Tableau II. — Aménagement du cours supérieur du Toce et du bassin du Devero par la Société « Conti ».

Usines	Bassin versant en km <sup>2</sup>	Réservoirs utilisés		Chute m	Débit moyen spéc. en l/sec <sup>1</sup>	Production annuelle correspondante, en kWh	Energie fournie par les réservoirs, en kWh
		Réserve disponible, en m <sup>3</sup>	Désignation				
Toce	Sotto Frua (en service)	21	17 000 500				
	Cascata (en projet) . . .	35	7 000 000	540	55	37 × 10 <sup>6</sup>	17 × 10 <sup>6</sup>
	Ponte (en projet) . . . .	65	24 000 000	250	35	18,5 »	3,2 »
	Balma (en projet) . . . .	16	13 300 000	240	45	42 »	10,7 »
	Valdo (en service) . . . .	21	13 300 000	90	55	4,7 »	2,2 »
	Fondavalle (en projet) . .	110	37 300 000	800	55	55,3 »	19,3 »
	Cadarese (en construction) Sera substituée à celle de Rivasco.	150	37 300 000	60 470	45 45	17,8 » 192 »	4,1 » 32,5 »
Toce Devero	Crego (en service) . . . .	190	37 300 000	190	35	71,8 »	13,1 »
	Devero (en projet) . . . .	26	17 500 000	180	55	15,5 »	5,9 »
	Buscagna (en projet) . . . .	16	3 200 000	350	35	11,7 »	2 »
	Goglio (en service) . . . .	55	20 700 000	525	45	78 »	20 »
	Agaro (en projet) . . . .	11	4 000 000	1005	45	29,8 »	7,4 »
	Verampio (en service) . . .	65	20 700 000	570	45	100 »	21,7 »
	Crevola (en service) . . .	325	62 000 000	208	35	141 »	24 »
				Totaux, kWh		815,1	183,1

<sup>1</sup> Port. med. spec.

