

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 29 (1903)

Heft: 12

Artikel: Wildstrubel et Lötschberg: étude de la traversée des Alpes bernoises

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-23495>

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>

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'École d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

SOMMAIRE, *Wildstrubel et Lötschberg. Etude de la traversée des Alpes bernoises*, par M. E. de Stockalper, ingénieur, à Sion. — *Concours pour le Musée des Beaux-Arts de Zurich*, par M. B. Recordon, prof., architecte. — **Divers**: Bibliographie. — Nécrologie. — Classe d'Industrie et de Commerce de la Société des Arts de Genève. Prix Colladon 1905. — Concours pour un élévateur pour bateaux à construire sur le canal du Danube à l'Oder, à Aujezd, près Prerau.

Wildstrubel et Lötschberg.

ÉTUDE DE LA TRAVERSÉE DES ALPES BERNOISES

Quand je publiais, en 1897, une notice intitulée « *Thoune-Simmenthal-Simplon* », émettant l'idée que la ligne du Wildstrubel, par sa facilité de construction, devait être préférée au Lötschberg pour la traversée des Alpes bernoises, je disais en terminant que le but de cette notice « *était de provoquer des études complètes et comparatives de ces projets, d'où ressortiraient avec évidence les meilleures conditions offertes par le Wildstrubel, surtout sous le rapport des frais de construction; ce qu'au reste une simple inspection du terrain fait pres-* » sentir. »

Dès lors le gouvernement du canton de Berne fit procéder à des études complètes pour le Lötschberg, par les soins de MM. les ingénieurs J. Hittmann et K. Greulich, études dont les résultats furent publiés dans leur intéressant et complet rapport intitulé: *Technischer Bericht und Kostenvoranschlag zum generellen Projekt der Lötschbergbahn, nebst vergleichender Untersuchung des Wildstrubelprojektes*.

Il n'en a pas été de même pour le Wildstrubel; MM. Hittmann et Greulich, pour leur comparaison entre le Wildstrubel et le Lötschberg, n'avaient à leur disposition pour le Wildstrubel que la carte fédérale au $\frac{1}{50000}$. Or ces experts estiment eux-mêmes, page 6 de leur rapport, que « *eine bloss annähernde Kostenschätzung bei dem kleinen Masstabe der Karte, und unter so schwierigen Verhältnissen als hier in Betracht kommen, undenkbar ist...* » Donc, de l'aveu de MM. les experts, leur comparaison des projets du Lötschberg et du Wildstrubel ne reposant pas, pour le Wildstrubel, sur des données suffisantes, ne peut avoir une valeur décisive.

J'ai résolu de combler cette lacune et de rétablir la comparaison sur des bases sûres en entreprenant les études complètes du Wildstrubel.

Environ à l'époque où je publiais le projet *Thoune-Simmenthal-Simplon*, M. l'ingénieur en chef R. Moser, dont l'autorité est reconnue dans les questions de chemins de fer, arrivait aussi à la conviction que les condi-

tions topographiques des Alpes bernoises commandaient le choix du Wildstrubel, opinion qu'il appuya d'un avant-projet *Thoune-Rarogne*, avec tunnel du Wildstrubel de 12 km. débouchant dans le vallon de la Sincèse au-dessus de Sierre.

Mon tracé prévoyait un tunnel de 14 km., sortant sous Inden, dans la vallée de la Dala, dans le but de se rapprocher du Simplon.

Mais, dès lors, un lever préalable des gorges de la vallée de la Dala m'a démontré que cette vallée pouvait être franchie directement par un pont de 90 m. d'ouverture, tandis que le tracé par Inden conduit à traverser la vallée de Lötschen par un lacet s'infléchissant dans cette vallée. Il en résulte que l'allongement de la distance Thoune-Rarogne, par le tracé Moser, n'est que de 2 km., tandis qu'il présente une économie d'environ 6 millions. Dans ces conditions, ce dernier tracé s'impose et c'est le seul que j'ai pris en considération dans les présentes études; c'est le projet traité par MM. Hittmann et Greulich sous la rubrique: *Projekt 8 (Erlenbach-Gampel)*.

Projet de chemin de fer du Wildstrubel avec souterrain de 12 km. débouchant au-dessus de Sierre selon avant-projet Rob. Moser.

Les études.

Depuis la publication des avant-projets, la ligne du *Simmenthal* a été ouverte à l'exploitation jusqu'à Zweisimmen. Elle a été construite, il est vrai, en ligne régionale, présentant, sur les 32 km. entre Wimmis et Zweisimmen, environ 7 km. de courbes à rayons de 200 à 280 m. et 7 km. de rampes de 20 à 25 ‰. Nous devons corriger cette ligne d'accès, pour la transformer en ligne de grand transit; aussi en ferons-nous l'objet d'un chapitre spécial de notre devis.

Néanmoins la tête de ligne actuelle se trouve portée à Zweisimmen et la ligne neuve à étudier et à construire pour raccorder le réseau bernois avec celui du Simplon se réduit au parcours Zweisimmen-Rarogne.

Au point de vue topographique, c'est-à-dire sous le rapport de la difficulté des études et de la construction, le trajet Zweisimmen-Rarogne se divise en quatre parties caractéristiques.

1. *Rampe Nord. De Zweisimmen à Oberried, longueur km. 16,800.* Haute vallée plate offrant les conditions d'une ligne de plaine. Le projet a été arrêté sur le terrain et dressé sur un plan au $1/10000$, agrandissement photographique de la carte au $1/50000$, et complété par des nivellements partiels. Ces éléments sont bien suffisants pour l'étude de cette ligne, qui est d'une facilité exceptionnelle.

2. *Grand tunnel du Wildstrubel, longueur km. 12,120,* n'exigeant pas de lever spécial et dont l'étude géologique fait l'objet du savant rapport de MM. les géologues Dr von Fellenberg, Dr E. Kissling, H. Schardt, professeur.

Nous ajoutons à cette section la tranchée à la tête Sud, ce qui porte la section à km. 12,15.

3. *Rampe Sud. Du grand tunnel à Gampel, longueur km. 17,515.* Cette section importante est la seule où la

ligne présentera le caractère d'un chemin de fer de montagne, se développant le long du flanc de la vallée du Rhône. Pour cette partie les levés du terrain ont été faits à l'échelle de $1/2000$ avec courbes horizontales de deux mètres en deux mètres.

4. *Plaine du Rhône. De Gampel à Rarogne, longueur km. 4,565,* dont l'étude est faite sur un plan coté à l'échelle de $1/2000$.

Tels sont les documents sur lesquels j'ai élaboré le projet et devis détaillés de la ligne du Wildstrubel et dont je ne présente ici qu'un *résumé*. Mais je suis prêt à faciliter, à toute personne qui s'y intéresse, les moyens d'en prendre connaissance.

