Lignes suisses à travers les Alpes orientales

Autor(en): **Bernhardt, Rob.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **30 (1904)**

Heft 9

PDF erstellt am: **05.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-24124

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

30me Année. 10 mai 1904. N° 9.

Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES. — Paraissant deux fois par mois.

Rédacteur en chef: M. P. HOFFET, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

Secrétaire de la Rédaction : M. F. GILLIARD, ingénieur.

SOMMAIRE : *Lignes suisses à travers les Alpes orientales, par M. Rob. Bernhardt.* Compte-rendu par M. Fr. Reverdin, ingénieur, à Genève. — *Reconstitution historique des armoiries de Moutier-Grandval (Jura bernois)*, par M. Robert Moritz. — **Divers :** Tunnel du Simplon. Extrait du XXIIe rapport trimestriel sur l'état des travaux au 31 mars 1904. Etat des travaux au mois d'avril 1904. — Congrès international d'ingénieurs, à St-Louis, 1904. — *Sociétés :* Société vaudoise des ingénieurs et des architectes. — *Concours :* Elévateur pour bateaux sur le canal du Danube à l'Oder. Vitrail pour le temple de St-Gervais. Bâtiment d'école, à Hérisau. — Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne. Offres d'emploi. — Erratum : Société fribourgeoise des ingénieurs et architectes.

Lignes suisses à travers les Alpes orientales[1].

Par M. ROB. BERNHARDT.

A mesure que s'approche le moment de l'achèvement du tunnel du Simplon, œuvre à laquelle les cantons de la Suisse occidentale ont travaillé pour l'amener jusqu'au commencement de son exécution, l'idée d'un nouvel ouvrage rendant les mêmes services à la partie orientale de la Suisse, pour la relier directement au Midi en rompant la barrière jadis réputée infranchissable des Alpes, se réveille et cherche à prendre corps à son tour.

Il a paru dernièrement sur ce sujet une étude de M. Rob. Bernhardt, à Berne[2], qui présente un résumé historique très intéressant et puisé à de bonnes sources sur les passages allant de Suisse en Italie, puis une série de calculs basés sur les données statistiques des lignes actuelles, pour déterminer les résultats que l'on pourrait attendre de l'établissement d'une ligne par le Splügen. Nous allons en donner un résumé, en exposant brièvement la méthode suivie par l'auteur et ses conclusions. Le détail des calculs sera étudié avec fruit et peut servir de guide à ceux qui auraient l'occasion de traiter un sujet semblable, en montrant toutes les considérations dont il faut tenir compte.

* * *

Dans l'**Introduction** sont énumérées d'après la date de leur exécution les lignes à travers les Alpes. La première fut celle du *Semmering*, en 1854, puis vint celle du *Brenner*, en 1867, toutes deux exécutées par l'Autriche, dans un but stratégique. La France et l'Italie établirent celle du *Mont-Cenis*, ouverte en 1871. L'Allemagne coopéra ensuite au percement du *Gothard*, avec la Suisse et l'Italie, dernière traversée qui fut ouverte à l'exploitation, en 1882. Le *Simplon* sera bientôt achevé, et dans le même temps en Autriche on active la construction de quelques tronçons destinés à améliorer les relations de Trieste avec l'Allemagne, entre le Brenner et le Semmering.

C'est entre le Gothard et le Brenner qu'il reste aujourd'hui une lacune d'environ 220 kilomètres de longueur dans le réseau des lignes conduisant des pays du Nord en Italie, et la disposition favorable de la vallée du Rhin pour s'approcher de la chaîne des Alpes détermine la direction de la future ligne, qui joindra Coire avec Chiavenna. En calculant quels sont les points qui se trouvent à égale distance du Gothard et du Brenner, on établit la ligne de partage entre ces deux voies, et en conséquence aussi celle suivant laquelle la création d'un nouveau passage occasionnerait les plus grandes diminutions dans les tarifs de transport. Or elle vient à peu près coïncider avec la direction que commande la configuration géographique, c'est celle de Coire.

I

Histoire des passages des Alpes.

L'histoire des passages des Alpes commence avec les campagnes des Romains. Le St-Bernard et le Splügen furent les plus importants et les plus accessibles, parce que de profondes vallées atteignaient jusqu'au pied même de la montagne qu'il s'agissait de franchir.

Lorsque plus tard les villes du nord de l'Italie devinrent des places importantes de commerce, les relations s'établirent avec les pays d'Allemagne, principalement par les cols des Grisons, le lac de Wallenstadt et Zurich. La voie d'eau facilitait les transports, qui se faisaient aussi par le Rhin. Dans le cours du moyen-âge, ce sont des armées ou des croisés, venant du Nord, qui utilisèrent souvent ces passages. On travailla alors à les améliorer, et c'est ainsi que la *Via Mala* fut ouverte à la fin du 15me siècle par le concours des habitants de toute la région. Ce n'est pourtant que plus tard, en même temps que des routes carrossables étaient établies par le Mont-Cenis et par le Simplon, celle-ci par ordre de Napoléon Ier, que furent entreprises les routes qui sillonnent aujourd'hui les Alpes grisonnes dans plusieurs directions.

Premiers projets de chemins de fer. C'est dans les Grisons que naquit la première idée de la possibilité d'utiliser l'un des cols reliant ce canton à l'Italie pour y faire passer un chemin de fer, et l'étude en fût entreprise par l'ingénieur cantonal *La Nicca*, qui obtint une concession des Grisons. La première idée avait été de choisir le *Splügen*, mais l'Autriche y étant opposée à cause du Brenner, La Nicca se rallia au *Luckmanier*, auquel le Tessin était favorable, d'autant plus que les Etats sardes étaient disposés à s'y intéresser aussi. Cela se passait en 1845, et en 1847 une convention était con-

[1] Reproduction interdite par l'auteur de l'article original.

[2] *Die schweizerische Ostalpenbahn, in historischer, technischer, kommerzieller und volkswirtschaftlicher Beleuchtung*, von Rob. Bernhardt. — *Teil I: Allgemeines. Die Splügenbahn. Die Fern-Ortler-Bahn.* — Zurich, Edit.: Art. Institut Orell-Füssli. 1903. — Prix : 15 fr.

clue entre les Etats sardes et les cantons des Grisons, du Tessin et de St-Gall, stipulant la jonction avec les lignes italiennes et des facilités douanières, avec une garantie d'intérêt de 2 % par les Etats sardes. Les événements de 1848 arrêtèrent cet élan, et malgré de nouvelles tentatives en faveur du Luckmanier, le projet nouveau du Gothard, présenté en 1852 par l'ingénieur *Koller,* en fit ajourner l'exécution.

Pourtant le gouvernement sarde était toujours favorable au Luckmanier, aussi en 1853 les subventions réunies et l'appui des Etats de la Bavière et du Wurtemberg semblaient assurer l'entreprise. Mais la construction des chemins de fer dans les Grisons absorba trop les moyens, et ce fut un nouvel échec, qui laissa périmer la concession obtenue du canton du Tessin. Une nouvelle concession fut, il est vrai, accordée en 1856, mais la guerre de l'indépendance italienne, en 1859, vint tout bouleverser, aussi bien le projet du Luckmanier que celui de la *Greina,* qu'avait entre temps proposé l'ingénieur *Wetli* de Zurich. Toutefois les concessions des cantons des Grisons et du Tessin avaient été prolongées jusqu'en 1861.

Un comité d'experts italiens se prononça alors nettement pour le Luckmanier, comme répondant mieux que le Splügen aux intérêts généraux d'une liaison entre la Suisse et l'Italie. Mais les cantons suisses n'arrivant pas à réunir une caution suffisante et les partisans du Gothard faisant une opposition sourde, l'accord passé en 1861 ne put pas être ratifié.

De nouvelles espérances surgirent cependant lorsque, sous la direction de *Wirth-Sand,* l'Union suisse réussit à former un consortium entre les ingénieurs anglais Brassey, Blount et Giles, alors occupés à des constructions de chemins de fer en Suisse, en particulier au tunnel du Hauenstein, et la maison Rothschild, pour exécuter le Luckmanier avec les différentes lignes secondaires qui étaient exigées par le Tessin. Mais ce canton, qui entrevoyait dans le Gothard une solution plus avantageuse pour lui, se refusa, en 1863, à accorder les concessions qui lui étaient demandées.

Cela permit aux partisans du Gothard de se grouper, et une grande conférence, dans laquelle 13 cantons et les compagnies du Central et du Nord-Est étaient représentées, se réunit en août 1863. Des études techniques et commerciales furent faites par des hommes connus et publiées en 1865. Les conclusions en furent combattues par les partisans du Luckmanier, et par *Lommel,* partisan du Simplon en même temps que du Luckmanier, qui redoutait pour ces deux lignes un échec définitif et cherchait à démontrer qu'à elles deux elles seraient plus utiles que le Gothard, parce qu'elles ne se feraient par concurrence.

