

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 56 (1930)
Heft: 1

Artikel: Les forces motrices de Brusio
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-43480>

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: 15.01.2026

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

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Les Forces motrices de Brusio. — Concours d'idées pour l'agrandissement de l'Asile des pauvres et des vieillards, à la Souste-Loëche (suite et fin). — Dispositif à miroirs pour la mesure de l'aplatissement élastique de billes à la compression. — Concours d'orientation de la mécanique appliquée à l'industrie du sol et première « semaine du machinisme à la ferme ». — L'industrie électrique à l'exposition internationale de Barcelone. — BIBLIOGRAPHIE. — CARNET DES CONCOURS. — Service de placement.*

Les Forces motrices de Brusio.

A l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de sa fondation, la Société des Forces motrices de Brusio (Grisons) a édité un superbe ouvrage, admirablement illustré, décrivant le développement économique et technique de cette grande entreprise qui s'est acquittée, avec beaucoup de bonheur, de l'aménagement systématique et rationnel du Val de Poschiavo. Grâce à l'obligeante autorisation de la Société en question, qui a mis à notre disposition texte et clichés, nous empruntons à ce livre jubilaire, — dont on trouvera un compte rendu sous la rubrique « Bibliographie » de la présente livraison — l'historique de l'entreprise et une description de l'usine de Palü remarquable par plusieurs particularités techniques.

RÉD.

La Société anonyme des Forces Motrices de Brusio vient d'accomplir la vingt-cinquième année de son existence. Un quart de siècle consacré à la mise en valeur des forces hydrauliques du versant sud du massif de la Bernina, dès la ligne de partage des eaux entre le bassin de l'Inn et celui du Pô, formée par l'étroite bande de terrain qui sépare le Lago Bianco du Lago Nero au col de la Bernina, à l'altitude de 2236 m, jusqu'à la frontière italienne à Campocologno et jusqu'à l'Adda, dans lequel le Poschiavino débouche en Valteline, près de Madonna di Tirano, à l'altitude de 419 m. Oeuvre caractéristique à divers égards. Caractéristique par sa situation et la position géographique particulière du Val de Poschiavo aux confins du canton des Grisons, s'ouvrant au sud, en Italie, sur la Valteline, relié au nord avec le reste du canton et de la Suisse par le passage de la Bernina.

Oeuvre caractéristique aussi par la jonction à la frontière italienne avec les lignes électriques d'Italie qui vont dans cette importante région industrielle qu'est la Lombardie et la liaison en Suisse, pour le transit d'énergie, au travers de la Haute-Engadine, avec les réseaux de la Suisse orientale et du nord au moyen de lignes de transport d'énergie électrique partant de Campocologno, au sud des Alpes à l'altitude de 532 m, prolongées jusqu'à Thusis au nord des Alpes à l'altitude de 710 m, en passant successivement à la Bernina et à l'Albula aux hautes altitudes de plus de 2300 m.

Enfin et surtout, œuvre intéressante par son caractère essentiel, dès l'origine en 1904, d'entreprise fondée pour l'exportation d'énergie électrique de Suisse en Italie, mais dont la réalisation marqua aussi une étape de développement économique dans le canton des Grisons, par l'énergie électrique mise à la disposition du pays au fur et à mesure des besoins de la consommation qu'amènèrent l'extension et le développement de l'économie électrique communale de Poschiavo, la création de celle de Brusio, le développement de celle de la Haute-Engadine, l'établissement du chemin de fer de la Bernina à traction électrique, l'électrification des lignes de l'Engadine de la Compagnie du chemin de fer Rhétique et, ce qui en fut la conséquence immédiate, l'électrification accélérée du réseau complet de cette compagnie, en corrélation avec la fondation de deux autres sociétés grisonnes d'électricité la S. A. des Forces Motrices Rhétiques à Thusis, et la S. A. des Forces Motrices grisonnes à Klosters.

L'œuvre actuelle avec son beau complexe d'ouvrages échelonnés entre le Lago Bianco et l'Adda, le Lago Bianco et le Lago della Scala réunis aménagés en réservoir saisonnier au col de la Bernina, l'usine de Palü, le bassin compensateur de l'alpe de Palü devant être transformé ultérieurement en réservoir de saison, l'usine de Cavaglia à l'extrémité nord de l'alpage du même nom, l'usine de Robbia immédiatement en amont du confluent du Cavagliasco et du Poschiavino, à deux kilomètres au nord de Poschiavo, le lac de Poschiavo aménagé en réservoir saisonnier à quatre kilomètres en aval de cette localité, l'usine de Campocologno, la première construite, datant déjà de plus de 20 ans, sur le territoire de la commune de Brusio qui a donné son nom à l'entreprise, toutes ces installations, avec leurs 86 000 ch installés et la large faculté de régulation et de compensation inhérentes aux réserves d'eau, représentent une puissance de travail de valeur, à laquelle vient s'ajouter, entre la frontière italienne à Campocologno et l'Adda, celle de l'usine italienne du Poschiavino près de Madonna di Tirano, avec ses 14 000 ch installés, bénéficiant de tout le régime hydraulique.

