

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 14/15 (1881)
Heft: 13

Artikel: Le percement du Simplon devant les chambres et les intérêts de la France
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-9458>

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: 15.03.2025

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

meinen *nicht* mit der Tangente der Schaufel an der Eintrittsstelle zusammenfallend ergibt. Eine Aufzeichnung der Curven $\zeta = f(\text{tang } \alpha_r)$ zeigt das noch deutlicher, als die Tabellen.

Bei Turbine I mit *geradlinigen* Schaufeln ist allerdings die günstigste Eintrittsrichtung ungefähr die zur Schaufeltangente parallele.

Bei Turbine II ist das Minimum von ζ nicht scharf ausgeprägt. Es scheint in der Nähe von $\text{tang } \alpha_r = 0,5$ mit einem Winkel von 27° zu liegen, gegenüber $\alpha_1 = 30^\circ$.

Bei Turbine III, Reihe *a*, nimmt ζ , mit Ausnahme des letzten Versuches, ununterbrochen ab. Das Minimum von ζ liegt also bei $\text{tang } \alpha_r < -0,482$, d. h. bei einem *negativen* Winkel, der numerisch grösser ist als etwa 26° . So interpolirt wird die Curve $\zeta = f(\text{tang } \alpha_r)$ allerdings nicht symmetrisch in Bezug auf eine verticale Axe. Wollte man unter Berücksichtigung der beiden äussersten Punkte eine symmetrische Curve einführen, so müsste man das Minimum zwischen Versuch 36 und 37, bei $\text{tang } \alpha_r = 0,16$, entsprechend $\alpha_r = 9^\circ$, annehmen, eine auch allenfalls zulässige Interpolation, da die Curve in der Nähe des Minimums nur sehr schwach gekrümmt ist.

Die Reihe III, *b* ist nicht vollständig genug, um das Minimum mit Sicherheit bestimmen zu lassen. Der letzte Versuch 63 passt auch bei der von *Francis* gegebenen graphischen Darstellung des Wirkungsgrades nicht recht in die Curve. Lässt man ihn fort, so würde das Minimum von ζ etwa bei $\text{tang } \alpha_r = 0,05$, mit $\alpha_r = 3^\circ$ liegen.

Die Reihe III, *c* zeigt dagegen ein deutlich ausgeprägtes Minimum bei $\text{tang } \alpha_r = -0,07$, mit $\alpha_r = -4^\circ$.

Die letzte Reihe, III, *d*, ist nicht weit genug fortgesetzt, um die Lage des kleinsten Werthes von ζ erkennen zu lassen.

Der günstigste Eintrittswinkel scheint, wenn man die zweite Interpolation bei III, *a*, zulässt, mit dem Hinunterstossen der Ringschütze, also mit zunehmender Erweiterung, *abzunehmen*, wie ich das auch bei meinen früheren Versuchen gefunden hatte.

Bei Turbine IV nimmt ζ auch ununterbrochen ab, mit Ausnahme des letzten Versuches. Das Minimum von ζ liegt jedenfalls bei einem Winkel $\text{tang } \alpha_r < -1,425$, also bei $\alpha_r < -55^\circ$, gegenüber $\alpha_1 = -45^\circ$.

Während die Ergebnisse über die günstigste Eintrittsrichtung meinen Erwartungen entsprachen, ist das mit dem numerischen Werthe des Widerstandscoefficienten nicht mehr der Fall. Derselbe hat sich im Allgemeinen *weit grösser* ergeben, als bei den Versuchen von *Weisbach* und von mir, und als gewöhnlich angenommen wird. Nur bei Turbine I sinkt er auf einen Betrag von nahe an 0,1. Bei Turbine II bleibt er dagegen über 0,4. In den Reihen III, *a* bis *c* ist er sogar, mit Ausnahme des unsicheren Versuches 63, stets *grösser, als die Einheit*. Bei III, *d* sinkt er wieder auf 0,469, da er aber bei noch weiter gestossener Ringschütze sogar negativ wird, so suche ich den Grund der Abnahme bei III, *d* darin, dass der Strahl den Austrittsquerschnitt aus dem Laufrade schon nicht mehr ganz ausfüllt. Sieht man von der letzten Reihe ab, so scheint ζ mit zunehmender Erweiterung auch etwas zuzunehmen. Bei der *Haaenl*-schen Turbine, IV, bleibt ζ auch stets grösser als die Einheit.

