

Zeitschrift: Rapport de la Direction et du Conseil d'Administration du Chemin de Fer du Gothard
Herausgeber: Gotthardbahn-Gesellschaft Luzern
Band: 6 (1877)
Rubrik: Construction de la ligne

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: 09.02.2026

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

Dans le courant de l'année 1877 il a été négocié :

Obligations suisses	fr. 250,000. —
Obligations américaines (bonds 6 0/0 de l'Etat, remboursables, et bonds 7 0/0 de la	
« Equitable Trust Comp. »	» 2,219,879. 62
Obligations italiennes	» 1,500. —
Total	fr. 2,471,379. 62

En revanche, il a été acheté pour » 811,284. 05
d'obligations diverses pour compléter le cautionnement.

Depuis le commencement de l'année 1878, il a été négocié en outre pour fr. 1,750,109. 92 de valeurs américaines (bonds de Compagnies de chemins de fer) avec un bénéfice notable comparativement au prix d'achat.

L'état des *cautionnements* déposés entre les mains de notre Compagnie a subi, dans le cours de l'exercice de 1877, une modification comme il ressort des chiffres suivants :

	31 Déc. 1876	31 Déc. 1877
Cautionnement de M. Favre, entrepreneur du grand tunnel . . .	fr. 8,227,532. —	fr. 6,702,772. —
Cautionnements d'autres entrepreneurs et fournisseurs . . .	» 874,030. —	» 640,259. 60
Cautionnements des fonctionnaires et employés de l'Administration		
centrale et du service de l'exploitation	» 888,500. —	» 790,250. —
Cautionnement des membres du Consortium pour la prise de la		
IV ^e série d'obligations (20 0/0 du montant de cette IV ^e série		
de 20 millions de francs)	» 4,000,000. —	» 4,000,000. —

Le principal changement porte sur le cautionnement de M. L. Favre, entrepreneur du grand tunnel. En vertu d'une convention additionnelle dont il sera parlé plus loin, il lui a été restitué un montant de fr. 1,500,000 sur son cautionnement de 8 millions de francs.

V. Construction de la ligne.

L'organisation du service technique a subi, pendant l'exercice qui nous occupe, des modifications essentielles, et par suite l'état du personnel de la direction technique a été réduit à un minimum.

Après que, dans le courant du second trimestre, les études sur le terrain et dans les bureaux furent assez avancées et que les plans et autres matériaux nécessaires pour la fixation du projet détaillé furent prêts de manière à ce qu'on pût dresser immédiatement les exemplaires voulus pour être soumis aux Autorités et pour procéder à la construction, on dut, vu l'impossibilité de mettre la main aux travaux dans le courant de l'exercice, dissoudre les sections établies pour les lignes non encore entreprises. On ne conserva, outre le personnel fixe chargé de la surveillance des travaux aux deux têtes du grand tunnel du Gothard, que les cadres pour une section de chaque côté des Alpes, comprenant chacune un ingénieur chef de section et deux aides techniques. Simultanément, le personnel du bureau technique central à

Zurich, celui du bureau des architectes à Lucerne et de la section géologique à Airolo, fut réduit au nombre nécessaire pour les affaires courantes. Le personnel technique qui, à la fin de 1876, comptait 159 personnes, descendit ainsi jusqu'à fin Mai 1877 à 48, de sorte que, au terme du second trimestre, il n'y avait plus au service de la Compagnie, outre l'Ingénieur en chef, son Remplaçant et l'Inspecteur des tunnels, que 45 ingénieurs, architectes, géomètres, géologues, aspirants, conducteurs de travaux, dessinateurs et employés de bureaux. A côté de ce personnel fixe, la Compagnie occupa des employés subalternes, dont le nombre varia de 4 à 10 suivant les besoins et qui ne sont pas compris dans les 159 indiqués plus haut. Lorsque vers la fin de l'exercice on eut la perspective de pouvoir mettre en adjudication les travaux des lignes du Gothard dans l'été de 1878, le personnel fut temporairement augmenté de nouveau en Décembre 1877, afin de faire préparer les plans nécessaires en vue d'une adjudication.