En Italie, les techniciens étaient hésitants entre les deux solutions, et les rapports d'experts ne concluaient pas d'une façon concordante pour l'une ou pour l'autre. Le gouvernement fédéral était, lui, très décidé pour le Gothard, et pour en mieux informer les autorités italiennes et les commissions qui s'occupaient de cette question, afin aussi d'annuler l'effet d'une subvention cantonale de 4 millions que venaient de voter les Grisons, les partisans du Gothard firent charger le Conseil fédéral, par une motion de M. le conseiller aux Etats Welti, de faire rapport sur ses intentions au sujet d'une ligne à travers les Alpes, cette question sortant de la compétence d'un canton, puisqu'elle entraînait la conclusion d'une convention internationale et qu'il importait d'empêcher l'octroi d'une concession pour un passage par les Grisons. Peu après les experts italiens se déclaraient pour le Gothard.

Cependant la guerre de 1866 amena un arrêt, dont on profita pour faire établir par Lommel une nouvelle étude complète du Luckmanier, qui amena à la constitution d'un consortium de constructeurs et de banquiers français. Mais les concessions tessinoises, qui devaient échoir pour le Gothard en 1869 et que l'on espérait voir reportées sur le Luckmanier, furent finalement prolongées. Ce fut le dernier coup pour le Luckmanier, qui dût disparaître dès lors de la scène devant son rival.

La Nicca proposa encore une fusion des deux entreprises par la vallée de Maderan, dans le canton d'Uri, et Dissentis, ce qui aurait eu l'avantage de rallier les ennemis, les distances de Am Steg à Biasca, ou de Fluelen à Bellinzona, ainsi que les dépenses, restant sensiblement les mêmes que par le Gothard. Mais le siège était fait, et on ne voulut pas l'entendre.

Dans la même année, en 1869, la Suisse contractait avec l'Italie et les Etats allemands intéressés une convention, que l'Empire allemand ratifia lorsque le moment fut venu.

Pourtant on n'abandonnait pas tout espoir dans le canton des Grisons, et on se retournait du côté du Splügen pour lequel on croyait pouvoir escompter une certaine préférence de la part de l'Italie, comme débouchant sur son territoire. Les mêmes personnalités françaises, qui avaient formé quelque temps auparavant un consortium en vue du Luckmanier, se réunirent de nouveau, avec le Splügen comme but. Mais il fallait obtenir une subvention de 30 millions, et la guerre de 1870 vint y mettre obstacle, d'autant plus que l'un des contractants dut se retirer. Pendant ce temps, les parlements d'Italie et de l'empire d'Allemagne avaient ratifié la convention pour le Gothard. Le Splügen avait aussi avorté.

II

On voit par ce résumé des faits que, si le Luckmanier a été plusieurs fois sur le point d'être exécuté, les combinaisons financières ont échoué par suite de circonstances extérieures, les guerres qui se sont succédées, et que le Splügen s'est trouvé en opposition avec le Gothard, qui avait de plus nombreux et plus puissants partisans, y compris le Tessin qui a su faire prévaloir ses intérêts. La Confédération s'est opposée à toute concession au Splügen, mais devant l'attitude prise en 1863 par les cantons non gothardistes, qui protestèrent contre l'éventualité d'un monopole accordé au Gothard, elle a dû modifier sa position, qui eût été contraire au droit fédéral.

La situation d'un passage dans les Alpes orientales est déterminée par la déclaration qui fut faite aux Chambres fédérales au sujet de la convention du Gothard, suivant laquelle aucune entrave ne peut être apportée à la constitution d'autres entreprises ayant un but similaire. C'est aussi ce

qui fut inséré dans la nouvelle loi sur les chemins de fer, de 1872. Enfin, en 1878, une subvention égale à celle consentie pour le Gothard, pris alors dans les difficultés financières dues à diverses causes, dût être assurée pour une ligne à l'Ouest et une ligne à l'est de celle-ci.

La situation était en effet singulièrement mauvaise. Les devis du Gothard, calculés avec une grande légèreté, passaient, d'après les dernières vérifications, de 187 à 289 millions de francs. Il fallait bien lui venir en aide, mais le gouvernement fédéral savait par différentes manifestations qu'il trouverait une forte opposition. C'est alors que l'on s'avisa de ce moyen de faire taire les mécontents, en leur promettant un traitement égal pour la réalisation de projets qui leur étaient chers.

Lors du rachat des chemins de fer par la Confédération, il fallut encore donner des gages certains du maintien des promesses faites antérieurement aux projets de traversées des Alpes à l'Ouest et à l'Est du Gothard. C'est pourquoi en même temps que la Confédération s'engageait à mener à bien l'entreprise du Simplon, il fut stipulé aussi qu'elle s'intéresserait à l'exécution d'un passage à travers les Alpes orientales, comme le prévoyait la loi de 1872 et celle de 1878, fixant le chiffre de la subvention à 4 $^1/_2$ millions.

Les concessions successivement accordées au Luckmanier, de 1856 à 1861, n'ont pas été renouvelées depuis lors et sont périmées. En 1869, le canton des Grisons accordait au Splügen une concession, qui fut ratifiée par arrêté fédéral et plusieurs fois prolongée, en 1871 et 1873, avec une observation du Conseil fédéral disant qu'il considérait comme son devoir d'appuyer cette prolongation, puisqu'il était chargé de soutenir l'établissement d'entreprises de transport entre la Suisse et l'Italie dans trois directions. Cette concession fut encore renouvelée en 1876 pour deux années, avec les mêmes motifs à l'appui. Dès lors, les délais pour la justification financière ou le commencement des travaux ont été dépassés, et aucune demande de renouvellement n'ayant été formulée, cette concession fut, en 1879, déclarée périmée.

Il n'y a donc pas actuellement de concession ni pour le Splügen, ni pour le Lukmanier ou la Greina.

III

La ligne du Splügen.

Dans la première idée d'un passage par chemin de fer par le Splügen, on pensait percer le tunnel dans le col lui-même ; la longueur devant être de 3386 m., le coût était estimé à Fr. 1200 par mètre, soit Fr. 4 063 200, et la ligne pourrait être achevée en 8 ans.

Plus tard, en 1863, des ingénieurs italiens, Vanossi et Finardi, firent un autre projet, avec un tunnel de 14 km., partant d'Isola pour aboutir dans la Roffna, à égale altitude. Les pentes auraient été de 25 $^0/_{00}$ pour atteindre les deux têtes du tunnel, et il aurait fallu faire des développements dans les vallées latérales, sur les deux versants.

Des projets qui furent opposés au Gothard, l'un comportait des rampes allant jusqu'à 35 $^0/_{00}$ et un tunnel de 9700 m., et coûtait 82 $^1/_2$ millions, l'autre se rapprochait du projet La Nicca, dans un but d'économie, et n'avait qu'un tunnel de 3475 m.

Mais aujourd'hui que la rapidité est considérée comme un facteur important pour les résultats d'une ligne, que l'on recherche surtout la diminution des frais d'exploitation, et qu'enfin un chemin de fer du Splügen devrait pouvoir lutter contre ses voisins, le Brenner et le Gothard, il faut chercher mieux et les progrès accomplis dans l'art de l'ingénieur le permettent.

En 1890 a été publié un projet plus moderne dû à M. l'ingénieur en chef R. Moser, qui peut servir de base à l'étude des conditions de cette ligne, et dont la description va suivre.

Il a été encore émis l'idée d'un passage à une altitude plus basse, au moyen d'un tunnel de plus grande longueur, nous y reviendrons ultérieurement.

Le projet Moser, de 1890, est basé sur des conditions posées par un comité formé par la Compagnie de l'Adriatique et par des délégués suisses et milanais s'intéressant à cette question ; ces conditions fixent les déclivités maxima de la ligne à 26 $^0/_{00}$ ou 23 $^0/_{00}$, aussi dans les petits tunnels, à 6 $^0/_{00}$ dans le grand tunnel, et le rayon minimum des courbes à 300 m. ; la ligne serait construite à simple voie, mais le grand tunnel et ses abords, jusqu'aux stations les plus proches de ses deux têtes, pour deux voies.

Le projet Moser se compose de trois parties :

Ligne d'accès Sud. — De Chiavenna la ligne fait une boucle dans la vallée de Mera, puis revient sur San Giacomo, passe sur la rive gauche du Liro et atteint l'entrée du tunnel après une boucle et un tunnel en hélice. Il y a 22 souterrains, d'une longueur totalisée de 12 157 m., et 19 ponts ou viaducs de diverses importances.

Les déclivités de 26 $^0/_{00}$ règnent sur 21 km. ; elles sont de 23 $^0/_{00}$ sur 11 km., de 19 $^0/_{00}$ sur 1 km., et il y a 2 $^1/_2$ km. en palier, soit 35 $^1/_2$ km. pour cette partie.

