

Le tunnel du Simplon

Autor(en): **Blonay, Pierre de**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **27 (1901)**

Heft 1

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-22109>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Bulletin Technique de la Suisse Romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES. — PARAISSANT DEUX FOIS PAR MOIS

Rédacteur en chef et Editeur responsable : E. IMER-SCHNEIDER, Ingénieur-Conseil, GENEVE, Boulevard James-Pazy, 8

SOMMAIRE : Souhaits de la Rédaction. — Le tunnel du Simplon, par M. P. de Blonay, ing. (avec 1 planche). — Restauration de St-Pierre à Genève, par M. L. Viollier, arch. (suite, avec 3 planches). — L'adduction des eaux françaises du Lac Léman à Paris et dans la banlieue. — *Bibliographie :* Rapport de M. J.-B. Rocco, inspecteur fédéral des mines, par M. Georges Imer, Ing. — *Chronique :* Banquet annuel de la section genevoise de la G. e. P. — *Concours, Soumissions :* Ecole secondaire des jeunes gens à Berne. — Ecole cantonale à Lugano. — Enquêtes. — Tarif d'honoraires de la Société suisse des Ingénieurs et Architectes.

A nos abonnés, lecteurs, collaborateurs et amis nous souhaitons une

Bonne et Heureuse Année

les remerciant de la bienveillance qu'ils ont bien voulu nous témoigner pendant le premier semestre d'existence du *Bulletin Technique de la Suisse Romande*.

Plus qu'eux peut-être nous sentons les lacunes plus ou moins graves que présente encore notre journal ; aussi faisons-nous appel à toute leur indulgence, les priant de nous continuer leur appui en nous faisant crédit de la bonne volonté que nous apportons à remplir une tâche plus ardue qu'elle ne semble peut-être à quelques-uns d'entre eux, mais dont nous espérons venir à bout grâce surtout au bienveillant concours des membres romands de la *Société suisse des Ingénieurs et Architectes*, que nous désirons pouvoir compter tous parmi nos collaborateurs.

Merci à tous ceux qui nous ont déjà favorisés de leur concours et :

Vivant sequentes !

LA RÉDACTION.

LE TUNNEL DU SIMPLON

par M. PIERRE DE BLONAY, Ing.

Le *Bulletin de la Société vaudoise des Ingénieurs et Architectes* avait, dès 1876 et jusqu'en 1890, dans une série d'articles signés Jean Meyer, Ed. Pellis, Th. Lommel, A. Vauthier, de Sinner et Gerlich, parlé des différents projets qui avaient vu le jour pour la construction d'un tunnel à travers le massif du Simplon. Nous ne reviendrons pas sur ces projets et renvoyons ceux de nos lecteurs que cela intéresserait aux premiers volumes de la collection du *Bulletin*.

En août 1894, la Compagnie des chemins de fer Jura-Simplon publia un exposé du projet de 1893 ; c'est, sauf de légères modifications de détails, celui qui se trouve aujourd'hui en cours d'exécution. M. l'ingénieur E. de Vallière, ancien directeur des mines et salines de Bex, analysa ce projet très complètement dans les numéros 1 et 2 du *Bulletin* de l'année 1895. Dès lors les négociations sui-

virent leur cours et aboutirent, les travaux commencèrent, mais le *Bulletin* resta muet, c'est cette lacune que les quelques pages qui vont suivre ont pour but de combler.

* * *

Période préparatoire

Au commencement de l'année 1894, le Conseil fédéral avait transmis les plans du projet de 1893 au gouvernement italien en le priant de se prononcer sur le tracé proposé par la Compagnie Jura-Simplon.

