Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 37 (1911)
Heft: 1

Artikel: Souterrains supportant une forte pression hydraulique intérieure
Autor: Chenaud, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-28829

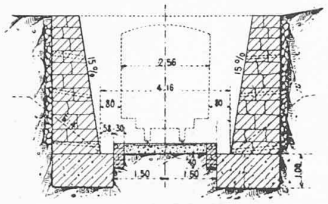
Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. 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

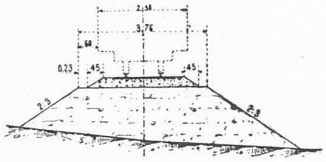
Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on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

Download PDF: 08.07.2025

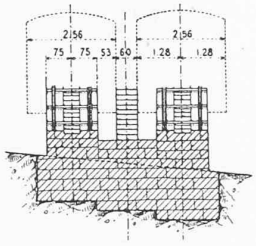
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch



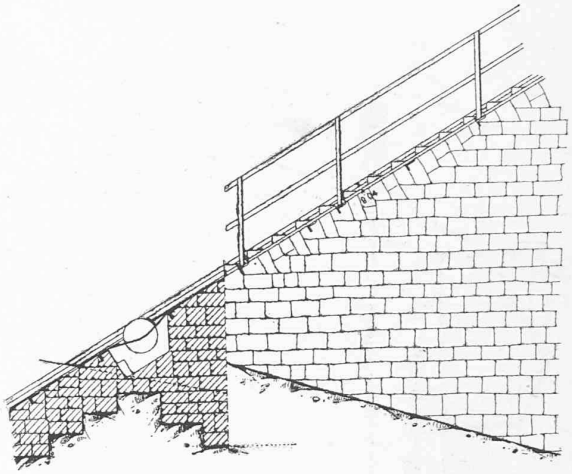
Déblai. — 1 : 200.



Remblai. — 1 : 200.

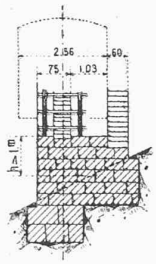


Evitement. — 1 : 200.

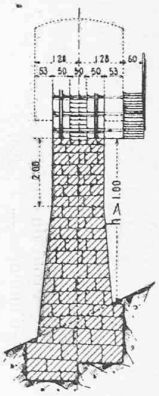


Coupe sur l'axe de la ligne. Vue.

Remblai. — 1 : 80.



Remblai. — 1 : 200.



Remblai. — 1 : 200.

Fig. 3. — LE FUNICULAIRE LES AVANTS-SONLOUP. — Profils-types.

ches reposant sur l'extrémité en porte à faux des cornières-traverses; cet escalier a 60 cm. de largeur; une barrière en tubes à gaz de 1" lui sert de garde-corps sur toute sa longueur; l'autre escalier, de 50 cm. de large, est ménagé dans le corps même de la voie, suivant l'axe de la ligne; à l'évitement, il bifurque suivant les deux voies, et un quatrième escalier de service suit alors l'axe de la ligne sur toute la longueur de l'évitement. Deux fossés le bordent de part et d'autre et permettent d'évacuer plus rapidement la neige de cette partie de la ligne qui mesure au milieu de l'évitement 4,66 m. de largeur contre 1,50 m. dans la partie normale maçonnée. Pour cette même raison, toutes les excavations recevant les poulies sont entièrement ouvertes latéralement. Malgré le coût fort élevé de l'escalier en maçonnerie, il a été jugé indispensable comme permettant le seul accès facile aux poulies et en tous points du câble.

La partie inférieure de la ligne en déblai se trouve dans un terrain excessivement acquifère ce qui explique l'épaisseur un peu forte des murs de soutènement abondamment percés de barbacanes et justifie la construction des murettes-garde-ballast et le cimentage des gondoles, ou cunettes latérales. *(A suivre).*

Souterrains supportant une forte pression hydraulique intérieure.

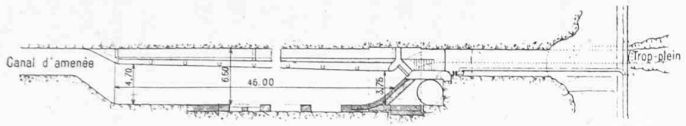
Par H. CHENAUD, ingénieur.