Tunnel du Splügen. — La tête Sud est à l'altitude de 1144 m., le sommet à 1155 m. On l'atteint par une rampe de 2 $^0/_{00}$ sur 5580 m. de longueur. Il reste 12 600 m. à parcourir en pente de 6 $^0/_{00}$, ce qui place la tête Nord à l'altitude de 1080 m. La longueur totale est donc de 18 180 m., et la différence de niveau de 64 m., ce qui est favorable pour la ventilation.

La force motrice est facile à aménager aux deux fronts d'attaque, et la perforation serait d'une exécution normale.

Ligne d'accès Nord. — De la sortie du tunnel, la ligne peut descendre sans nécessiter de développements jusqu'à Andeer et Zillis. Le passage de la Via Mala est plus difficile, et il y aurait plusieurs souterrains et des ponts. En sortant de ce passage, la ligne décrit une boucle dans la vallée de la Nolla, entre en tunnel sous cette rivière et en sort au-dessus de Thusis. Elle descend de là vers Katzis et atteint la plaine du Rhin, après un passage vers Reichenau qui nécessitera une correction du fleuve. Jusqu'à Coire il n'y a plus de difficultés.

Les ouvrages d'art sont 10 souterrains avec une longueur de 3995 m. et 9 ponts et viaducs. Les déclivités sont de

26 ‰ sur près de 15 km., de 23 ‰ sur 2 km., de 10 ‰ sur 3 km. et de moins de 10 ‰ sur 20 km. Cette partie a 39km,900.

La longueur totale à construire serait donc de Chiavenna à Coire 93km,345, avec 18 km. pour le tunnel et 49 km. en déclivités supérieures à 15 ‰. Au Gothard, les déclivités dépassant 15 ‰ dans la partie de la ligne en montagne, non compris le Monte Cenere, règnent sur 80 km.

En ce qui concerne les courbes, elles seraient aussi moins nombreuses qu'au Gothard, qui en présente sur 42 % de sa longueur, et le Splügen sur 40 %, mais jamais d'un rayon inférieur à 300 m., tandis qu'il y en a de 280 m. sur 2 % de longueur au Gothard.

L'Exploitation d'une ligne dans les Alpes peut être entravée à l'altitude considérée par les conditions climatériques. Il est à remarquer que dans les Grisons, d'après Tschudi, la végétation forestière dépasse en général de 325 m. la hauteur qu'elle atteint ailleurs. Cela provient, dit-il, de la chaleur emmagasinée par les vallées des Alpes rhétiques, qui sont plus larges, et l'abandonnent aux hauts plateaux, tandis que dans les cantons de Berne, Glaris, Appenzell, les sommets sont plus exposés aux vents refroidissants et perdent plus par rayonnement. De plus, la direction des vallées est telle qu'elles reçoivent mieux la chaleur venant du Sud, et sont mieux protégées contre les vents du Nord. C'est en particulier le cas pour celles par laquelle on atteindrait le tunnel du Splügen.

Les pâturages à des altitudes de 2000 m. sont fréquents, et la limite des neiges éternelles ne descend pas au-dessous de 3000 m.

Du côté Sud, les dévastations des forêts primitives ont, il est vrai, une fâcheuse influence. La neige n'aura pas d'un côté ni de l'autre une importance gênante, le service n'en sera pas entravé. On peut donc dire qu'à ce point de vue le climat n'offre pas de difficultés pour l'exploitation.

Les conditions techniques de la ligne du Splügen sont comparées avec celles d'autres lignes dans le tableau suivant :

Ligne	Alt. de la culmination. m.	Déclivités de plus de 15 ‰ km.	Décl. max. ‰	Long. du tunnel. m.	Rayon min. m.
Splügen	1156	50	26	18 180	300
Gothard, entre Erstfeld-Biasca et Giubiasco-Melide	1154	75 et 34 = 109	27	14 998	300 à 280
Mont Cenis	1295	75	30	12 847	350
Arlberg	1311	54	30	10 250	258
Brenner	1367	88	25	à ciel ouvert	285

On voit que, sauf pour la longueur du tunnel, le Splügen n'offre pas des conditions plus défavorables que les lignes considérées.

Devis de construction. — Les chiffres ont été calculés suivant la méthode usuelle. Les frais d'administration et d'étude y entrent pour une proportion de 5 % des dépenses de construction. Il n'a pas été ajouté d'intérêts pendant la construction, le chiffre des subventions à prévoir n'étant pas connu et devant notablement influer sur ce montant.

Le détail des calculs donne la justification de chaque rubrique, et cette estimation laisse l'impression qu'elle est établie avec toute la rigueur possible. D'après les chiffres auxquels arrive M. Moser, le kilomètre de construction, revenant au Gothard à Fr. 775 700 pour 240 km., serait porté pour le Splügen, qui aurait 93 km., à Fr. 1 208 179, ce qui montre que l'on a largement calculé.

Administration et personnel technique .	Fr.	5 340 760
Expropriations	»	1 259 000
Terrassements	»	94 479 000
Voie de fer	»	4 278 800
Ouvrages d'art	»	2 967 000
Télégraphes, signaux, etc	»	336 160
Matériel roulant	»	3 725 200
Mobilier et ustensiles	»	168 080
	Fr.	112 554 000

La répartition pour les différentes parties de la ligne est la suivante :

Ligne de plaine Coire-Katzis	24 030 m. à	Fr.	248 523	par km.
Ligne d'accès Nord .	15 700 »	»	510 446	»
Grand tunnel. . .	18 180 »	»	4 114 411	»
Ligne d'accès Sud .	35 250 »	»	674 270	»
	93 160 m.			

Coût de construction moyen : Fr. 1 208 179 par km.

IV

Distances et zones de trafic.

Ce qui constitue l'avantage d'une ligne nouvelle sur celles qui existent déjà, ou d'un tracé sur des variantes, c'est l'économie qui peut en résulter, soit au point de vue des clients de cette entreprise, soit à celui des frais de l'exploitation.

Les modifications dans les distances de transport sont indiquées par les longueurs réelles des parcours, mais les conditions techniques d'établissement se font sentir dans ce qu'on appelle les *distances virtuelles ou de tarif*. C'est sur la base de ces dernières qu'il convient de comparer des lignes entre elles pour leur rendement, les dépenses d'exploitation en dépendant tout particulièrement dans une large mesure.

Il y a lieu de distinguer, parmi les dépenses, les catégories suivantes : l'intérêt des capitaux, les dépenses d'exploitation, comportant une partie fixe, frais généraux, qui sont indépendants des conditions techniques, et les dépenses d'entretien, de matières consommées et de personnel, qui varient suivant ces conditions.

On a pu calculer et expérimenter dans quelle mesure les déclivités et les rayons des courbes augmentent la résistance pour la traction des trains. On est arrivé à ce résultat que, entre des déclivités de 10 ou de 20 ‰, la force nécessaire pour traîner un même train à la même vitesse se trouve doublée, ou que la même locomotive ne peut remorquer sur la plus forte rampe que la moitié des wagons qu'elle traînerait sur l'autre.

Les dépenses d'exploitation proprement dites s'accroissent avec la résistance à la traction. Pour tenir compte de cela dans une comparaison entre des lignes, on ajoute aux distances réelles une majoration convenable, ce qui donne les distances virtuelles.

En prenant comme normale la dépense pour une ligne n'ayant pas de déclivités supérieures à 10 ‰, on a établi les majorations des frais totaux de transport à ajouter aux distances réelles, en pour cent. Mais, comme il n'y a que la moitié des frais totaux d'exploitation qui soient affectés par les déclivités, il faut doubler cette majoration si elle ne s'applique qu'à ceux-ci.

MAJORATION DES FRAIS

Déclivités	Totaux		Variables	
M. ‰	%	Coeff.	%	Coeff.
10	0	1	0	1
15	19	1,19	38	1,38
20	40	1,40	80	1,80
25	62	1,62	124	2,24
30	85	1,85	170	2,70

Les premiers chiffres servent à déterminer, d'après la législation, le tarif admissible pour une ligne présentant des déclivités.

C'est sur la base des distances de tarif que sont calculées les majorations de taxes admises pour les chemins de fer en Suisse, suivant les déclivités des lignes, et qui ont été fixées suivant les propositions formulées en 1873 par le Département fédéral des Chemins de fer, à la suite d'une étude de cette question.

Les seconds donnent la distance virtuelle, et peuvent servir à calculer le temps de parcours, qui dépend des accidents du tracé.

Pour le Splügen, on aurait comme longueur de tarif, en admettant que la ligne se compose d'une partie en plaine et d'une autre en montagne, y compris la longueur du tunnel :

Section.	Longueur.	Déclivité.	Coeff.	Dist. de tarif.
Coire-Katzis	20,825 km.	10 ‰	1,—	20,825 km.
Katzis-Chiavenna	72,520 »	26 ‰	1,67	121,108 »
	93,345 km.			141,933 km.
				arrondi à 142 km.