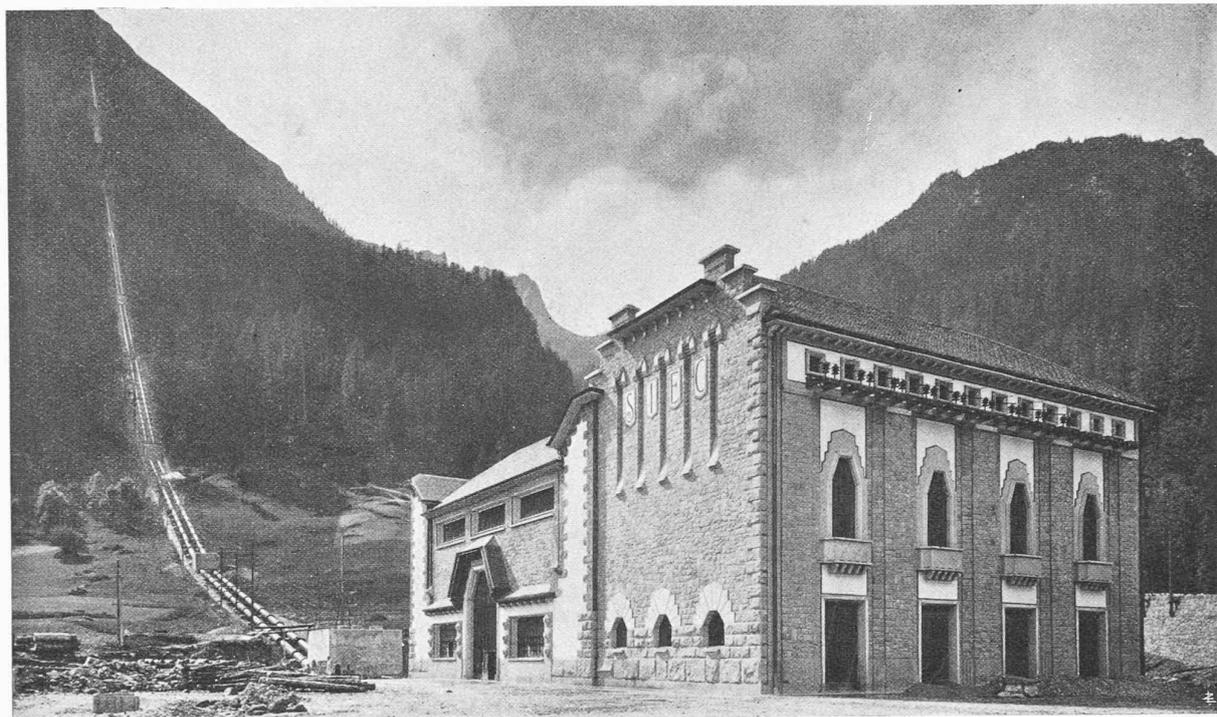


Fig. 3. — L'usine de Valdo.

à ciel ouvert, long de 3958 m. qui alimente la centrale de *Varzo* où sont installés 2 groupes de 1450 ch, sur la dérivation de la *Diveria*, couplés avec des alternateurs de 1400 kVA, 5 groupes, sur la dérivation de la *Cairasca*, à turbine Pelton et génératrices triphasées de 3400 kVA, 1 groupe installé récemment comprenant une turbine Pelton de 12 500 ch auquel sera adjoint un autre groupe de même puissance quand le réservoir de *Veglia* sera construit. Ce nombreux

équipement est motivé par le fait que la centrale de *Varzo* est destinée à faire face aux pointes quotidiennes.

L'usine d'*Iselle* est équipée de 3 groupes constitués, l'un par une turbine Pelton double de 1900 ch et un alternateur de 1860 kVA ; le deuxième par une turbine Pelton double de 2500 ch et une génératrice triphasée de 2500 kVA ; le troisième par une turbine Francis de 5000 ch et un alternateur de 5000 kVA. La Société *Dinamo* exploite, depuis 1901, l'usine

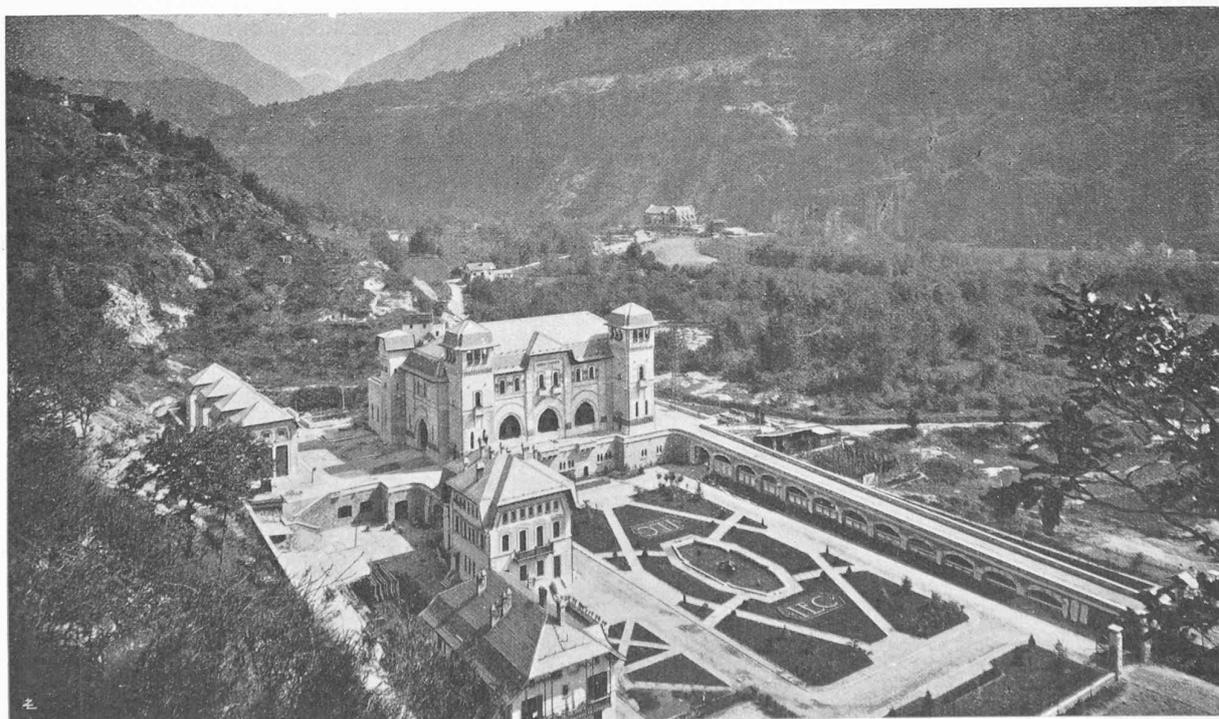
Fig. 4. — Au premier plan, l'usine de *Verampio*, en arrière à droite, l'usine de *Crego*.