Nach *Weisbach* sollte man $\zeta = 0,04$ bis $0,07$ setzen.

Man könnte versucht sein, diesen bedeutenden Mehrbetrag des Widerstandscoefficienten auf die in der Formel gar nicht berücksichtigten Wasserverluste am Spalt zu schieben. Ich halte das aber nicht für zulässig. Man müsste dann wenigstens erwarten, dass ζ mit dem Spaltüberdrucke wächst. Beachtet man aber die in der vorigen Zusammenstellung angegebenen Winkel α und α_1 , so folgt daraus, dass der Spaltüberdruck bei Turbine I am grössten sein muss. Er ist bei jeder folgenden Turbine etwas kleiner, um bei Turbine IV ungefähr gleich Null zu werden. ζ *wächst* also mit *abnehmendem* Spaltüberdruck. Auch scheint es mit zunehmender Stärke der Krümmung des Canals zu wachsen.

Es wäre übrigens möglich, dass ich ζ' zu klein angenommen habe. Wollte man aber durch Aenderung von ζ' ζ bedeutend reduciren, so müsste man es auch bedeutend grösser annehmen. Das halte ich aber nicht für gerechtfertigt. Der Hauptwiderstand der Zu- und Ableitung ist allerdings in den Leitradeanälen zu suchen, die ähnlich beschaffen sind, wie diejenigen des Laufrades. Das Wasser tritt aber aus einem grösseren Raume in die Leitradeanäle hinein, wird sich also regelmässiger und mit verhältnissmässig ge-

ringeren Widerständen durch dieselben bewegen, ähnlich wie bei den *Weisbach*'schen Versuchen.

Der hohe Werth von ζ muss also seinen Grund hauptsächlich in Unregelmässigkeiten bei der Bewegung durch die Laufradeanäle haben. Ich suche die Ursache dieser Unregelmässigkeiten namentlich darin, dass, in Folge der Schaufeldicken des Leitrades, im Laufrade Wasserstrahlen von endlich verschiedenen Richtungen, der eine durch die Schaufelkrümmung schon abgelenkt, der andere noch nicht, aufeinanderstossen. Eine *sichere* Entscheidung dieser Frage auf experimentellem Wege ist kaum möglich, da die beiden Einflüsse der vor den Leitradeanälen vorbeigehenden Laufradschaufeln: Verengung des freien Durchflussquerschnittes und Vergrösserung der Widerstände durch ununterbrochene Störung des Beharrungszustandes in den Leitradeanälen, sich nicht getrennt untersuchen lassen.

Zweck dieser Mittheilung war es nur, auf die unerwartete Grösse des Arbeitsverlustes in dem Laufrade einer Vollturbine aufmerksam zu machen.

Zürich, September 1881.

Le percement du Simplon devant les Chambres et les intérêts de la France.

Sous le titre qui précède, à l'occasion de la subvention de 50 millions demandée aux Chambres françaises pour aider au percement du Simplon, Mr. Vauthier, ingénieur des ponts et chaussées, — qui a dirigé autrefois, comme ingénieur en chef de l'ancienne ligne d'Italie, la construction de la section du Bouveret à Sion, — vient de publier une importante brochure dont nous croyons devoir rendre compte à nos lecteurs.