Pour faire des comparaisons avec les autres lignes concurrentes, il faut prendre les distances admises déjà pour celles qui sont en exploitation, ou les calculer par la même méthode. On aura :

Gothard, Zug-Chiasso	278 km.,	Zug-Pino	233 km.
» Immensee-Chiasso	270 »	Immensee-Pino	226 »
Brenner, Peri-Kufstein	373 »	Peri-Innsbruck	300 »

Pour le *Simplon,* en faisant ce calcul comme pour le Splügen, on trouve de Brigue à Domodosolla 52 km.

Pour le *Lœtschberg,* suivant les projets connus et par la même méthode, on trouve de Scherzligen à Brigue 116 km.

La ligne en construction du Tauern n'ayant pas d'avantage sur la route du Brenner, de Salzbourg à Verona, il n'y a pas à en tenir compte vis-à-vis du Splügen.

Pour la distance virtuelle, il faut appliquer les coefficients en prenant les sections de même déclivité en détail, et ces calculs donnent pour les lignes à comparer les résultats qui suivent :

Splügen, Coire-Chiavenna	156 km.		
Gothard, Zug-Chiasso	331 »	Zug-Pino	275 km.
» Immensee-Chiasso	323 »	Immensee-Pino	268 »
Brenner, Peri-Kufstein	379 »	Peri-Innsbruck	298 »

Ces distances ont été prises comme base, dans les calculs faits, en y ajoutant les distances réelles pour les autres parties des parcours, tant du côté Nord que du côté Sud, les déclivités n'y ayant plus d'importance dès que l'on est sorti de la région montagneuse. On a ainsi déterminé les distances virtuelles sur un grand nombre de routes qui se trouveraient en concurrence avec la ligne du Splügen, pour connaître les points qui forment les limites d'influence de cette nouvelle ligne, venant s'intercaler entre les actuelles, et dessiner les zones de leurs trafics respectifs. On a choisi les centres principaux du commerce en Italie, les villes de *Turin, Gênes, Milan, Verona* et *Bologne,* comme points de départ, et tracé pour chacun d'eux les limites, à l'Ouest et à l'Est, de la région pour laquelle les distances seraient plus courtes par le Splügen que par le Gothard et le Brenner. En établissant, d'après l'importance de leur trafic et leurs positions respectives, une moyenne géographique pour ces différents centres, on a déterminé un point qui figure théoriquement la concentration du trafic italien ; il se trouverait près de Cremona et représente comme la résultante idéale des zones diverses.

D'après les cartes annexées à la brochure, on constate que la *zone du Splügen,* en Suisse, comprendrait les cantons des Grisons, de Glaris, de St-Gall, de Thurgovie et en grande partie de Zurich.

En Allemagne, la zone du Splügen, s'intercalant entre celles du Gothard et du Brenner, diminuerait surtout la première, et même empiéterait sur la zone à attribuer au Simplon après l'exécution du Lœtschberg. La limite Ouest passerait vers Schaffhouse, Carlsruhe, Cologne, Amsterdam, et à l'Est vers Munich, Leipzig, Dantzig, tandis que la limite entre le Gothard et le Brenner passe actuellement par Augsburg, Erfurt, Schwerin, et que celle qui s'établira entre le Gothard et le Simplon-Lœtschberg passerait par Bâle, Karlsruhe, Hanovre, Brême.

L'Italie se trouvera divisée à partir de Milan entre les trois principales routes du Simplon, du Gothard et du Splügen, dans la direction du Nord.

La création de la ligne du Splügen provoquerait des raccourcissements très importants dans les parcours depuis la Suisse vers l'Italie, ainsi de Cremona pour Thusis 265 km., Coire 193, Rorschach 105, St-Gall 76, Romanshorn 75, Rapperschwyl 30. Il en serait de même depuis ce centre théorique pour les villes d'Allemagne, qui s'en trouveraient rapprochées, Feldkirch de 141 km., Lindau et Kempten de 102, Augsburg de 74, Erfurt et Ulm de 83, Stuttgart de 35, Hanovre de 58, ainsi que Hambourg, Brême de 56, Berlin de 13.

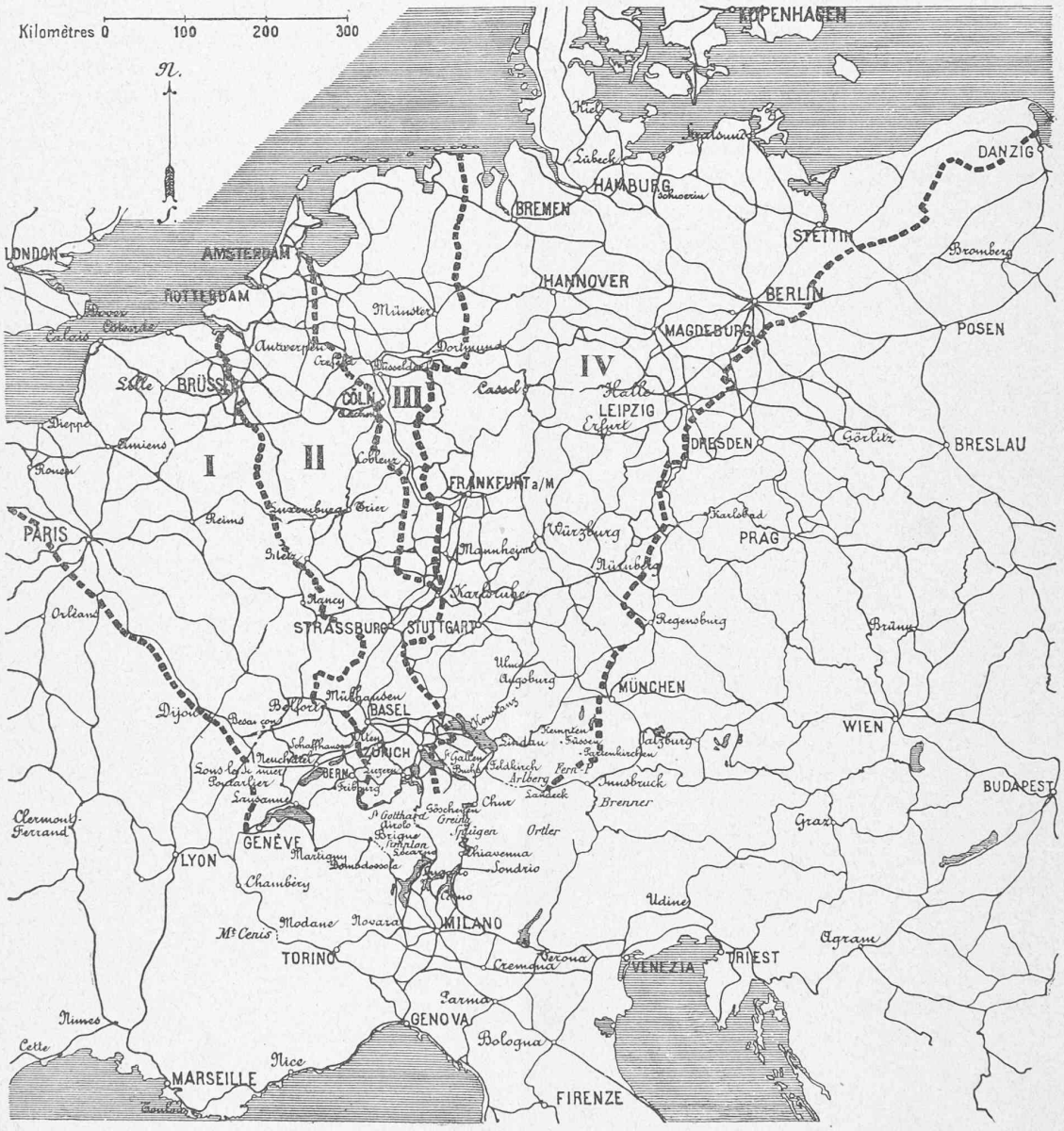

Fig. 1. — **Carte des zones de trafic des lignes de chemins de fer construites ou projetées à travers les Alpes suisses,** le trafic italien étant supposé concentré en un point situé près de Cremona.

I. Zone du Simplon. — II. Zone du Gothard après l'ouverture des lignes du Simplon et du Splügen. — III. Zone à égale distance entre le Splügen et le Gothard. — IV. Zone du Splügen.

Pour la fixation des tarifs du Splügen, il faut tenir compte de ce que la question ne se pose pas vis-à-vis du Gothard comme pour une ligne concurrente ordinaire, puisque celle-ci sera incorporée au réseau fédéral et que les tarifs sont fixés. Si la ligne du Splügen reste une ligne privée, elle aura à établir ses tarifs de manière à être à même de concourir ; si elle devient à son tour ligne fédérale, ses tarifs seront unifiés avec ceux du réseau de la Confédération, la question de concurrence disparaissant et toutes les lignes travaillant ensemble, chacune dans le domaine qui lui sera le plus favorable. Il n'y a donc pas lieu de rechercher, en ce qui concerne le tarif, quelle base permettrait de couvrir normalement les intérêts du capital et les frais de l'exploitation, puisque les tarifs sont à fixer soit au-dessous, soit à égalité de ceux du Gothard, dans l'une ou dans l'autre alternative.