Cet exposé, relatif aux études, fait ressortir déjà la facilité de la ligne du Wildstrubel, dont la partie en ligne de montagne est la *seule rampe Sud* de 17 km.

Projet Zweisimmen-Rarogne à simple voie.

Longueur km. 51,030.

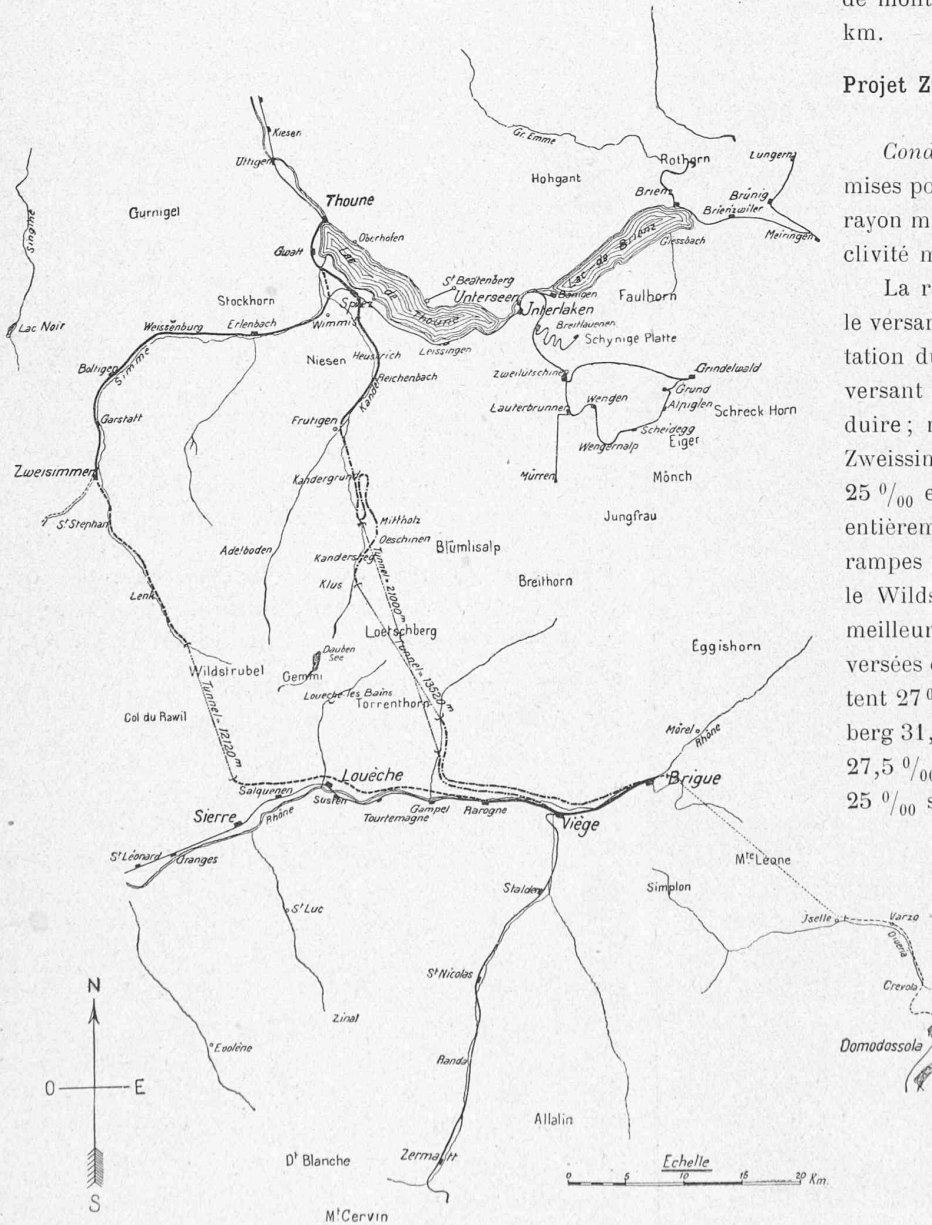
Conditions générales. Les conditions admises pour le tracé sont : voie normale avec rayon minimum des courbes de 300 m., déclivité maximum 25 ‰.

La rampe de 25 ‰ est indiquée pour le versant Sud, à moins d'une forte augmentation du capital de construction. Sur le versant Nord, cette rampe pourrait se réduire; mais la ligne existante Erlenbach-Zweissimmen présente quelques rampes de 25 ‰ et elle serait à reconstruire presque entièrement si l'on devait y substituer des rampes plus douces. En admettant le 25 ‰, le Wildstrubel restera néanmoins dans de meilleures conditions que les grandes traversées des Alpes, du Gothard, qui présentent 27 ‰, du Mont-Cenis 30 ‰, de l'Arberg 31,4 ‰ et que le projet du Lötschberg 27,5 ‰. Le Simplon lui-même présente 25 ‰ sur la rampe Sud.

Rampe Nord.

Zweissimmen - Oberried.
Longueur km. 16,800.

Tracé. La ligne part de la station actuelle de Zweisimmen; elle s'infléchit à gauche pour obtenir la hauteur nécessaire à l'établissement d'un passage inférieur pour la route de la Lenk, qu'elle traverse; puis, après un tunnel de 200 m., dans le contrefort de la montagne, elle se



Tracé des diverses lignes de chemins de fer projetées pour le passage des Alpes bernoises.

trouve dans le thalweg de la vallée de la Simme, rivière qu'elle franchit vers le km. 1 sur un pont métallique de 12 m., et va se porter au pied de la montagne opposée, sur le flanc droit de la vallée, flanc qu'elle côtoie parallèlement à la route postale jusqu'au hameau de Stöckli. De là le tracé suit, *en principe*, la rivière jusqu'à la Lenk. Il ne s'en écarte que rarement pour rectification de la ligne ou pour atteindre les stations de St-Stephan, de Matten, de Lenk, situées sur les cônes de déjection des torrents latéraux.

La Simme est parfaitement endiguée sur toute la longueur dès sa source à St-Stephan. Ses digues sont en relief sur le sol, d'une hauteur qui varie de 1 m. à 2^m,50. Sur une partie de ce parcours, la voie sera posée sur la digue et la renforcera. De la station de la Lenk, placée à environ 100 m. à l'Est de la route, le tracé va rejoindre la Simme en aval du Rothenbach, pour suivre de là le pied du mont jusqu'à la station d'Oberried, à la tête du grand tunnel.

Déclivités. La hauteur franchie de Zweissimmen (cote 945) à Oberried (cote 1098) est de 153 m. La rampe moyenne est de 9,2 ‰; la rampe maximum de 18,5 ‰.