Passant aux *travaux techniques préalables*, nous mentionnerons d'abord l'établissement des *plans de construction*.

Nous avons indiqué dans notre précédent rapport les principes posés en 1876 par les experts fédéraux et les modifications que ces experts avaient proposé d'apporter au projet détaillé dressé par notre direction technique, et nous avons dit aussi que, en se basant sur ces propositions, il avait été encore en Décembre 1876 établi un devis approximatif, et que la direction technique avait entrepris ensuite la révision du projet conformément aux propositions faites par les experts.

Cette révision du projet primitif d'après les modifications fondamentales proposées par les experts et déjà mentionnées dans notre précédent rapport, nécessita un remaniement complet du projet, car pour que ces modifications et en particulier la réduction à une simple voie pussent entraîner une économie, il fallait en maints endroits déterminer à nouveau le tracé pour l'adapter convenablement au terrain. Ce remaniement exigea toute la période de Décembre 1876 jusqu'en Juin 1877 et fut étendu à tout le réseau du Gothard.

Les résultats principaux de ce remaniement sont les suivants:

Du côté sud du Gothard, la rampe maximum jusqu'à une altitude de 460 mètres a été portée à 27 ‰ au lieu de 26 ‰. Le profil en long des lignes d'accès au tunnel présente par conséquent les conditions suivantes: 25 ‰ pour les sections Pfaffensprung-Göschenen et Airolo-Fiesso sur une longueur de kilom. 19,1 26 ‰ pour les sections Silenen-Pfaffensprung et Fiesso-S.Pellegrino sur une longueur de kilom. 30,7, et 27 ‰ pour la section S.Pellegrino-Bodio sur une longueur de kilom. 3,2. La rampe est partout réduite de 3 ‰ dans les tunnels de plus de 500 mètres. Sur les sections de plaine, on a conservé 12 soit 12,5 ‰ comme maximum de rampe. Le rayon minimum de 280 mètres a été appliqué plus fréquemment que dans le précédent projet, mais néanmoins toujours exceptionnellement et seulement là où il en résultait une économie notable.

Dans la détermination du tracé en vue de la future pose d'une seconde voie sur les sections des rampes d'accès proprement dites, on a pourvu à ce que l'établissement de la seconde voie puisse s'opérer par simple élargissement, c. à d. sans qu'il y ait à enlever ou à reconstruire des parties essentielles de la ligne à simple voie et sans qu'il soit besoin d'interrompre l'exploitation ni qu'il y ait préjudice porté aux conditions de sécurité pour l'exploitation dans lesquelles sera établie la plate-forme pour la seconde voie. Tous les terrassements et travaux d'art ont en conséquence été projetés pour une *simple* voie et il n'y a eu d'exception dans le sens susindiqué que pour les tunnels et pour les piles et culées des grands ponts.

La distribution de la ligne courante et des stations est demeurée en principe la même que précédemment; il n'y a eu que des modifications locales, telles que l'intercalation d'une station à Giornico sur la rampe d'accès et d'une station à Sisikon sur la ligne de plaine du côté nord, ainsi que le scindement de la station de Schwyz en deux stations, Schwyz et Brunnen, en supprimant la halte précédemment projetée au bord du lac à Brunnen.

La longueur totale du réseau n'a été que très faiblement changée. Tandis qu'elle était de kilom. 266,404 dans le projet détaillé de 1876, elle est de kilom. 266,150 dans le projet modifié.

Ce remaniement a fourni en outre l'occasion, comme c'est toujours le cas lors de la révision et de l'étude minutieuse d'un projet, d'introduire encore maintes simplifications et améliorations de détail, et de réduire ainsi les cubes de travaux et les prix de série, comme aussi en revanche elle a fait découvrir par-ci par-là quelque lacune et des prix trop faibles.

En indiquant ci-après les modifications les plus essentielles qu'a subi le projet, nous nous bornerons à la ligne principale Immensee-Pino, attendu que d'après les décisions de la Conférence internationale de Lucerne, les projets pour les embranchements Lucerne-Immensee, Zug-Arth et Giubiasco-Locarno, ne seront pas exécutés pour le moment.

