

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 8 (1882)
Heft: 2

Artikel: Nouvelles études entreprises en 1881 et 1882 pour les lignes d'accès au Simplon
Autor: Meyer, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-9509>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 25.02.2026

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

nen présente encore de grandes difficultés, surtout sur les rives du lac des Quatre Cantons.

La rive droite du lac d'Uri est bordée de parois de rochers qui plongent à pic jusqu'à 200 mètres sous le niveau de l'eau ; en avant de ces rochers se sont formés des dépôts provenant des débris qui roulent des flancs de la montagne. En utilisant le plus possible tout le terrain solide, il a fallu construire environ la moitié de la ligne en souterrain. Sur une longueur de onze kilomètres, il y en a 5^k,3 en tunnel.

De Brunnen à Immensee, entre les lacs de Lowerz et de Zoug, la ligne traverse le terrain couvert en 1806 par l'éboulement de Goldau. Les projets primitifs proposaient de traverser l'éboulement en tunnel, à une profondeur assez grande pour rester dans le roc solide et éviter les suites d'un nouvel éboulement. Un tunnel de 2500 mètres n'aurait pas encore été suffisant ; en effet, les parties du Rossberg qui, suivant l'avis des géologues, peuvent s'ébouler dans l'espace de quelques siècles auraient encore couvert la voie en avant de l'extrémité sud du tunnel. Une sage économie commandait donc, pour ne pas augmenter considérablement la longueur du tunnel et, par conséquent, le coût de la ligne du Gothard d'environ 2500 000 fr., de laisser de côté une éventualité très incertaine et de bâtir la voie à ciel ouvert.

La facilité d'exploitation de la ligne n'était du reste en aucun point compromise par les deux rampes de 10 ‰ nécessaires pour le tracé à ciel ouvert ; de plus, le plateau de Goldau fournissait la place nécessaire pour une station de quelque importance, dans le cas où le raccordement avec Zoug viendrait à se construire.

La rampe sud se déroule sans difficultés sur les pentes du Rossberg jusqu'à Steinen, et suit dès lors le cours de la Seewern (affluent du lac de Lowerz) puis, au confluent de la Seewern avec la Muotta, le cours de cette dernière jusqu'à Brunnen.

La rampe nord descend peu à peu sur les pentes du Righi, pour arriver à une hauteur qui permette le raccordement avec les chemins de fer d'Argovie d'un côté et de l'autre avec la ligne de Lucerne, qui devait être construite.

En ce qui concerne le prolongement sud de la ligne du Gothard jusqu'au lac Majeur, dans la direction de Gênes, il était indiqué de suivre la vallée du Tessin. Comme dans la partie supérieure de la vallée, les difficultés principales consistaient ici encore dans le passage des torrents, qui avaient formé de puissants cônes de déjection. L'état d'instabilité de ces derniers faisait craindre pour la sécurité de la voie. La solution indiquée était de suivre d'aussi près que possible le cours du Tessin ; on crut malheureusement devoir tenir compte de l'embranchement de la ligne du Monte-Cenere, et on construisit la ligne horizontalement depuis le passage de la Moësa, près de Castione, jusqu'à Bellinzona ; il fallut ainsi se tenir sur les flancs de la montagne, au-dessus du fond de la vallée, ce qui accrut beaucoup les difficultés de la construction jusqu'à Giubiasco.

Le long du lac Majeur, la ligne dut être tracée à une certaine hauteur au-dessus des rives, afin de ne pas traverser les localités habitées, bâties pour la plupart immédiatement au bord du lac, et d'éviter les deltas des torrents. On put ainsi ne pas toucher aux villages et passer facilement les ruisseaux à leur sortie des gorges de la montagne.

En ce qui concerne les lignes d'accès de Milan, il a fallu

tenir compte des points suivants pour le tracé : passage du col du Monte-Cenere ; tunnel sous les collines de Masagno (Lugano), qui séparent le bassin du lac de Lugano de la vallée d'Agno ; pont sur ce lac, près de Melide ; passage du col de Mendrisio (Coldrerio) ; enfin raccordement aux chemins de fer de la Haute-Italie, près de Chiasso.

Suivant qu'on exigeait plus ou moins de ces lignes d'accès, c'est-à-dire qu'on admettait une plus ou moins forte tolérance pour les pentes, on pouvait se raccorder à Bellinzona, à Giubiasco, ou entre ces deux points. L'endroit adopté déterminait de son côté la longueur du souterrain du Monte-Cenere, qui devait être traversé par un tunnel de 1000 à 2600 mètres.

Guidé par des considérations financières, on décida d'adopter pour le passage du Monte-Cenere la rampe maximum de 26 ‰ de la ligne du Gothard, ainsi que les mêmes rayons de courbes.