Stations. Nous rencontrons de

		à la cote	945	Distance entre les stations.
la station de Zweissimmen				2170 m.
1. la halte de Bettelried avec palier de 200 m.	»	956		2870 »
2. la station de St-Stephan	» 300 »	988		3240 »
3. » Matten	» 300 »	1030		4550 »
4. » Lenk	» 300 »	1072		3600 »
5. » Oberried	» 520 »	1098		

Travaux. A l'exception du premier kilomètre, et sur les cônes des torrents où les stations de St-Stephan et de Matten sont en déblais, le corps de la voie est formé, d'une façon presque continue, d'un remblai de 2 m. à 2^m,50 de hauteur, en gravier de la rivière ou des torrents.

Les principaux *ouvrages d'art* sont :

- 2 passages inférieurs pour la route de la Lenk;
- 1 pont métallique de 12 m. sur la Simme;
- 1 » » 8 » »
- 1 » » 13 » sur le Fermelbach;
- 1 » » 6 » sur un torrent;
- 5 ponceaux de 3 à 5 » sur torrents.

Grand tunnel du Wildstrubel de 12 120 m. et tranchée d'accès Sud de 30 m.

Longueur km. 12,150.

Conditions géologiques. D'après le rapport complet de MM. les géologues Dr von Fellenberg, Dr Kissling et professeur Schardt, le tunnel du Wildstrubel n'atteint plus, comme le Lötschberg, les roches primitives telles que *granit, gneiss, schistes cristallins*. Le Wildstrubel ne présentera que du *calcaire, grès et schistes, roches toutes faciles à perforer.*

Peu d'eau à craindre dans le tunnel, sauf vers l'arête du Laubhorn, à 1 km. de la tête Nord.

La *température* maximum à prévoir est de 35° centigrades sur environ 2 km. au centre du massif.

Tracé. Le tunnel en ligne droite dès la tête Nord se termine par une courbe de 300 m. de rayon et de 250 m. de longueur à la tête Sud, qui exige ainsi une galerie de direction de 180 m. de longueur, dans l'alignement du tunnel. La longueur à percer en ligne droite, soit tunnel et galerie de direction, est de 12 050 m.

La longueur du tunnel en ligne droite est de .	11 870 m.
» » en courbe à la tête Sud	250 »
Total . . .	12 120 m.

Nous ajoutons à cette section la tranchée d'accès à la tête Sud 30 m.
12 150 m.

Altitudes, déclivités. L'altitude de la tête Nord est 1098

L'altitude du point culminant du tunnel (palier central). 1105

L'altitude de la tête Sud 1040

A partir de la tête Nord, la rampe est de 2 ‰ sur 2000 m. dans la partie où il y a possibilité de rencontrer de l'eau; puis elle est réduite à 1 ‰ pour atteindre le palier central de 485 m. de longueur, d'où le tunnel redescend vers la tête Sud avec une pente de 9,75 ‰.

Types. Les types adoptés sont ceux du tunnel du Simplon, à *simple voie*.

Rampe Sud.

Grand tunnel-Gampel-village. — Longueur km. 17,515.

Nature du terrain. En général, sur toute la rampe Sud, la ligne reposera sur le calcaire solide, souvent à nu, recouvert d'autres fois d'une faible couche de moraines glacières, d'éboulis ou de terre végétale. En somme, terrain sec, solide, et bon rocher.

Tracé. Dès le grand tunnel, la voie se développe d'une manière continue le long du flanc de la montagne, en suivant la ligne de pente prévue, pour atteindre la plaine du Rhône au village de Gampel, au pied de la montagne. Sur 700 m., dès le ravin de la Sinièse, où débouche le tunnel, la ligne rencontre un terrain trop mamelonné pour y établir une station. La première station est celle de Venthône, à 900 m. du tunnel. Elle desservira toute la populeuse contrée de Sierre.

Cette station, à la cote 1023, serait le point de jonction naturel d'un raccordement direct, éventuel, avec la station de Sierre du Jura-Simplon, dont l'altitude est 536,74. Cette ligne de raccordement facile, à forte rampe, de 10 ‰, mesurerait 5 km.

Après la station de Venthône, par un tunnel de 165 m., le projet passe du bassin de la Sinièse dans celui des torrents de la Raspille, qu'il traverse sur deux viaducs, pour

se porter sur un flanc de montagne en rocher à nu formant un plan d'une régularité remarquable pendant 2 km.; puis on atteint la station de Varone.

A 700 m. de cette station nous rencontrons la vallée de la Dala, ou des Bains de Loèche, que nous traversons à la cote 866. Cette vallée se présente en ce point comme une gorge abrupte en rocher, où le torrent coule à une profondeur de 170 m. au-dessous de la voie. La traversée de cette gorge, seul passage difficile de ce projet, exige un viaduc de 135 m. de longueur, avec une travée métallique de 90 m., une pile-culée sur la rive droite de 55 m. de hauteur, et deux arches maçonnées de 15 m. d'ouverture chacune, avec pile de 28 m. de hauteur. L'accès à ce viaduc nécessite un tunnel de 280 m. sur la rive droite et un de 420 m. sur la rive gauche.

Le tracé parcourt de là le coteau dominant Loèche-Ville pour atteindre la station de ce nom, prévue à l'extrémité du grand lacet de la route postale allant à Loèche-Bains; puis, après un tunnel de 500 m. à travers un promontoire en rocher, il traverse la gorge de Feschel sur un viaduc voûté de 68 m., avec une arche centrale de 30 m. et trois petites arches, et continue de descendre en flanc de la montagne, en passant à 50 m. au-dessus du village de Nieder-Gampel, pour arriver au village de Gampel.

Déclivités. De la tête Sud du tunnel du Wildstrubel (cote 1040) à la station de Gampel (cote 638,40), la hauteur à franchir est de 401^m,60 sur une longueur totale de km. 17,350, accusant ainsi une pente moyenne de 23 ‰. La pente maximum de 25 ‰ est appliquée sur presque toute la longueur; elle n'est interrompue que par les paliers des stations et sur un trajet de 425 m., avec une pente de 20 ‰, et un autre de 400 m., avec pente de 21 ‰.

Stations. Nous rencontrons les stations suivantes, dès le grand tunnel (cote 1040) :

		Distance entre les stations. 900 m.
1. Venthône avec palier de 400 m. à la cote . . .	1023,50	6090 »
2. Varone » 300 » » . . .	880,—	2905 »
3. Loèche » 360 » » . . .	817,75	7620 »
4. Gampel » 330 » » . . .	638,40	

Tunnels. La ligne présente 16 tunnels d'une longueur totale de 2092 m. Le rapport de cette longueur à la ligne totale est de 12 ‰, tandis que ce rapport atteint 27 ‰ sur la rampe Sud du projet du Lötschberg. Notre plus long tunnel a 500 m.

