Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 11/12 (1888)

Heft: 6

Artikel: Note résumée sur l'historique du percement des grands tunnels sous les Alpes

Autor: Meyer, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-14981

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: 14.07.2025

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

INHALT: Note résumée sur l'historique du percement des grands tunnels sous les alpes, par J. Meyer, ingénieur. (à suivre.) — Um- und Neubau des Hotel Bellevue zu Zürich. Arch.: H. Weinschenk in Zürich. — Inondation du Rhône. — Patentliste. — Miscellanea: Eidg. Polytechnikum. Diplom-Ertheilungen. Statistik des Rollmaterials der schweizerischen Eisenbahnen. Zahnradbahn auf den Monte Generoso. Die Goliath-Schiene. — Concurrenzen: Evangelische Kirche in Erlenbach. — Preisausschreiben: Der Verein deutscher Ingenieure. — Necrologie: † Friedrich Bigler. — Vereinsnachrichten. Stellenvermittelung.

Note résumée sur l'historique du percement des grands tunnels sous les Alpes,

par *J. Meyer*, ingénieur *).

I.

Au moment où la question du percement du Simplon est sur le point de passer dans le domaine de l'exécution, une revue rétrospective des conditions dans lesquelles se sont effectués les grands percements faits jusqu'ici, peut présenter un certain intérêt.

Mont Cenis.

La première idée de franchir le mont Cenis, ou plutôt le col de Fréjus, par un chemin de fer reliant la Savoie (Maurienne) au Piémont, est due à Joseph Médail, de Bardonèche, commissaire aux douanes, puis entrepreneur de routes à Lyon (1828). Dès 1832, il s'occupait de cette étude, traçant des plans, relevant les distances entre Bardonèche et Modane. Il avait relevé l'endroit où le massif des Alpes offre le moins d'épaisseur.

Médail avait fait de ce tunnel le rêve de sa vie. Dans le projet qu'il rédigea, il traversait les Alpes au même point qui fut choisi plus tard par les ingénieurs. C'est le 20 juin 1841 qu'il présenta son projet au gouvernement sarde, mais il plaçait le tunnel plus haut, de manière à ne lui donner que 5000 m. environ de longueur; personne, à ce moment, n'aurait osé songer à percer un tunnel de plus 12 km. avec deux seules attaques possibles.

Ce n'est qu'en 1845 qu'on commença à s'occuper sérieusement de ce percement. A cette époque on exécutait le chemin de fer de Gênes à Turin qui comportait le plan incliné du Giovi, à la traversée des Apennins, avec des rampes de 35 mm. M. Henri Maus, ingénieur belge (le constructeur du plan incliné de Liège), fut chargé de la direction de la construction de ce chemin de fer et de l'étude des moyens de franchir ce plan incliné de 10 km. de longueur. M. Maus proposait aussi, pour l'exploitations de celui-ci, un câble de remorque mû par des roues hydrauliques.

Pendant que M. Maus construisait la ligne de Gênes à Turin, le gouvernement sarde le chargea de l'étude du passage des Alpes entre Suze et Modane.

Dans son premier rapport d'août 1845, il proposa un tunnel de 10 km., relié aux vallées par cinq plans inclinés à 35 mm. sur lesquels les convois auraient été remorqués par des machines funiculaires.

M. Angelo de Sismonda, géologue, étudiait la structure du massif; ses travaux furent continués par M. Elie de Beaumont.

Il fit, avec M. Maus, des essais sur la dureté des roches, d'ou il résulta que, par les moyens connus à cette époque, il faudrait 35 à 40 ans pour percer cette galerie.

C'est alors que M. Maus s'occupa d'étudier une machine pour percer plus rapidement le rocher. En 1846, il obtint un crédit pour la construction d'un appareil perforateur de son invention. Avec cet appareil, l'avancement en petite galerie s'obtenait au moyen d'une machine composée de ciseaux mis en mouvement par des ressorts et qui auraient découpé la roche en blocs adhérents seulement à l'arrière, et qu'on aurait détachés au moyen de coins. Les moteurs auraient été des roues hydrauliques qui auraient transmis le mouvement aux ressorts portant les ciseaux au moyen de câbles et de poulies. (Cet appareil perforateur de M. Maus est décrit et figuré dans l'ouvrage de M. Maxime Hélène: *Les nouvelles routes du globe*, p. 231 à 234. — Paris, G. Masson.)