Cette disposition indiqua comme point de raccordement Giubiasco et donne une longueur de 1670 mètres au tunnel du Monte-Cenere. La rampe d'accès nord du tunnel suit le versant du Monte-Cenere, et commence à Giubiasco (233 mètres au-dessus du niveau de la mer) pour aboutir à la valle de Vedeggio ou du Legnano, au point maximum de 475^m,5. La vallée de Vedeggio, soit d'Agno, indique maintenant la route à prendre.

La voie suit la pente de la vallée (14 à 21 ‰) jusqu'à Lamone, et s'élève ensuite à la hauteur nécessaire pour permettre la traversée des collines de Masagno au moyen d'un tunnel de 945 mètres. La voie descend de là par des rampes de 16 à 6 ‰ jusqu'à la rive occidentale du lac de Lugano, le long des pentes du S.-Salvatore, et atteint le bord du lac à Melide. De là, on se servit du remblai de la route existante pour y appuyer la voie ; on atteint ainsi la rive orientale, que l'on suit jusqu'à Capolago.

Le passage des collines de Mendrisio, qui séparent le bassin des affluents sud du lac de Lugano de ceux du lac de Côme par la vallée de Breggia, nécessita des pentes de 16. 67 ‰ ; cette rampe commence à Capolago pour aboutir à la station internationale de Chiasso.

(La suite prochainement.)

NOUVELLES ÉTUDES ENTREPRISES EN 1881 ET 1882

POUR LES LIGNES D'ACCÈS AU SIMPLON.

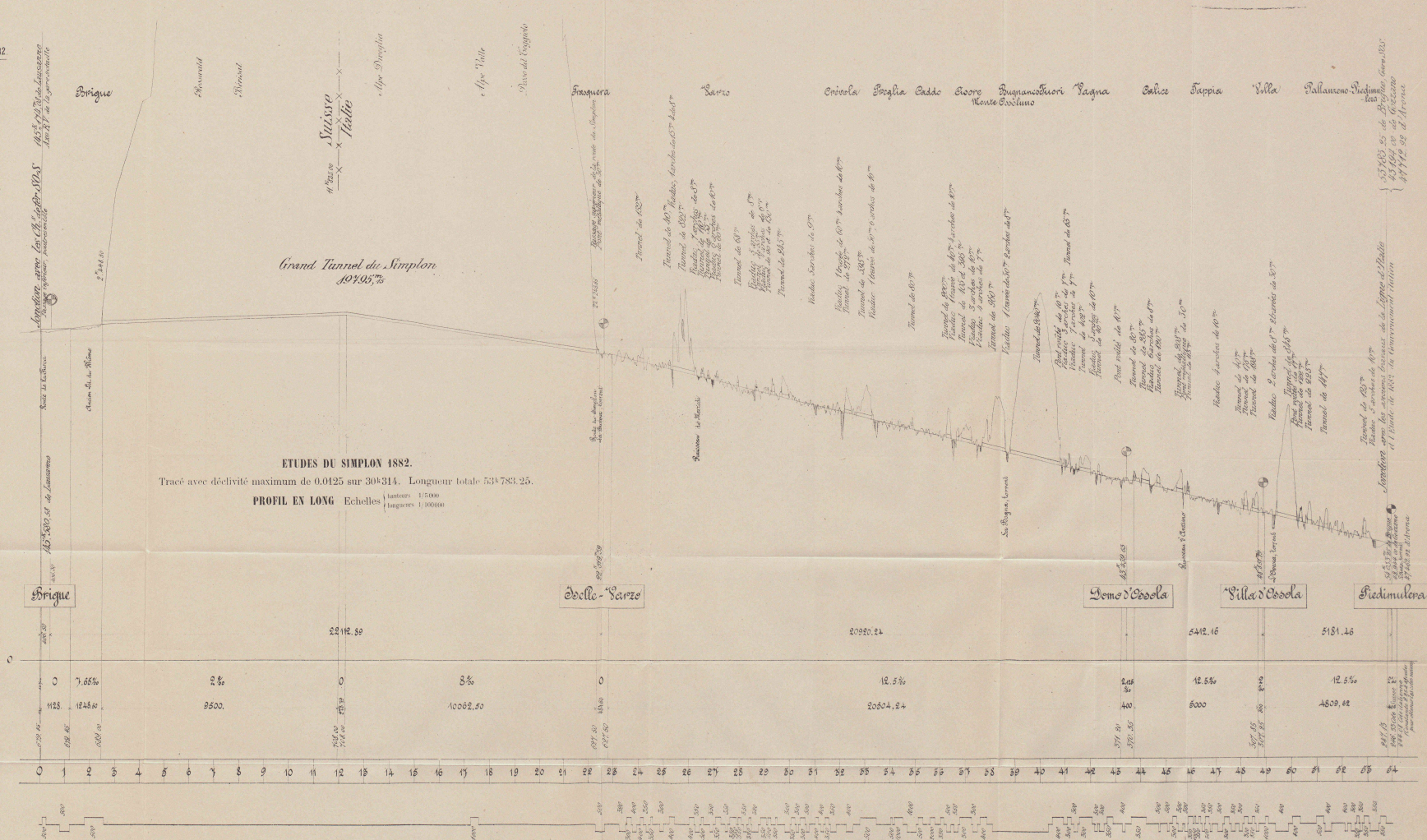
par J. MEYER, ingénieur en chef de la Compagnie S.-O.-S.