L'Italie ayant déclaré précédemment ne pas vouloir intervenir dans les études préliminaires, le Conseil fédéral avait constitué de sa propre autorité une expertise dont les conclusions ont été analysées ainsi que le projet lui-même dans l'article de M. de Vallière. Le rapport d'expertise, favorable en tous points aux plans proposés, et ces plans eux-mêmes, ayant obtenu l'adhésion des gouvernements suisse et italien, une entrevue officielle eut lieu à Milan en février 1895, entre les délégués du gouvernement italien, ceux de la Compagnie Jura-Simplon et ceux de l'Entreprise, en vue d'aplanir le terrain pour les futures négociations officielles. Celles-ci continuèrent et aboutirent, le 25 novembre 1895, au « traité entre la Suisse et l'Italie pour la construction et l'exploitation d'un chemin de fer à travers le Simplon, de Brigue à Domodossola ». Dans ce traité, les deux gouvernements s'engageaient à prendre les mesures nécessaires pour assurer l'exécution et l'exploitation des lignes d'accès, et du grand tunnel lui-même. Le contrôle et la surveillance de l'exécution de ce dernier devaient être confiés au Conseil fédéral seul, le gouvernement italien se réservant cependant le droit de faire visiter les travaux par des délégués techniques.

Quant aux charges financières, la Suisse s'engageait à verser 4 1/2 millions de francs, et l'Italie une subvention annuelle de 66.000 liras à partir de la mise en exploitation du grand tunnel et des lignes d'accès pendant toute la durée de la concession, fixée à 99 ans dès la date de l'ouverture. La Compagnie Jura-Simplon prévoyait en outre l'obtention d'une subvention de 10 1/2 millions de francs de la part de cantons, communes et corporations suisses, et 4 millions de liras de la part de provinces, communes et corporations italiennes.

Les parties s'engageaient à faciliter de tout leur pouvoir le trafic, laissant à une entente ultérieure la stipulation de dispositions concernant les services de douanes, postes, télégraphes et police des deux Etats.

D'autre part, la Compagnie Jura-Simplon conclut, le 22 février 1896, avec le gouvernement italien une convention lui assurant la concession de la construction et de l'exploitation d'un chemin de fer à travers le Simplon dès la frontière italo-suisse à Iselle (la frontière se trouve à l'intérieur du grand souterrain, à environ 9.100 mètres de la tête nord, et 10.630 mètres de la tête sud). La Compagnie s'engageait à construire et exploiter le dit chemin de fer, le gouvernement italien s'obligeant, de son côté, à construire la ligne d'accès au grand tunnel, dès la gare de Domodossola jusques et y compris la station d'Iselle, et à ouvrir ce tronçon à l'exploitation à la même date que le grand tunnel.

Quant à la concession, datant du 24 septembre 1873, sur territoire suisse, le délai fixé pour commencer les travaux avait été successivement étendu au 1^{er} novembre 1881, puis, de deux en deux ans, jusqu'au 31 décembre 1899.

Il ne restait plus, pour entreprendre les travaux, qu'à réunir les ressources financières nécessaires. Ce ne fut pas une mince besogne.

Le devis pour la construction d'un tunnel à simple voie avec galerie parallèle se montait à un total de 70 millions, se décomposant comme suit :

A. Travaux :		
Montant du forfait de l'entreprise.	Fr. 54.500.000	
Travaux réservés à la Compagnie,		
soit : expropriations, correction du		
Rhône, lignes d'accès aux deux têtes,		
y compris la gare de Brigue, matériel		
de voie, éclairage du tunnel et signaux.		
	3.900.000	
Frais généraux de la Compagnie.	1.300.000	59.700.000
B. Intérêts intercalaires		
		7.200.000
C. Autres dépenses, soit dépenses		
préliminaires, formation du capital,		
imprévu		
		3.100.000
Total	Fr.	70.000.000

De cette somme, 60 millions étaient à couvrir par un emprunt, et le surplus par une augmentation du capital social, soit par l'émission d'actions dites de subventions Simplon, souscrites par les communautés suisses et italiennes intéressées.