Nous commencerons par celles de ces modifications qui concernent les *rampes d'accès*.

Au lieu de la galerie ouverte et abritée par un toit en fer, précédemment prévue à Bristenlœui, mais qui ne paraissait pas devoir présenter une sécurité suffisante, il a été admis un tunnel complet et, à cet effet, le tracé a été enfoncé dans la montagne, sans toutefois qu'il en résulte de surcroît de frais. Entre Gurtellen et le Pfaffensprung, on a fait décrire un coude à la ligne, afin d'obtenir une disposition d'ensemble plus favorable et une meilleure situation du tracé par rapport aux deux torrents de Märchli et de Hägggrig. A la place des travaux d'art projetés précédemment pour franchir ces deux torrents, on a admis des galeries qui seront creusées à ciel ouvert, puis recouvertes ensuite, vu que les coulées de cailloux qui ont eu lieu au commencement du printemps ont démontré la nécessité de cette modification. La plate-forme de la station d'Airolo, qui avait été projetée sur la pente, a été établie en palier. Le tunnel dit d'Artoito indiqué dans le précédent projet, a pu être supprimé et l'on a obtenu pour les travaux le long de la route cantonale au-dessus de Polmengo une disposition plus favorable qui facilitera l'exécution. Le tracé vers le gradin du Tessin près de Giornico, en aval de la dernière spire, a subi une correction très notable, qui réduira sensiblement les travaux de la partie à ciel ouvert et rendra l'exécution plus facile, en raccourcissant de 80 mètres la spire et en reportant le pont sur le Tessin à une place beaucoup plus favorable. Le tracé entre Giornico et Bodio a dû être complètement modifié pour y introduire une station destinée à desservir la première de ces localités; mais comme on a pu en même temps appliquer ici le maximum de rampe de 27 ‰, les frais ne s'en sont pas trouvés accrus. Au moyen d'une autre disposition des travaux de défense contre les crues du Brenno entre Poleggio et Biasca, les ponts et ponceaux ont été placés dans de meilleures conditions.

Quant aux *lignes subalpines*, outre la modification fondamentale d'après laquelle les sections dont les tunnels devaient être ouverts pour une double voie et les terrassements et travaux d'art établis en vue de la pose future d'une seconde voie, ont été maintenant projetées pour une seule voie, il n'y a à mentionner qu'un changement sur la section Seewen-Brunnen-Sisikon. On a fait abstraction de la station qui avait été prévue entre Ibach et Ingenbohl, vu qu'elle ne paraissait satisfaire personne, et le tracé a pu être par ce fait établi en ligne directe entre Seewen et Brunnen. Comme on pouvait supprimer pareillement la halte au bord du lac à Brunnen, il a été possible de faire commencer la rampe de 10 ‰ déjà à Brunnen même et, par ce moyen ainsi que par l'introduction d'une plus forte courbe de 280 m

de rayon, on a pu non-seulement épargner tout un tunnel, mais encore réduire sensiblement le coût des travaux à ciel ouvert, principalement dans les tranchées et pour les murs de soutènement. Pareillement, sur la section Sisikon-Fluelen, il a été possible, en adoptant des contre-pentes plus accentuées et des courbes d'un moindre rayon, d'éviter des murs de soutènement dont les fondations eussent été difficiles à établir, et les remplacer par de simples enrochements.

En ce qui concerne les *changements dans la construction* en vue d'une réduction du coût, il est à remarquer que, par suite des profils de tunnels pour une seule voie qui sont maintenant admis, on a trouvé la possibilité d'exécuter sans revêtement en maçonnerie de longues parties des tunnels sur les lignes de plaine, de remplacer par de simples enrochements ou par des murs en pierres sèches les murs de soutènement prévus précédemment sur de nombreuses sections des rampes d'accès dont les terrassements et travaux d'art avaient été primitivement projetés pour une double voie, et de supprimer beaucoup de murs de revêtement, ainsi que de construire en maçonnerie ordinaire de nombreux travaux d'art maintenant moins importants, qui dans le précédent projet devaient être en pierres d'appareil et par conséquent infiniment plus coûteux.