Fig. 5. — L'usine de Crevola.

Tableau III. — Aménagement de la Diveria par la Société «Dinamo».

Usines	Superficie du bassin versant km <sup>2</sup>	Chute utile m	Débit max. m <sup>3</sup> /s.c	Débit		Puissance constante		Production			Puissance maxim. à installer kW
				estival m <sup>3</sup> /sec	hivernal m <sup>3</sup> /sec	en été kW	en hiver kW	estivale kWh	hivernale kWh	totale kWh	
Gebbo . . . . . (en projet)	39	700	9,00	1,278	2,288	6 260	11 200	32 161 000	40 625 000	72 786 000	44 000
Varzo (Cairasca) (en service)	71	45,7	9,30	2,73	2,73	8 750	8 750	44 735 000	31 706 000	76 441 000	30 000
Varzo (Diveria) . (en service)	182	77	7,40	7,0	3,325	3 770	1 790	19 400 000	6 500 000	25 900 000	4 000
Iselle . . . . . (en service)	165	171,75	5,50	5,50	2,07	6 600	2 490	33 949 000	9 016 000	42 965 000	6 600
Preglia . . . . . (en projet)	267,5	220	18,00	15,0	6,48	23 100	9 990	119 000 000	36 200 000	155 200 000	27 000
Totaux						48 480	34 220	249 245 000	124 047 000	373 292 000	

de Villadossola qui fonctionne en parallèle avec celle de Piedimulera et utilise une dérivation de l'Ovesca, affluent de la rive droite du Toce, débitant 1,84 m<sup>3</sup> sec., sous une chute de 266 m.

Quant à cette centrale de Piedimulera, elle est alimentée par une dérivation de l'Anza, autre affluent de droite du Toce (Val Anzasca), constituée par un barrage en maçonnerie créant une retenue de 90 000 m<sup>3</sup>, par un canal d'amenée long de 6190 m. et 3 conduites forcées. L'usine est équipée de 5 groupes, quatre en service depuis 1907, à turbine Schwammkrug de 2750 ch et alternateurs de 2300 kVA et un, en service depuis 1911, constitué par une turbine Francis et un alternateur de 3800 kVA.

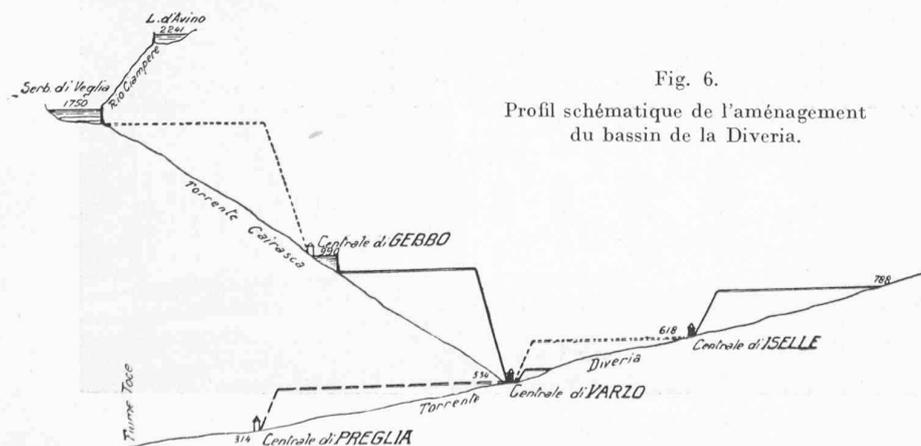


Fig. 6.  
Profil schématique de l'aménagement du bassin de la Diveria.

