Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 33 (1907)
Heft: 15

Artikel: Tunnel du Simplon
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-26246

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: 09.01.2026

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

Divers.

Tunnel du Simplon.

Construction de la seconde galerie [1].

En 1906 la Direction du Ier arrondissement avait proposé d'entreprendre dès maintenant l'achèvement de la deuxième galerie du Simplon, à cause de l'état de cette galerie et dans le but de conserver les maçonneries du tunnel I. En effet, on a pu constater, dans les parties non revêtues de la galerie parallèle, de nombreuses et fortes désagrégations du ciel et des parois, et à plusieurs endroits des soulèvements du radier et des rétrécissements du canal d'écoulement des eaux. Ces phénomènes ont démontré que la galerie parallèle ne peut pas être laissée dans l'état actuel.

Vu l'importance et surtout la portée financière de cette proposition et pour être bien au clair sur tous les points, il a été procédé à une expertise dont ont été chargés MM. le Dr Rob. Moser, ingénieur en chef, à Zurich, le Dr Schmidt, professeur de géologie à l'Université de Bâle, et Lusser, ingénieur et entrepreneur, à Zug. Le rapport de ces experts a été remis à la fin de 1906. Il avait été posé aux experts les trois questions suivantes :

1° Peut-on remettre à plus tard, et à quelle époque, l'achèvement de la galerie parallèle du tunnel du Simplon, sans inconvénient grave pour cette galerie et sans nuire au tunnel I, ou bien est-il nécessaire, pour des raisons d'ordre technique ou géologique, de procéder immédiatement à l'achèvement du tunnel II ?

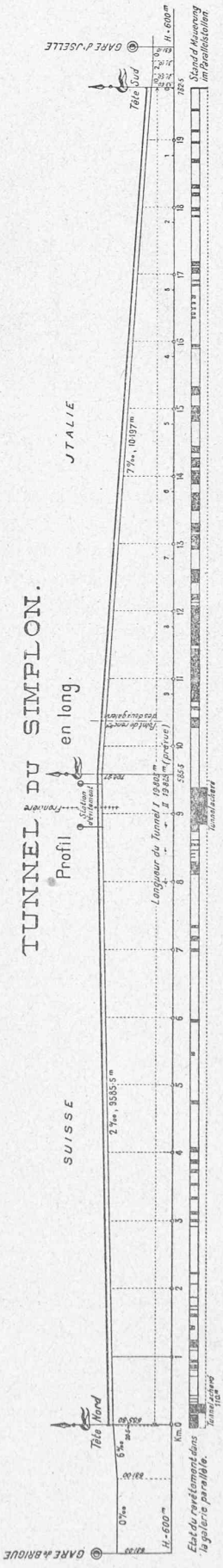
2° Est-il nécessaire de prendre pendant la construction du tunnel II des précautions particulières pour la protection du tunnel I et quelles sont ces précautions ?

3° Est-il nécessaire ou désirable de modifier pour le tunnel II les profils-types adoptés pour le tunnel I ?

Les experts ont répondu à la première question en affirmant que la galerie parallèle ne peut plus être abandonnée à elle-même et qu'elle doit être consolidée tout de suite si l'on veut éviter la désagrégation de cette galerie et, avec le temps, celle du tunnel I actuellement en exploitation. Il faut donc ou procéder immédiatement au revêtement de la galerie parallèle sur les longs parcours (fig. 1) où elle est restée sans revêtement, ou bien l'élargir tout de suite pour faire le tunnel II. Les experts évaluent à 2 1/2 millions le coût des travaux de consolidation nécessaires dans les parties où l'on a constaté la désagrégation des piédroits et du ciel, et les soulèvements du radier. L'importance de cette somme, à dépenser pour des travaux dont la majeure partie (au moins les 4/5) est destinée à être démolie ensuite lors de l'établissement du tunnel II, et diverses autres considérations, surtout la longueur du délai à accorder pour l'achèvement du deuxième tunnel, amènent les experts à conclure à l'élargissement immédiat de la galerie comme tunnel II.