Dans le rapport qui a été présenté à la chambre des députés de France par la commission parlementaire chargée d'examiner la question du percement du Simplon et du Mont-Blanc, celle-ci a fait remarquer que le projet qu'elle a eu sous les yeux pour la traversée du Simplon, celui de 1878, comporte, sur 18 km., entre Iselle et Domo, des déclivités de 0^m,0237.

« Un chemin de fer avec de telles déclivités (dit le rapport) ne pouvait appartenir à une ligne internationale ; aussi la Compagnie a-t-elle mis à l'étude un autre tracé. »

Quelques indications sur ces travaux, aujourd'hui presque terminés, sont nécessaires pour compléter nos renseignements précédents sur la question du Simplon.

Nous ne discuterons pas la question de la préférence à donner au tracé plus direct à déclivités plus fortes ou aux



Seite / page

leer / vide /
blank

tracés à faibles déclivités et à rampes allongées, mais on ne peut s'empêcher de constater que la commission a dû être ici évidemment influencée par les indications optimistes et hasardeuses que contenaient les brochures programmes des promoteurs du Mont-Blanc, soit celles de MM. Bérard, Chardon, de Lépinay, Garollá, etc. qui parlent de déclivités de 0^m,0125.

Nous croyons savoir que, en ce qui concerne le côté nord, soit la vallée de l'Arve, et d'après les études d'avant-projet faites en 1881 par les ingénieurs des ponts et chaussées, on n'a pu descendre à ce minimum de déclivités de 0^m,0125 et que ce n'est qu'avec de très grandes difficultés qu'on a pu les ramener à 0^m,0135.

Qu'en sera-t-il du côté sud, dans la vallée de la Doire où les difficultés du terrain sont bien plus grandes que dans la vallée de l'Arve ?

Quoi qu'il en soit, et mettant à profit cette indication de la commission parlementaire, la compagnie de la Suisse Occidentale et du Simplon a fait entreprendre ces nouvelles études dès le mois de juillet 1881, avec un nombreux personnel placé sous la direction de son ingénieur en chef, M. J. Meyer. Elle a voulu prouver que les abords du Simplon se prêtaient facilement à l'adoption de déclivités minima de 0^m,0125, si on en faisait une condition ; que cela pouvait se réaliser de différentes manières ; mais elle a tenu surtout à élargir le cadre de ses études et à préparer tous les différents projets compris entre les limites de déclivités de 0^m,0125 comme minimum, et 0^m,024 comme maximum, pour pouvoir les comparer entre eux, au point de vue du coût de construction et des conditions d'exploitation.

Elle a commencé par déterminer sur le terrain les lignes de pente de 0^m,0125, suivant les différentes variantes que comporte l'adoption de cette pente, et dont nous parlerons plus loin, les considérant comme des lignes d'opération limites supérieures, tandis que celles à 0^m,024 étaient considérées comme lignes limites inférieures des levers à faire.

Ces lignes d'opération ont été soigneusement rattachées, par des travaux géodésiques très exacts, à la triangulation de précision qui a été prolongée à cet effet, ainsi qu'au nivellement de précision de la commission internationale pour la mesure du degré.

Sur ce canevas, il a été fait un lever topographique détaillé à l'échelle du $\frac{1}{5000}$ avec courbes équidistantes de 5 m., par la méthode de Wild reconnue si exacte et qui a donné de si bons résultats en Suisse dans les études de lignes accidentées construites dans ces dix dernières années. Cette méthode consiste en levers à la planchette, avec nivellement trigonométrique vertical combiné avec l'emploi de la stadia topographique.

Le mois de juillet et une partie de celui d'août furent employés à reconnaître et fixer sur le terrain les lignes d'opération dont nous avons parlé et à étendre la triangulation et les nivellements de repères.