L'émission de l'emprunt fut garantie par un consortium de banques aux conditions suivantes : Dans les trois mois qui suivront le transfert du réseau Jura-Simplon à la Confédération, les obligations faisant l'objet de l'emprunt seront échangées contre des obligations de la Confédération portant les mêmes conditions que celles souscrites par la Compagnie. La garantie de l'emprunt est donnée par la Confédération.

En ce qui concerne le rachat des chemins de fer Jura-Simplon par la Confédération, il a été entendu que celle-ci avait l'obligation de racheter avec le réseau Jura-Simplon la ligne Brigue-frontière italienne; que sous réserve de l'assentiment de l'Italie la Confédération devrait se substituer à la Compagnie lors du rachat, en ce qui concerne ses obligations et ses droits touchant la construction et l'ex-

ploitation d'un chemin de fer de la frontière italo-suisse à Iselle. Enfin, pour éviter les inconvénients pouvant résulter du transfert du tunnel du Simplon en cours de construction, il fut décidé que la Compagnie Jura-Simplon devrait terminer elle-même la ligne Brigue-Iselle, pour ne la remettre à la Confédération que prête à être ouverte à l'exploitation, contre remboursement de ce qu'elle aurait coûté.

* * *

Commencement des travaux

Ce fut le 27 mai 1898 que l'assemblée générale des actionnaires de la Compagnie Jura-Simplon approuva toutes les démarches faites par son Conseil d'administration et sa Direction, et décida ainsi le commencement des travaux sauf autorisation de la Confédération. Le 3 juin de la même année, la Compagnie présenta sa justification financière au Conseil fédéral et le 11 août ce dernier l'approuva, donnant ainsi l'autorisation de commencer les travaux. Enfin, le 13 août 1898 la Compagnie Jura-Simplon mit officiellement à la disposition de l'Entreprise les terrains nécessaires et l'autorisa ainsi à commencer les travaux.

Il en résultait, aux termes de la convention, que : 1^o la perforation mécanique devait commencer à chaque tête du tunnel trois mois après la remise des terrains à l'Entreprise, soit le 13 novembre 1898 au plus tard; 2^o que le premier tunnel et la galerie du second tunnel devraient être terminés et livrés, prêts pour l'exploitation, cinq ans et demi après la date fixée pour le commencement de la perforation mécanique, donc le 13 mai 1904.

* * *

Entreprise

Rappelons que la *Société d'Entreprise du tunnel du Simplon* se compose des maisons : A. Brandt et Brandau, de Hambourg, Sulzer frères, de Winterthur Locher et Cie, de Zurich, et de la banque de Winterthur.

M. Alfred Brandt, ancien ingénieur de la Compagnie du Gothard et inventeur de la perforatrice hydraulique à rotation qui porte son nom, seule utilisée au tunnel du Simplon, était connu par ses grands travaux de l'Arlberg, et de certains d'assèchement de mines en Espagne, où il avait triomphé des plus grandes difficultés. M. Brandt dirigea dès l'origine jusqu'à sa mort, survenue à Brigue le 25 novembre 1899, les travaux de la tête nord.

Son associé, M. Brandau, a travaillé au percement d'un grand nombre de tunnels, au Caucase entre autres, il dirige les travaux à Iselle.

La maison Sulzer frères, de Winterthur, renommée dans le monde entier, fournit à l'Entreprise ses perforatrices, pompes, etc. Elle est représentée par M. Ed. Sulzer-Ziegler, l'un de ses chefs, dans le conseil de gérance, dont il est le président. M. Sulzer-Ziegler a sous sa direction tout ce qui a trait à l'administration et à l'intendance (hôpital, logements d'ouvriers, cantines, magasins de vivres, etc.). Il dirige le bureau central de Winterthur. Quant à M. Locher,

colonel du génie, l'un des entrepreneurs suisses les plus éminents, il est le constructeur de la ligne du Pilate, la plus hardie des lignes de montagne. M. Locher, qui avait assumé la direction de tous les travaux extérieurs (bâtimens, correction du Rhône, installations des forces motrices, etc.) succéda à M. Brandt à la tête nord; toutefois, ses nombreux travaux ne lui permettant pas de séjourner en permanence à Brigue, il s'adjoignit comme ingénieur en chef résidant à Brigue M. Hugo von Kager.