L'article 4 du contrat du 15 avril 1898, entre la Compagnie du Jura-Simplon et l'entreprise Brandt, Brandau & Cie, réglait comme suit la question du revêtement de la galerie parallèle : « Les deux tunnels seront revêtus de maçonnerie sur toute leur » longueur, suivant les types annexés au contrat, *la galerie de*

[1] Extrait du rapport du 25 juin 1907 de la Direction générale au Conseil d'administration des Chemins de fer fédéraux.


TUNNEL DU SIMPLON.
Profil en long.
SUISSE
ITALIE
Tête Nord
Tête Sud
GARE D'ISELLE
GARE D'ABRIOUE
Longueur du Tunnel I 19.166m
Longueur du Tunnel I 19.854m (prévue)
Etat du revêtement dans la galerie parallèle.
Stand d'Aiguillage
Section extérieure
Section intérieure
Tunnel scié
Tunnel scié
Tunnel scié

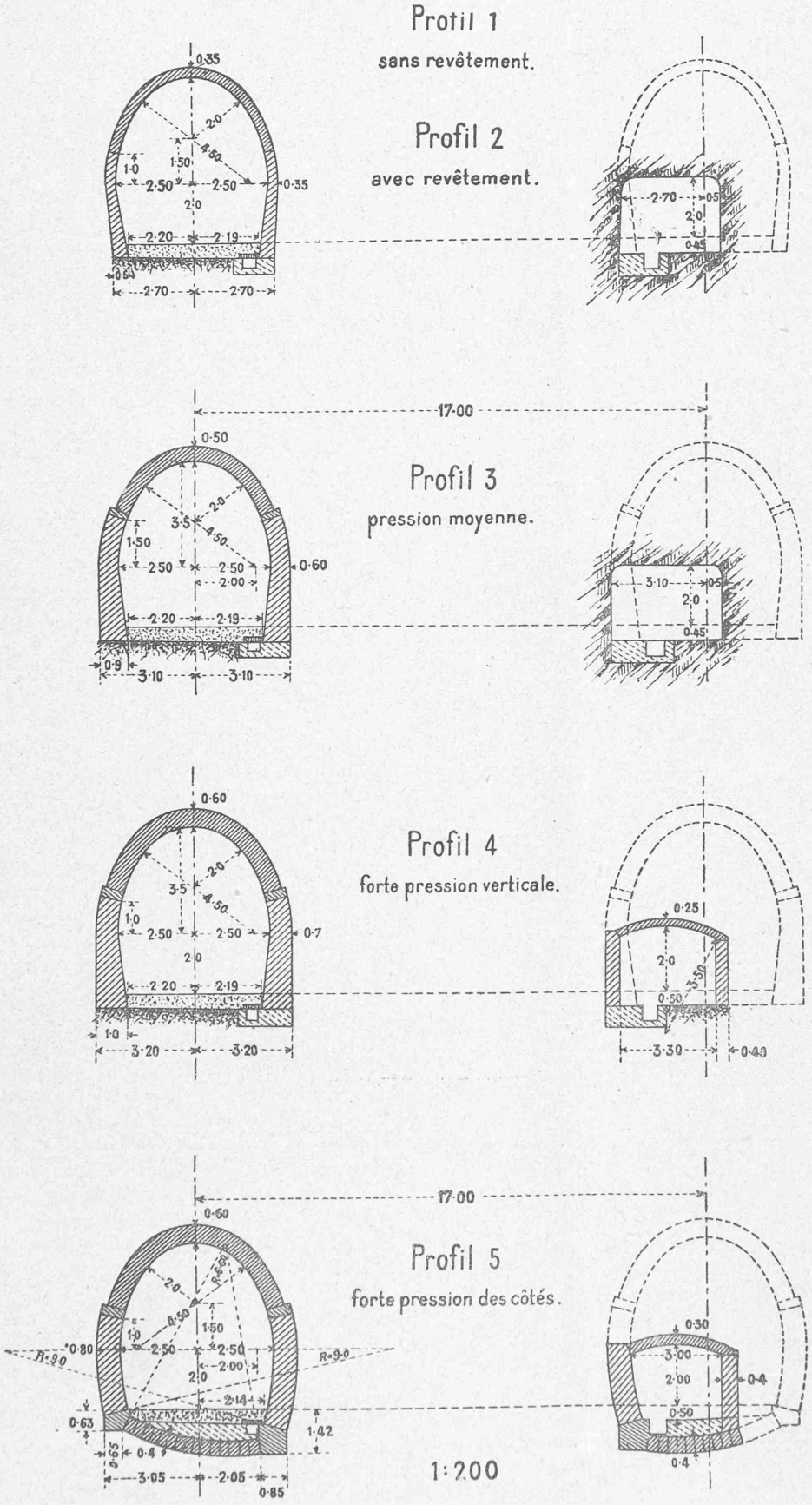


Fig. 2. — Profils-types selon convention du 15 avril 1898.

des travaux du tunnel II à bref délai, la plus importante est la conservation du tunnel I. Dans ce long et étroit tunnel à simple voie, où les trains circulent pendant plus de 20 heures par jour, les travaux ordinaires d'entretien sont très difficiles à mener à bien. De grosses réparations, notamment à la maçonnerie, ne manqueront pas d'y devenir nécessaires dans la suite, car l'équilibre ne s'est pas encore établi dans certaines parties de la montagne fortement chargées et en mouvement; suivant le cas, ces réparations seraient ou absolument impossibles sans interrompre l'exploitation, ou d'un coût exorbitant. Or, on est forcé de compter