Le 18 août a commencé le lever de la première feuille, près d'Iselle, par un personnel nombreux composé d'opérateurs dont la plupart avaient travaillé aux études du Gothard et s'y étaient acquis une grande habileté dans ce genre de travail ; ce personnel a été placé sous la direction immédiate de M. l'ingénieur Lochmann, lieutenant-colonel du génie, qui a suivi toutes les opérations sur le terrain.

Grâce au temps exceptionnellement favorable et qui a permis de travailler sans interruption, les quatorze feuilles que comporte le lever du versant sud ont été terminées sur le terrain le 15 janvier 1882. La feuille unique du versant nord, près de Brigue, a été levée en février et mars 1882.

I. Divers tracés en présence.

Tous les tracés que nous avons étudiés partent de la tête d'un tunnel de 19^{km},638 de longueur qui débouche près du contour de la route en aval de la galerie dite d'Iselle (soit en dessous du village d'Iselle) vers le ruisseau de Fontanetta et à la cote d'altitude de 627^m,83.

La déclivité minima de 0^m,125 peut être obtenue de diverses manières :

1^o En suivant la rive droite de la Diveria qu'on traverserait tout de suite après la sortie du grand tunnel en faisant un lacet dans la vallée de la Bugnanca, vallée qui débouche dans celle de la Toce à droite et près de Domo d'Ossola, on passerait à l'altitude de 371 m., soit à 91 m. environ au-dessus de cette ville, en suivant à flanc de coteau le côté droit de la vallée de la Toce, pour venir rejoindre le thalweg à la gare de Piedimulera, c'est-à-dire au point où s'arrêtent les travaux exécutés par l'ancienne compagnie et à l'altitude de 247^m,50, et s'y accorder avec le nouveau projet adopté par le gouverneur italien pour la ligne de Domo à Gozzano.

2^o Un tracé avec déclivité de 13 ‰ suivant la rive gauche de la Diveria et se retournant vers Crévola dans la vallée d'Antigorio ou de la Toce supérieure dans laquelle il pénétrerait en suivant la rive droite jusqu'au-dessous de Rencio Fuori, point où il la traverserait pour continuer à descendre par la rive gauche, passant en dessous de Masera et traversant la Toce pour venir rejoindre à Domo d'Ossola les travaux exécutés par l'ancienne compagnie d'Italie. (Lavalette.) La longueur à construire serait sensiblement la même que pour le tracé ci-dessus, mais la distance totale serait allongée de 8 km. par rapport au précédent tracé.

3^o Deux tracés avec rampes de 0^m,020 et 0^m,022, partant des terrassements déjà construits en 1860 pour la gare de Domo d'Ossola ; le premier comportant seul un tunnel hélicoïdal de 350 m. de rayon, mais dans lequel la pente serait réduite à 0^m,016 et le second se développant naturellement sans hélice.

Ces deux tracés empruntent la rive gauche de la Diveria.

4^o Trois tracés mixtes qui quitteraient les travaux existants au pont de l'Ovesca, à la cote 256 m., près de Villa d'Ossola, utilisant ainsi ces travaux sur 5220 m. et les abandonnant sur 5720 m. Ces tracés desserviraient Domo par une gare située à une altitude variant de 318 m. à 334 m., dans une position facilement accessible par les routes actuelles. L'un, à rampe de 0^m,018, empruntant la rive droite de la Diveria, exigerait un tunnel hélicoïdal sous le mamelon de Crévola, dans lequel la rampe serait réduite à 0^m,016 ; la gare de Domo serait à la cote de 320 m. — Le second, à rampe de 0^m,020, sur la même rive, ne nécessiterait pas de tunnel hélicoïdal et aurait la gare de Domo à la cote 334 m. — Le troisième, empruntant la rive gauche de la Diveria, n'exigerait également pas d'hélice ; il aurait une gare à Domo, à la cote 318 m. Les tracés N^o 1 et 3 se raccorderaient à Villa avec une rampe de 0^m,018 et le tracé N^o 2 avec une rampe de 0^m,0125.

5° Un tracé avec déclivité de 0^m,015 par le val Antigorio et la rive gauche de la Diveria, suivant la direction générale du N° 2, mais plus court et ne demandant que 5 km. d'allongement sur le tracé direct. C'est le tracé proposé par M. Clo en 1874 et complété par M. Louis Favre en 1875.

Nous n'avons indiqué que les principales variantes; la question comporte naturellement aussi l'étude de multiples sous-variantes, mais qui rentrent dans les conditions générales que nous venons d'esquisser et que nos levers permettent d'étudier toutes et de comparer facilement.