D'ailleurs, les possibilités de développement de ces forces hydrauliques ne sont pas épuisées. Les eaux des

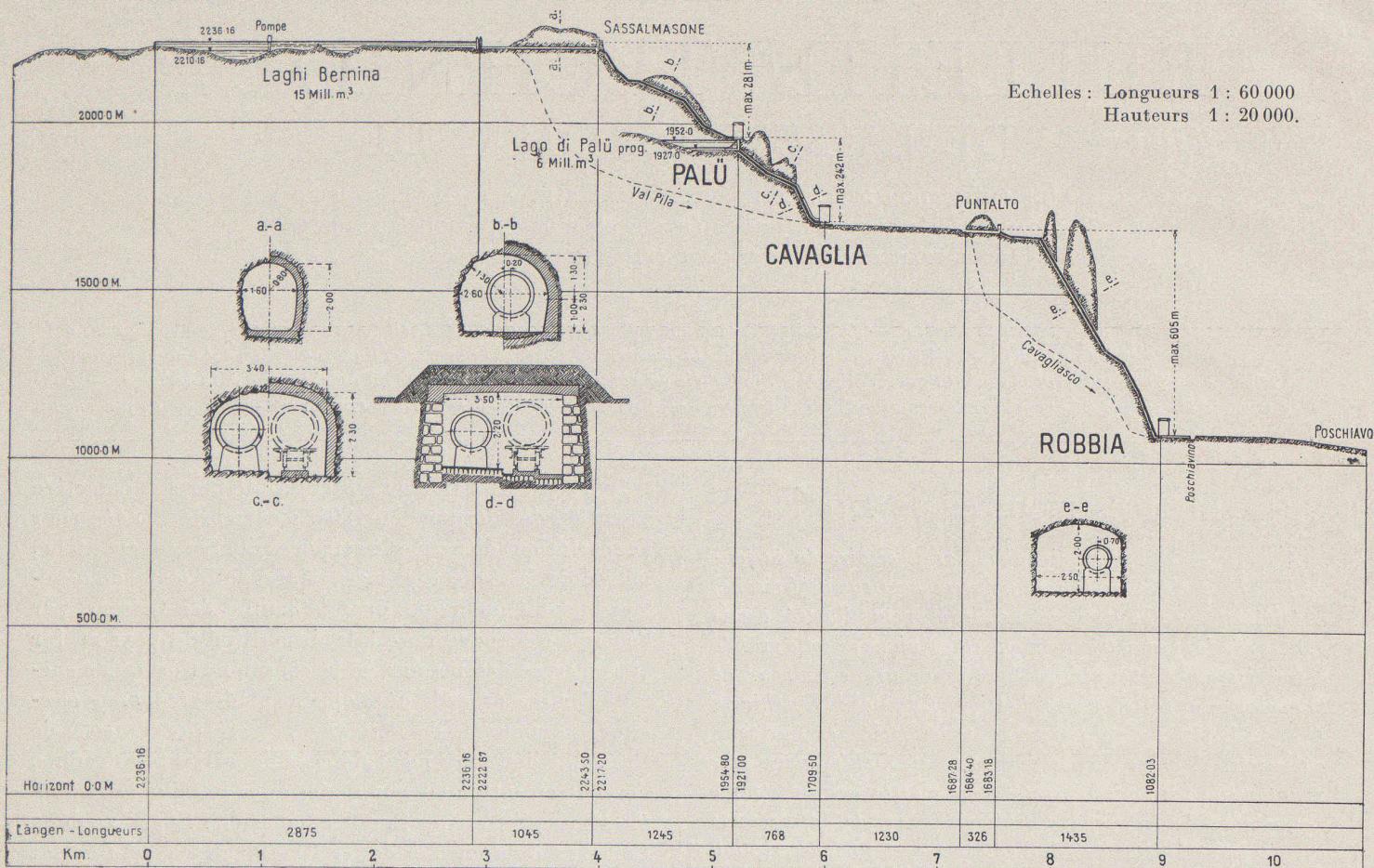


Fig. 1. — Profil en long général de l'aménagement des

réservoirs des lacs de la Bernina et celles de Palü sont susceptibles d'un aménagement complet. Les eaux du cours supérieur du Poschiavino dans le Val Lagoné et de son affluent du Val di Campo peuvent être captées et aménagées pour leur utilisation à l'usine de Robbia en même temps que celles du Cavagliasco, de la Bernina et de Palü. C'est avant tout, à la situation géographique et aux conditions techniques particulières des forces hydrauliques du Val de Poschiavo qu'est due l'étroite connexion d'intérêts qui subsiste encore inchangée après 25 années, au travers de la frontière, entre la Société des Forces Motrices de Brusio et l'économie électrique de l'Italie du nord ou plus spécialement celle de la Société Lombarde pour distribution d'énergie électrique, à Milan, membre fondateur de l'entreprise.