avec ces réparations, puisque la maçonnerie accuse des dislocations à certains endroits, et que les abondantes venues d'eau, en partie chaudes, exerceront sûrement avec le temps un effet délétère sur le mortier. Il faut compter ensuite, dans l'exploitation à simple voie, avec la difficulté des réfections de la voie, plus fréquentes qu'à l'air libre dans un long tunnel humide, où la rouille détruit rapidement toutes les pièces en fer, bien que la traction électrique leur épargne l'effet pernicieux de la fumée.

Quoique la voie du tunnel du Simplon, posée en rails lourds de 49 kg. par mètre soit très résistante, on devra se déclarer satisfait si elle atteint un âge moyen de 10 à 12 ans. Dans la plupart des tunnels, les réfections doivent se suivre à intervalles plus rapprochés, ainsi dans le tunnel du Hauenstein tous les 5 à 7 ans. Comme il ne sera pas possible de renouveler annuellement plus de $2\,^1/_2$ à 3 km. de voie dans le tunnel, il faudra commencer les réfections dans le tunnel du Simplon avant que la voie soit arrivée à sa limite d'usure. C'est-à-dire qu'on devra déjà commencer dans 6 à 7 ans, soit en 1913 ou 1914, à procéder par sections au renouvellement de la voie. Il est évident que cela comporterait de sérieuses difficultés s'il fallait réfectionner la totalité des 20 kilomètres du tunnel pendant l'exploitation à simple voie. La circulation des trains en souffrirait nécessairement, parfois d'une façon extrêmement désagréable. Il ne faut pas oublier non plus