II. Choix de la position du grand tunnel.

Deux facteurs devaient surtout être pris en considération dans ce choix.

1° L'adoption de déclivités faibles impliquait celle d'un tunnel débouchant à l'altitude la plus basse possible, ne dépassant pas 630 m. et en dessous d'Iselle; la partie de la vallée située au-dessus de la galerie d'Iselle se prêtant très difficilement, par sa conformation, à un régime de faibles pentes.

2° Les considérations géothermiques, c'est-à-dire celles relatives à la température probable qu'on rencontrerait à l'intérieur du tunnel. L'attention publique et celle de la commission parlementaire française avaient été attirées sur ce point par les difficultés qu'on a rencontrées au tunnel du Saint-Gothard, en raison d'une température intérieure relativement élevée (30°, 8 centigrade) combinée avec une ventilation insuffisante.

3° Ces deux considérations combinées ne devaient cependant pas amener à choisir un tunnel d'une longueur exagérée ne dépassant en aucun cas 20 000 m. (Longueur indiquée dans le rapport de la commission parlementaire.) Il a été choisi comme première ligne d'étude une ligne dont la tête nord est située à 2^{km},448 de l'axe de la gare actuelle de Brigue, à une altitude de 689 m. au-dessus de la mer (c'est à peu de chose près la tête du tunnel, tracé bleu, indiquée A II^e projet dans la brochure publiée en 1880 par M. G.-T. Lommel sur l'étude de la question de la chaleur souterraine) à 5 m. au-dessus des plus hautes eaux du Rhône; et la tête sud, comme nous l'avons dit, en aval de la galerie d'Iselle, à la 627^m,83 soit 8 m. au-dessus des plus hautes eaux de la Diveria. (Se rapprochant de la tête sud du tunnel tracé jaune indiqué B III^e projet, dans la brochure précitée.) Le point culminant vers le milieu serait à la cote 708 m. et du côté nord il y aurait une rampe de 0^m,002 et du côté sud une pente de 0^m,008. La longueur de ce tunnel en ligne droite a été calculée exactement, d'après la triangulation, à 19 638 m.

Il a été construit un profil en long du terrain naturel, sur l'axe de ce tunnel, et des profils en travers assez étendus pour représenter la conformation du massif et rechercher son influence sur la répartition de la chaleur intérieure.

Un travail analogue avait été fait pour les tunnels du mont Cenis et du Gothard, dont on connaissait les températures intérieures, et on a appliqué, par comparaison, les résultats des deux premiers à ce dernier.

Disons d'abord que ce dernier tracé se présente bien plus avantageusement, sous ce rapport, que celui proposé en 1878, d'une longueur de 18 507 m. (Tracé rouge I de la brochure précitée.) En effet, celui-ci passait sous le grand massif du Monte Leone et sur une longueur de 4000 m., rencontrait des

altitudes de 3000 m. à 3495 m., correspondant à une épaisseur de massif de 2275 m. à 2780 m. L'application des coefficients du Gothard, corroborée par un travail d'un géologue distingué, M. Heim, professeur à l'école polytechnique de Zurich, laisserait supposer ici une température pouvant aller jusqu'à 45°. Tandis qu'au profil que nous avons décrit l'altitude maxima serait de 2808 m., à laquelle correspond une épaisseur de massif de 2173 m., mais cette altitude ne règne que sur une longueur de 400 m. à 500 m. et est d'une faible influence; les altitudes maxima sont, après cela, de 2450 m. à 2500 m., correspondant à une épaisseur de massif de 1750 m. à 1800 m. On en déduit une température probable maxima, pouvant varier entre les limites extrêmes de 32° et 38° et qui sera probablement de 36°, c'est-à-dire une température qui, avec une ventilation très puissante, n'a pas lieu d'inspirer d'inquiétudes. Ajoutons que, jusqu'à 2 km. de la tête nord, on pourrait établir des puits dont le dernier aurait une profondeur de 400 m. A 5 km. de la tête nord, on aurait un point bas sous la vallée de la Ganther, près de Bérisal, qui ne serait qu'à 700 m. environ de la calotte, et il y aurait lieu d'examiner s'il ne conviendrait pas d'y établir un puits, qui serait très utile surtout pour la ventilation. Les profils en travers ont permis de rechercher quelle serait la direction de l'axe qui, sans exagération de longueur, donnerait les meilleures conditions géothermiques. Ce tracé est celui qui, en conservant les mêmes têtes, briserait la ligne de manière à se rapprocher des flancs de l'alpe Diveglia.