V

Détermination du trafic.

Il ne suffit pas que la zone du Splügen soit importante pour lui donner une valeur, mais celle-ci résultera surtout de la capacité que présentent les contrées à desservir, relativement au développement du trafic.

Or les produits du sol et les progrès de l'industrie font de l'Italie un marché d'exportation et d'importation tout à la fois. Les fruits, légumes, œufs, volailles, etc., forment un tonnage important, et comme les matières premières et les combustibles font défaut, ces marchandises sont tirées

en grande partie d'Allemagne. Il y a donc là tous les éléments pour un grand trafic international, dont le Splügen aurait le bénéfice comme formant la route la plus directe et la plus économique.

Le transport des voyageurs sera aussi un facteur important. Les relations commerciales le développeront, et il s'y ajoutera les touristes, les malades recherchant le climat du Sud, les travailleurs italiens, les pélerins.

D'après les comptes du Gothard pour 1900, les transports d'Allemagne en Italie et vice-versa comprendraient 350 000 voyageurs et 821 103 tonnes de marchandises. D'après l'ouvrage de H. Ruegg sur *L'influence du Gothard,* il y aurait un trafic nouveau de 300 000 tonnes, du Nord au Sud, et seulement de 19 300 tonnes du Sud au Nord. Le trafic nouveau en voyageurs est calculé à 40 000 personnes.

L'étendue de la zone du Gothard, entre le Brenner et le Mont-Cenis, est de 325 889 km², celle de la zone du Splügen serait presque aussi grande, 310 600 km². On peut donc admettre pour le Splügen un nouveau trafic représenté par :

$^1/_2$ de celui du Gothard pour les voyageurs, soit 20 000,
$^1/_4$ » » » marchandises, soit 80 000 t.

La voie du Splügen représente sur les parcours par le Gothard, dans la partie de la zone de celui-ci qui lui serait enlevée, en moyenne une réduction de longueur de 48 %. Entre 1881 et 1888, le Brenner avait perdu par la création du Gothard 35 361 tonnes, et le Mont-Cenis 45 330 tonnes.

Pour examiner de plus près ce que le Splügen peut espérer attirer à lui comme trafic, il faut considérer séparément les différents facteurs.

a) Les **voyageurs** choisiront la route qui leur présentera des avantages de prix, de temps de parcours, les meilleurs trains au point de vue de l'horaire, du nombre, des commodités, enfin les paysages et les conditions techniques les plus attrayantes.

Pour ces diverses conditions, le Splügen est très bien placé, par le fait des raccourcissements qu'il permet et des réductions du temps et du prix des transports.

Or le Gothard, avec une zone de 325 000 km², a transporté, en 1900, avec des billets directs en transit, 85 726 personnes, ce qui correspondrait pour le Splügen, avec ses 310 000 km², à 54 500 voyageurs. Mais il faut tenir compte de ce que beaucoup de voyageurs arrivent en Suisse pour ensuite continuer leur route en prenant de nouveaux billets, et ce nombre forme les $^2/_3$ du total. Au départ de Lucerne et de Zug pour les stations frontière de Chiasso et Pino il a été délivré plus de 300 000 billets. Ces voyageurs étaient bien pour le plus grand nombre à destination de l'Italie, et il faut y ajouter encore ceux qui se sont arrêtés aux autres stations comme Lugano, Bellinzona, Locarno, etc. On peut donc estimer à 350 000 le nombre des voyageurs en transit direct et indirect d'Allemagne en Italie. Pour le Gothard, le trafic direct serait donc de 350 000 — 86 000, soit 264 000 voyageurs. Nous prendrons comme base 258 000 voyageurs, soit trois fois 86 000. Pour la zone de 310 000 km² du Splügen, cela correspondrait à 245 000, dont nous n'admettrons que les $^2/_3$, soit un chiffre de 163 500 voyageurs.

On peut admettre, d'après les données des 10 dernières années de l'exploitation du Gothard, une augmentation annuelle de 6 %, que nous abaisserons à 5 % seulement pour estimer le trafic à attendre, en supposant l'année 1910 comme point de départ pour le Splügen.

Nous aurions donc pour les voyageurs,

en 1900,	billets directs	54 500
»	transports interrompus .	163 500
	Total.	218 000
en 1910,	augmentation de 50 % . .	109 000
»	trafic nouveau du Splügen	30 000
	Total en 1910,	347 000

Il faut ensuite estimer le trafic entre les stations de la ligne du Splügen, et entre ces stations et des destinations extérieures, pour la part revenant au Splügen.

On peut se baser sur le trafic des Chemins de fer rhétiques, qui ont transporté entre Coire et Thusis, en 1900, 228 000 voyageurs. Si on en attribue 114 000 au Splügen et les augmente de 4 % par an jusqu'en 1910, on aurait 159 600 voyageurs. Mais, par l'ouverture de la ligne de l'Albula, le trafic va s'accroître, et on peut admettre que 50 000 voyageurs de Coire à Thusis se sont dirigés sur l'Engadine ; si l'Albula double ce trafic, en comptant la moitié de cette augmentation pour le Splügen, on aurait en 1910 159 600 + 25 000, soit environ 185 000 voyageurs, parcourant en moyenne 20 km., la distance totale Coire-Thusis étant de 25 km., soit 3 700 000 voyageurs-kilomètres.

Il y aura des parcours de Thusis à Chiavenna, soit 25 km. et 50 pour aller et retour, faits par les habitants entre Coire et Thusis, dont le nombre est d'environ 25 000, et ceux des vallées avoisinantes, au nombre de 5000. En admettant un voyage par an et par habitant, cela ferait 30 000 × 25, soit 1 500 000 voyageurs-kilomètres.

Les étrangers amenés à Thusis qui feront des trajets soit du côté d'Andeer, soit au delà jusqu'à Chiavenna, peuvent être estimés à 15 000, dont la moitié parcourant deux fois 24 km., soit 48 km., la moitié parcourant une fois seulement le trajet de Thusis-Chiavenna, soit 115 km. Cela donnera en tout 1 222 500 voyageurs-kilomètres.

Entre Chiavenna et le tunnel, il y a une population de 13 000 habitants, qui se déplaceront dans une proportion semblable à celle qui a été constatée aux chemins de fer rhétiques ou au Gothard, pour les habitants de villages analogues. En moyenne, on peut compter 5 voyages par année par habitant, soit 65 000, et le parcours sera de 50 km., ce qui ferait 3 250 000 voyageurs-kilomètres.

Les étrangers venant des localités italiennes sur la ligne de Chiavenna au tunnel peuvent être estimés à 15 000, parcourant aller et retour jusqu'à Campodolcino deux fois 54 km., soit 108 km., ce qui donnerait 1 620 000 voyageurs-kilomètres. Il faut y ajouter les parcours effectués par environ 5000 voyageurs jusqu'aux stations entre Thusis et Coire, sur 130 km., faisant 650 000 voyageurs-kilomètres, et ceux de 7000 voyageurs venant d'Italie jusqu'à Coire ou en Engadine, sur 115 km. parcourus une fois, soit 805 000 voyageurs-kilomètres.

Ces trois chiffres réunis donnent 3 075 000 voyageurs-kilomètres. En totalisant tous ces chiffres on arrive à 12 747 500 voyageurs-kilomètres.

Pour savoir si ce résultat est probable, une comparaison avec d'autres lignes peut servir de repère. Ainsi, pour la ligne du Gothard d'Altorf à Biasca, il a été délivré en 1900 252 235 billets, la population comptant 22 000 habitants, (cela correspond à 12 voyages par habitant). La population de la ligne du Splügen atteint 38 000 habitants, et le chiffre des étrangers de passage est plus important. En admettant 15 voyages par habitant, on aurait un chiffre de 570 000 voyageurs, qui sera à porter, pour l'augmentation en 10 ans de 40 %, à 798 000 en 1910. Mais il faut en retrancher un tiers comme appartenant aux chemins de fer rhétiques, ce qui peut se calculer comme suit :

Population Coire-Thusis, voyageurs	375 000
Augmentation en 10 ans de 40 %	150 000
Total pour cette section	525 000
Dont la moitié pour les Chemins de fer rhétiques	262 500
Reste pour le Splügen 798 000 — 262 500. . .	535 500

Suivant les rapports des compagnies suisses, le parcours fait par un voyageur peut être estimé en moyenne à 25 km.

Dans cette proportion, on aurait pour le Splügen 535 500 × 25 = 13 387 500 voyageurs-kilomètres, ce qui confirme les calculs précédents.

La récapitulation de ces résultats donnerait donc :

Transit direct et indirect et nouveau trafic	49 274 000	voy.-kil.
Trafic entre les stations internes . .	13 000 000	»
Total.	62 274 000	voy.-kil.