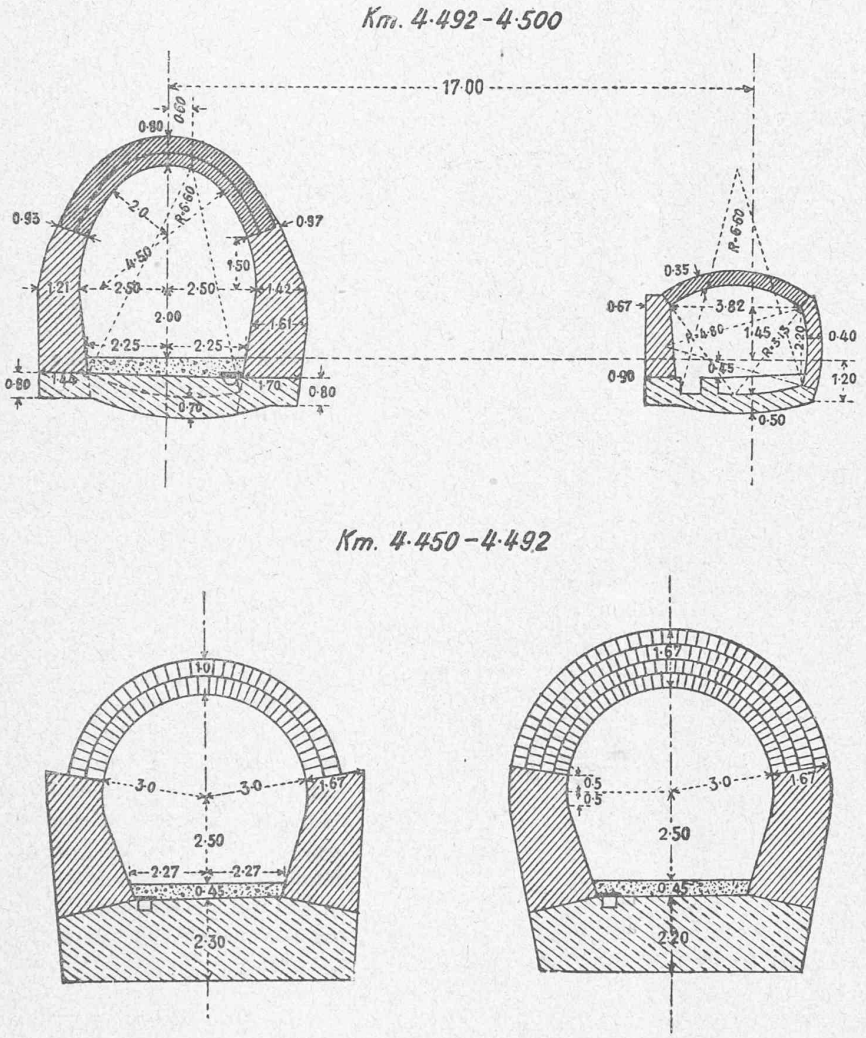


Fig. 3. — Profils spéciaux. — Côté Sud. — Zone des fortes pressions.

qu'il n'y a pas de place à côté de la voie pour y déposer le matériel. Les travaux sont gênés à tous égards, et par conséquent bien plus malaisés que dans un tunnel à double voie, où il est possible de mettre momentanément l'une des voies hors de service.

La conclusion à tirer de ce qui précède est qu'il faut absolument entreprendre prochainement l'achèvement du tunnel II, afin de maintenir le tunnel I en parfait état pour l'exploitation et d'assurer la circulation régulière des trains.

Les inconvénients d'un long tunnel à simple voie pour l'exploitation ne sont généralement pas appréciés à leur juste valeur, sinon l'on ne verrait pas, comme dernièrement, surgir des projets de tunnels à une voie encore plus longs que le Simplon. Pour des ouvrages si importants et si coûteux, il ne faudrait pas seulement tenir compte des frais de premier établissement, mais encore de toutes les conditions auxquelles ils devraient satisfaire plus tard en cours d'exploitation, ainsi la praticabilité des réparations à la voie, aux maçonneries, etc., puis la régularité et la sécurité du trafic.

Il convient d'ailleurs de remarquer qu'à teneur de l'article 4 de la convention du 16 mai 1904 avec le royaume d'Italie, la Suisse est tenue de poser la double voie à travers le Simplon dans le délai de cinq ans à partir du moment où les recettes brutes du parcours Brigue-Domodossola atteindront 50 000 fr. par kilomètre effectif. Quoique les recettes n'en soient pas encore là, il n'est pas impossible que la recette kilométrique brute Brigue-Domodossola atteigne ce chiffre au bout d'une dizaine d'années, si le trafic se développe normalement.