Les résultats de cette nouvelle révision du projet, dans laquelle il a été tenu compte de tous les principes posés en 1876 par les experts fédéraux, ainsi que de toutes les modifications de travaux et de prix qui ont été proposées, sont résumés dans le tableau suivant en ce qui concerne leur portée financière, tableau qui ne comprend que les sections restant encore à construire pour la ligne principale Im-mensee-Pino, inclus le tunnel du Gothard.

Les chiffres pour principaux travaux et matériaux, comparés à ceux de l'avant-projet et du projet détaillé de 1876, sont les suivants:

Désignation	Expro- priations	Terrassements et travaux d'art						Voie				
		Terrasse- ments proprement dits	Enroche- ments et pêrés	Murs de soutènement et de revêtement	Tunnels	Maçonnerie pour ponts et ponceaux	Construc- tions en fer	Longueurs de voie	Traverses	Rails		Accessoires de rails
										en fer	en acier	
	mèt. carrés	mèt. cubes	mèt. cubes	mèt. cubes	mètres	mèt. cubes	tonnes	kilomètres	pièces	tonnes	tonnes	tonnes
<i>a. Avant-projet</i> (Janvier 1876):												
Immensee-Pino	5,134,785	5,940,200	403,000	397,030	39,462	177,637	9,560	256,347	298,530	252,50	17,458,45	2,359,31
kilom. 146,33, soit par kilomètre	34,947	40,429	2,743	2,702	—	1,209	66,5	—	1,164 p. kil. voie	69,09		9,2
<i>b. Projet détaillé</i> (Août 1876):												
Immensee-Pino	4,538,895	5,202,110	273,556	522,243	38,115	236,090	8,926	195,801	218,020	6,602,85	7,863,00	1,700,13
kilom. 147,74, soit par kilomètre	30,790	35,211	1,851	3,535	—	1,598	60,4	—	1,113 p. kil. voie	73,88		8,6
<i>c. Projet détaillé</i> (été 1877):												
Immensee-Pino	3,980,880	5,120,850	235,456	135,464	37,984	162,605	5,877	199,202	219,700	5,689,86	7,854,01	1,727,64
kilom. 147,50, soit par kilomètre	26,972	34,396	1,595	918	—	1,101	39,8	—	1,103 p. kil. voie	67,99		8,7

Désignation	Bâtiments										Accessoires de la voie										Matériel roulant																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	Bâtiments à voyageurs		Halles à marchandises		Dépôts et remises		Ateliers		Maisons de gardes		Changements de voie	Croisements de voie	Plaques tournantes pour		Chariots transbordeurs	Ponts à bascule	Grues	Stations d'alimen- tation				Locomotives à			Voitures à voyageurs			Wagons fermés et fourgons à bagages	Wagons découverts																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																		I	II	III	IV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	Nombre	Mètres carrés	Nombre	Mètres carrés	Loco- motives	Voitures	Nombre	Mètres carrés	simples	doubles	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Classe	roues couplées	Classe	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
																													Places	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	Nombre

¹⁾ Sur les 21 bâtiments à voyageurs du projet détaillé de 1877, il y en a 6 de construits sur un pied définitif et 15 de provisoires. Parmi ces derniers, il y en a 9 avec halles adjacentes pour marchandises.