M. Vauthier est le premier qui, dès 1858, ait constaté l'aptitude éminente et toute spéciale qu'offre le massif du Simplon pour l'établissement d'un tunnel de base situé à une altitude bien inférieure à tout autre percement possible à travers les Alpes. Il avait, dès cette époque, dressé un avant-projet, — que nous avons vu à l'exposition universelle de 1878, à côté des beaux projets définitifs de M. Georges Lommel, — et qui impliquait un tunnel de 18,220 m de longueur ayant, à Brieg et à Isella ses deux têtes, nord et sud, aux altitudes respectives de 643 m et 624 m, la tête sud se raccordant avec la vallée de la Tocce à Domo d'Ossola par des pentes de 20 et 22 millimètres de déclivité, sur un peu plus de 17 kilomètres de développement ensemble.

A l'époque où naquit cette conception, à laquelle il est difficile de refuser au moins quelque hardiesse, le tunnel du Mont Cenis était à peine commencé. On doutait du succès de ce travail. La durée d'exécution surtout paraissait devoir être fort longue. Avant de proposer une entreprise de percement plus colossale encore, il convenait d'attendre que les faits eussent parlé. La situation précaire de l'ancienne ligne d'Italie que M. Vauthier avait quittée en 1861, se prêtait peu d'ailleurs à l'accomplissement d'une aussi lourde tâche. L'idée du tunnel de base dormit en conséquence quelques années.

Pendant cette période, divers ingénieurs, au nombre desquels il y aurait injustice à ne pas citer MM. Charles Jaquemin de Lausanne et Thouvenot, poursuivirent l'idée soit de percements du Simplon à des altitudes moyennes, soit même de passages du col à ciel ouvert ou presque à ciel ouvert, comme l'avait proposé le premier Eugène Flachat, en 1858.

L'ancienne compagnie de la ligne d'Italie elle-même, dans une des nombreuses phases de son existence, avait fait étudier en 1863, sous la direction d'un ingénieur distingué: M. de Mondésir, dans le système des tracés à rebroussement, un projet de passage du Simplon avec rampes de 40 mm, lequel n'impliquait qu'un tunnel de 4700 m de longueur, mais placé à l'altitude de 1732 m.

Entre temps, dès 1864, l'idée du tunnel de base était reprise par M. Georges Lommel qui en faisait usage pour des études techniques, critiques et comparatives, des divers passages suisses: Simplon, St-Gothard et Lukmanier, dont la discussion agitaient alors l'opinion publique (1). Cette même idée inspirait en 1869 à M. de

(1) Georges Lommel. *Etude critique des divers systèmes proposés pour le passage des Alpes suisses par un chemin de fer*; 1864.
Simplon, St-Gothard et Lukmanier. — *Etude comparative*; 1865.

Stokalper, dont le nom se rattache avantageusement aux travaux de percement du St-Gothard, un travail technique intéressant (2), dans lequel il reprenait en le modifiant légèrement l'avant-projet de M. Vauthier. Enfin, en 1874, ce dernier, dans une étude où se trouve, pour la première fois mise en pleine évidence l'importance du percement du Simplon pour les intérêts commerciaux de la France (3), éliminait définitivement toute solution tendant à franchir la montagne autrement que par un tunnel de base.

C'est en effet sur cette donnée qu'est resté depuis lors posé le problème du percement du Simplon. Il a été fait de nombreux projets, beaucoup de variantes, mais tous et toutes rentrent dans cette double condition d'un tunnel de 18 à 20 kilomètres de longueur dont le point culminant ne dépasse pas ou dépasse peu l'altitude de 700 m.