Elle est due cependant aussi sans doute, à l'esprit de bonne entente et d'équité qui ne cessa de se manifester entre les personnalités dirigeantes, dès la fondation, avant, pendant et après la guerre européenne.

La Société lombarde pour distribution d'énergie électrique, à Milan, déjà prospère en 1904 avec ses usines de Vizzola et de Castellanza en pleine exploitation, son usine hydro-électrique de Turbigo alors en construction, ses réseaux de distribution de courant alternatif triphasé à 50 périodes, a vu, durant ces 25 dernières années, son développement prendre une ampleur inattendue par les

constructions successives de nouvelles usines en Valteline, sur le Masino, le Mallero, le Poschiavino, à Carona au Val Brembana, par l'agrandissement de la centrale thermique de Castellanza et la construction de celle de Turbigo. Elle dispose actuellement dans ses six usines hydro-électriques et ses deux centrales thermiques, d'installations de plus de 206 000 ch auxquels vient s'ajouter l'appoint des 86 000 ch des quatre usines des Forces Motrices de Brusio de la vallée de Poschiavo.

Depuis la guerre, l'ordre de valeur de ces sources d'énergie s'est accentué par le rattachement au groupe puissant de la Société Idroellettrica Piemonte à Turin (S. I. P.) qui disposera bientôt d'une production annuelle de deux milliards de kilowattheures, rattachement effectué à la faveur de l'impulsion grandiose donnée par le gouvernement fasciste au développement des ressources hydrauliques de la nation. De plus, l'usine de Campocologno a été reliée aussi avec le réseau électrique de courant triphasé à 42 périodes de l'Italie du nord au moyen de lignes de transport allant de Campocologno aux usines de la S. A. Acciaierie e Ferriere Lombarde de Boffetto-Venina, près de Sondrio raccordées elles, à l'Azienda Elettrica Municipale de Milan ainsi qu'à l'autre groupe de l'industrie électrique italienne, le groupe Edison, qui dispose, de son côté, d'une production de plus de deux milliards de kilowattheures.

USINE DE PALU

10 500 kW.

1 conduite forcée, de 1350—1050 mm de diamètre et 1285 m de long.

En projet :
2 pompes d'accumulation de 350 l/sec chacune.

USINE DE CAVAGLIA

6700 kW.

1 conduite forcée, de 1200—1000 mm de diamètre et 815 m de long.

USINE DE ROBBIA

11 000 kW.

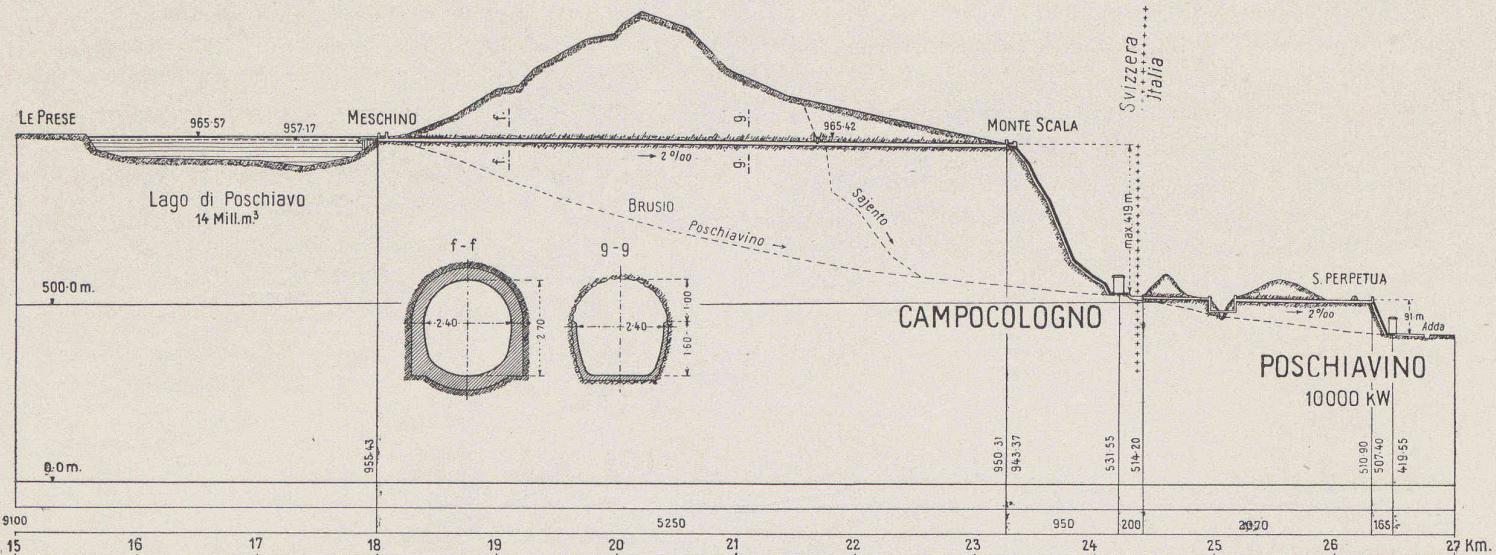
1 conduite forcée, de 800—700 mm de diamètre et 1577 m de long.