Disons en passant quelques mots du contrat conclu entre la Compagnie Jura-Simplon et l'Entreprise, contrat daté du 15 avril 1898.

L'Entreprise s'engage à exécuter à forfait le grand tunnel à une voie, prêt à être livré à l'exploitation, ainsi que la galerie d'un second tunnel parallèle au premier, dans le délai indiqué plus haut, puis à transformer éventuellement, plus tard, cette galerie en un second tunnel à une voie semblable au premier. Font en outre partie du forfait toutes les installations de tout genre que l'Entreprise jugera bon d'établir pour le percement du tunnel. Dans les 4 ans qui suivront l'achèvement du premier tunnel, la Compagnie devra décider si elle veut faire terminer le second tunnel par l'Entreprise sur la base du contrat et éventuellement donner l'ordre d'exécution. Dans ce cas, l'Entreprise devra terminer le second tunnel dans les 4 ans qui suivront la date de l'ordre donné par la Compagnie.

L'Entreprise aura droit à une prime de 5000 francs par jour d'avance, si les travaux sont terminés avant le délai fixé de 5 $\frac{1}{2}$ ans dès la mise en marche des perforatrices, et il pourra lui être infligé une pénalité égale pour chaque jour de retard, à l'exception des cas suivants: guerre dans laquelle la Suisse ou l'Italie serait engagée, épidémies, grèves générales sans faute de la part de l'Entreprise, tremblements de terre, ou autres cas de force majeure analogues. Par contre il ne sera pas tenu compte de toutes les chances auxquelles pourra être exposée l'Entreprise par suite d'éboulements, affluences d'eau, inondations, ou par suite de la configuration et de la nature des terrains traversés.

Le montant du forfait est établi comme suit:

1 ^o Pour toutes les installations	Fr.	7.000.000
2 ^o Pour le 1 ^{er} tunnel et la galerie du 2 ^d	»	47.500.000
3 ^o Pour l'exécution du 2 ^d tunnel	»	15.000.000
	Total	Fr. 69.500.000

La proportion, quelle qu'elle soit, suivant laquelle les

différents types de revêtements admis auront été nécessaires, ne changera en rien le montant du forfait.

Les paiements se font à la fin de chaque mois, proportionnellement aux travaux exécutés, et d'après la série de prix établie, avec une retenue de 7 $\frac{1}{2}$ % destinée à porter à 5 millions de francs le cautionnement primitivement déposé de 1 million.

L'Entreprise restera pendant 3 ans, après la fin des travaux du 1^{er} tunnel, et 2 ans après celle du 2^d, responsable de leur bonne exécution. Au cas où elle serait à un moment quelconque en retard de plus d'une année sur le programme d'exécution, la Compagnie pourra résilier le contrat et continuer elle-même les travaux, le cautionnement versé lui restant acquis.

* * *

Tunnel

La longueur du tunnel du Simplon est de 19.770 m. La tête nord se trouve au kilomètre 2,440⁰⁰ dès la gare actuelle de Brigue. Le souterrain commence à cette tête par une courbe de 330 m. de rayon, passe ensuite au grand alignement droit de 19.321,8 m., auquel succède du côté sud une courbe de 400 m. de rayon et de 185,5 m. de longueur, puis un alignement droit de 122,7 m. jusqu'à la tête sud.

A son point culminant, il sera élargi pour l'établissement d'une voie d'évitement de 400 m. de longueur utile. Toutefois la Compagnie se réserve la faculté de faire abstraction de cet élargissement et de le remplacer par un évitement de longueur correspondante dans le second tunnel raccordé de chaque côté au premier par un branche-

ment. A ses deux extrémités le grand alignement droit est prolongé par une galerie de direction; celle du côté nord a une longueur de 134 m., celle du côté sud 273 m.