Quant aux frais de la construction proprement dite (sans les frais d'administration générale, de formation du capital, d'intérêts pendant la construction, etc.), ils se présentent comme suit:

Chap. V. Construction de la ligne (non compris les lignes tessinoises de plaine).	Avant-projet Janvier 1876 double voie kilom. 146,9	Projet détaillé Août 1876 en partie à double voie kilom. 147,7	Projet détaillé Eté 1877 simple voie kilom. 147,6
	Francs	Francs	Francs
A. Direction technique	7,276,000	7,802,750	7,622,750
B. Expropriation	6,975,000	6,109,805	5,954,550
C. Terrassements et travaux d'art	146,254,000	138,206,961	125,223,936
Dont: à ciel ouvert	45,199,110	40,532,261	32,024,236
en tunnel	101,054,890	97,674,700	93,190,700
D. Voie	9,584,400	8,269,900	6,563,200
E. Bâtiments	4,940,000	5,095,680	3,877,600
F. Accessoires de la voie	1,057,600	1,864,950	1,655,750
G. Télégraphie de service	285,000	237,020	188,370
H. Délimitation de la propriété, etc.	689,800	488,440	433,560
J. Matériel, outillage:			
Instruments	299,900	244,400	254,100
Outillage des ateliers	523,000	363,000	363,000
Matériel pour l'exploitation	140,000	234,575	238,240
Matériel roulant	5,149,000	4,423,000	4,277,350
K. Secours aux employés et aux ouvriers, etc.	—	—	100,000
Total	183,173,700	173,340,481	156,752,406
Dont: pour le grand tunnel du Gothard . .	60,287,900	59,743,185	60,674,270
pour le reste de la ligne	117,736,800	109,174,296	91,800,786
par kilomètre	801,471	739,162	621,956

Les chiffres ci-dessus ont trait à la ligne principale Immensee-Pino, y compris le grand tunnel du Gothard, mais en laissant de côté la partie Biasca-Cadenazzo qui est déjà construite.

Les résultats du projet révisé dont il est parlé ci-dessus et du devis qui s'y rattache, ont pu être soumis à la Conférence internationale qui s'est réunie le 4 Juin à Lucerne. Cette dernière a, comme on le sait, adopté le programme et décidé l'ajournement d'exécution des lignes Lucerne-Immensee, Zug-Arth et Giubiasco-Lugano. Il n'est donc plus demandé de modifications du projet pour la ligne principale Immensee-Pino, qui a été dressé en parfaite conformité avec les intentions de la Commission fédérale d'experts de l'année dernière.

En Août, M. Pressel, Directeur des travaux à Vienne, fut invité à examiner s'il n'y aurait pas possibilité d'introduire dans la construction de la ligne Immensee-Pino encore d'autres économies que celles apportées jusqu'alors et que celles prévues dans le récent projet de M. l'Ingénieur en chef. Conformément

à cette invitation, M. Pressel parcourut la ligne du Gothard, étudia le projet d'une manière approfondie et donna ensuite son préavis.

Les propositions contenues dans ce préavis furent immédiatement mises à l'étude afin d'en déterminer la portée pratique et économique. On commença entre autres en Décembre par l'étude approfondie d'une voie ferrée franchissant à ciel ouvert la ligne de partage des eaux entre les lacs de Zug et de Lowerz près de Goldau.

En outre, la direction technique s'occupa activement d'une révision du projet en vue de ramener autant que possible à un maximum de 8 kilomètres l'intervalle entre les stations. Le motif en était la crainte exprimée par M. Pressel que la ligne, réduite provisoirement à *une seule* voie, ne se trouvât dans des conditions par trop insuffisantes et que la nécessité d'une seconde voie ne se fit très vite sentir si l'on maintenait des distances de 10 kilomètres entre des stations, comme dans le projet précédent. Cette étude démontra qu'aucune difficulté technique importante ne s'opposait à une modification dans ce sens et l'on s'occupa immédiatement de dresser les plans et les devis y relatifs afin de les avoir tout prêts.

Cette nouvelle révision et ce remaniement du projet donnèrent pareillement à diverses reprises l'occasion de compléter et de modifier les *normes de construction*; on dressa en conformité les cahiers des charges pour les différentes catégories de travaux, ainsi qu'une description détaillée qui précise l'application des normes de construction, et l'on établit une formule de convention.