Les caractéristiques de l'aménagement du bassin de l'Ovesca (Val d'Antrona, rive droite du Toce), conçu par la Società Generale Italiana «Edison», qui se propose d'en tirer annuellement plus de 200 millions de kWh uniformément répartis sur toute l'année, pour une puissance de 70 000 kW,

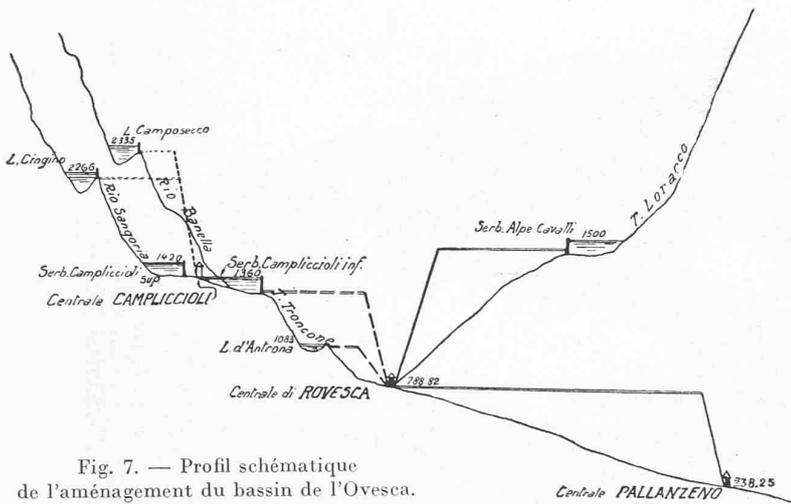


Fig. 7. — Profil schématique de l'aménagement du bassin de l'Ovesca.

sont récapitulées au tableau suivant (N° IV) et illustrées par le profil schématique de la figure 7.

*Ouvrages des Alpes Cavalli.* — Réservoir de 8,2 millions de m<sup>3</sup>, à la cote 1500, constitué par une digue en pierres sèches,

haute de 35,70 m. Une galerie de décharge, longue de 570 m., peut vider le réservoir avec un débit de 150 m<sup>3</sup>:sec. et, en outre, une batterie de siphons *Gregotti*, servant de déversoir, est capable d'évacuer 150 autres m<sup>3</sup> par seconde, le bassin versant ayant 26 km<sup>2</sup>.

Une galerie sous pression, dans le rocher, revêtue d'une chemise en tôle, d'un diamètre de 1,80 m. et longue de 4000 m. environ, relie le réservoir avec la cheminée d'équilibre d'où une conduite forcée, forcée dans le rocher, à chemise extensible en tôle ondulée<sup>1</sup>, partiellement frettée par un fil d'acier et enrobée de béton, aboutit à la centrale de *Rovesca*. Ces installations ont été mises en service en avril 1926.

*Ouvrages des Alpes Campliccioli.* — Réservoir de 8,7 millions de m<sup>3</sup>, sur le *Troncone*, à la cote 1360, créé par un barrage-poids, en maçonnerie de mortier, haut de 68 m. Galerie d'aménée sous pression longue de 3 km. environ, puis conduite forcée aboutissant à la centrale de *Rovesca*.

<sup>1</sup> On trouvera la description de ce système de revêtement, qui s'est montré efficace, dans les numéros d'octobre et de décembre 1926 de *L'Energia Elettrica*, publiée aussi sous la direction de M. C. Bonomi.

Tableau IV. — Aménagement du Val d'Antrona par la Société « Edison ».

Usines	Débit		Chute moyenne brute en m	Puissance moyenne constante		Puissance des machines installées en kW	Production annuelle en kWh
	moyen, constant en l. sec.	maxim. en l. sec.		ch nomin.	kW effectifs		
Campliccioli .	Cingino . . .	177	1 300	882	2 081	1 102	9 653 520 } en cours d'exécution 9 294 360 }
	Camposecco	156	1 140	963	2 003	1 061	
Rovesca . . .	Cavalli . . .	1 015	2 000	702,2	9 503	5 035	44 106 600 (2 groupes de 1 800 kW en service) 46 673 280
	Antrona . . .	1 365	2 500	285,2	10 055	5 328	
Pallanzeno . .	Campliccioli	308	2 000	552,5	1 171	620	54 312 000 108 545 160 (3 groupes en service)
		3 200	8 000	527	23 383	12 391	