Ponts et viaducs. A l'exception de la travée métallique de 90 m. du viaduc de la Dala, tous les ouvrages sont prévus en maçonnerie. Les ouvrages ayant plus de 8 m. d'ouverture se résument en :

1° 9 viaducs d'une longueur totale de 581 m., composés d'arches de 10 à 15 m. d'ouverture et de hauteur maximum comprise entre 8 et 28 m.

2° 1 pont voûté de 25 m., 1 pont de 8 m., et le pont sur le Feschel, avec arc central de 30 m. et 3 arches de 8 et 6 m.

Ligne de plaine dans la vallée du Rhône.

Gampel-village-Rarogne. — Longueur km. 4,565.

Tracé. La station de Gampel-village, au débouché de la vallée de Lötschen, est placée sur le cône de la Lonza, au midi de l'église. Elle présente un palier de 330 m. à la cote 638,40. La ligne traverse la Lonza pour venir, après 1 km. de parcours, prendre place sur l'endiguement du Rhône, rive droite, à la cote 641,10, vis-à-vis de Schnidrigen, et le suivre comme le fait la ligne du Simplon sur la rive gauche. Elle traverse le Rhône, sur un pont biais, près de la station de Rarogne, pour se raccorder au Jura-Simplon à cette station.

Le corps de la voie est complètement en remblais, présentant une hauteur variant entre 1^m,50 et 4 m.; il utilise, sur 2 km., le remblai de la correction du Rhône.

Déclivités. La traversée du cône et de la rivière la Lonza se fait par une rampe et une pente de 10 ‰ sur 730 m.; le reste du tracé, comme l'endiguement du Rhône, présente des rampes variant de 1,2 à 5 ‰.

Ponts et ponceaux. Outre quelques aqueducs courants, les travaux d'art sont :

- 4 passages inférieurs pour routes de 3^m,50 à 4 m.;
- 1 ponceau voûté de 5 m. sur un canal d'assainissement;
- 3 écluses de colmatage de 0^m,75 d'ouverture;
- 1 ponceau métallique de 4 m. sur le torrent la Bietsch;
- 1 pont métallique de 12 m. sur le torrent la Lonza;
- 1 pont biais sur le Rhône, à Rarogne, de 116 m. d'ouverture, divisé en deux travées métalliques de 58 m.

Nous comparons, dans le tableau suivant, le projet du Wildstrubel à celui du Lötschberg sous le rapport de la sinuosité.

Comparaison du Wildstrubel et du Lötschberg sous le rapport de la sinuosité.

	Wildstrubel [■] Zweisimmen-Rarogne.	Lötschberg- Frutigen-Brigue. Projet Hiltmann-Greulich
Longueur de la ligne entière.	51 030 m.	59 144 m.
» des alignements . . .	36 644 »	36 409 »
» des courbes . . .	14 386 »	22 735 »
» des courbes ‰ . . .	28	38
Somme des angles aux centres.	2 080 degrés	4 171 degrés
Rayon moyen des courbes . . .	396 m.	312 m.
» de la ligne entière.	1 400 »	812 »
Rayon minimum	300 »	300 »

Cette comparaison nous permet d'apprécier combien la sinuosité du Wildstrubel, avec un rayon moyen de 1400 mètres, est moins accentuée que celle du Lötschberg, dont le rayon moyen est 812 m. Cela démontre en même temps que le terrain est bien moins accidenté, soit plus régulier au Wildstrubel.

Sinuosité du projet ZWEISIMMEN-RAROGNE.

Les conditions de sinuosité sont résumées dans le tableau suivant :

INDICATIONS	Longueur de la ligne. M.	Longueur des alignements. M.	Longueur en courbes ‰	Longueur totale en courbes M.	LONGUEURS EN MÈTRES DES COURBES DE RAYONS DE :								Somme des angles au centre. Degrés	RAYON MOYEN	
					300 M.	400 M.	450 M.	500 M.	600 M.	700 M.	800 M.	1000 à 2000 M.		De la ligne entière. M.	De la longueur en courbe. M.
Rampe Nord de Zweisimmen au grand tunnel.	16 800	11 535	32	5 265	940	420	190	1 270	675	145	265	1 360	572	1 680	527
Grand tunnel et tranchée d'accès Sud.	12 152	11 870	—	282	282	—	—	—	—	—	—	—	54	—	—
Rampe Sud du grand tunnel à Gampel.	17 248	9 684	44	7 563	5 934	403	—	—	665	—	—	561	1 283	770	340
Ligne de plaine de Gampel à Rarogne.	4 830	3 554	26	1 276	403	—	—	716	73	—	—	84	171	1 619	427
Ligne entière de Zweisimmen à Rarogne.	51 030	36 644	28	14 386	7 559	823	190	1 986	1 413	145	265	2 005	2 080	1 400	396

Devis.

En général, nous avons établi l'évaluation sur les bases adoptées par MM. Hittmann et Greulich pour le Lötschberg. Nous résumons dans le tableau suivant, et selon la nomenclature fédérale, les chiffres sommaires auxquels nous sommes arrivés. Nous faisons précéder ce tableau des renseignements suivants.

A. *Frais d'organisation, direction technique des travaux, etc.*

Pour les *lignes d'accès*, ces frais sont comptés à 4 ‰, comme le prix de revient de l'Arlberg. Ils sont estimés à 3 1/2 ‰ au Lötschberg.

Pour le *grand tunnel*, nous les évaluons à 10 000 fr. par mois, par comparaison avec les dépenses actuelles au Simplon.

B. *Intérêts du capital d'établissement.*

Admis à 7 ‰ pour les *lignes d'accès*, comme au Lötschberg, et à 8 ‰ pour le *grand tunnel*, dont la durée de construction prévue est de quatre ans.

C. *Expropriation.*

1. Honoraires, etc. Par kilomètre à ciel ouvert, 400 fr.

2. Acquisition de terrain. *Rampe Nord*, évaluée à 22 000 fr. par km.; la ligne suit les rives de la Simme sur sa plus grande longueur.

Rampe Sud, 10 000 fr. par km., en grande partie terrain impropre à la culture ou faiblement boisé.

Ligne de plaine, en partie en prairie, en partie sur les digues du Rhône. Selon devis détaillé, évalué au total à 91 275 fr., soit en moyenne à 18 000 fr. par km.