Dans le récent travail dont nous avons à rendre compte, M. Vauthier n'entre pas dans les détails de la solution technique. Il ne discute pas davantage les appréhensions récemment émises au sujet de la température élevée qu'on est exposé à rencontrer au cœur du massif. Cette question a été examinée par M. Lommel dans une étude que nos lecteurs connaissent certainement (4). Cet ingénieur distingué a montré combien il y avait peu à s'effrayer, pour le Simplon, des conséquences absolues, — démenties par les faits eux-mêmes, — qu'on a essayé de déduire d'une théorie prématurée, échafaudée à la hâte sur des observations recueillies au Gothard. Il serait dans tous les cas facile, au Simplon, de déplacer suffisamment l'axe du tunnel, sans en modifier l'altitude et en augmenter sensiblement la longueur, de manière à ne pas avoir au-dessus de sa voûte plus d'épaisseur de montagne qu'à l'autre tunnel. Mais cela même ne serait en aucune façon nécessaire, et l'on éviterait, ainsi que le montre si clairement M. Lommel, au grand avantage de la rapidité de marche, de la bonne organisation des chantiers et de l'économie d'exécution, les fâcheuses conditions d'insalubrité qui se sont produites au Gothard, et dont la chaleur était loin d'être la cause unique, en substituant au vieux système d'une galerie d'avancement située au cerveau, le système anglais d'attaque par une galerie de base employé au Mont Cenis. En concentrant jusqu'à perforation complète presque tout l'effort sur cette galerie, et créant seulement de distance en distance des sections de tunnel à toute largeur, qui favoriseraient, pour l'achèvement, l'emploi en grand des moyens mécaniques, on peut, dès l'origine, assurer sans peine l'écoulement des eaux, asseoir fermement les voies de service, substituer pour tous les transports intérieurs la machine à air aux moteurs animés, et disposer aussi, pendant l'avancement, avec moins de surface de parois rayonnantes et moins de causes de viciation de l'air, de moyens plus énergiques de ventilation et de rafraîchissement.

Quant à la question du meilleur profil à adopter, au Simplon, tant pour le tunnel de base que pour les sections à ciel ouvert, entre la vallée du Rhône et Brieg, d'une part, et la vallée de la Tocce à Domo d'Ossola, de l'autre, nous avons déjà dit que M. Vauthier ne s'en occupe pas. Ce problème est, d'après la nature des lieux, susceptible de solutions variées, suivant le régime de pentes que l'on s'assigne. Les études géologiques ont fait reconnaître qu'il n'y a pas, entre les diverses directions, très voisines l'une de l'autre, à choisir pour le tunnel, de circonstance qui commande l'une plutôt que l'autre d'une façon marquée. D'autre part les dispositions locales se prêtent à des tracés presque rectilignes et permettent, sans trop de difficultés, des développements en lacet s'il en est besoin. Il existe donc une foule de partis à prendre pour rattacher entre eux, par une voie ferrée, dans des conditions d'exploitation facile, deux points séparés entre eux par une distance à vol d'oiseau de 32 à 33 kilomètres et par une différence de niveau qui peut varier de 440 à 450 mètres, suivant l'emplacement que l'on assigne aux stations.

Dans l'avant-projet initial dont nous avons fait mention plus haut, M. Vauthier, acceptant, à ciel ouvert, la déclivité de 22 mm, et dominé, d'autre part, par la double considération de raccourcir le plus possible le tunnel et d'en abaisser autant que faire se pouvait la tête sud, avait relevé la tête nord de 25 m au-dessus de la station de Brieg et réglé la moitié sud du tunnel sous une pente assez forte; toutes dispositions qui, avec un tracé de 38 kilomètres

de développement total, et un tunnel de 18 km 430 m, plaçaient le point culminant du profil à l'altitude 752 m, et réduisaient à 355 m la différence de niveau à racheter à ciel ouvert, en versant italien.

M. Lommel, dans son projet définitif, s'était préoccupé surtout de limiter la traction exceptionnelle à la section à ciel ouvert, entre la tête sud du tunnel et Domo d'Ossola. A cet effet, il entraînait en souterrain à Brieg, au niveau même de la station et réglait les deux moitiés du tunnel sous de faibles déclivités, celle du côté sud ne dépassant pas 4,5 mm. Il arrivait ainsi, avec un tracé et un tunnel tous deux à peu près de même longueur que pour M. Vauthier, à réduire à 729 m l'altitude du point culminant, mais en portant à 415 m la différence de niveau à racheter à ciel ouvert du côté sud, ce qui l'obligeait à pousser la déclivité jusqu'à 23,7 mm.