Parmi les normes de construction, on dressa d'après la proposition de M. Pressel un profil normal de tunnel pour ligne à simple voie applicable partout où les tunnels étant percés dans la roche solide et ferme, leur élargissement ultérieur pour une seconde voie peut avoir lieu sans entraver l'exploitation et sans occasionner un surcroît de dépense. L'idée de M. Pressel se base sur ce principe qu'on donnera dès le début aux tunnels à ouvrir pour la simple voie, en sus de l'espace libre voulu pour le passage des trains, une hauteur suffisante pour qu'on puisse procéder sans entrave, en avançant peu à peu depuis les deux têtes du tunnel, au battage au large sur les côtés, au revêtement de la voûte et, après que cette dernière sera achevée, à l'abatage des deux strosses pour les pieds-droits, ainsi qu'à leur maçonnerie s'il y a lieu.

Il est évident qu'en adoptant un profil de ce genre pour les tunnels pour la période pendant laquelle une seule voie suffira aux besoins du trafic et où les parties de lignes à ciel ouvert seront pareillement à simple voie, le capital de premier établissement se trouve considérablement réduit, soit parce que l'exécution des tunnels avec ce profil est peu coûteuse, soit parce que la nécessité d'un revêtement de la voûte dans des tunnels qui n'ont que la largeur voulue pour une seule voie ne se fait sentir ni si vite ni si souvent que dans des tunnels pour une ligne à double voie.

Il va sans dire qu'en appliquant ce profil, il demeure réservé d'ouvrir et de maçonner la voûte sur toute la largeur du tunnel à double voie là où la roche, même pour un tunnel à simple voie, nécessiterait un revêtement, et qu'alors le profil à maçonner serait celui du tunnel à double voie.

Les normes de construction pour les autres parties des terrassements et travaux d'art, ainsi que pour les bâtiments, ont pareillement été révisées et adaptées aux nouvelles conditions.

Nous abordons maintenant l'*exécution des travaux*.

En ce qui concerne les *expropriations*, on mentionnera d'abord que, pour les lignes tessinoises de plaine, il a été acquis à l'amiable 15,308,68 mètres carrés de terrain pour la somme de fr. 14,732. 70 (y compris les indemnités pour récoltes manquées et autres préjudices), savoir :

ligne Biasca-Bellinzona . . .	914,50 mètres carrés pour	fr. 2,512. 35
ligne Bellinzona-Locarno . . .	1,468,00 » » » »	1,099. 72
ligne Lugano-Chiasso . . .	12,926,18 » » » »	11,120. 63

Le taux moyen des acquisitions à l'amiable pendant l'exercice de 1877 est de centimes 96,24 par mètre carré, soit centimes 8,66 par pied carré (y compris les indemnités pour récoltes manquées et autres préjudices).

En vertu de jugements du Tribunal fédéral devenus exécutoires, il a été payé à deux propriétaires expropriés à Lucerne pour dommages résultant de restrictions apportées à la libre jouissance de leurs immeubles pendant la durée du dépôt de notre plan cadastral dans la commune de Lucerne, une somme de fr. 3,050. 30.

Le cadastre de la ligne, qu'on a commencé à dresser dans le courant de l'exercice de 1877, est terminé, à la seule exception de deux communes.

En fait d'exécution de *terrassements et travaux d'art*, il n'y a guère à parler que du *grand tunnel du Gothard*.

Pour la *tête nord*, les installations pouvaient être considérées en général comme terminées par suite de la pose des nouveaux grands compresseurs, qui a eu lieu dans l'été de 1876. Les travaux complémentaires exécutés depuis lors n'ont trait qu'au prolongement des conduites d'air, des voies de service, etc., ainsi qu'à l'augmentation de la traction par 2 nouvelles locomotives à air comprimé, rendues nécessaires par la plus grande longueur de tunnel excavé. A partir de l'entrée du tunnel et jusque là où il est achevé, il a été établi comme au Mont-Cenis des tuyaux en fonte de mètre 0,20 de diamètre, et dans la partie du tunnel qui est encore en voie d'exécution, les tuyaux de mètre 0,10 ont été remplacés en majeure partie par des tuyaux de mètre 0,15, afin de remédier aux grandes variations de pression qu'on éprouvait précédemment.