L'Entreprise du tunnel Brandt, Brandau & Cie s'est engagée, à teneur du contrat du 15 avril 1898 et de la deuxième convention additionnelle datée du 9 octobre 1903, à achever le second tunnel, ballastage et voie non compris, de la même manière que le premier, pour le prix de 19 500 000 fr., si elle en reçoit l'ordre dans les deux ans qui suivront l'achèvement des travaux du premier tunnel. La réception du tunnel I a eu lieu le 22 février 1906 ; l'ordre de commencer les travaux du tunnel II doit donc être donné avant le 22 février 1908. Cette date écoulée, l'Entreprise ne pourra plus être tenue de construire le tunnel II.

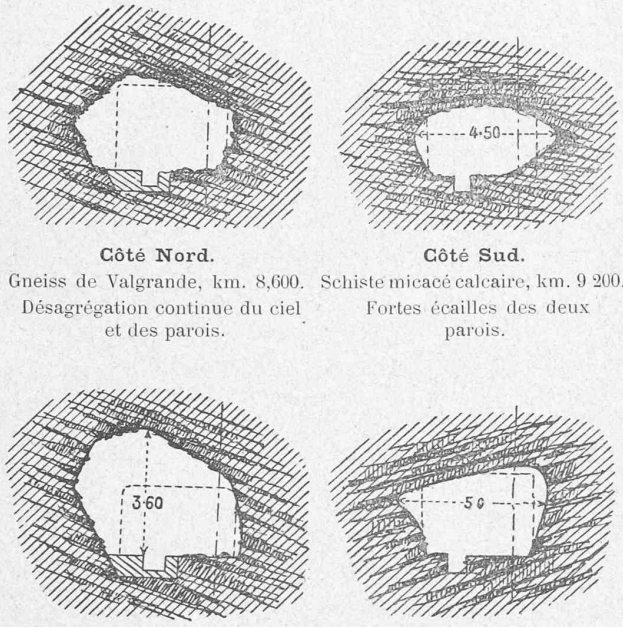
Les chemins de fer fédéraux ont d'ailleurs le droit, jusqu'au 22 février 1908, de mettre les travaux du tunnel au concours et de les adjuger à qui bon leur semblera, sans que l'Entreprise puisse prétendre à une indemnité de ce fait.

Mais il est de beaucoup préférable de faire abstraction de cette latitude et de remettre les travaux directement à l'Entreprise Brandt, Brandau & Cie. Celle-ci a acquis, pendant la construction du premier tunnel, une connaissance approfondie de la montagne ; elle est donc la mieux préparée à mener les travaux du tunnel II de façon à éviter tout dommage au tunnel I qui est en exploitation. Ce point est d'une importance capitale. En effet, lors de la construction de la station d'évitement, les travaux d'excavation pour l'achèvement du tunnel II ont provoqué des dislocations dans la maçonnerie du tunnel I, à tel point qu'il a fallu reconstruire une grande partie de cette maçonnerie sur le parcours en question.

L'intervalle des deux tunnels est de 17 m. d'axe en axe. Il ne reste ainsi entre les deux cavités, suivant l'épaisseur des maçonneries, qu'un noyau rocheux de 9m,60 à 11m,30 d'épaisseur (dans la zone des pressions, entre les km. 4,450 et 4,490 du côté Sud, cette épaisseur n'est même que de 7m,70). Contrairement à ce que l'on avait admis à l'origine, ce noyau n'est pas assez fort pour assurer la complète indépendance des deux tunnels. Il faudra donc procéder avec une grande prudence et circonspection lors de l'achèvement du tunnel II, afin d'éviter des dégâts sérieux au tunnel I. Il sera même nécessaire à plusieurs endroits de mettre à nouveau le tunnel I sur cintres avant de commencer le battage au large dans la galerie parallèle voisine.