3. Frais d'estimation et de justice, à 400 fr. par km.

4. Plans cadastraux et bornage, à 500 fr. par km.

5. Divers. Imprévu, compté à 10 ‰.

D. *Etablissement de la ligne (Bahnbau).*

1. Terrassements et ouvrages d'art.

a) *Terrassements et murs*, etc. Les remblais ou déblais en terre ou gravier sont évalués de 1 fr. à 1 fr. 50 le m³, prix appliqués sur la *rampe Nord* et la *ligne de plaine* seulement. Les terrassements de la *rampe Sud* ont été admis en *rocher* à 3 fr. 50 le m³, courts transports compris. Le devis comprend en outre une somme de 120 000 fr. pour préparation du terrain, humus, parachèvement, et 200 000 fr. pour travaux de protection sur la rampe Sud. Les fouilles pour fondations sont portées à 4 fr. le m³. Maçonneries à mortier 18 francs le m³ et à sec à 6 fr.

b) *Tunnels*. Les tunnels des *lignes d'accès*, dont le plus long a 500 m. l., sont tous en rocher calcaire solide. Ils sont estimés à 650 fr. le m. l., plus 5000 fr. pour les deux têtes. Ces tunnels sont dans les mêmes roches que les tunnels à double voie de Varon et de Loèche du Jura-Simplon, qui ont été payés à raison de 600 fr. le m. l. sans maçonnerie et de 800 fr. avec revêtement. Ces tunnels, presque sans revêtement, ont toujours présenté toute solidité depuis 1870, date de leur construction.

Grand tunnel du Wildstrubel. Longueur 12 120 m. Le devis d'un grand tunnel doit se baser sur l'expérience la plus récente de travaux similaires. Le prix auquel a été adjugé le tunnel du Simplon est inférieur aux prix de revient des grands tunnels des Alpes construits jusqu'ici. Mais rien, non plus, n'autorise à conclure que le prix du Simplon soit trop élevé. Conséquemment, nous devons admettre pour le Wildstrubel la série de prix de l'entreprise du tunnel du Simplon, en modifiant son application selon le mode d'attaque du tunnel.

Mode de construction et de ventilation. L'entreprise du Simplon a résolu, d'une façon complète, le problème im-

portant de la ventilation, en perceant simultanément avec le tunnel à simple voie une *galerie parallèle* par laquelle des ventilateurs insufflent un courant d'air qui retourne par le tunnel en construction, et produisent ainsi une circulation d'air continue. Cette galerie parallèle est destinée à l'établissement du second tunnel pour la double voie prévue au Simplon. Dans le cas du *Wildstrubel à simple voie* ce système serait trop coûteux, et j'estime pouvoir supprimer la construction de la galerie parallèle spéciale pour la ventilation en établissant la circulation d'air dans le tunnel lui-même, entre la galerie de faite et la galerie de base, système que je proposais en 1883 dans une notice intitulée « *Les grands tunnels alpins et la chaleur souterraine* ». La partie achevée du tunnel, pour permettre la circulation de l'air, serait divisée en deux parties par un diaphragme horizontal. (Voir figure ci-dessous.)

Durée des travaux. La chaleur prévue devant dépasser 30° sur les 4 km. du centre du tunnel, et atteindre le maximum de 35°, nous supposons, arrivés dans cette partie, ne continuer que les travaux en calotte et suspendre l'excavation du stross jusqu'après le percement du tunnel.

Il en résultera un retard spécial, dans l'achèvement du tunnel, de 6 mois

Le temps nécessaire au percement du tunnel en comptant sur un avancement de 5^m,50 par jour et par attaque serait de $\frac{12\ 050}{11} = 1096$ jours, soit 3 ans

Temps ordinairement prévu pour l'achèvement après le percement 6 mois

Durée de la construction 4 ans.

Estimation. Les installations totales du tunnel du *Go-thard* sont revenues à 6 600 000 fr., compris tout l'outillage ordinaire de l'entreprise, tels que outils, rails, wagons, locomotives, etc., mais la dépense pour les installations proprement dites relatives à la perforation mécanique ne s'est élevée qu'à 4 355 000 fr.

Ces installations au tunnel de *l'Arberg*, compris ventilateurs spéciaux avec conduite métallique de 0,50^m de diamètre, ont coûté 3 250 000 fr.

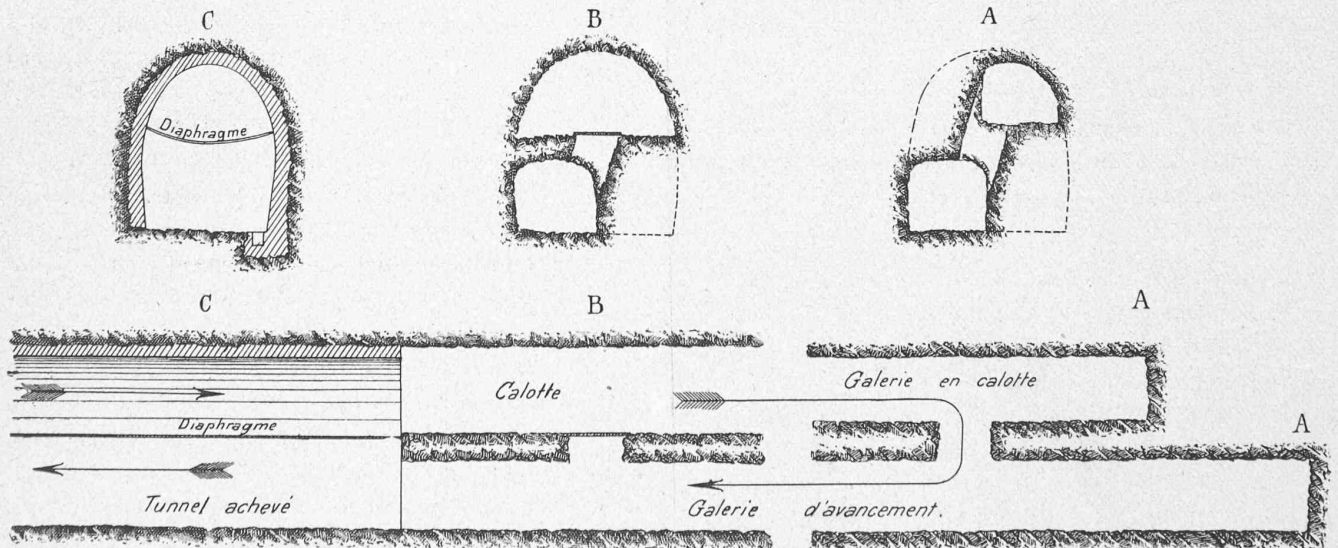
Basé sur ces données et en tenant compte de l'excédent de dépense pour la ventilation avec diaphragme prévue dans le tunnel, nous admettons comme suffisant pour le *Wildstrubel* le chiffre de 4 300 000 fr.

Excavation, revêtement, compris niches, chambres et aqueducs. Selon le sous-détail de la série des prix kilométriques du Simplon, et en remplaçant le prix de la galerie de faite par le prix plus élevé de la galerie parallèle, nous arrivons au chiffre de 1818 fr. 85 par m. l., chiffre que nous avons appliqué.