De très nombreux souterrains d'amenée d'eau sont appelés à résister d'une façon accidentelle ou permanente à une pression intérieure pouvant s'élever jusqu'à une ou deux atmosphères. Nous ne nous en occuperons pas dans le présent article.

Dans l'étude sur les *Forces motrices de la Drance, à Martigny,* publiée dans le *Bulletin technique,* N° 17 de septembre 1910, nous avons parlé avec détails d'un souterrain de plus de 2,5 km. de longueur, sans revêtement maçonné, supportant une pression de 55 m.

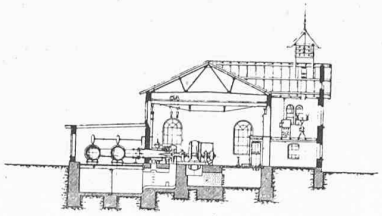
Cette étude nous a conduit à rechercher s'il existe d'autres souterrains supportant des pressions relativement élevées. Nous pensons qu'il peut y avoir quelque intérêt à consigner ici pour les lecteurs du *Bulletin* les résultats de notre enquête.

Jusqu'à maintenant, en dehors du tunnel de Martigny, nous ne connaissons que quatre souterrains destinés à sup-

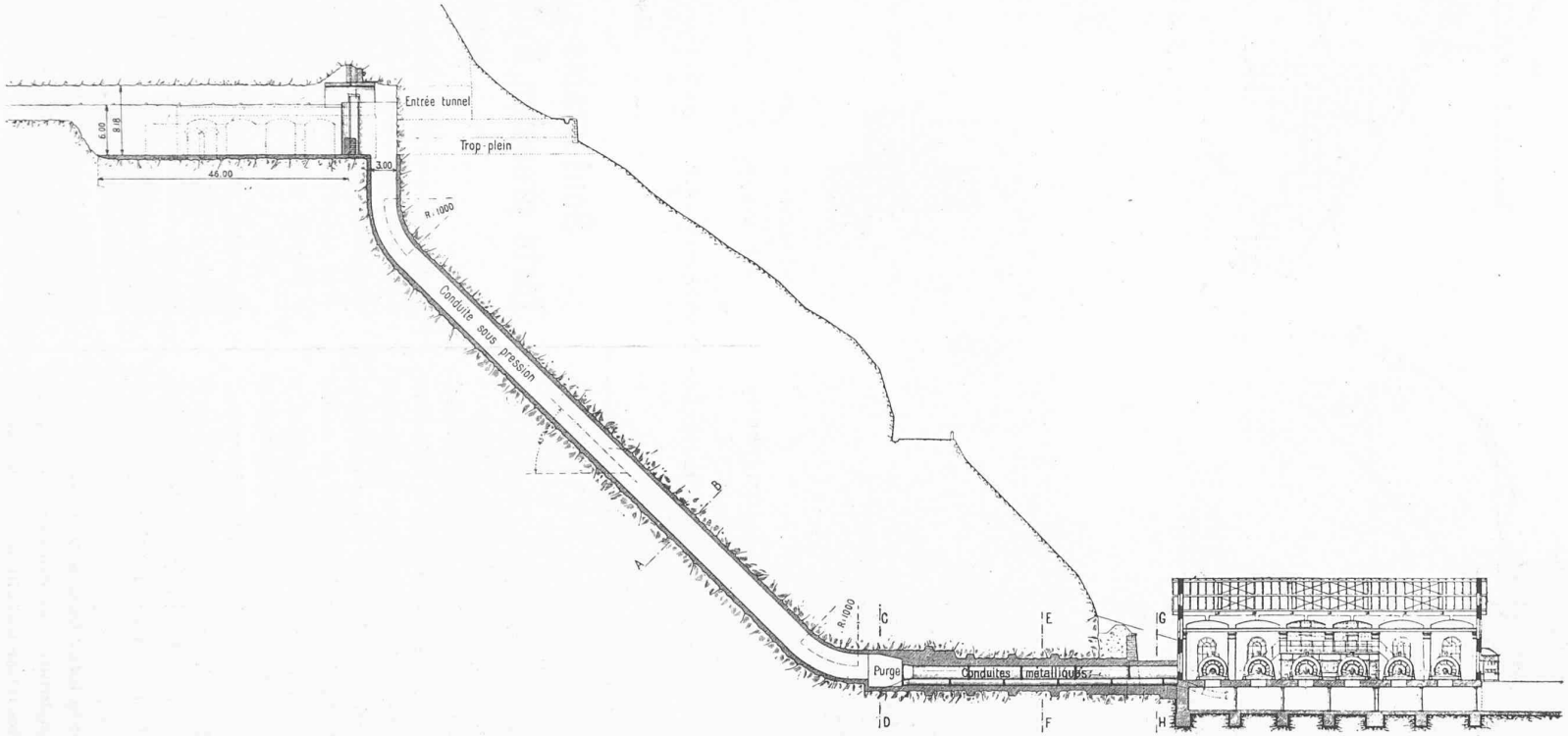


Plan. — 1 : 800.

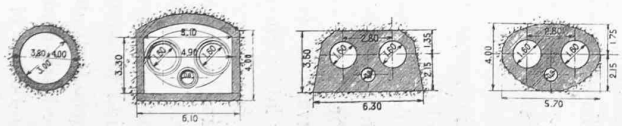
Profil du canal d'amenée. — 1 : 400.



Coupe transversale de l'usine. — 1 : 800.



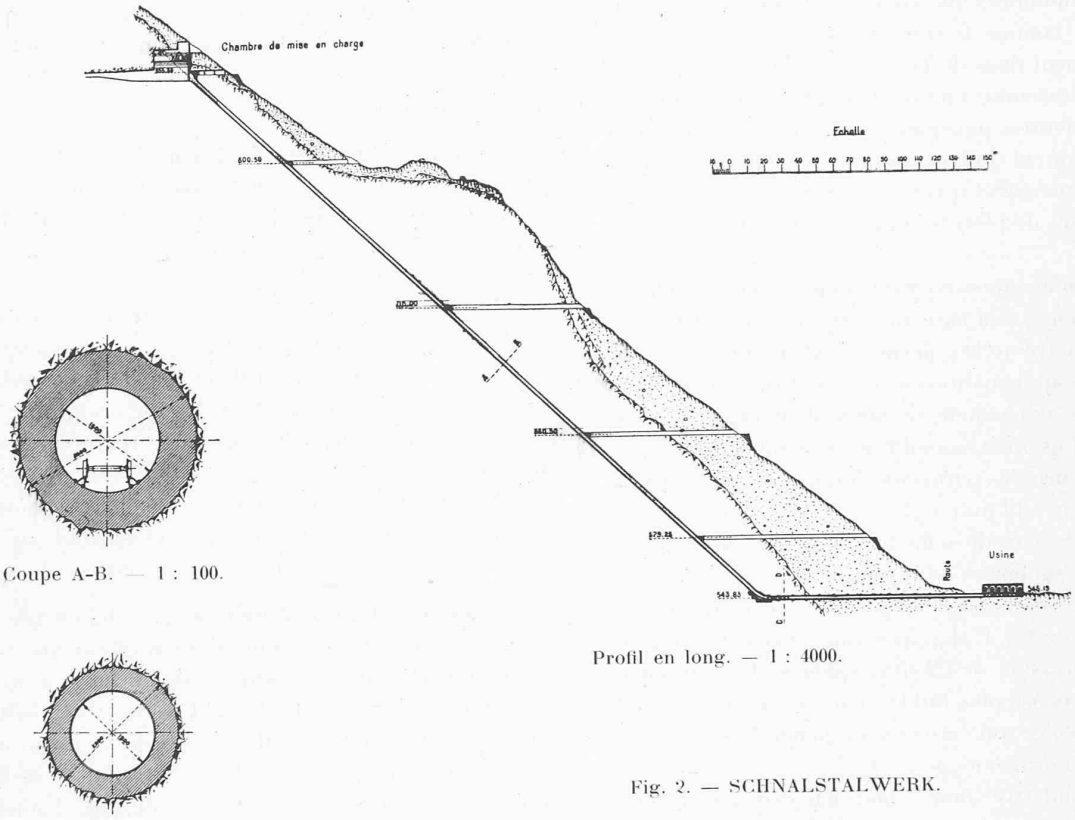
Profil en long. — 1 : 800.



Coupe A-B. Coupe C-D. Coupe E-F. Coupe G-H.

1 : 400.