En projet :
une deuxième conduite forcée pour porter la puissance à 18 000 kW.

USINE DE CAMPOCOLOGNO

30 000 kW.

6 conduites forcées, de 870—790 mm de diamètre et 1100 m de long.

En projet :
nouveau réservoir pour porter la puissance à 34 000 kW.

forces motrices de Brusio entre le Lago Bianco et l'Adda.

Origine et fondation.

L'idée d'utilisation des forces hydrauliques du versant sud du passage de la Bernina, qui a conduit à la constitution de la Société anonyme des Forces Motrices de Brusio, date de l'année 1899. Elle est due à la maison Froté & Westermann, alors à Zurich, qui fit procéder de 1899 à 1903 à des mesures hydrométriques en vue de l'utilisation des eaux du Poschiavino entre le lac de Poschiavo et la frontière italienne, avec ce lac comme régulateur. Les concessions nécessaires lui furent accordées en 1899 par les communes intéressées de Poschiavo et de Brusio.

L'idée première, d'utilisation sur place par une industrie à créer, dut être abandonnée par suite des difficultés inhérentes à une réalisation de ce genre dans cette vallée isolée, à une époque où le chemin de fer de la Valteline venait à peine d'être achevé jusqu'à son point terminus actuel de Tirano et où celui de la Bernina n'existant pas encore. L'idée d'un transport d'énergie électrique au nord de l'Albula et au nord de la Suisse devait être de même abandonnée à cause des difficultés techniques et économiques de l'époque.

La maison Froté & Westermann céda ses droits à une Compagnie anglaise, la General Water Power Limited ; celle-ci les céda elle-même peu après à la Société d'électricité Alioth à Bâle-Münchenstein qui, elle, sut y intéres-

ser la Société Lombarde pour distribution d'énergie électrique à Milan.

Ce fut alors le mérite des deux éminents directeurs de ces deux sociétés, M. Alexandre Scotti, ingénieur, à Milan et M. Jules Burkhard, à Bâle, de fixer les bases commerciales, techniques et financières en vue de la réalisation des installations de production sur le territoire suisse, la livraison de la force, à la frontière, à la Société italienne qui, elle, se chargerait de son transport et de la jonction avec ses réseaux de l'industrie cotonnière lombarde, aux stations de Lomazzo et de Castellanza, à plus de 150 km du Val de Poschiavo.

La Société anonyme des Forces Motrices de Brusio fut alors constituée, le 14 juin 1904, et le premier siège de sa direction fixé à Zalende (Campascio), sur le territoire de la commune de Brusio, d'où il devait être transféré à Poschiavo, en 1920. La première grande entreprise d'utilisation des forces hydrauliques dans le canton des Grisons était ainsi fondée.

Son premier président, M. le Dr Alfred de Planta, le resta jusqu'à sa nomination de ministre plénipotentiaire de la Confédération suisse, à Rome, en 1914. Cette personnalité remarquable présida durant la même période la Société du chemin de fer de la Bernina et la Compagnie du chemin de fer rhétique ; M. de Planta fut remplacé à la présidence, en 1915, par M. le Dr h. c. Alfred Sarasin, à