L'évêtement de 500 m., double voie, au centre du tunnel, au Simplon au dixième km., est évalué à 600 000 fr.; ramené au *Wildstrubel* au sixième km., il s'élève, selon la série de prix, à 465 000 fr.

c) Ponts, ponceaux et aqueducs. Ils ont été estimés par comparaison avec des ouvrages analogues. Les passages inférieurs pour routes sont comptés à 7000 fr.

Les *viaducs* ont été évalués en majorant les prix obtenus par le précieux barème établi par M. l'ingénieur en chef Rob. Moser pour faciliter



Mode d'attaque et de ventilation du tunnel.

Dans la partie achevée C du tunnel, la section est divisée par un diaphragme suspendu au plafond et établi à mesure de l'achèvement des travaux. De ce point part la ventilation secondaire pour la partie du tunnel en travail. Mais dès que la température de la roche rendrait le travail pénible, parce que la ventilation secondaire deviendrait insuffisante, les travaux seraient limités à l'excavation et à la maçonnerie de la calotte B, jusqu'après le percement du tunnel.

Ce système serait facilité par l'emploi de perforatrices à air comprimé, qui ventilent en même temps les fronts d'attaque A.

ces calculs (voir *Schw. Bauzeitung*. Bd XXXV, n° 26).

L'ouvrage le plus important, le *pont-viaduc de la Dala*, a été estimé par comparaison avec le grand pont d'Eglisau :

	Francs.
Déblais pr fondation en rocher, 1500 m ³ à 5 fr.	7 500
Maçonnerie, compris béton de la voie, 4659 m ³ à 32 fr.	149 104
Blocage, 143 m ³ à 5 fr.	715
Imprévu $\frac{1}{10}$	15 681
Tablier métallique de 90 m., environ 668 tonnes à 450 fr.	300 600
Total.	473 600
soit : $\frac{473\,600}{135} = 2770$ fr. par m. l.	

Le pont biais métallique sur le Rhône, à Rarogne, de 116 m. en deux ouvertures, avec pile en rivière, est évalué à 200 000 fr.

Nous devons faire observer d'une manière générale que la contrée peut fournir de très bons matériaux de construction.

d) *Ballastage*. Nous comptons 1 m³,70 par m. l., à 3 fr. le m³, plus 10 % de réserve.

e) *Empierrements de routes, gravelage, etc.*, à 4 fr. le m³.

f) *Corrections et défenses de rives*. Ces travaux, peu importants ici, se bornent à la traversée de quelques torrents. Là où la ligne suit les rives des fleuves ou rivières ces travaux sont comptés dans les *terrassements et murs*.

g) *Divers*. Nous admettons comme imprévu 10 % de tout ce chapitre, à l'exception du grand tunnel.

2. Voie de fer. (Oberbau).

a. b. d) Nous admettons, comme pour le Lötschberg, le type I de voie de l'Union des chemins de fer suisses: rail de 47 kg. par m. l., de 12 m. de longueur, posé sur 15 traverses métalliques pesant chacune 71,7 kg.

Le prix par m. l. de cette voie est porté, comme au Lötschberg, à 41 fr. 40.

c) *Aiguilles, croisements, etc.* Les aiguilles et croisements sont comptés à 1000 fr. la pièce. Les enclenchements de 5000 fr. à 9000 fr. par station.

e) *Divers, imprévu*. Compté à 5 %.

3. Bâtiments et installations mécaniques des stations. (Hochbau).

a) *Bâtiments d'administration*. Nous portons, comme pour le Lötschberg, 83 000 fr. répartis par sections.

b) *Bâtiments pour les voyageurs, marchandises, etc.* L'estimation varie, selon l'importance des stations, entre 32 500 fr. et 39 500 fr. Nous citons,

comme exemple, le calcul pour la station de Loèche :

Bâtiment à voyageurs	Fr. 30 000
Halle à marchandises	» 7 000
Lieu d'aisance	» 1 000
Rampe et quai de chargement	» 1 500
	Fr. 39 500

c) *Ateliers, remises, magasins*. Comme au Lötschberg, part à l'atelier principal des chemins de fer bernois 120 000 fr. répartis par sections. Nous portons, en outre :

	Francs.
Remise pour 12 locomotives à Oberried	80 000
» 2 » Venthône	15 000

d) *Prises d'eau et fontaines*. Sur la rampe Sud, terrain très sec, il est prévu une conduite d'amenée d'eau le long de la voie pour alimenter les stations et les maisons de garde, le tout évalué à 85 000 fr.

f) *Maisons de gardes-voie et guérites*. Les maisons de gardes sont comptées à 5500 fr.

g) *Divers, imprévu*. Il est calculé à 5 %.

4. Télégraphe, signaux, divers.

Nous admettons, comme pour le Lötschberg :

a) <i>Conduites de télégraphes</i> ,	250 fr. par km.
b) <i>Appareils de signaux</i> ,	1200 »
c) <i>Indicateurs d'orientation et de police</i> ,	150 »
e) <i>Divers et imprévu</i> ,	5 %.

II. Matériel roulant.

On a admis comme valeur du matériel roulant nécessaire à la ligne du Lötschberg 44 789 fr. par km. de voie en exploitation. Nous estimons ce chiffre trop élevé et dépassant les besoins des premières années d'exploitation. En effet, au début de l'exploitation du Gothard, l'inventaire du matériel roulant était (fin 1885) de 40 000 fr. par km., pour satisfaire à un trafic correspondant à 40 000 fr. de recettes kilométriques.

La statistique fédérale nous indique en 1900 :

	Recettes kilométriques. Fr.	Inventaire du matériel roulant par km. Fr.
Gothard	76 200	69 300
Jura-Simplon	38 700	38 500
Central	65 280	56 600
Nord-Est.	40 000	45 200
Union Suisse	42 445	47 100

On peut conclure de ces chiffres que la valeur du matériel roulant nécessaire par km. pour répondre à l'importance du trafic doit être environ égale à la recette kilométrique de la ligne. Or la traversée des Alpes bernoises ne peut aspirer à l'importance du trafic du Gothard; nous estimons suffisant de prévoir à 30 000 fr. par km. la valeur du matériel roulant pour les premières années d'exploitation.