Pour les *bagages* on admet, d'après les données d'autres lignes, un produit d'environ 8 à 10 %, et pour le transport des animaux vivants d'environ 5 % de celui des marchandises.

b) Le **trafic marchandises** est le plus important et le plus difficile à déterminer. La première condition pour qu'une ligne soit capable de faire concurrence à une autre c'est que le tarif soit réduit, et c'est là un des avantages du Splügen vis-à-vis des lignes du Gothard et du Brenner, puisque dans toute sa zone les distances sont diminuées par rapport à ces lignes.

Mais la direction du trafic dépend beaucoup de la volonté des lignes d'accès, et celles-ci cherchent d'abord à garder les transports le plus longtemps possible sur leur réseau.

Or on a vu que, par suite de la position géographique du point frontière, le parcours sur lignes italiennes serait plus long pour le Splügen que pour les deux autres lignes, d'environ 22 km. pour Pino, 55 pour Chiasso, 40 pour Peri par le Brenner. Les chemins de fer italiens auront donc intérêt à diriger leur trafic Sud-Nord vers Chiavenna. Or ce trafic est, d'après les données du Gothard pour 1900, plus important de 16 % que celui Nord-Sud.

Vis-à-vis des chemins de fer suisses, qui seront à cette époque entre les mains de la Confédération, la situation de concurrence est réglée par la loi du 27 juin 1901, en ce sens que si la route du Splügen est la plus courte elle doit être mise au bénéfice de tarifs directs et du partage du trafic. Du reste, le trafic de Suisse en Italie est seulement le 15 % du trafic total dans les deux directions, qui compte 256 560 tonnes.

Une partie du trafic entre l'Autriche et l'Italie passe actuellement par l'Arlberg, Buchs et le Gothard. Le Splügen faciliterait encore mieux ce détournement, puisqu'il présenterait une réduction de parcours de plus de 100 km. en moyenne.

Les lignes allemandes de la Bavière, du Wurtemberg et de Baden auraient aussi intérêt à amener le trafic au Splügen, ceci leur permettant de le garder en général plus longtemps, quand même le parcours total jusqu'en Italie serait plus court, de 100, 82 ou 60 km. en moyenne.

Pour les chemins de fer d'Alsace et de France, il n'y aurait que les transports intéressant les parties les plus à l'Est de l'Italie du Nord qui puissent passer par le Splügen.

Il a été possible de faire des recherches auprès des compagnies et de connaitre le trafic des régions appartenant à la zone du Splügen ; les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

1. De Suisse en Italie et vice-versa, par le Gothard.	T.	78 985
2. D'Autriche et de Bohême en Italie et vice-versa par le Brenner	»	25 904
D'Autriche et de Bohême en Italie par réexpéditions	»	5 005
3. D'Allemagne en Italie, par le Brenner et le Gothard et vice-versa	»	186 445
4. De Belgique et de Hollande en Italie par le Brenner et le Gothard et vice-versa . .	»	8 700
5. D'Angleterre en Italie par le Brenner et le Gothard et vice-versa	»	10 785
6. D'Autriche-Hongrie en Suisse et vice-versa par le Brenner	»	6 043
D'Autriche-Hongrie en Allemagne et vice-versa par le Brenner	»	24 313
7. D'Italie orientale et d'Autriche en France Nord et vice-versa.	»	4 610
Total.	T.	350 790

Ces transports sont bien pour la plus grande partie effectués directement, mais on sait que les réexpéditions forment une proportion qui varie de 25 à 50 % du total des transports. Les données obtenues à cet égard ont permis de calculer exactement qu'il faut ajouter comme réexpéditions 71 582 tonnes.

Il en résulte que pour 1900 on aurait eu pour tous les transports provenant de la zone du Splügen 422 372 tonnes.

Ce chiffre rapporté à la surface de 310 600 km² donne 1,359 tonnes par km², tandis que le Gothard a eu 547 402 tonnes pour une étendue de 325 889 km², soit par km² 1,679 tonnes, ce qui dénote la probabilité du calcul.

L'augmentation à attendre jusqu'en 1910 peut s'estimer d'après celle que montre le Gothard, dont le tonnage a passé de 307 276 tonnes en 1891 à 547 402 en 1900, soit

240 126 de plus en 10 ans, ou le 78 %. Nous admettons seulement le 50 % pour le Splügen.

Si nous additionnons ces chiffres avec celui de 20 000 tonnes admis comme nouveau trafic développé pour la première année, nous aurons :

Trafic direct et réexpéditions de la zone du Splügen en 1900.	422 372
Augmentation jusqu'en 1910, 50 % en plus . .	211 186
Trafic nouveau pour la première année . . .	20 000
Total, T. :	653 558
ramené à T.	653 500

Ce trafic ne sera pas acquis à coup sûr au Splügen, car il y aura à compter avec la concurrence des deux principales lignes rivales, qui pourront en retenir une partie, et même enlever certains transports au Splügen. Il a fallu supputer de plus près la part de ce trafic que l'on peut présumer acquis, et ce travail a été opéré région par région, en Suisse et à l'étranger. On a majoré le trafic actuel pour tenir compte de ce qu'il serait en 1910, puis diminué ces chiffres partout dans la proportion qui a paru la plus conforme aux situations géographiques, et le résultat a été le suivant :

Pour les cantons suisses.			Pour les pays voisins.		
Grisons. .	Tonnes	18 700	Autriche .	Tonnes	43 860
St-Gall et Appenzell	»	43 050	Bavière .	»	39 040
Thurgovie .	»	10 945	Wurtemberg	»	20 240
Glaris . .	»	10 430	Baden, Hohenzollern	»	7 970
Zurich . .	»	14 180	Alsace, Luxemburg .	»	2 240
Schaffhouse et Bâle	»	440	Saxe . . .	»	7 170
	Tonnes	97 745		Tonnes	120 520

Pour les chemins de fer prussiens.			Pour les autres pays.		
Direction de Breslau-Berlin.	Tonnes	22 495	Belgique	Tonnes	4 240
Direction de Altona-Hambourg.	»	6 405	Angleterre .	»	5 260
Direction de Cologne-Palatinat .	»	41 040	Autriche	»	25 505
Direction de Mayence et Mein-Neckar . . .	»	14 295	France .	»	1 730
	Tonnes	84 235		Tonnes	36 735

Le total de ces chiffres donne 339 235 tonnes au lieu de celui que nous avions énoncé précédemment de 653 500, ce qui veut dire que nous laissons aux lignes concurrentes 294 300 tonnes, soit près de la moitié du trafic de la zone stricte du Splügen.

Mais si nous avions eu à faire la même opération en sens inverse, ou si nous avions recherché la quantité du trafic de ces deux lignes que pourrait leur enlever dans leur propre zone le Splügen, nous aurions sans doute trouvé un certain trafic, aussi ne devons-nous réellement leur en abandonner autant, et nous pourrons réduire ce déchet de moitié, ce qui donnera enfin :

Trafic propre au Splügen	Tonnes	339 200
Trafic repris aux zones du Gothard et au Brenner.	»	147 000
Trafic nouveau développé par le Splügen	»	20 000
Total.	Tonnes	506 200

Ce trafic payant pour 142 km. de tarif, cela fait 71 880 400 tonnes-kilomètres.

Pour le *trafic interne,* nous prendrons comme base celui que l'on a constaté aux stations du Gothard, les produits divers des vallées du Splügen, bois, calcaire, granit, marbre, etc., permettant de compter sur un trafic au moins aussi important. Les arrivages et expéditions en 1900 ont été de 124 759 tonnes, pour les 14 stations du Gothard, et cela équivaut, relativement au chiffre de la population, qui est de 22 300 habitants, à 6 tonnes en moyenne par tête. L'augmentation a été de 70 % en 10 ans.

Pour le Splügen, avec une population de 38 000 habitants, nous admettrons seulement 5 tonnes en 1910, ce qui fait 190 000 tonnes. Ce trafic se partagera pour $^2/_3$ entre Coire et Thusis, 25 km., et $^1/_3$ entre Chiavenna et Thusis, 117 km., ce qui fera en moyenne un parcours de 55 km., que nous réduisons à 50.

Le trafic interne montera donc à $190\,000 \times 50 = 9\,500\,000$ tonnes-km. et, avec le trafic de transit, au total 81 380 400 tonnes-km.

VI

Recettes brutes.

En admettant une tarification égale à celle du Gothard, pour lequel la longueur réelle est majorée de 23,9 % pour établir la longueur de tarif, ce qui donne par voyageur une taxe de 5 cent. et par tonne une taxe 6 cent. par km. de tarif, on aurait un produit de :

Voyageurs, 62 274 000 voyageurs-km. à 5 cent.	Fr.	3 113 700
Marchandises, 81 380 400 tonnes-km. à 6 cent.	»	4 882 824
Bagages, 8 % du produit des voyageurs .	»	249 096
Animaux, 5 % du produit des marchandises	»	244 141
Recettes diverses, en moyenne Fr. 3000 par km., sur 94 km.	»	282 000
	Fr.	8 771 761

soit Fr. 93 317 par km. de ligne.