Depuis, et tout récemment, sous l'influence des idées que suscite la concurrence du passage du Mont Blanc, on se préoccupe de réduire, au Simplon, la pente de la section à ciel ouvert. Déjà des tracés avaient été proposés dans ce but par divers ingénieurs. Le problème est loin d'être insoluble. Il est même, pourrait-on dire, relativement facile, techniquement parlant. Ainsi l'on peut, en portant le développement du tracé Brieg-Domo à 51 kilomètres et la longueur du tunnel à 20 kilomètres, descendre de la tête sud à Domo par une pente de 13 millimètres, et cela en abaissant au-dessous de 700 m l'altitude du point culminant.

Nous ne doutons pas de ce résultat et pensons qu'on peut faire mieux encore. On pourrait, par exemple, en maintenant le tracé un peu au-dessus de Domo d'Ossola et portant plus loin, dans la vallée de la Tocce, le pied de la forte rampe, réduire sinon annuler l'augmentation de développement qu'implique la solution qui vient d'être mentionnée. Mais peut-être ces modifications n'ont-elles pas l'importance qu'on leur attribue. Il n'est pas vrai, en thèse absolue, qu'un tracé soit d'autant meilleur que ses déclivités sont plus faibles. Si la longueur et la dépense ne variaient pas, les faibles pentes l'emporteraient toujours: ceci ne fait pas doute. Mais il n'en est pas ainsi. Ces deux éléments: dépense et longueur, croissent presque toujours, quelquefois très rapidement, quand les pentes s'adouissent. Il y a dès lors compte à faire; et, quand la différence de niveau à racheter ne varie pas, l'avantage est loin, en général de rester à la faible pente: c'est ce qu'a depuis longtemps démontré M. de Freycinet.

D'ailleurs, pour le passage du Simplon, considéré dans ces rapports avec les lignes auxquelles il se rattache, ce n'est pas dans les Alpes que sont, avec le tunnel de base, les difficultés altimétriques. Ces difficultés se trouvent dans le Jura qu'obligent à franchir toutes les directions procédant de l'ouest et du nord. Or la ligne de Jougne qui conduit au Simplon n'a pas été tracée en vue d'un service à parcours rapide et d'un grand trafic. Elle s'élève trop haut et ses déclivités sont trop fortes. Là aussi il est possible d'obtenir des améliorations considérables, et, si nous sommes bien renseignés, il existe déjà des études montrant qu'on peut abaisser le point culminant du profil de près de 130 m, en raccourcissant fortement le parcours.

Quoiqu'il en soit, ces considérations sont restées en dehors du cadre que s'est tracé M. Vauthier. Sans méconnaître, très certainement, l'importance que des abréviations de trajet et des améliorations de profil peuvent avoir sur la préférence à donner à tel ou tel passage des Alpes, l'auteur du travail que nous analysons a cru devoir traiter la question qu'il s'était posée à cet égard en s'écartant le moins possible des faits existants, et sans envisager autre chose, pour le Simplon notamment, que les lignes en exploitation effective aujourd'hui et les tracés officiels de la compagnie. Nous pensons qu'il a bien fait, et reprenons après cette digression l'examen de son travail.

(A suivre.)

Die württemb. Landes-Gewerbeausstellung zu Stuttgart 1881.

(Mit einer Tafel.)

(Fortsetzung.)

Neu ist im Lande die Bronzetechnik, welche namentlich A. Stotz in Stuttgart in grossem Maasse betreibt und welcher auch sehr schöne und reizende Gegenstände ausgestellt hat, die dazu hin immer relativ und vielfach absolut billig sind. Wir führen hier nur

(2) *Les avantages du Simplon sous le rapport de la construction et de l'exploitation d'un chemin de fer*; 1869.

(3) *Le percement du Simplon et l'intérêt commercial de la France*; 1874.

(4) „Eisenbahn“ Vol. XIII, n° 22 et 23.