Comme l'Entreprise actuelle a tout intérêt à conserver intact le tunnel qu'elle a construit, il est hors de doute qu'elle procédera avec plus de soin que tout autre entrepreneur dans le parachèvement de cette œuvre considérable.

L'Entreprise Brandt, Brandau & Cie a sollicité dernièrement auprès du Conseil fédéral, qui a assumé vis-à-vis du royaume



Côté Nord.
Gneiss de Valgrande, km. 8,600.
Désagrégation continue du ciel et des parois.

Côté Sud.
Schiste micacé calcaire, km. 9 200.
Fortes écailles des deux parois.

Côté Sud.

Gneiss, km. 3,580-3,590.
Chute de gros fragments du ciel et des parois.

Gneiss à bancs épais, km. 2,500-2,600.
Chute de gros fragments des deux parois.

Fig. 4. — Profils déformés de la galerie parallèle sans revêtement.

d'Italie la responsabilité de la parfaite exécution du grand tunnel, et qui a aussi approuvé la seconde convention additionnelle du 9 octobre 1903 avec l'Entreprise, d'être relevée de cette obligation de consolider la galerie parallèle et d'en exécuter la transformation en tunnel II. La direction générale des chemins de fer fédéraux est d'avis que l'on ne peut pas prendre cette demande en considération.

Par le contrat du 15 avril 1898 et la 2e convention additionnelle du 9 octobre 1903, l'Entreprise s'est engagée à terminer le tunnel sans le ballastage ni la voie dans les quatre ans, une fois l'ordre reçu. Ce court délai ne pourrait être maintenu qu'en poussant les travaux très énergiquement sur toute la ligne. Mais cela n'est pas indiqué dans les circonstances données, qui commandent une circonspection extrême, comme il l'a été exposé plus haut. Il est donc nécessaire de prévoir un délai d'achèvement beaucoup plus long et d'admettre l'avis des experts, qui ont proposé un terme de 7 ans pour la construction du tunnel II.

Si donc l'on commence les travaux en 1908, l'achèvement du tunnel II ne pourra quand même pas avoir lieu avant l'année 1915.

Quant aux dépenses, avant d'en établir le compte, il y a lieu de remarquer :

Comme on l'a déjà dit, l'Entreprise Brandt, Brandau & Cie est tenue de par sa convention de transformer, pour le prix de 19 500 000 fr., la galerie parallèle en un tunnel pareil au tunnel I. Or dans le voisinage de la tête Nord, 110 m. du tunnel II ont déjà été construits pour servir à des usages spéciaux, et l'Entreprise a touché de ce fait une somme d'environ 129 000 fr. Elle aura donc encore droit à 19 371 000 fr. pour le tunnel II.

Le tunnel II ayant la tête Nord environ 15 m. plus au Nord que le tunnel I et étant d'environ 7 m. plus long à la tête Sud, où les deux tunnels se rapprochent, sur une certaine longueur, de 17 à 8 m., sa longueur totale sera de 19 825 m. La longueur du tunnel I est de 19 803 m. Les expériences faites jusqu'ici ont démontré que le profil actuel, avec $4^m,5$ de large au niveau des traverses, et 5 m. de large 2 m. plus haut, a été choisi un peu trop étroit. Ces dimensions sont particulièrement insuffisantes sur les points où un rétrécissement s'est produit. C'est pourquoi la direction du Ier arrondissement des chemins de fer fédéraux avait proposé tout d'abord d'élargir de 50 cm. le profil prévu pour le tunnel II, tandis que les experts recommandent 20 cm., ou mieux 40 cm. Mais on peut estimer suffisant d'élargir le profil de 35 cm. ; cette cote permettra dans tous les cas, même en présence de quelque rétrécissement, de poser convenablement la conduite d'eau de réfrigération à côté de la voie. L'Entreprise a droit, pour cette augmentation du profil, au paiement du surcroît d'excavation et de maçonnerie. Cette indemnité est estimée à 1 600 000 fr.