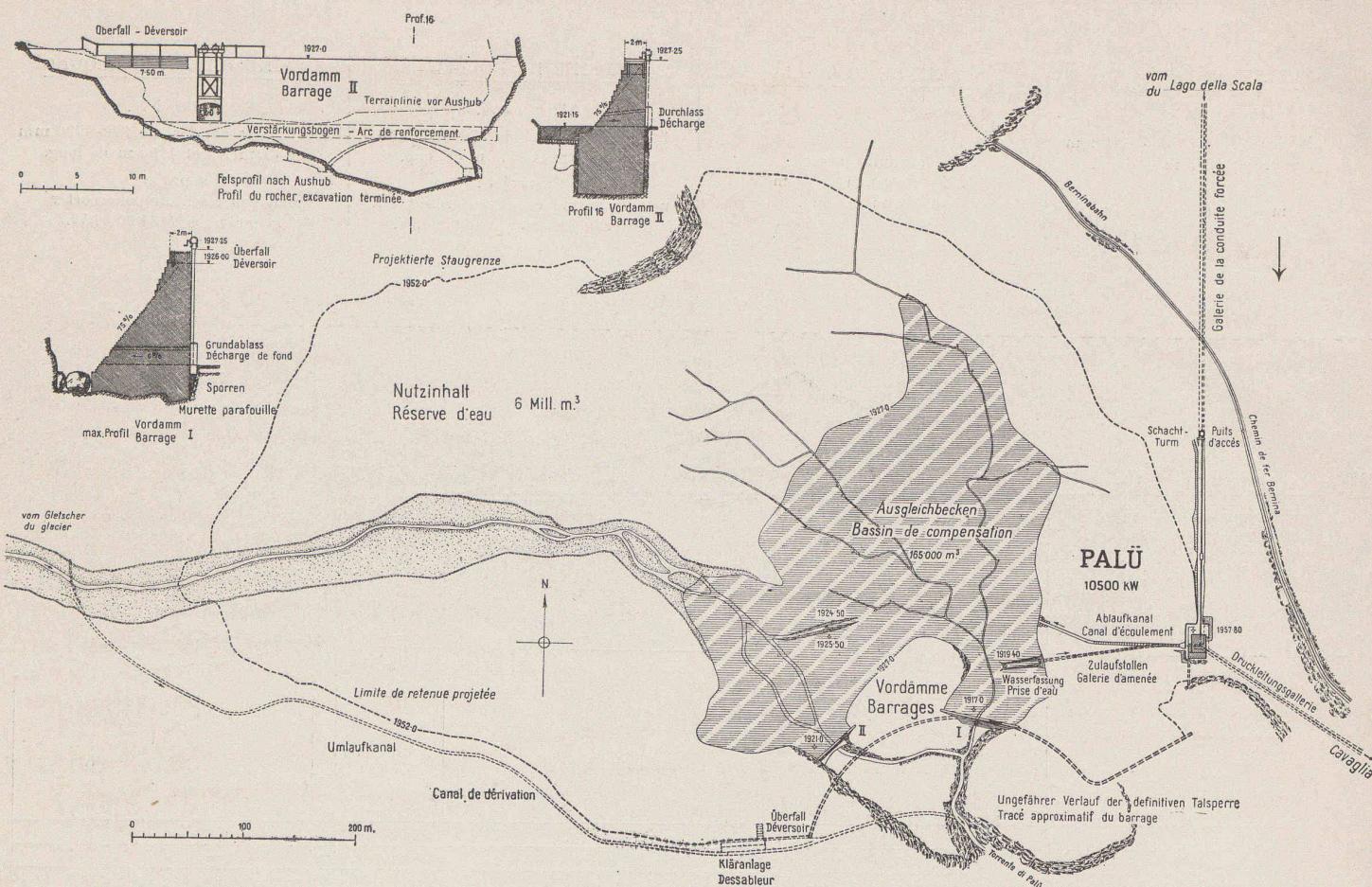


Fig. 2. — Usine de Palü. — Plan de situation.

Bâle, en son temps président de la Société d'électricité Alioth, membre du Conseil d'administration des Forces Motrices de Brusio depuis 1904.

Le premier directeur de la Société, de 1904 à 1911, M. D. Nachenius, ingénieur, eut à accomplir un travail de pionnier dans la vallée de Poschiavo où il assuma aussi pendant la même période les fonctions de directeur de la construction du chemin de fer de la Bernina. De 1911 à 1920, la direction fut confiée à M. P. Schmutz-Demeyriez, ingénieur, qui en dehors de sa tâche difficile de l'époque eut la charge des années de la guerre, et dès lors au directeur actuel, M. W. Rickenbach, ingénieur, pendant l'activité duquel furent réalisées la construction des usines de Palü et de Cavaglia ainsi que d'importantes adjonctions aux installations existantes.

Nous résumons, dans le tableau ci-dessus, les principales caractéristiques de cet aménagement du Val de Poschiavo, dont l'intelligence est facilitée par le profil en long général, figure 1.

Jusqu'à présent, cette entreprise a produit 2,36 milliards de kWh. Les 91,9 % de cette production ont été exportés en Italie.

Usine de Palü.

a) *Prise d'eau et conduite d'amenée à la galerie en charge.* La prise d'eau est située sur le lac della Scala. Un tuyau de 1350 mm de diamètre, pourvu d'un entonnoir d'entrée de 1700 mm vers le lac, a été maçonner dans le corps du mur. (Fig. 2.)