Fig. 1. — FORCES DE L'« ETSCHWERK »



Coupe A-B. — 1 : 100.

Profil en long. — 1 : 4000.

Coupe C-D. — 1 : 100.

Fig. 2. — SCHNALSTALWERK.

porter des pressions supérieures à cinq atmosphères. Comme on le verra dans les descriptions qui suivent, ces pressions n'existent que sur une longueur relativement faible, et l'on a employé de forts revêtements en béton ou même en métal.

C'est à l'obligeance de M. *Hassold,* directeur des services électriques des villes de *Bozen* et *Meran* que nous devons les renseignements qui suivent sur les deux installations de l'Etsch (Adige) et de la Schnalstal, dans le Tyrol.

1° **Etschwerk.** — Le souterrain en pression de l'Etsch werk est en exploitation depuis douze ans. Il utilise une chute de 70 m. Le canal d'amenée proprement dit ne peut jamais être en pression, car la chambre de mise en charge, précédant la galerie inclinée, possède un déversoir et un canal de trop-plein.

La galerie inclinée en pression se trouve sur toute sa longueur creusée dans le rocher compact. Elle est entièrement revêtue de béton. Le diamètre de l'excavation circulaire est de 2,50 m. et l'épaisseur moyenne du revêtement de 0,50 m. L'inclinaison de la galerie atteint 45°.

Au bas du puits partent deux canalisations métalliques de 1,60 m. de diamètre qui aboutissent aux turbines. Il y a en outre une conduite pour la purge des sables.

Une inspection occasionnelle de ce souterrain après plusieurs années de service a montré que si le béton présentait une certaine quantité de crevasses, cela n'occasionnait pas de pertes d'eau appréciables.

Les dessins (fig. 1) montrent le détail de cette installation.

2° **Schnalstalwerk.** — L'usine du Schnalstal, actuellement en construction, utilisera une chute de 320 m. au moyen d'une galerie inclinée sous pression. Cette galerie est précédée d'un canal d'amenée de 4300 m. de longueur avec une pente de 1,5 ‰. Ce canal peut être accidentellement soumis à une faible pression car la chambre de mise en charge à l'entrée de la galerie inclinée ne possède pas de déversoir.

Le débit maximum prévu est d'environ 6,5 m³ et la section libre de 2,73 m².

Le canal est bétonné sur toute sa longueur et revêtu d'un enduit de ciment lisse.

Pour la conduite sous pression deux solutions ont été envisagées, savoir deux conduites métalliques installées à ciel ouvert ou une galerie inclinée sous pression. Cette dernière solution a été adoptée pour les raisons suivantes:

Le terrain entre la chambre de mise en charge et l'usine est très accidenté, errodé par les pluies et recouvert de gros éboulis. Le tracé des conduites métalliques extérieures aurait été par suite très onéreux, d'autant plus qu'il aurait fallu passer en tunnel à travers un éperon rocheux.

Les devis des deux solutions atteignaient sensiblement le même total. Par contre les frais d'entretien, de réparations et d'amortissements de la galerie en pression doivent

être beaucoup moindres que pour les conduites à ciel ouvert. En outre, comme le tracé du souterrain incliné se trouve entièrement dans du bon rocher (gneiss compact), cette solution présentait une sécurité plus grande que les conduites extérieures, puisque, comme nous l'avons déjà dit, celles-ci auraient dû traverser des terrains présentant une stabilité douteuse et qu'elles auraient en outre été exposées aux chutes de pierres, au gel et aux efforts de dilatation.

Le souterrain en pression est incliné à 43° sur l'horizontale et supporte à sa base une pression de 32 atmosphères. Le diamètre de la galerie est de 1,50 m. (fig. 2).

Les parois sont constituées par un tuyau métallique emprisonné dans une couche de béton de 0,50 m. d'épaisseur moyenne. Les épaisseurs du métal sont variables. A la partie supérieure, les parois ont 5 mm. d'épaisseur et à la partie inférieure, 14 mm.

Elles sont calculées de telle façon que le tuyau pourrait à la rigueur supporter à lui seul la pression, même si le revêtement de béton n'existait pas. A la partie inférieure, le métal travaillerait à 17 kg. par mm², mais 100 m. plus haut, soit à la pression de 22 atmosphères, le coefficient de sécurité est encore plus faible et le métal travaillerait à 25 kg. par mm², ce qui est trois ou quatre fois plus que ce qu'on adopte normalement.