*) Extrait du Bulletin de la Société vaudoise des Ingénieurs, et Architectes et publié avec l'autorisation de l'auteur et de la Société.

Le rapport définitif de M. Maus sur la traversée des Alpes, est du mois de juin 1848. Il proposait un tunnel de 12,790 m. de longueur en pente continue de 19 mm., dont l'entrée méridionale à Bardonèche eût été à l'altitude de 1364 m., suivant à peu près la direction indiquée par Joseph Médail. Il comptait achever en cinq ou six ans la galerie d'avancement et évaluait le coût du tunnel achevé à 14 millions, moins la voie. Ce rapport fut renvoyé à l'examen d'une commission technique dans laquelle figuraient entre autres MM. Paléocapa, Ménabrea et Sismonda.

Mais survint en 1849 la guerre avec l'Autriche et les revers du Piémont qui amenèrent du découragement.

C'est en 1852 que M. le professeur Daniel Colladon, de Genève, bien connu par de nombreux et précieux travaux et expériences de physique et de mécanique, proposa d'actionner les perforatrices au moyen de l'air comprimé par des pompes. En 1850 déjà il s'occupait de cette application et demanda des renseignements à Turin sur les conditions pour obtenir des brevets d'invention. Des expériences lui avaient fait découvrir que la résistance à l'écoulement de l'air comprimé dans de longues conduites de fort diamètre était de beaucoup inférieure à ce qu'on avait admis jusqu'ici, et que, dès lors, il y avait possibilité, par ce moyen, de transmettre économiquement, à de grandes distances, une force motrice considérable. Il déposa sa demande de brevet le 30 décembre 1852. Celle-ci fit l'objet d'un rapport du 23 janvier 1853 de M. Menabrea qui louait fort cette ingénieuse invention. Un premier brevet fut accordé en 1852. Ce brevet fut renouvelé et confirmé le 1er septembre 1853. Comment se fait-il que son invention ne fut pas appliquée au percement du tunnel et qu'il ne fut pas appelé à en récolter le profit? C'est ce que nous verrons sans nous l'expliquer toutefois ou, sans que ce procédé du gouvernement sarde, puisse se justifier.

En 1855, M. Bartlett, ingénieur anglais, entrepreneur de travaux sur la ligne de Culoz à Chambéry, inventa une machine perforatrice destinée à faire des trous de mine et qui était actionnée par la vapeur.

L'idée de M. Colladon de l'actionner par l'air comprimé était bien supérieure. (Cette machine de M. Bartlett est figurée et décrite dans l'ouvrage de Louis Figuier, intitulé: *Les nouvelles conquêtes de la science*, p. 97 à 99.)

En 1853, MM. Sommeiller, Grandis et Grattoni, ingénieurs sardes, déposèrent une demande de brevet pour une machine destinée à appliquer la force des chutes d'eau à la compression de l'air, machine qu'ils appelaient: *bélier compresseur*.

La description en est donnée entre autres dans l'ouvrage déjà cité de Figuier, p. 132 à 139, ainsi que dans l'ouvrage de M. A. Deviller: *Des travaux de percement du tunnel sous les Alpes*. — Paris 1863.

M. Germain Sommeiller naquit en 1815, à Saint-Jeoire, près Bonneville; M. Severino Grattoni est né à Voghera en Piémont, et M. Sébastien Grandis est né en 1817, à Borgo San-Dalmazio près de Coni en Piémont. Tous trois avaient étudié la science de l'ingénieur à l'université de Turin.

Ce bélier compresseur devait d'abord servir à envoyer de l'air dans un tube, pour y pousser un piston. Ce tube devait être placé entre les rails, et le piston devait hisser les convois. Leur intention était de l'appliquer à l'exploitation de la rampe du Giovi pour y remorquer les trains. Ils demandèrent un brevet et une avance à l'Etat de 90,000 fr. pour faire un essai. Ils signèrent à cet effet un traité avec l'Etat sarde, le 28 mars 1854. Ils annonçaient des économies considérables qu'ils devaient partager pendant quinze ans avec l'Etat pour les rémunérer de leurs droits de brevets. Ce système fut surtout appuyé par M. de Cavour qui fit approuver la convention par la chambre, le 19 juin 1854.