On sait que les deux galeries parallèles sont distantes de 17 m. d'axe en axe; à la tête sud le peu de place disponible entre la route du Simplon et la montagne nécessita le rapprochement des ouvertures à 8 m. l'une de l'autre. L'angle du grand alignement droit avec la direction N.-S. du méridien est de 128° 48' 18" Est. L'altitude de la tête nord (base des rails) est 685.85. Le souterrain est en rampe de 2 ‰ sur une longueur de 9.184¹⁰ mètres et atteint, au palier culminant de 500 m. de longueur, l'altitude de 704,1 m.

Toutefois ce palier pourra être remplacé par des pentes ou des rampes de 1 ‰ selon que les galeries de direction seront en avance du côté nord ou du côté sud.

Le programme général d'exécution des travaux, différant un peu de celui publié en 1895 par le *Bulletin*, est le suivant:

Année	Prolongement de la galerie de direction Mèt.	Galerie de base et galerie parallèle		Galerie de faite		Excavation complète du profil		Revêtement et canal d'écoulement		Ballast et pose de voie Mèt.
		Mèt.	Mèt.	Mèt.	Mèt.	Mèt.	Mèt.	Mèt.	Mèt.	
1 ^{re}	407	2.400	2.400	2.000	2.000	1.400	1.400	700	700	—
2 ^{me}	—	3.700	6.100	3.600	5.600	3.600	5.000	3.500	4.200	—
3 ^{me}	—	4.100	10.200	4.000	9.600	4.000	9.000	4.000	8.200	—
4 ^{me}	—	4.600	14.800	4.600	14.200	4.600	13.000	4.600	12.800	—
5 ^{me}	—	4.930	19.730	5.200	19.400	5.400	19.000	5.500	18.300	—
Dernière $\frac{1}{2}$ année	—	—	—	330	19.730	730	19.730	1.430	19.730	19.730

Une pente de 7 ‰ et de 10.086 m. de longueur aboutit à la tête sud, à l'altitude de 633,6 m.

Détail curieux : à quelques mètres au-dessus de l'entrée de la galerie de direction, à Iselle, se trouve, taillée dans le roc, une croix surmontée de l'inscription : T. F. 644,50, c'est-à-dire : Tunnel Favre, altitude 644,50 m.

Le malheureux entrepreneur de ce nom avait voulu, lui aussi, une fois le Gothard terminé, percer le massif du Simplon ; l'entrée sud du souterrain projeté se trouvait ainsi, à peu de chose près, à la place de l'entrée actuelle.

La *détermination de la direction* du tunnel se fit par une triangulation et de la manière suivante : après avoir fixé sur le terrain un point de l'axe du tunnel à chaque tête, on a relié ces deux points à la triangulation de 1876, afin de déterminer provisoirement la direction du souterrain.

Cette triangulation de raccordement, achevée en juin 1898, avait une exactitude suffisante pour déterminer la direction de la galerie de base jusqu'à ce que la triangulation définitive fût achevée. La nouvelle triangulation d'ensemble, faite en 1898, comprend 17 sommets d'angles, dont celui du Monte-Leone occupe le milieu ; elle a été raccordée aux deux sommets de la triangulation fédérale Wasenhorn et Faulhorn. Le résultat de l'opération accuse une erreur probable de $\pm 0,55''$, ce qui correspond à un écart probable de 6 cm. à la rencontre des deux attaques au centre du tunnel.

Ces travaux importants, dont l'Entreprise a assumé la responsabilité, furent exécutés avec une grande compétence par M. le lieutenant-colonel Rosenmund, ingénieur du bureau topographique fédéral.

La longueur calculée entre les deux têtes des galeries de direction est de 19.733,57 m.