Les tuyaux sont rivés bout à bout par tronçons de 4 m. A l'intérieur du tuyau se trouve placée une voie sur laquelle peut circuler un vagonnet attaché à un câble. Celui-ci est actionné au moyen d'un treuil placé dans la chambre de mise en charge.

Le wagonnet est destiné à faciliter la revision du puits et à permettre de renouveler la peinture intérieure du tuyau si l'expérience en montre la nécessité.

Le puits est terminé à la partie inférieure par un coude à partir duquel commence la conduite métallique sous pression proprement dite qui amène l'eau directement aux turbines.

Les parois de cette dernière conduite sont calculées de façon à travailler à 6,5 kg. par mm² environ.

La perforation du puits a été faite en utilisant plusieurs fenêtres d'attaque (six en comptant la galerie inférieure). Le travail, commencé d'abord à la main, fut ensuite continué au moyen de perforatrices à air comprimé. La perforation se fit presque partout de bas en haut ; une petite partie seulement fut exécutée en descendant, mais on dut y renoncer à cause de la sujétion de l'évacuation des déblais au moyen d'un treuil.

Les fenêtres sont fermées par de forts bouchons en maçonnerie. En plus, au droit de chacune d'elles, le tuyau métallique est renforcé.

Des drainages ont été ménagés à l'intérieur du revêtement maçonné pour recueillir les fuites ou les eaux de filtrations ; ils ont leur écoulement à chaque fenêtre d'attaque afin que le tuyau métallique ne puisse jamais être soumis à des pressions extérieures dangereuses.

Le béton employé au revêtement du puits avait des compositions différentes suivant les pressions qu'il était destiné à supporter et la proportion du ciment au sable variait de 1 : 3 pour la partie inférieure, à 1 : 7 pour la partie supérieure.

3° **Tunnel du Doron de Beaufort.** — Pour ce tunnel, situé près d'Albertville en Savoie, les auteurs du projet avaient pensé pouvoir faire supporter à la partie inférieure une pression de 100 m. sans revêtements métalliques, et même avec peu de maçonneries.

Les premiers essais ayant démontré que la nature de la roche et la position de l'ouvrage ne permettaient pas une solution aussi simple, il fut décidé de tuber métalliquement tout le tronçon de tunnel, supportant une pression supérieure à 4 atmosphères, et de renforcer les revêtements en maçonnerie.

Cette modification a été nécessitée parce qu'on se trouvait dans une roche peu compacte et surtout parce que le souterrain était placé trop près de la surface du sol.

4° **Souterrain de Meiringen.** — Ici encore on avait pensé pouvoir faire un tunnel sans revêtements maçonnés pour supporter une pression de 200 m. La section du souterrain était d'environ 1,80 m², et les parois étaient simplement enduites au moyen d'une chape en ciment de 2 cm. d'épaisseur qui épousait toutes les inégalités de la roche. Lors des premiers essais, il y a une dizaine d'années, il se produisit des fuites par les fissures de la roche, fuites qui étaient assez importantes pour empêcher le remplissage complet de la galerie.

Pour remédier à cet état de choses, on décida de poser une conduite en fonte dans l'intérieur des tunnels, et cette canalisation fonctionne depuis sans aucun inconvénient.

Conclusion.

Si à Martigny, sans revêtements maçonnés ni métalliques, on a réussi à obtenir une bonne étanchéité avec une pression relativement élevée, cela provient de la qualité de la roche, et surtout du fait qu'on traverse une montagne au lieu de la longer, et qu'on se trouve ainsi constamment très loin de la surface du sol.

Cet intéressant exemple prouve que, cas échéant, et malgré les fâcheux mécomptes du Doron et de Meiringen, il ne faudrait pas craindre d'affronter des pressions plus élevées lorsqu'on se trouverait dans des conditions analogues à celles de Martigny.

Concours pour l'hôpital des Cadolles, à Neuchâtel[1].

Continuant la publication des projets primés à ce concours, nous reproduisons, aux pages 7 et 8, les principales planches du projet « Bellevue », de MM. Chable et Bovet.

[1] Voir N° du 10 décembre 1910, page 269.