Ces essais ne réussirent pas et les inventeurs ne purent rembourser l'avance de l'Etat. C'est alors que vint à M. Cavour l'idée d'utiliser ce bélier compresseur pour actionner les outils perforateurs pour le percement du mont Cenis. La loi du 15 août 1857 autorisa le gouvernement à construire cette traversée des Alpes conformément au projet des ingénieurs Ronca, Grattoni, Sommeiller et Grandis.

Sommeiller avait de son côté inventé une perforatrice se rapprochant, comme idée générale, de celle de Bartlett, quoique bien simplifiée, mais actionnée par l'air comprimé au lieu de la vapeur, cet air comprimé étant produit par les béliers compresseurs. Mais ces béliers compresseurs étaient un engin volumineux, coûteux et peu pratique. Ces énormes appareils avaient 26 m. de hauteur et l'eau agissant par choc pour la compression, le rendement était très faible; à Modane (Fourneaux) on élevait même l'eau de l'Arc dans un réservoir à 27 m. de hauteur pour la laisser retomber dans le bélier. On avait dépensé 2,400,000 fr. pour l'installation de ces béliers compresseurs, leur rendement fut déplorable, on dut les remplacer par des pompes à piston liquide comme M. Colladon l'avait proposé, en 1852 déjà et ce n'est qu'à partir de ce moment que la perforation mécanique suivit une marche normale. On se demande comment on avait pu violer les droits qu'assuraient à M. Colladon ses brevets de 1852, 1855 (attestati di privativa). La satisfaction tardive que lui fut conférée au jour de l'inauguration de la ligne du mont Cenis, lorsque, par lettre du ministre M. Sella, celui-ci lui annonça que, pour le récompenser des mérites qu'il s'était acquis par ses travaux et spécialement par l'emploi de l'air comprimé pour la perforation des galeries souterraines, le roi lui décernait le grade de commandeur de l'ordre de Saint-Maurice et Lazare, cette satisfaction ne peut pas être considérée comme suffisante. Il eut été plus juste de respecter ses droits d'inventeur et de lui assurer une participation au travail de percement du tunnel du mont Cenis où, ce qui a été prouvé au Gothard plus tard, ses appareils auraient rendu de bien autres services que ces mastodontes appelés béliers compresseurs.

Après cet exposé historique, nous allons examiner le tracé, les conditions géologiques, et l'avancement des travaux.

La galerie a été percée en ligne droite de Bardonèche à Fourneaux près de Modane. La longueur de cette percée est de 12 220 *m*. L'altitude du débouché nord à Fourneaux près de Modane est de 1202,80 *m*, l'altitude du débouché sud près de Bardonèche est de 1335,38 *m*, celle du point culminant dans le milieu du tunnel de 1338,43 *m*.

La partie nord est en rampe de 0,022 *m* par mètre sur 6110 *m* et la partie sud en pente de 0,0005 *m* par mètre sur 6110 *m*. Le point le plus élevé de la montagne superposée, soit le sommet du grand Vallon, ou pointe de Fréjus, est à l'altitude de 2949,18 *m*, ce qui fait une épaisseur de 1610,75 *m* du massif superposé. A ce point-là la température maxima de la roche à l'intérieur a été de 29°6 centigrades.

Le fond de la vallée de l'Arc à Fourneaux est à 1002,82 *m*, soit à 100 *m* au-dessous du débouché du tunnel; aussi a-t-il fallu faire un grand lacet contournant Modane et se raccorder au tunnel par une galerie en courbe dite: galerie du Replat, d'une longueur de 453,70 *m* se raccordant avec le tunnel droit à 346,10 *m* en arrière de la tête. Mais cette galerie, percée dans des terrains glaciaires et des roches déformables, a donné lieu à des déformations continuelles qui avaient entraîné des dépenses de consolidation qui se sont élevées à 410,000 fr.