A Brigue, un observatoire, placé dans le prolongement du grand alignement, fut construit sur la rive droite du Rhône, au bord de la route de la Furka, à environ 500 m. de l'entrée du tunnel. La direction de ce dernier est déterminée au moyen de deux points de mire, visibles très nettement de nuit comme de jour, placés de 500 à 600 m. en avant et en arrière de l'observatoire. A Iselle l'encaissement de la vallée obligea de construire l'observatoire tout près de la tête, sur la rive droite de la Diveria ; les points de mire se trouvent pour la même raison à 75 et 114 m. seulement en avant de l'observatoire.

Afin de fixer exactement ces points de mire dans l'axe du tunnel, on a fait de chaque côté environ 100 observations des angles, entre la direction des mires et celle des signaux environnants. L'erreur de la direction de l'axe est inférieure à 1 seconde.

Par suite de l'encaissement des vallées du Rhône et de la Diveria dans lesquelles aboutissent le souterrain, les grandes masses rocheuses causaient à ses deux extrémités des déviations des fils à plomb, pouvant aller jusqu'à 20° et influençant ainsi les angles horizontaux de la triangulation. M. Rosenmund calcula cette attraction ainsi que son influence et atteignit ainsi une exactitude beaucoup plus complète dans la fixation de l'axe.

Dans chaque observatoire se trouve une lunette de

60 cm. de longueur avec objectif de 60^{mm} grossissant 40 fois ; on peut renverser la lunette et la retourner sur ses supports.

Dans l'intérieur du tunnel on se sert de théodolites spéciaux et de mires avec vis de rappel.

Les vérifications d'axe se font 3 à 4 fois par an à chaque tête, par M. Rosenmund, assisté des ingénieurs de l'entreprise. Cette opération, qui est accompagnée de mesurages de précision destinés à vérifier le niveau et la longueur de la galerie, dure de 24 à 40 heures, nécessitant une interruption complète des travaux ; ce sont du reste les seules occasions où le travail s'arrête à l'avancement. Les visées se font depuis les observatoires, puis en prolongeant l'axe à l'intérieur du tunnel. Les lampes utilisées sont de fortes lampes à acétylène.

Des observations astronomiques ont été faites du côté nord et du côté sud pour contrôler la triangulation qui a déterminé la direction et la longueur du souterrain. Les résultats de ces travaux ne nous sont pas connus.

(A suivre).

Travaux exécutés par l'Association pour la

Restauration de Saint-Pierre, à Genève

sous la direction de M. VIOLLIER, architecte

Membre honoraire et correspondant de l'Institut royal des Ingénieurs et Architectes

(Suite)

Les trois tours. — La disposition de St-Pierre est assez spéciale. Deux tours sont élevées sur les travées nord et sud des transepts, sans que le plan intérieur de l'église en soit influencé.

Mais les tours elles-mêmes se ressentent de cette disposition anormale.

Le plan n'est pas carré, les murs des quatre faces sont d'inégale épaisseur.

Tandis que chaque angle extérieur est accompagné de deux vigoureux contreforts, montant d'un beau jet jusqu'à la corniche, les angles intérieurs n'en possèdent qu'un seul, ce qui donne à la tour une apparence dissymétrique très frappante.

Les trois murs extérieurs des tours sont en même temps les façades des transepts et à l'intérieur comme le reste de l'église, ces galeries sont ajourées par les galeries à colonnettes qui font le tour de l'église.

Ces murs n'offrent donc pas une bien grande résistance et l'on n'a pas osé terminer les tours par un couronnement puissant.

Dès lors l'édifice manquait de silhouette et ne dominait pas majestueusement la ville.

C'est alors que l'idée a dû surgir de compléter l'œuvre par une troisième tour surmontée d'une grande aiguille.

Tour de l'Aiguille. — Cette flèche primitive qui n'a peut-être jamais été terminée ou qui, si elle le fut jamais, a été détruite par le feu, était en charpente sans doute recouverte de plomb ou de cuivre.

La tour du carillon que nous venons de remplacer était