La conduite d'air, qui mesurait 5420 mètres à fin Décembre, se composait de tuyaux dont la longueur et le diamètre étaient les suivants:

Diamètre	Longueur	%
200 millimètres	3120 mètres	60
150 »	571 »	10
100 »	1359 »	24
60 »	290 »	5
30 »	80 »	1
	5420 mètres	100 %

La tension moyenne de l'air introduit dans le tunnel pour la perforation et la ventilation était de 6,2 atmosphères à l'entrée du tunnel et de 2,9 atmosphères au front de taille dans la galerie d'avancement; la pression exercée par l'air comprimé pour les locomotives était de 10,3 atmosphères et cette haute pression a été obtenue par une surcompression de l'air du tunnel à l'aide d'un petit cylindre auxiliaire. La quantité d'air comprimé a beaucoup varié suivant la marche des compresseurs; elle a été plus forte pendant l'été que pendant l'hiver, attendu que pendant la saison froide la Reuss ne fournit pas assez d'eau pour le fonctionnement normal de tous les compresseurs. Pendant l'été, la quantité d'air chassé dans le tunnel par les compresseurs a été en moyenne pour 24 heures de 112,000 mètres cubes

sous pression atmosphérique; en hiver, elle est descendue à environ 60,000 mètres cubes. Malgré cela, la ventilation a toujours été suffisante, bien que les aspirateurs n'aient pas été mis en jeu, vu que la conduite, pour laquelle environ 1000 mètres courants de tuyaux et les autres matériaux nécessaires étaient sur place, n'avait pas encore été posée. Dans le cas toutefois où les locomotives devraient effectuer dans le tunnel même des parcours toujours plus considérables, il faudra bien faire usage des aspirateurs et ils rendront de bons services nonobstant qu'en présence de l'augmentation des compresseurs, on puisse s'en passer pour la marche ordinaire des travaux.

Le tunnel a été de nouveau prolongé de 10 mètres, soit jusqu'à profil 38,319, de sorte qu'il ne reste plus maintenant qu'à construire le portail en maçonnerie. Par suite de ce prolongement, la ligne se trouvera désormais à l'abri des entassements de neige et des chutes de pierres.

A la fin de 1877, il y avait sur place 134 perforatrices, savoir :

14	perforatrices	système Ferroux	(ancien modèle)
70	»	»	» (nouveau modèle)
10	»	»	Turrettini
19	»	»	Mac Kean (petit calibre)
17	»	»	Dubois & François
2	»	»	Sommeiller
2	»	»	Burleigh

en tout 134

Les seules constamment employées actuellement sont les 70 système Ferroux nouveau modèle; quant aux autres, elles sont écartées ou il n'en est fait usage que tout à fait exceptionnellement (perforatrices système Turrettini).

Le tableau ci-après indique les travaux exécutés dans le tunnel, du côté nord, pendant les divers mois, ainsi que le nombre des ouvriers occupés :

Travaux exécutés et nombre d'ouvriers

à la tête nord du Tunnel du Gothard.

Indication de l'objet	Etat Fin Décembre 1876	1877												Pour l'année 1877	Etat Fin Décembre 1877
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		
Galerie d'avancement	3816,5	88,0	67,5	128,0	100,0	114,0	129,0	130,0	95,0	129,0	103,0	75,0	72,0	1230,5	5047,0
Battage au large	2646,2	101,8	113,3	87,9	97,4	128,3	139,6	156,4	174,1	184,2	196,2	182,4	132,8	1694,4	4340,6
Cunette du strosse	2152,0	71,9	61,3	89,1	96,3	95,7	64,8	91,1	78,6	52,0	50,7	51,0	58,8	861,3	3013,3
Strosse	1665,5	80,4	47,7	52,6	25,5	93,3	83,6	73,2	58,8	36,5	36,0	60,7	56,6	705,8	2371,3
Revêtement de la voûte	1369,0	82,0	90,0	59,0	30,3	68,7	113,0	107,4	98,2	165,0	220,0	186,0	177,0	1396,6	2765,6
Revêtement des pieds-droits est	1493,0	0,0	3,0	92,0	48,4	49,4	153,2	155,0	91,3	23,3	36,5	111,1	108,7	872,0	2365,0
Revêtement des pieds-droits ouest	1269,4	121,6	78,0	9,0	43,2	15,8	2,8	0,0	44,1	110,1	94,0	73,6	86,5	678,7	1948,1
Maçonnerie de l'aqueduc	580,0	60,0	260,0	295,0	190,0	149,0	257,0	379,0	30,0	100,0	0,0	86,0	197,6	2003,6	2583,6
Nombre d'ouvriers en moyenne . . . . .	.	1232	1176	1371	1445	1471	1532	1650	1650	1655	1584	1614	1328		
Nombre maximum d'ouvriers . . . . .	.	1523	1541	1625	1768	1714	1792	1788	1985	1792	1757	1785	1623		