	Rampe Nord Zweisimmen-Grand tunnel. Long. km. 16,800.		Grand tunnel du Wildstrubel. Long. km. 12,120.		Rampe Sud Grand tunnel - Gampel. Long. km. 17,280.			Ligne de plaine Gampel - Rarogne. Long. km. 4,800.		
		Fr.	Fr.	Fr.	4 %	Fr.	Fr.	4 %	Fr.	Fr.
I. CHEMIN DE FER ET INSTALLATIONS FIXES										
A. Frais d'organisation et d'administration.	4 %		137 640	48 mois à 10 000 fr.	480 000	4 %		347 295	4 %	54 500
B. Intérêts du capital d'établissement.	7 %		240 860	8 % sur 30 646 550 fr.	2 451 725	7 %		607 705	7 %	95 740
C. Expropriations.				1. Installations	4 300 000					
1. Honoraires, traitements, etc.	400 fr. par km.	6 800		2. Galerie de direction à la tête Sud, 180 m. à 300 f.	54 000		6 000			2 000
2. Acquisitions de terrains	—	374 000					150 000			91 375
3. Frais d'estimation et de justice	400 fr. par km.	6 800		3. Excavation, revêtement avec niches, aqueduc, etc., selon sous-détail du tunnel du Simplon 12 120 m. l. à 1 818 fr. 85			6 000			2 000
4. Etablissement des plans cadastraux, bornage	500 fr. par km.	7 500		4. Evitement de 500 m. l. à double voie au centre du tunnel.	465 400	2 830 650		488 000		2 500
5. Divers, imprévu (environ 10 %)	—	39 900	435 000	5. Deux portails.	60 000	1 439 800				9 785
Somme C				d) Ballastage.	6 000	1 312 250				107 660
D. Etablissement de la ligne (Bahnbau).						106 500				
1. Terrassements et ouvrages (Unterbau).						19 600				
a) Terrassements, murs, etc.	584 680					40 050				
b) Tunnels	145 000					572 150				
c) Ponts, ponceaux, aqueducs	145 500									
d) Ballastage	114 000									
e) Empierrement de routes, chemins et places	4 000									
f) Correction et défense de rives	20 000									
g) Divers, imprévu (environ 10 %)	100 820									
Somme D. 1 (Unterbau)		1 114 000					6 300 000			750 000
2. Voie de fer (Oberbau).										
a. b. d) Traverses, rails et pose de la voie	843 732					802 252				229 350
c) Aiguilles, enclenchement, plaques tournantes, etc.	86 000					55 000				10 000
e) Divers, imprévu (environ 5 %)	40 768		970 500		525 000	42 648				11 726
Somme D. 2							900 000			245 700
3. Bâtimens, installations mécaniques, etc.										
a) Bâtimens d'administration, etc.	75 000					45 000				13 500
b) Bâtimens pour voyageurs et marchandises	181 000					111 500				39 500
c) Ateliers, remises et magasins	148 000					55 000				11 750
d) Prises d'eau, fontaines	15 000					35 000				4 000
e) Appareil de levage	7 500					7 500				6 500
f) Maisons de gardes-voie et guérites	27 500					60 000				12 000
g) Installations pour l'éclairage	5 000					3 000				1 000
h) Divers, imprévu (environ 5 %)	23 000		482 000		68 000	13 500				4 450
Somme D. 3							280 500			92 200
4. Télégraphe, signaux et divers.										
a) Conduite de télégraphe	4 250					4 250				1 250
b) Appareils de signaux	20 400					20 400				6 000
c) Indicateurs d'orientation et de police	2 550					2 550				750
d) Clôtures et barrières	30 000					28 000				10 000
e) Divers, imprévu (environ 5 %)	2 800		60 000		102 000	2 800				900
Somme D. 4							58 000			18 900
Somme D. (Bahnbau)			2 626 500					7 538 500		1 106 600
Somme I. (Bahnanlage)			3 440 000		30 646 550			8 681 500		1 364 500
Somme II. MATÉRIEL ROULANT			540 000		363 600			510 000		150 000
Somme III. MOBILIER ET USTENSILES			51 000		33 000			53 500		15 000
TOTAL			4 001 000		31 043 150			9 245 000		1 529 500
Par kilomètre :										
Pour I. Chemin de fer et installations (Bahnanlage)	3 440 000			30 646 550		8 681 000		1 364 500		
	16,800		= 204 762 fr.	12,120		17,280		4,800		= 282 505 fr.
Pour total : Chemin de fer, matériel roulant, mobilier.	4 001 000			31 043 150		9 245 000		1 529 500		
	16,800		= 238 000 fr.	12,120		17,280		4,800		= 318 050 fr.

III. Mobilier et ustensiles.

Nous admettons 3000 fr. par km., comme cela a été le cas au Lötschberg. (Voir le détail du devis à la p. 168.)

Récapitulation Zweisimmen-Rarogne. Longueur km. 51,030.

	Longueurs. Km.	Estimation. Fr.
Rampe Nord. Zweisimmen-Grand tunnel . . .	16,800	4 001 000
Grand tunnel du Wildstrubel	12,120	31 043 150
Rampe Sud. Grand tunnel-Gampel	17,280	9 245 000
Ligne de plaine Gampel-Rarogne	4,800	1 529 500
Part à l'agrandissem ^t de la station de Rarogne	—, —	231 350
Total général	51,030	46 050 000

Ainsi, avec 46 millions, on pourrait déjà raccorder le réseau bernois avec le Simplon. Mais, pour obtenir une ligne susceptible de satisfaire à un trafic important, on doit modifier la ligne d'accès bernoise actuelle Thoune-Zweisimmen.

Ligne d'accès Thoune-Zweisimmen.

Longueur km. 40,410.

La ligne du Simmenthal, construite à voie normale, mais comme ligne d'intérêt local, exige, ainsi que nous l'avons dit, des corrections et travaux importants pour être transformée en ligne de grand transit.

a) Elle comporte actuellement des courbes de faibles rayons. Ainsi entre :

	Des courbes de	Sur un développe- ment total de
Wimmis et Erlenbach	R. 200	1750 m.
Erlenbach et Zweisimmen »	» 200	3155 »
»	» 250	1175 »
»	» 280	400 »
		6480 m.

La substitution nécessaire du rayon minimum de 300 m. dans ces courbes exige de nombreuses corrections partielles.

b) La *superstructure*, soit *voie de fer* de cette ligne, est en *voie légère* de 26 kg. par m. l. Elle est à remplacer sur toute la longueur par le type I de l'Union des Chemins de fer suisses.

c) Le parcours Thoune-Simmenthal doit se faire actuellement par Spiez, avec un allongement d'environ 6 km. sur la distance directe Thoune-Wimmis. Pour éviter ce détour, M. Teuscher a proposé un raccourci entre Einigen et Lattigen. Nous admettons cette idée en principe, mais en établissant ce raccordement immédiatement entre les deux

Devis de la transformation de la ligne d'accès THOUNE-ZWEISIMMEN. Longueur km. 40,410.