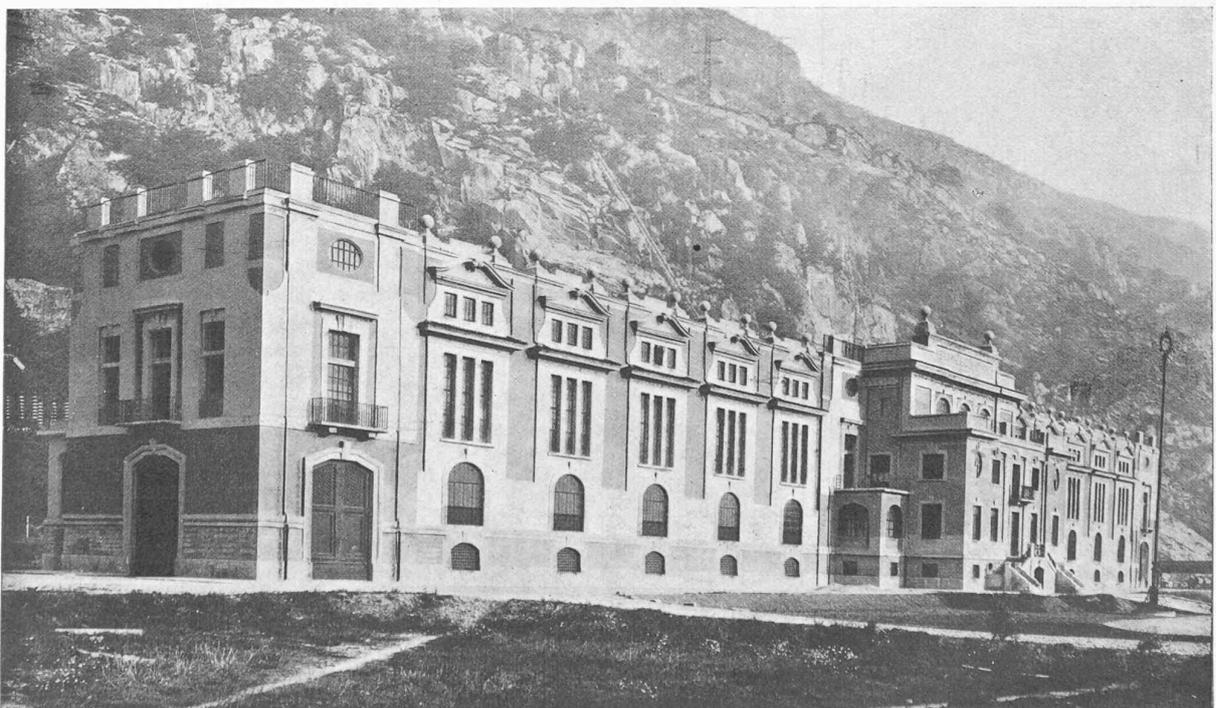


Fig. 8. — L'usine de Pallanzeno.

La Société « Edison » construit en outre trois autres réservoirs, l'un, *Campliccioli supérieur*, immédiatement en amont du précédent, les deux autres, par aménagement des lacs de *Camposecco* et *Gingino*, alimentant, sous une chute de 963 m. une centrale située au bord du réservoir inférieur de Campliccioli. Superficie du bassin versant : 34 km<sup>2</sup>. Capacité des réservoirs : plus de 20 millions de m<sup>3</sup>. La mise en service de ces installations était prévue pour le début de cette année.

*Ouvrages du lac d'Antrona.* — Le lac d'Antrona est aménagé en bassin d'accumulation de 4 millions de m<sup>3</sup>, environ. Bassin versant : 7 km<sup>2</sup>. Galerie sous pression longue de 2 km. alimentant une turbine de la centrale de Rovesca. L'installation a dû être mise en service à la fin de l'année dernière.