La convention n'astreint les entrepreneurs à l'établissement de niches que sur un des côtés du tunnel, à intervalles de 50 m. Mais il est nécessaire d'en pratiquer des deux côtés du tunnel II, comme cela se fait depuis nombre d'années, avec raison, dans tous les nouveaux tunnels. Le nombre de niches à payer en plus sera d'environ 390 ; la dépense qui en résultera sera d'environ 100 000 fr.

La maçonnerie du tunnel I a été faite presque uniquement avec du mortier de chaux hydraulique. Mais les maçonneries du tunnel II devront être liées partout non à la chaux, mais avec du mortier de ciment Portland artificiel ; c'est ainsi que l'on a procédé ces dernières années en Autriche pour les nouvelles lignes. La conservation de la maçonnerie dépend en effet de la qualité du mortier presque autant que de la résistance de la pierre ; c'est pourquoi il importe d'y consacrer la plus grande attention dans des travaux comme le tunnel du Simplon, et d'y employer de bon ciment Portland artificiel. Le surcroît de dépenses de ce chef monte à environ 600 000 fr.

Le bon écoulement des fortes sources chaudes du versant Sud continuera à demander beaucoup de soins. Etant donnée la stabilité précaire de la roche entre les km. 4,400 et km. 9 du côté Sud, il est nécessaire de prendre des précautions pour que les réparations au canal d'écoulement puissent se faire en tout temps sans dérangement grave et sans frais excessifs. C'est pourquoi il faut prévoir un second canal qui coûtera environ 350 000 fr.

Les entrepreneurs ont droit, pour le parachèvement du tunnel II, aux forces hydrauliques et aux installations qui existent sur les deux versants. Actuellement on dispose à la tête Nord de 2230 chevaux, et de 1260 chevaux à la tête Sud. Ici on pourrait encore gagner 686 chevaux en utilisant plus complètement la chute disponible, mais cela nécessiterait la réfection de la conduite forcée ou une modification du canal d'amenée.

Toute la force actuellement disponible sert à la traction électrique dans le tunnel I, ainsi qu'à la ventilation, l'éclairage, la réfrigération du tunnel et aux divers services de la gare de Brigue. Pour permettre à l'Entreprise de commencer les travaux de parachèvement de la galerie parallèle, il faut donc mettre d'autre force à sa disposition. Il faudra dans ce but de 400 à 550 chevaux à chaque tête du tunnel. Il convient de tenir compte à cette occasion des forces nécessaires à la traction électrique à venir dans les deux tunnels, avec ventilation, réfrigération, éclairage, etc. Les études faites à ce sujet ont démontré qu'il faut se procurer en plus 3000 à 3400 chevaux de chaque côté. Les projets de ces usines sont préparés et le devis s'élève à 4 200 000 fr. environ au total.

Mais il n'est pas possible de terminer les usines avant la date fixée pour le commencement des travaux du tunnel. Il sera donc nécessaire de fournir à l'Entreprise, pendant un an et demi à deux ans, d'autre force motrice, soit sous forme de courant livré par une usine électrique plus ou moins éloignée, soit à l'aide d'une usine à vapeur. Le coût de cette énergie supplémentaire, y compris les modifications à apporter aux installations existantes, est évalué à 360 000 fr.

Le tunnel II construit, il s'agira encore de l'équiper aussi en vue de la traction électrique. Les lignes de contact et le retour par les rails, ainsi que le complément des centrales pour la traction électrique des deux tunnels, coûteront environ 600 000 francs.