Au Gothard ce produit a été en 1900 de Fr. 76 200, mais il atteindrait Fr. 114 300 jusqu'en 1910 avec la progression ordinaire.

Comme la situation du Splügen, entre le Brenner et le Gothard, lui donne une zone peu différente de celle qu'occupe actuellement le Gothard entre le Mont-Cenis et le Brenner, et qu'il aurait une importance sensiblement égale, on peut juger de cette comparaison que ces chiffres paraissent assez vraisemblables.

Dépenses d'exploitation. — Il convient de remarquer que, si les transports par le Splügen atteignent les chiffres de ceux du Gothard, la longueur de la ligne à exploiter, qui est de 94 km., au lieu de 276, est bien moindre, et il faudra en tenir compte en partant des dépenses des autres compagnies, prises comme base d'estimation.

1. *Frais généraux.* Ceux-ci ne sont pas proportionnels à la longueur du réseau, et si les frais des compagnies principales sont de Fr. 1000 en moyenne, ils doivent être comptés à un chiffre plus élevé pour le Splügen, qui aura besoin d'un personnel supérieur choisi.

Nous admettrons donc le chiffre élevé de Fr. 300 000.

2. *Entretien de la voie.* Il varie de Fr. 1000 à 3200 par km. pour les dépenses du personnel, ce dernier chiffre étant celui du Gothard, en partie à double voie ; nous le ramènerons pour le Splügen, n'ayant que voie unique, sauf dans le tunnel, à 2800, ce qui fait Fr. 263 200. Le renouvellement de la voie revient à environ Fr. 3000, que nous portons à 3200, soit. . . . . Fr. 300 800

Pour les dépenses diverses, nous prendrons celles du Gothard, qui compte Fr. 377 par km., soit Fr. 28 200

3. *Stations, expédition, service des trains.* Les deux premières rubriques coûtent en moyenne Fr. 5000, que nous conserverons, ce qui fera. . . . . Fr. 470 000

Le service des trains coûte en moyenne Fr. 1836, mais au Gothard Fr. 3366 ; nous porterons Fr. 3800, ce qui fera . . . . . Fr. 360 000

Nous ajoutons pour les dépenses diverses, dont la moyenne est de Fr. 840, un chiffre de Fr. 1000, ce qui donnerait encore . . . . . Fr. 94 000

4. *Traction.* Il y a différentes rubriques.

Pour le personnel, la moyenne est de Fr. 3200 ; mais il faut porter ce chiffre à 5800, le Gothard ayant Fr. 5000, soit . . . . . Fr. 550 000

Pour les combustibles, au Gothard Fr. 7600, nous prendrons Fr. 8000 environ, ce qui donnera . Fr. 800 000

Dépenses diverses, à environ Fr. 100 . » 10 000

5. *Dépenses diverses générales.* La co-jouissance des deux gares de Coire et de Chiavenna doit être estimée assez haut, de sorte qu'au lieu de la moyenne de Fr. 3300 nous prendrons un chiffre élevé, Fr. 5700 environ, faisant en tout . . . . . Fr. 520 000

Nous aurons ainsi :

Frais généraux.	Fr.	300 000
Entretien de la voie	»	592 200
Service des stations et des trains	»	924 000
Traction.	»	1 860 000
Dépenses diverses	»	520 000
	Fr.	4 196 200

La récapitulation de ces sommes donnerait un total de 4 200 000, en arrondissant, soit Fr. 44 681 par kilomètre de ligne, ce qui dépasse la moyenne des autres lignes, et même du Gothard, qui a Fr. 41 228. De la sorte nous avons compté largement.

Rendement.

Les recettes ont été calculées à	Fr.	8 771 800
Les dépenses à	»	4 200 000
Laissant un bénéfice net de .	Fr.	4 571 800

Nous avons vu que les frais de construction sont devisés par M. Moser à Fr. 112 554 000, auxquels il faudrait ajouter, pour les intérêts pendant la construction, une somme de Fr. 11 731 000, si tout le capital devait être renté, mais comme on peut admettre qu'il sera possible d'obtenir des subventions, ces intérêts ne seront dus qu'à une partie du capital. Si l'on avait pour 30 millions de subventions, environ le quart du capital, les intérêts à payer pendant la construction se réduiraient à Fr. 8 604 234, ce qui ferait ensemble un capital de Fr. 121 160 000, à former en partie en obligations à 3 $^1/_2$, pour 50 millions, et pour le reste de Fr. 41 160 000 en actions, puis 30 millions par subventions. On aurait, comme charges du capital, et pour le service des fonds spéciaux :

Intérêts 3 $^1/_2$ sur 50 millions	Fr.	1 750 000
Fonds de renouvellement Fr. 2000 par km.	»	188 000
Amortissement 1 $^1/_2$ % des frais de construction diminués des subventions, soit sur 91 160 000	»	1 367 000
Total,	Fr.	3 305 400

Avec un bénéfice total d'exploitation de Fr. 4 571 800, il resterait un solde de 1 266 400, qui représente pour les actions un dividende de 3,07 %.

On voit donc qu'avec une subvention de 30 millions cette entreprise peut être exécutée dans de bonnes conditions par le capital privé.

L'influence de l'ouverture du Simplon ne se fera pas sentir sur le rendement du Splügen, leurs zones étant assez distantes, bien que si le Lötschberg s'exécute il y ait lieu de tenir compte d'un certain partage pour le trafic provenant de Belgique et de l'Allemagne occidentale. Mais ces deux lignes ne s'excluront pas mutuellement, et il n'en peut pas résulter pour le Splügen un dommage renversant les calculs de rendement.

VII

Conséquences économiques.

Le professeur Launhardt, à Hanovre, a dit, dans un de ses écrits, que l'on peut juger un peuple ou une époque d'après le degré auquel l'un ou l'autre sont parvenus dans le domaine de la possession de l'espace. On peut en dire autant des progrès accomplis en ce qui concerne la rapidité des transports.

L'homme primitif était à cet égard bien inférieur à la plupart des animaux, jusqu'au moment où il a pu les plier à son service. Les moyens mécaniques pour faciliter les transports ne furent inventés que plus tard, mais ils provoquèrent l'aménagement des pistes en chemins, puis en routes, et celles-ci ont été perfectionnées par l'emploi des rails pour faciliter le roulement.

C'est principalement pour le transport des marchandises que ce moyen a été précieux, et grâce à lui le commerce a

pu égaliser les conditions de l'existence entre les régions diverses, autrefois séparées. L'industrie a été favorisée et par conséquent aussi le consommateur. Les relations entre les peuples, et dans un même peuple entre ses membres, ont été facilitées, et la vie sociale tend toujours plus à embrasser un nombre plus grand d'humains.

Pour la question qui nous occupe, il faut considérer ce que le Splügen provoquerait en réduction du temps des parcours, des frais des transports, et pour l'amélioration des relations.

Il n'est pas besoin de démontrer qu'une réduction du temps de transport réalise un gain d'argent.

Pour se rendre compte des réductions apportées par le Splügen pour les relations avec l'Italie, on peut se baser sur les différences de cette route avec celle du Gothard en distances virtuelles.

Les vitesses commerciales, c'est-à-dire comprenant les arrêts aux stations, sont au Gothard pour les trains ordinaires de 24 km. à l'heure, pour les express de 34, et pour les directs de 45. En prenant Milan comme point d'arrivée et différentes villes de Suisse comme points de départ, on constate que les réductions de la distance, qui sont de 234 km. depuis Coire, 117 depuis St-Gall, 21 depuis Zurich, correspondraient à des économies de temps de :

5 h. 12 min., 1 h. 45 min. et 28 min. pour les directs ;
6 h. 53 min., 3 h. 26 min. et 37 min. pour les express ;
9 h. 45 min., 4 h. 52 min. et 52 min. pour les omnibus.

Si l'on prend les villes de Buchs, Lindau, Constance, qui se trouveraient rapprochées de Milan de 182, 143 et 102 km., les économies de temps seraient de :

4 h. 03 min., 3 h. 10 min. et 2 h. 16 min. pour les directs ;
4 h. 21 min., 4 h. 12 min. et 3 h. pour les express ;
7 h. 35 min., 5 h. 58 min. et 4 h. 15 min. pour les omnibus.

Il est évident que ces économies doivent se traduire par des sommes importantes, mais il est difficile de les déterminer. M. H. Ruegg, dans sa brochure sur *L'Influence du Gothard,* l'avait estimée, dans les années 1880-90, à 1 260 000 fr. par an, ce qui représente l'intérêt à 4 % d'un capital de 31 millions de francs. Le Splügen pourrait comparativement prétendre à atteindre un chiffre de 1 100 000 fr.

L'économie la plus sensible, et directement calculable, est celle qui résulte pour le prix des billets de la réduction des parcours.