Une vanne à papillon, de 1350 mm, se manœuvrant à la main depuis le couronnement du barrage, est logée dans une tourelle attenante au barrage, et tout près, une chambre fut disposée pour l'organe principal de fermeture, composé d'une deuxième vanne à papillon de 1600 mm se manœuvrant à la main ou bien électriquement à distance, d'un by-pass de 300 mm, et d'une conduite de vidange de 100 mm. Entre les deux vannes le diamètre de la conduite s'agrandit de 1350 à 1600 et c'est de là que part la conduite de décharge de 800 mm, à double vanne. La vanne principale à papillon de 1600 mm est suivie d'une ventouse de 450 mm pour l'aspiration d'air et d'un trou d'homme.

Usine	Palü	Cavaglia	Robbia	Campocologno	Poschiavino (propriété de la Société Lombarde)
Epoque de la construction	1926/28	1926/28	1909/11	1904/08	1919/20
Puissance installée, en kW	10 500	6700	11 000	30 000	10 000
Chute brute en m.	281	217,5	605	419	91
Bassin d'alimentation, en km ²	11,13	27,79	35,97	196,27	250
Longueur de la conduite forcée, en m.	1285	815	1577	1100	450
Diamètre de la conduite forcée, en mm.	1350/1050	1200/1000	850/700	870/790	1700
Débit maxim. des ouvrages hydrauliques, en m ³ /sec.	4,4	4,4	2,5	10	16
Nombre des groupes génératrices.	1	1	4	12	2

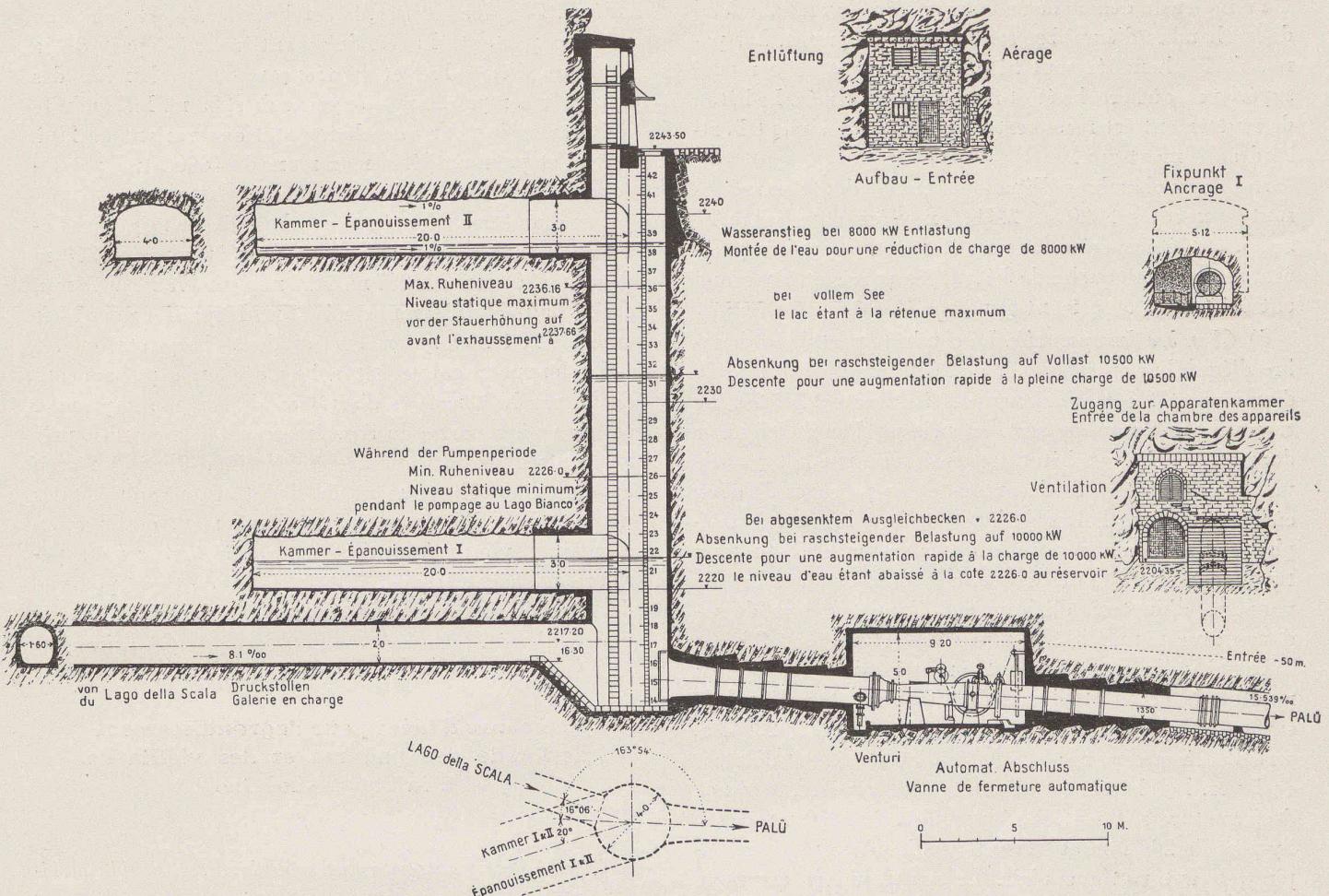


Fig. 3. — Usine de Palü. — Cheminée d'équilibre et chambre des appareils.