On fit de 1873 à 1876 une nouvelle galerie se raccordant à 645,52 *m* en arrière soit à 299,2 *m* plus en arrière que la première et d'une longueur de 1572,39 *m*. Avec ces galeries la longueur totale du tunnel a été portée à 12 849,22 *m*. La compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée dépensa pour cette nouvelle galerie 4 393 000 fr., sans les frais généraux. Du côté de Bardonèche aussi il y a une galerie de raccordement en courbe.

C'est par la loi du 17 août 1857 que le gouvernement sarde fut autorisé à entreprendre les travaux de ce percement évalué d'abord à 41 400 000 fr., dont 14 500 000 fr. pour les 36 *km* de la ligne d'accès sud.

La compagnie du chemin de fer Victor-Emmanuel qui avait alors la concession du Rhône au mont Cenis soit de Culoz à Modane et de Suze à Turin et de Turin au Tessin, près de Novarre devait y contribuer pour 20 millions. Après la cession de la Savoie et de Nice à la France, le coût du tunnel fut évalué à 58 millions et la durée de la construction à vingt-cinq ans. La France s'engagea à y contribuer pour 20 millions et une prime de 500 000 fr. par chaque année gagnée jusqu'à quinze ans, et de 600 000 fr. pour celles gagnées en dessous de quinze ans.

Les travaux furent commencés en régie par l'Etat sarde, le 31 août 1857 du côté de Modane et le 14 novembre 1857 du côté de Bardonèche, l'excavation se faisant d'abord à la main. L'excavation mécanique fut commencée du côté de Bardonèche le 12 janvier 1861. A ce moment l'avancement de la galerie de direction était de 724,85 *m*. Elle fut également commencée du côté de Modane le 25 janvier 1863. A ce moment-là l'avancement de la galerie était de 920,75 *m*. Le 25 décembre 1870 eût lieu la rencontre des deux galeries. A ce moment-là la longueur percée du côté de Modane était de 5153,50 *m* et du côté du Bardonèche de 7080,25 *m*. La déviation de direction au moment de la rencontre ne dépassait guère 0,30 *m*.

Voici le tableau des avancements annuels:

Côté de Bardonèche.

Années	Avancement total de la galerie à la fin d. l'année	Avancement de la galerie pendant l'année	Avancement moyen par journée de 24 heures	Observations
	Mètres	Mètres	Mètres	
1857	19,28	19,38	0,425	Commencé le 14 novembre.
1858	284,85	265,57	0,73	
1859	520,85	236,—	0,645	
1860	724,85	204,—	0,563	
1861	894,85	170,—	0,468	Commencement de la perforation mécanique le 12 janvier.
1862	1275,25	380,40	1,05	
1863	1707,25	432,—	1,18	
1864	2322,95	615,70	1,68	
1865	3137,75	814,80	2,23	
1866	3900,45	762,70	2,10	
1867	4724,75	824,35	2,26	
1868	5211,35	486,60	1,34	
1869	6192,15	980,80	2,70	
1870	7080,25	988,10	2,77	Rencontre des galeries le 25 décembre.
Moyenne générale		541,65	1,51	

Côté de Modane.

Années	Avancement total de la galerie à la fin d. l'année	Avancement de la galerie pendant l'année	Avancement moyen par journée de 24 heures	Observations
	Mètres	Mètres	Mètres	
1857	10,80	10,80	0,088	Commencement de la perforation le 22 août.
1858	212,75	201,95	0,553	
1859	342,75	130,—	0,359	
1860	484,75	142,—	0,390	
1861	677,75	193,—	0,532	
1862	920,75	243,—	0,667	
1863	1290,75	370,—	1,050	Commencement de la perforation mécanique le 25 janvier.
1864	1763,40	472,65	1,300	
1865	2221,80	458,40	1,265	
1866	2434,09	201,29	0,563	Rencontre d'une couche de quartzite de 220 *m*.
1867	3121,90	787,81	2,175	
1868	3803,45	681,55	1,895	
1869	4406,20	602,75	1,645	
1870	5153,30	747,10	2,080	Rencontre des galeries le 25 décembre.
Moyenne générale		384,19	1,085	

(à suivre)