Il n'est pas tenu compte pour le moment des locomotives électriques nécessaires, ni du coût des usines centrales et de l'équipement électrique du tunnel I et des stations de Brigue et d'Iselle. Mais à toutes les dépenses mentionnées plus haut viennent s'ajouter les frais de ballastage du tunnel, la fourniture et la pose de la voie, les signaux, l'éclairage, la réfrigération, les modifications des signaux existants en vue de l'exploitation à double voie, enfin les frais d'administration et de surveillance des travaux, l'intérêt des capitaux de construction, et les expropriations pour de nouvelles places de dépôt des déblais.

Le *devis* du parachèvement du tunnel II s'établit donc comme suit :

			Fr.
A. Frais d'organisation et d'administration . . .			1 200 000
B. Intérêts du capital d'établissement : Durée des travaux 7 ans (2 ans pour les usines hydrauliques)			3 800 000
C. Expropriations : Acquisit^ns de terrain pour places de dépôt, etc.			50 000
D. Etablissement de la ligne.			
1. Infrastructure :			
a) Terrassements :		Fr.	
Ligne d'accès de la gare de Brigue à la tête Nord du tunnel. . .		5 000	
b) Tunnel :	Fr.		
1. Prix à forfait de l'Entreprise	19 371 000		
2. Pour l'élargissement de 35 centimètres du profil de l'espace libre du tunnel .	1 600 000		
3. Niches à gauche de la voie	100 000		
4. Plus-value pour l'emploi de mortier de ciment Portland, au lieu de chaux hydraulique	600 000		
5. Précautions pour l'écoulement des eaux entre les km. 4,4 et 9 du versant Sud	350 000		
6. Fourniture provisoire d'énergie	360 000		
7. Extension des forces motrices, environ 3400 chevaux de chaque côté . .	4 200 000		
8. Divers	469 000	27 050 000	
c) Ballastage :	Fr.	Fr.	Fr.
Pour 19 300 m. de tunnel à 10 francs	193 000		
Hors du tunnel	2 000	195 000	
2. Voie de fer :			
Environ 19 500 m. de voie à 45 fr. . .		880 000	
3. Télégraphe, signaux, etc. :			
a) Eclairage électrique du tunnel, téléphones, signaux à cloches, etc , modification des appareils d'enclenchement.		320 000	
b) Lignes de contact, etc., pour la traction électrique, complément des centrales		600 000	
4. Imprévu		50 000	
Total D. Etablissement de la ligne . . .			29 550 000
Total général.			34 600 000

BIBLIOGRAPHIE

Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels, par J. Post et B. Neumann. Deuxième édition française, entièrement refondue, par le *Dr L. Gautier*. Librairie scientifique A. Hermann, Paris.

Cette deuxième édition française d'un ouvrage classique, au même titre que le *Technische Untersuchungsmethoden*, de Lunge, comprendra deux volumes grand in-8° d'environ 900 pages chacun, avec de nombreuses figures ; elle sera publiée en 8 fascicules se vendant séparément et renfermant, autant que possible, un groupe d'industries ayant entr'elles certaines analogies. Nous avons sous les yeux le premier fascicule — 217 pages, 104 figures, prix Fr. 6.50 — qui contient les chapitres suivants : Eau et eaux résiduaires — Combustibles — Pyrométrie — Gaz des fumées, gaz de chauffage, gaz des moteurs et gaz des mines. — Cet ouvrage réfère tous les travaux récents sur l'analyse technique ; il est écrit en excellent français et remplacera avantageusement la première édition — aujourd'hui bien vieillie — qui a été longtemps le bréviaire de tous les chimistes industriels.

Fours à gaz. *Memento pour les calculs de combustion,* par G. Bouvier. (Extrait du compte-rendu du 33e congrès de la Société technique de l'industrie du gaz en France).

Cette brochure de 32 pages contient un grand nombre de données très utiles pour le calcul des fours à gaz.

Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne.

Offre d'emploi.

La Direction d'un chemin de fer de montagne cherche un jeune ingénieur pour l'exécution d'un travail temporaire. S'adresser au Secrétaire de l'Ecole d'ingénieurs.

Lausanne. — Imprimerie H. Vallotton & Toso, Louve, 2.