Le sommet d'angle serait à 4700 m. environ en arrière de la tête sud, et la brisure de 1070 m. La longueur, également calculée d'après la triangulation, serait de 19 795 m., soit un allongement de 158 m. sur le précédent. Disons en passant que, au dire des ingénieurs qui se sont occupés des tracés et de l'exécution des grands tunnels et spécialement de celui du Gothard, cette brisure de la ligne ne constitue aucune difficulté de tracé ni d'exécution.

Avec ce profil, la plus grande altitude de la montagne ne dépasserait pas 2600 m. correspondant à une épaisseur de massif de 1995 m., et encore là nous avons une pointe escarpée de 400 m. à 500 m. d'épaisseur sans influence sensible; les maximums, à part cela, ne dépassent pas 2300 m. à 2400 m. donnant 1600 m. à 1700 m. d'épaisseur. Dans ces conditions on peut s'attendre à voir varier la température maxima entre les limites extrêmes de 30° et 35°, peut-être probablement de 33°.

Ces deux tracés donnant un profil plus aplati qu'au Gothard, les températures dépassant 30° y régneront sur une plus grande longueur, soit sur environ 12 à 14 km. M. le professeur Heim a fait la même application au profil du tunnel projeté sous le mont Blanc, où les épaisseurs du massif dépasseraient 3500 m. et il a trouvé que, sous le massif central et sur une longueur de 6000 m., la température dépasserait 40°, et même, sur 3500 m., elle dépasserait 50°; or là il est impossible d'améliorer la situation, en se détournant, à droite ou à gauche, comme on l'a fait au Simplon.

Ce second tracé en ligne brisée permettrait aussi, et encore plus facilement que le premier, l'établissement de plusieurs puits.

Le massif central sans puits se réduirait alors à 9 km. en-

viron. Ces puits auraient surtout une grande influence sur la ventilation et la réfrigération intérieure du tunnel. MM. les professeurs de géologie Heim et Renevier ont également fait une étude géologique complète de ces nouvelles directions du tunnel et en ont construit le profil détaillé. Les conditions sont sensiblement les mêmes que celles des profils qu'ils ont publiés en 1878, seulement ils ont trouvé que ces nouveaux tracés sont, sous le rapport géologique et hydrologique, préférables à celui proposé en 1878, puisqu'on n'y rencontrera pas les gypses que rencontrait ce premier vers la tête nord, sous la vallée de la Saltine, et qu'on n'aura pas à craindre les infiltrations auxquelles était exposé ce premier tracé.

Ils avaient déjà signalé ces inconvénients dans ces rapports de 1878, c'est une des raisons qui ont aussi engagé à choisir un tracé plus au nord.

Enfin, avant de quitter la question des études relatives au tunnel, disons que depuis le mois de novembre on a entrepris de nouveaux jaugeages, vers les deux têtes du tunnel, de tous les cours d'eau qui pourront être utilisés pour actionner les moteurs pour la ventilation et la perforation mécanique; on a poussé les levers et les nivellements assez loin pour pouvoir faire l'étude de toutes ces installations. L'hiver de 1881-1882 a été si exceptionnellement sec que les résultats donnés par ces jaugeages, et qui accusent des forces disponibles suffisantes et bien supérieures à celles dont on a disposé au tunnel du Gothard, peuvent certainement être considérés comme des minimums au-dessous desquels on ne sera jamais exposé à descendre pendant la durée des travaux.

III. Avancement des travaux d'études du projet.

Revenant aux différents tracés de la rampe d'accès sud dont nous avons parlé ci-dessus au N° 1, nous dirons que l'étude du projet N° 1, soit celui avec déclivité de 0^m 0125 sur la rive droite de la Diveria et de la Toce, est terminé.

Le plan de situation et le profil en long sont complètement arrêtés. On a rapporté le projet sur des profils en travers distants de 20 m. et on a fait le calcul des terrassements, murs de soutènement, etc.; on s'occupe également de l'étude des ouvrages d'art pour l'évaluation desquels on a pris comme base les prix de revient effectifs des travaux similaires qui viennent d'être exécutés aux lignes d'accès du chemin de fer du Gothard. C'est là une base d'appréciation excessivement sérieuse, d'autant plus qu'au Simplon les conditions d'exécution sont en général plus faciles. Ce projet et son devis seront entièrement terminés dans quelques semaines.