I. CHEMIN DE FER ET INSTALLATIONS FIXES	Raccordement entre les deux ponts de la Kander. Long. km. 3,135.		Suppression de la contre-pente d'Oberwyl Long. 4,300		Corrections de la ligne Spiez-Erlenbach sur long. 8,425.		Corrections de la ligne Erlenbach-Zweisimmen sur long. 19,250.	
A. Frais d'organisation et d'administration		43 630		40 300		26 000		92 200
B. Intérêt du capital d'établissement		76 370		—		—		—
C. Expropriation		68 700		124 300		35 000		192 500
D. Etablissement de la ligne (Bahnbau).								
1. Terrassements et ouvrages d'art (Unterbau).				656 000		455 000		1 155 000
a) Terrassements, murs	84 000							
b) Tunnels	547 500							
c) Ponts, ponceaux, aqueducs	20 000							
d) Ballastage	17 400							
g) Divers, imprévu	72 700	741 600						
2. Voie de fer (Oberbau)				186 900		(*) 350 500		(*) 830 000
a. b. d) Traverses, rails, pose	129 789							
c) Aiguilles, enclenchements	3 000							
e) Divers, imprévu	6 611	139 400						
3. Bâtiments, etc.				5 500				
f) Maisons de gardes-voie		12 600						
4. Télégraphes, clôtures, etc.		14 000		8 000	856 400	805 500	38 000	2 023 300
Somme I. CHEMIN DE FER ET INSTALLATIONS FIXES.		1 096 300		1 021 000		876 000		2 308 000
Somme II. MATÉRIEL ROULANT (complément)		94 000		75 000		110 500		336 900
Somme III. MOBILIER, USTENSILES (complément)		9 700		13 000		—		19 100
TOTAL.		1 200 000		1 109 000		986 500		2 664 000

(*) Après déduction du matériel de l'ancienne voie à raison de 6 fr. 40 par m. l.

Nota. — On pourrait, comme le supposent MM. Hittmann et Greulich, construire une ligne complètement neuve d'Erlenbach à Zweisimmen, avec rampe max. de 15 ‰, sur tout le versant bernois de Thoune à Oberried. Cette solution coûterait 4 millions en plus. Nous en faisons abstraction, soit par raison d'économie, soit qu'ici il ne nous paraisse pas indiqué de construire une ligne nouvelle parallèle à une ligne existante qu'on peut parfaitement utiliser sur la majeure partie de sa longueur.

ponts de chemin de fer sur la Kander. Notre projet, après avoir quitté la ligne Thoune-Spiez-Bönigen au km. 5,300, près du pont de la Kander, rive droite, se porte sur l'Erlenfeld puis l'Auholz, par un tunnel de 775 m. l. sous l'Einigenwald, pour se raccorder à la ligne Spiez-Erlenbach vers la culée droite du deuxième pont de la Kander. La longueur de ce tronçon neuf à construire est de 3135 m., avec pente moyenne de 10 ‰ et pente maximum de 12 ‰.

d/ Le chemin de fer Erlenbach-Zweisimmen, pour atteindre le village d'Oberwyl, s'élève à la cote 840 pour redescendre par une contre-pente de 15 ‰ à la cote 807,50, à Bäuertweidli. Cette contre-pente est à supprimer en construisant un tronçon neuf de 4300 m. l. en palier, à la cote 807,50, palier commençant au km. 7,850, soit environ à 1 km. 500 en amont de la station de Weissenburg, pour se terminer à Bäuertweidli, km. 12,150.

Longueur de la ligne d'accès Thoune-Zweisimmen. Cette longueur s'établit comme suit :

Compagnies.	Longueurs.	
	m. l.	km.
Thunerseebahn de Thoune au pont de la Kander	5300	
Tronçon neuf entre les deux ponts de la Kander	3135	
Spiez-Erlenbachbahn du deuxième pont de la Kander à Erlenbach .	8425	
	Longueur Thoune-Erlenbach .	16,860
Erlenbach-Zweisimmenbahn d'Erlenbach au km. 7,350	7350	
Tronçon neuf du km. 7,350 au km. 12,150 Bäuertweidli .	4300	
Erlenbach-Zweisimmenbahn de Bäuertweidli à Zweisimmen, km. 23,550 .	11400	
	Longr Erlenbach-Zweisimmen .	23,550
	Longueur Thoune-Zweisimmen	40,410

Déclivités. Sur le trajet Thoune-Erlenbach la rampe maximum est de 15 ‰ et la rampe moyenne de 7 ‰.

Sur la section Erlenbach-Zweisimmen il y a 7 km. de rampes variant entre 20 et 25 ‰ (max.); la rampe moyenne est de 11 ‰.

La rampe moyenne de l'ensemble de la section Thoune-Zweisimmen atteint 9,5 ‰.

Les dépenses afférentes à ces différentes corrections sont indiquées dans le tableau de la page précédente, résumé ci-après :

Récapitulation Thoune-Zweisimmen :

	Longueurs. M.	Estimation. Fr.
Thoune-Pont de la Kander	5300	— —
Raccordement entre les deux ponts sur la Kander	3135	1 200 000
Suppression de la contre-pente d'Oberwyl	4300	1 109 000
Corrections sur la ligne Spiez-Erlenbach	8425	986 500
Corrections sur la ligne Erlenbach-Zweisimmen	19 250	2 664 000
Total THOUNE-ZWEISIMMEN	40 410	5 959 500

Thoune-Brigue.

Longueur km. 107.

La tête de ligne pour le trafic Berne-Italie ne peut être que Brigue, gare de douane et de triage; Rarogne n'en sera que la station de bifurcation.

La longueur Rarogne-Brigue sera exploitée par la ligne du Wildstrubel, en co-jouissance avec le Jura-Simplon ou, par suite, avec les Chemins de fer fédéraux.

Longueur d'exploitation.

Cette longueur sera :

1. Thoune-Zweisimmen	Km.	40,410
2. Zweisimmen-Rarogne	»	51,030
3. Rarogne-Brigue (nouvelle gare)	»	15,560
Total	Km.	107,000

Devis général Thoune-Brigue.

Le capital nécessaire pour pouvoir mettre en exploitation la ligne Thoune-Brigue se résume comme suit :

1. Estimation Thoune-Zweisimmen	Fr.	5 959 500
2. » Zweisimmen-Rarogne	»	46 050 000
3. Matériel roulant pour les lignes à exploiter en co-jouissance :		
Thoune 1 ^{er} pont Kander Km. 5,300		
Rarogne-Brigue	»	15,560
Soit arrondi, km. 21 à 30 000,	»	630 000
Devis général	Fr.	52 639 500
Soit arrondi 52 700 000 fr.		

(A suivre).

Concours pour le Musée des Beaux-Arts de Zurich¹.

Il est passé le temps, et ce n'est pas fâcheux, où le moindre concours exigeait de la part du malheureux architecte qui s'embarquait dans cette entreprise, non seulement un travail de composition toujours suffisant, mais encore un travail purement matériel de galérien; nos autorités croyaient faire œuvre de bonne administration en multipliant leurs exigences, de telle façon que le concurrent, obligé de couvrir quelques mètres carrés de châssis, devait forcément abrégé le travail réellement utile, l'étude d'ensemble, pour soigner d'autant plus les rendus.

¹ Voir les N^{os} des 25 janvier et 25 mai 1903, pages 27 et 144.