Les tarifs fédéraux devant être appliqués au Splügen sont les suivants :

	Ire Cl.	IIme Cl.	IIIme Cl.
Par km. simple course .	Cent. 10,4	Cent. 7,3	Cent. 5,2
» » double course .	» 15,6	» 10,0	» 6,5

Ici ce sont les kilomètres de tarif, et non les distances virtuelles, qui sont à considérer, aussi les différences ne sont plus les mêmes que pour les temps de parcours.

En prenant Milan comme point d'arrivée, nous aurons pour Coire et St-Gall des réductions de distances de tarif, par rapport au Gothard, de 195 et 78, ce qui donnera comme économies :

	Ire Cl.	IIme Cl.	IIIme Cl.
simple course	Fr. 20,30	et de Fr. 14,25	et de Fr. 10,15
	» 8,10	» » 5,70	» » 4,05
	Ire Cl.	IIme Cl.	IIIme Cl.
double course	Fr. 30,40	Fr. 19,50	Fr. 12,65
	» 12,15	» 7,80	» 5,05

Pour Zurich il n'y aurait pas de réduction de la distance, partant pas d'économie sur le prix des billets.

Prenant ensuite Buchs, Lindau et Constance, les différences de kilomètres de tarifs sont de 143, 104 et 63, ce qui donne des économies :

	Ire Cl.	IIme Cl.	IIIme Cl.
pour simple course de	14,85	10,45	7,45
	10,80	7,60	5,40
	6,55	4,60	3,25
et pour double course de	22,30	14,30	9,30
	16,20	10,40	6,75
	9,80	6,30	4,10

Il y aurait de Zurich pour Verona une différence de 24 km. de tarif correspondant à des économies, suivant les classes, pour la simple course de Fr. 2,50, 1,75, 1,25, et pour la double course de Fr. 3,75, 2,40, 1,75. Les économies depuis les autres points de départ considérés seraient augmentées dans une proportion de quelques francs pour Verona.

Comparativement au Gothard, pour lequel M. H. Ruegg estimait l'économie totale à Fr. 3 810 000, celle provoquée par le Splügen atteindrait Fr. 3 300 000.

Les économies de taxe pour les marchandises peuvent également se calculer. Nous considérerons comme points de départ Gênes et Venise, et comme points d'arrivée Coire, St-Gall et Zurich. On trouve pour les *céréales* :

		DE GÊNES		DE VENISE	
			Fr.		Fr.
pour Coire,	p. 10 t.,	km. 173,	77,85 ;	km. 228,	102,60
» St-Gall,	»	» 56,	25,20 ;	» 120,	54,—
» Zurich,	»	—	—	» 24,	10,80

On a fait les mêmes calculs pour *la laine, le pétrole, les vins, les matières alimentaires, les fers* et *machines, le verre,* etc., et, en se basant sur les quantités constatées comme reçues ou expédiées par des stations suisses, renseignements fournis par les compagnies, on a pu établir l'économie totale qui en résulterait pour la Suisse, et pour les pays qui figurent dans la zone du Splügen.

Les résultats trouvés sont les suivants :

Economie pour la Suisse	Fr. 658 114
qui se répartissent principalement entre les cantons de Grisons 200 843, St-Gall 299 286, Glaris 61 125, Zurich 45 154, etc.	
Economie pour l'Autriche	» 348 842
» » l'Allemagne	» 1 277 084
dont 321 345 pour la Bavière, 293 500 pour le Wurtemberg, 105 646 pour le Grand Duché de Bade, 492 934 pour le Nord.	
Economie pour la Belgique	» 4 100
» » l'Angleterre	» 4 405
» » la France	» 947
Total	Fr. 2 300 000

Conclusion.

Ces calculs et ces chiffres ne doivent pas être pris comme représentant d'une façon absolument juste les conditions dans lesquelles se trouverait une ligne du Splügen. Ils doivent seulement servir de base d'estimation, et il ne faut pas perdre de vue qu'il y a dans ces questions des points de vue plus généraux.

Ainsi l'établissement de la ligne du Simplon rapprocherait sensiblement la Suisse romande et la France de l'Italie, et il en résulterait un déplacement d'équilibre si, par un nouveau passage à l'Est, on ne cherchait à le rétablir. Le Gothard a enlevé à la France son quasi-monopole de commerce avec l'Italie, et l'Allemagne, qui en a tiré profit, doit bien se représenter qu'il sera fait tous les efforts possibles, en particulier par des améliorations aux lignes d'accès dans le Jura, pour lui reprendre ce marché. Aussi doit-on se préoccuper de cette éventualité en perfectionnant les communications à travers la barrière Orientale des Alpes.

Les régions au Sud et au Nord du Splügen verraient sans doute s'améliorer toutes leurs communications aboutissant sur cette nouvelle ligne, et elles sont donc intéressées à sa réalisation.

L'Italie y aurait un intérêt tout particulier, en ce que le Splügen rapprocherait ses ports de Gênes et Venise de l'Allemagne, ce qui leur donnerait plus de valeur contre leurs concurrents de Marseille et des ports du Nord, et développerait le commerce de transport.

Avec les cinq directions qui y aboutiraient, Cenis, Simplon, Gothard, Splügen et Brenner, ces ports italiens, qui sont le passage obligé du commerce de ou pour l'Orient, auraient la plus belle situation du monde.

Pour la Suisse, ce n'est pas seulement le profit matériel du passage du trafic qui doit être considéré, mais aussi l'avantage qu'apportent au crédit et à l'influence politique des relations plus faciles et plus intimes avec les pays étrangers, nos voisins.

Il faut encore tenir compte du développement provoqué par cette ligne dans le mouvement des touristes et dans l'industrie locale, comme cela s'est produit pour la région du Gothard. Il en résultera la possibilité de créer beaucoup d'industries productives pour le pays.

Si nous réunissons toutes ces considérations, nous arrivons à faire constater l'intérêt considérable de la réalisation de la ligne du Splügen, qui mériterait bien les sacrifices nécessaires pour sa construction.

(A suivre.)

Reconstitution historique des armoiries de Moutier-Grandval (Jura-bernois).

par M. ROBERT MORITZ.

Au VIIe siècle les bénédictins Germain et Randoald furent chargés par Waldebert, évêque de Luxeuil, de fonder le monastère de Grandval, dans le vallon de Moutier[1]. Après de multiples incursions, le plus ancien souverain du pays fut donc l'abbé du monastère, mais en 999 Rodolphe III, roi de Bourgogne, en donnant l'abbaye et ses possessions à Adalberon, évêque de Bâle, jetait les bases du pouvoir temporel des princes évêques sur la prévôté et dépouilla l'abbé de la plus grande partie de ses droits. En 1079, le couvent fut sécularisé et converti en chapitre ; la régence de la vallée fut confiée aux prévôt et chanoines, sous la suzeraineté de l'évêché de Bâle.

Le plus ancien sceau du chapitre que l'on ait retrouvé est de caractère roman, forme ovale en pointe aux deux extrémités, une inscription « SIGILE CAPIT GRAN DIVALECCLIAE » encadre une figure de chanoine debout, tête nue, revêtu des habits sacerdotaux, avec la crosse et le livre. Un autre sceau de la fin du XVIIe siècle, sans inscription, de forme ronde, orné d'un cartouche de style Louis XIV avec les armes, coupé moitié or, moitié gueule, et un grand G majuscule, porte au-dessus la vierge et l'enfant Jésus, à sa droite un chanoine avec crosse et palme, à sa gauche un même, tenant une palme et un livre (sans doute Saint-Germain et Saint-Randoald), tous deux debout en adoration. Les mêmes armoiries sont peintes sur le couvercle d'un coffre-fort de 1694, provenant du mobilier de Bellelay[1].

Constatons que le chapitre de Grandval avait son sceau et ses armes particuliers, qui ont subi des transformations, mais ont toujours conservé un caractère purement religieux.

En 1332 apparaît la commune bourgeoise, époque à laquelle on peut croire d'une façon précise que, dans le langage populaire, le nom commun de moutier (monasterium), môti, en patois, s'est répandu et substitué au nom propre Grandval. En 1430, Jean de Fleckenstein, évêque de Bâle, accorde la première lettre de franchises à la prévôté[2].

En 1446, le prévôt octroie le « rôle ». Le 14 mai 1486, la prévôté conclut un traité de combourgeoisie avec Berne. L'historien Quiquerez nous dit que, vers la fin du XVe siècle, la prévôté avait son sceau et sa bannière, malheureusement, il n'y a que le premier que l'on retrouve encore.

Fig. 1. — Sceau du XVe siècle.
(Propriété de M. Cuttat).

Ce sceau, de forme ronde, porte au pourtour une inscription (voir fig. 1) qui encadre un monastère d'architecture romane, reposant sur un socle profilé, et se compose d'une façade principale recouverte de bois jusque sous la

[1] Voir Bobelène. *La vie de Saint-Germain et de Saint-Randoald, martyrs.*

[1] Voir à la Bibliothèque de Porrentruy les manuscrits de Bietrix et la carte archéologique de l'ancien évêché.

[2] Voir Trouillat, V. 287.