Voici les données principales :

Le point de départ est à la tête sud du tunnel, en dessous d'Iselle, à l'altitude de 627^m 83, et il se raccorde à Piedimulera, à l'altitude de 247^m 50, avec le projet du gouvernement italien; ce parcours qui constitue la ligne de montagne a une longueur de 31^{km} 338 soit 53^{km} 750 de la gare actuelle de Brigue. Il traverse la Diveria, à 70 m. de la tête du tunnel, par un pont biais long de 52 m. et haut de 6 m., et se maintient à une assez grande hauteur au-dessus du thalweg de la vallée dont la pente moyenne est plus forte, ce qui force à entrer à plusieurs reprises, soit par des tunnels, soit par des tranchées dans les parois de rocher. Il n'offre rien de spécial ni d'exceptionnellement difficile sur les 9 premiers kilomètres; vers le kilomètre 10, il

traverse par des viaducs d'une certaine importance les ravins encaissés que forment les trois affluents du ruisseau du Balmo.

Il traverse en tunnel le contrefort de Bosco, au-dessus de Crévola, pour se reporter sur la rive droite de la Toce, côtoie, à une assez grande hauteur, les flancs de cette vallée, franchissant au moyen de viaducs plusieurs ravins encaissés, et pénètre dans la vallée de la Bogna, qu'il traverse sur un viaduc de 80 m. de longueur sur 20 m. de hauteur. Dans cette première partie du tracé, on rencontre toujours des gneiss compacts et homogènes, dans la dernière partie on trouve des schistes fissurés passant au gneiss.

La traversée de la vallée de la Bogna nécessite deux tunnels de 960 m. et 1980 m.; le tracé suit la rive droite de cette vallée, reprend ensuite la vallée de la Toce et passe sous le monticule du calvaire de Domo, au moyen de deux tunnels de 100 m. et 250 m.; c'est avant le premier de ces tunnels que sera établie la station pour Domo, à la cote de 371 m. au-dessus de la mer.

Le tracé suit toujours la rive droite de la Toce, traverse plusieurs petits tunnels et quelques ravins dont le plus important, celui de l'Anzuno, près de Calice, nécessite un viaduc de 60 m. de longueur sur 40 m. de hauteur; il traverse, à Villa d'Ossola, la vallée d'Annona et la rivière l'Ovesca sur un viaduc de 110 m. de longueur et 40 m. de hauteur, puis continue à se développer à flanc de coteau, avec de petits tunnels et de courts viaducs, pour venir enfin se raccorder aux anciens travaux de la ligne d'Italie et au tracé adopté par le gouvernement italien, au-dessous de Piedimulera, à la cote 247^m 50, cote du palier de la gare de cette localité.

I. Profil en long. — Voici les données principales du tracé : Longueur des paliers, 430 m., gare d'Iselle-Varzo.

Longueur des pentes, 30^{km} 984, dont 700 m. de 0,002 pour les gares de Domo et de Villa et 30^{km} 284 de pente de 0,0125.

II. Tracé. — Alignements. — 83 formant une longueur de 13^{km} 123, soit le 41,87 % de la longueur de la ligne d'accès.

Courbes. — 85 formant une longueur de 18^{km} 219; soit le 58,13 % de la longueur de la ligne, se décomposant comme suit :

20 courbes de	300 m. de rayon	=	4087 m.
3 » »	320 » » »	=	582 »
30 » »	350 » » »	=	4634 »
14 » »	400 » » »	=	3334 »
10 » »	500 » » »	=	4295 »
1 » »	750 » » »	=	184 »
4 » »	1000 » » »	=	916 »
1 » »	2000 » » »	=	187 »

III. Travaux. — Les tunnels sont au nombre de 28, mesurant ensemble une longueur de 8132 m., soit le 25,9 % de la longueur de la ligne d'accès; le plus long a 1980 m. et le plus court 30 m.

Les galeries, soit tunnels, pouvant être attaquées en plusieurs points, par côté, sont au nombre de 12 et mesurent ensemble une longueur de 1777 m., soit le 5,6 % de la longueur de la ligne d'accès; la plus longue a 822 m. et la plus courte 55 m.

Les viaducs sont au nombre de 35 et ont une longueur totale de 2072 m., soit le 6,7 % de la longueur de la ligne d'accès.

cès. En outre il y a 88 ouvrages d'art de moindre importance, aqueducs, passages inférieurs, supérieurs et ponceaux de 1 à 10 m. d'ouverture.

Toute l'étude de ce projet, ainsi que les devis, sera complètement terminée vers la fin du mois d'août et la reproduction lithographique suivra peu après.

On a à peu près terminé l'étude des autres tracés indiqués plus haut au N° 5.

Dans le courant de septembre tous ces projets seront terminés et on pourra en faire l'étude comparative.