La centrale de *Rovesca* est équipée de 2 groupes de 13 000 ch pour la dérivation des Alpes Campliccioli ; de 2 groupes de 13 000 ch pour celle des Alpes Cavalli et d'un groupe de 4 000 ch pour celle d'Antrona. La puissance totale installée sera de 45 000 kW.

La décharge de la centrale de Rovesca et les eaux d'un bassin versant, de 21 km<sup>2</sup>, recueillies par l'Ovesca, alimentent l'usine de *Pallanzeno* (fig. 8), au moyen d'un barrage, situé près du confluent du Loranco et du Tronccone, et d'un canal d'amenée débitant 8 m<sup>3</sup> : sec. débouchant dans un bassin de compensation, de 20 000 m<sup>3</sup> environ, d'où part une conduite forcée, en galerie, revêtue d'une tôle de forte épaisseur. Chute : 527 m. Equipement : 3 groupes de 13 000 ch chacun.

#### Troisième section.

Les affluents de *rive gauche* du Toce, l'*Isorno* et le *Melezza*, ont été aménagés par la *Società Gestione Officine Elettriche* qui a dérivé dans la centrale d'Isorno 2,7 m<sup>3</sup>:sec. du Melezza, sous une chute de 297,4 m. et 2,5 m<sup>3</sup>:sec. de l'Isorno, sous une chute de 119,75 m. Le canal d'amenée de l'Isorno est long de 3 200 m. et celui du Melezza, de 6 km. La centrale est équipée de 2 groupes turbines Pelton-alternateurs de 4 300 ch et 3 600 kVA pour la dérivation du Melezza et de 2 groupes turbines Francis-alternateurs de 1 630 ch et 1 470 kVA pour la dérivation de l'Isorno.

*Les clichés qui illustrent cette note ont été mis gracieusement à notre disposition par M. l'ingénieur C. Bonomi. On remarquera que les architectes italiens savent harmoniser les bâtiments industriels avec leur destination et le paysage ambiant.*

## NÉCROLOGIE

### Frédéric Broillet.

Un nouveau deuil vient d'atteindre le Comité de rédaction du *Bulletin technique* et plus particulièrement les représentants du canton de Fribourg, moins d'un mois après le décès de M. Jean LEHMANN, ingénieur cantonal.

Ainsi que les lecteurs de ce journal l'ont vu dans le précédent numéro, Frédéric BROILLET, architecte à Fribourg, est décédé d'une apoplexie dans la nuit du 30 au 31 mars 1927, à l'âge de soixante-six ans, dans le Tessin où il faisait un séjour.

Après des études effectuées au Collège de Fribourg, à l'Ecole Polytechnique fédérale à Zurich, à l'Ecole des Beaux-Arts à Paris, Frédéric BROILLET travaille dans des bureaux d'architectes à Zurich, Lucerne, Saint-Gall, puis fait des séjours d'études en Italie septentrionale, à Vienne, à Budapest ; il retourne à Zurich et accepte ensuite une place à Berne.

De là il s'établit à Fribourg et s'y associe avec un architecte étranger, M. WULFLEFF, après avoir effectué un premier travail, la transformation de l'ancien Hôtel des Charpentiers qui devient l'Hôtel Suisse. MM. BROILLET et WULFLEFF construisent, entre autres édifices, l'imprimerie Saint-Paul, le Convict Albert le Grand, le pensionnat de la Chassotte, les bâtiments de la villa Saint-

Jean, l'église de Cugy ; d'autre part, Frédéric BROILLET obtient des premiers prix aux concours publics de la route des Alpes, du Casino-Théâtre, de l'église d'Onnens, de l'Asile des Vieillards de Fribourg, du pont de Pérolles.

Du fait du départ de M. WULFLEFF de Fribourg, Frédéric BROILLET demeure seul ; il construit à cette époque l'église de Villars-sur-Glâne. Il s'associe ensuite avec M. GENOUD-EGGIS, architecte, avec lequel une collaboration dans un concours public l'a tout d'abord mis en rapport. MM. BROILLET et GENOUD préparent les plans des ponts de Pérolles et de Zähringen, des Bains de la Mottaz, de l'église de Tavel, de l'institut de Pensier, des



Frédéric Broillet.

(Cliché de la *Schweizer. Bauzeitung*.)