Ensuite, une conduite métallique enterrée, de 195 m de longueur et 1600 mm de diamètre, relie les installations de prise d'eau à la galerie en charge.

Tous les joints de cette conduite, en tôle d'acier de 10 mm d'épaisseur, sont soudés électriquement ; les tuyaux ont été livrés en tubes de 10 m de longueur, à joints coniques et emboîtement aux extrémités ; ils ont été soudés ensemble électriquement, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, après la mise en place dans la fouille. La conduite métallique est enveloppée de 15 à 20 cm de béton de protection contre la rouille ou contre les surcharges accidentielles. Le tuyau pénètre, sur 39 m, dans la galerie en charge percée dans le rocher et un bout de 10 m est pris dans un massif de béton formant bouchon.

b) *La galerie en charge* est percée sous le flanc sud-ouest du Sassalmassone ; elle a 825 m de longueur et traverse des schistes de Casana gris-vert. La disposition favorable des couches, ainsi que la structure compacte et sans fissure de la roche, a permis d'économiser le revêtement de la galerie sur la moitié de son parcours environ. Les parties fissurées ont été pourvues d'un revêtement en béton recouvert d'un enduit de ciment. Des injections de ciment furent faites derrière les maçonneries ; le radier de la galerie est égalisé par une couche de béton sur toute la

longueur. La conduite en charge, depuis le barrage, à l'amont, jusqu'à l'axe du puits de la chambre d'équilibre à l'aval, a une longueur de 1050 m ; la pente moyenne entre la cote 2222,6 d'entrée, et la cote 2217,2 de sortie est de 5,2 %.

La section transversale des tronçons bétonnés est de 2,75 m², celle des tronçons non revêtus de 3,50 m². La galerie a été prévue pour un débit d'eau moyen de 3,60 m³ et 4,4 m³ au maximum ; elle fut mise en charge le 4 décembre 1927. Au début une perte d'eau de 2 litres par seconde se manifesta, qui ne tarda pas à diminuer : cette perte ne mesurait plus que 0,18 à 0,20 litre à la fin de la première année d'exploitation.

c) La chambre d'équilibre excavée dans le rocher près du Sassalmassone, est formée d'une cheminée verticale de 4 m de diamètre et 30 m de hauteur, avec grands épaulements inférieurs et supérieurs en galeries latérales horizontales de 18 m de longueur chacune et 10 m^2 de section libre. En haut, à l'entrée, il y a des orifices d'aération ; une échelle de fer sert à la descente. Le fond de la chambre d'équilibre à la cote 2243,44 se trouve à 0,8 m en contre-bas de l'entonnoir de départ de la conduite forcée proprement dite, protégé lui-même par une grille de nettoyage à barreaux écartés de 25 mm. (Fig. 3.)

Le radier du débouché de la galerie en charge et le fond de la chambre d'équilibre sont revêtus de granit. Les parois de la cheminée sont bétonnées partout et la moitié supérieure, où la roche était fissurée, a été armée. Le béton de revêtement est recouvert d'un enduit de ciment Portland au cement-gum.

Les deux chambres d'épanouissement dont les radiers sont aux cotes 2220 et 2238, excavées dans la roche saine, ont été laissées sans revêtement. Le radier y est égalisé par une couche de béton, les parois et le plafond ont été traités au cement-gum.

d) *Chambre des appareils.* La conduite part de la chambre d'équilibre en entonnoir de 2000 mm à 1500 mm de diamètre et 2,5 m de longueur, à la cote 2215,20. Le tuyau de 1500 mm qui suit, est pris sur 7 m de longueur dans un bouchon en béton traversé aussi par le tuyau de vidange de la fosse de décantage et les passages de deux câbles avec leurs boîtes de jonction étanche pour le téléphone et la commande électrique à distance. Ce premier tuyau est pourvu, dès son entrée dans la chambre de vannage, d'un trou d'homme et d'une tubulure de vidange avec vanne de 250 mm d'ouverture. (Fig. 3.)