IV. Tête nord. — L'étude des abords de la tête nord, du côté de Brigue, qui est commune à tous les tracés, est excessivement simple; elle se borne à un prolongement de la correction et de l'endiguement du Rhône sur 2500 m., pour mé-

nager l'emplacement pour le dépôt de 700 000 m³ environ de matériaux provenant des déblais du tunnel et qui formeront là une vaste plate-forme en remblai sur les grèves du Rhône, de 1130 m. de longueur, 130 m. de largeur et 3 m. de hauteur, sur laquelle on aura un magnifique emplacement en palier pour aménager la gare internationale, sans frais exceptionnels.

TUNNEL DE L'ARLBERG

par J. MEYER, ingénieur en chef de la C^{ie} S.-O.-S.

Pour compléter les renseignements donnés dans notre dernier bulletin sur ces travaux, nous donnerons l'avancement des mois d'avril et de mai 1882.

Objet	Côté Est (Saint-Antoine).				Côté Ouest (Langen).			
	Avancement total		Avancement pendant le mois		Avancement total		Avancement pendant le mois	
	au 30 avril	au 31 mai	d'avril	de mai	au 30 avril	au 31 mai	d'avril	de mai
	Mètres	Mètres	Mètres	Mètres	Mètres	Mètres	Mètres	Mètres
Galerie d'avancement ou de base	2496.1	2646.5	158.3	150.4	1911.6	2048.1	134.1	136.5
Galerie de faite	2346.8	2472.2	175.3	125.4	1700.9	1803.7	163.6	102.8
Excavation complète :								
a) commencée.....	113.7	156.5	—	—	151.3	154.4	—	—
b) achevée.....	1857.8	2019.9	216.7	162.1	1053.9	1202.3	99.1	148.4
Maçonnerie :								
a) commencée.....	80.6	82.5	—	—	75.3	112.1	—	—
b) achevée.....	1733.2	1912.3	203.8	189.1	966.2	1076.4	96.4	110.2
Avancement journalier de la galerie de base :								
a) par jour de travail.....	4.71	4.63			5.28	5.19		
b) moyenne du mois.....	5.27	4.83			6.37	6.29		

Le nombre moyen des ouvriers occupés au tunnel a été, en mai, de 3352.

La conformation géologique est la même que celle que nous avons décrite : du côté est, gneiss et schistes riches en quartz et durs; du côté ouest, schistes feuilletés, avec veines argileuses; il a été cependant un peu plus dur et a exigé moins de boisages. On a continué de ce côté avec trois perforatrices Brandt montées sur une colonne affût; chaque attaque a duré 6³/₄ h., de sorte qu'on a fait 3¹/₂ postes en 24 heures.

Il ressort de ces résultats que l'entreprise a devancé les délais contractuels (3^m 30 par jour) en ce qui concerne le percement de la galerie d'avancement et cela dans la proportion suivante : du côté ouest de 196,6 jours, du côté est de 41,4 jours. Par contre, en ce qui concerne l'achèvement du tunnel, il y a un retard de 117 jours; il était encore de 42 jours en avril; on voit donc que l'entreprise sera bientôt à jour de ce côté aussi, malgré les difficultés exceptionnelles rencontrées.

Nous avons à mentionner le rapport de la Direction impériale et royale pour la construction des chemins de fer de l'Etat, sur la construction de la ligne de l'Arlberg, pour l'exercice de 1881, qui a paru en avril 1882 à l'imprimerie I. et R. à Vienne, et qui est rédigé par M. le directeur Jules Lott, à l'obligeance duquel nous sommes redevables de sa communication.

Ce rapport contient, d'une manière très détaillée, les renseignements que nous avons donnés dans nos deux derniers numéros.

Il est accompagné d'annexes très détaillées : sur l'organisation et la répartition du personnel technique, la marche des expropriations, l'avancement des travaux des lignes d'accès; un tableau détaillé de toutes les installations mécaniques du tunnel au 31 décembre 1881, avec le prix de revient de chacune d'elles. En résumé, ces dépenses d'installation s'élevaient à 1 861 395 fr. pour le côté est et à 1 865 105 fr. pour le côté ouest, ensemble 3 726 500 fr. Comme annexes figurent deux plans de situation (ceux dont nous avons donné un extrait) sur lesquels l'état de ces installations au 31 décembre 1881 est indiqué; deux planches représentant ces installations mécaniques, une planche représentant les installations hydrauliques : canaux industriels, barrages, chéneaux, réservoirs, dépotoirs, etc.; trois planches représentant les élévations et plans de tous les bâtiments. Un tableau détaillé de l'avancement des travaux du tunnel, dont nous avons donné le résumé, accompagné de deux tableaux graphiques et d'une planche donnant le diagramme de l'avancement de la galerie. Deux planches donnant les dispositions de détail du tunnel et les profils des boisages. Enfin deux planches donnant les profils en long définitifs, à l'échelle de 1/100 000, des deux lignes d'accès.