La chambre, entièrement excavée dans le rocher, revêtue de béton et d'un enduit de ciment, a 47 m² de surface et 5 m de haut. Une porte, seuil à la cote 2204,35, sert d'accès ordinaire ; la fenêtre d'aération sert d'entrée en hiver. La chambre contient le venturimètre, la vanne de fermeture automatique à papillon, de 1350 mm, avec by-pass de 200 mm et la ventouse de 400 mm pour l'aspiration automatique d'air. Le venturimètre assure la mesure du débit et actionne la membrane de déclenchement automatique de la vanne de fermeture pour chaque débit voulu. La fermeture de la vanne peut d'ailleurs se faire à distance par commande électrique depuis les usines de Palü et Cavaglia.

e) Le profil en long de la *conduite sous pression* des pages 2 et 3 montre que la conduite forcée suit d'abord la galerie d'accès de la chambre des appareils sur une longueur de 50 m, jusqu'à la sortie à la cote 2207,10 puis descend enterrée, traversant le petit vallonnement de l'Alp Grum et rentre, à la cote 2121,6 dans une nouvelle galerie, percée dans le rocher, de 723 m de longueur, avec fenêtre latérale de 95 m à mi-chemin environ de la cote 2068. La conduite forcée croise ainsi quatre fois les différents lacets du chemin de fer de la Bernina et descend en forte pente vers l'usine de Palü. Pour assurer l'accès, même en hiver, quand le sol est couvert de neige, une cheminée a été disposée à chaque extrémité de la galerie. Depuis l'extrémité inférieure jusqu'à l'entrée de la salle des machines de l'usine de Palü, à la cote 1954,8, la conduite forcée suit le flanc ouest de l'Alp Grum où elle est enterrée par mesure de protection contre le gel, les avalanches et les chutes de pierres. Des regards de contrôle en maçonnerie, couverts de madriers, se trouvent aux joints de dilatation. La conduite est protégée contre la rouille dans ses parties enterrées, par une couche double de minium et plusieurs enveloppes de toile de coton imprégnée de

sidérol. Dans les galeries, la conduite forcée est peinte au minium partout. La conduite entière, le départ de la chambre d'équilibre et le tronçon de la chambre des appareils compris, a une longueur de 1285 m. La conduite a été calculée pour une charge statique variant de 20 à 283 m et pour un débit maximum de 4400 litres par seconde.

Les diamètres adoptés, sur la base du principe du diamètre le plus économique, sont de 1350 mm sur 373 m de long, 1200 mm sur 387 m, 1125 mm sur 173 m, 1075 mm sur 248,5 m et 1050 mm sur 76,3 m. L'épaisseur des tôles varie de 10 à 21 mm, en fonction de la charge statique.

La longueur totale est subdivisée en sept tronçons droits par huit massifs d'arrêt ou d'ancrage ; le premier se trouve à la sortie du Sassalmassone et le dernier, près de l'entrée de la conduite de l'usine. Chaque massif comprend un changement de direction en profil et les massifs IV et VI, en outre, un changement de direction en plan. Il y a un joint de dilatation à l'extrémité supérieure de chaque tronçon droit et la conduite est pourvue de trous d'homme pour le contrôle, en dessus de chaque massif d'arrêt.

(*A suivre.*)

Concours d'idées pour l'agrandissement de l'Asile des pauvres et des vieillards, à la Souste-Loèche.

(*Suite et fin.*)

Grâce à l'obligeante intervention de M. Ch. Schmidt, architecte cantonal du Valais, nous sommes — enfin ! — à même de reproduire le projet qui a obtenu le premier prix à ce concours. Les deux autres projets primés ont été reproduits dans nos numéros du 5 et du 19 octobre dernier. Voici le passage du rapport du jury relatif au premier prix.

Réd.

Projet N° 5 « Mon Abri ».

Les bâtiments sont bien groupés dans le plan de situation. L'orientation du nouveau bâtiment est bonne.

Ce projet a le mérite de présenter des bâtiments d'une grande simplicité architecturale, laissant à l'Asile actuel toute son importance.

Le corps de bâtiment de jonction entre le vieux et le nouveau bâtiment aurait dû être reculé pour dégager l'Asile actuel. Les réfectoires auraient dû être placés au sud-ouest et séparés pour les hommes et pour les femmes par la cuisine. Cette dernière est trop petite. Les réfectoires pour anormaux ne sont pas indiqués. La séparation des sexes dans le nouveau bâtiment n'est pas suffisante. Les cubes donnés ne sont pas très exacts et s'élèveraient à 1 000 m³ environ de plus, si l'on appliquait les normes.

Dispositif à miroirs pour la mesure de l'aplatissement élastique de billes à la compression.

Cet appareil construit par Alfred J. Amsler & Cie à Schaffhouse, n'est pas indépendant ; il peut être adapté à n'importe quelle machine permettant d'effectuer des essais à la compression.