Les travaux d'excavation indiqués dans le tableau qui précède sont basés sur le diagramme dont le profil libre présente une section de 45,10 mètres carrés. Il en résulte les cubes suivants pour les diverses parties de l'excavation à la fin de 1877 :

Galerie d'avancement (réduction) . .	4815,0	×	7,7	=	36,075,50	mètres cubes
Battage au large	4340,6	×	9,5	=	41,235,70	» »
Cunette du strosse	3013,3	×	9,5	=	28,626,30	» »
Strosse	2371,3	×	18,4	=	43,631,90	» »
<hr/>						
Total . . .	149,569,40	mètres cubes.				

Ce cube total, divisé par 45,10, équivaut à une longueur de tunnel de 3316,30 mètres courants. Cela représente, pour l'exercice de 1877, un progrès de $3316,30 - 2298,30 = 1018$ mètres. La différence vis-à-vis du programme, qui exigeait 1500 mètres à chaque tête, tient principalement à un moindre avancement de la cunette du strosse et du strosse lui-même.

Pendant l'année 1877, la perforation de la galerie d'avancement du côté nord du Gothard, entre 3816^{m,50} et 5047^{m,00}, a pénétré jusqu'à 3888^m dans des couches qui appartiennent au bassin d'Urseren, depuis 4309^m jusqu'à la fin de l'année dans des roches du massif du Gothard, et entre 3888^m et 4309^m dans des roches qui forment la transition entre celles d'Urseren et celles du Gothard. — Les couches appartenant au bassin d'Urseren consistaient en gneiss en lamelles minces (dit gneiss d'Urseren) et en une masse compacte composée d'eurite et de quartz, renfermant des grains disséminés de quartz entourés de mica et de petits cristaux de feldspath avec prédominance de mica gris argenté et quelques écailles de mica brun et des lamelles de chlorite. Suivant la prédominance de l'un ou de l'autre de ces éléments, ce gneiss avait tour à tour le caractère d'un schiste quartzeux et d'un schiste micacé, presque phyllidien dans quelques minces lits. Par suite de l'accroissement de l'élément chloritique, ce gneiss passait au schiste verdâtre, dont les couches de 14 mètres d'épaisseur alternaient entre 4005^m et 4309^m avec les couches de gneiss. Les roches et variétés de roches du bassin d'Urseren qui sont mentionnées ici, contenaient parfois quelque peu de calcaire cristallin et, comme éléments accidentels, des pyrites sulfureuses, des pyrites magnétiques, et plus rarement de l'oxyde de fer magnétique. Elles entouraient de nombreux lits intercalaires de quartz talqueux (accompagné de feldspath, de spath calcaire et de pyrites) dans le voisinage desquels la roche était fréquemment friable et facile à percer ; mais leur schistosité prononcée, leur brisement et leur décomposition argileuse les rendaient peu solides par places et nécessitaient partout un revêtement de la voûte. Les roches appartenant au massif du Gothard, dans lesquelles on a pénétré à partir de 4309^m, consistent en majeure partie en gneiss riche en mica brun, soit en ce qu'on nomme le gneiss de Gurschen, et qui présentait tantôt un caractère quartzeux par suite de la prédominance du fond de quartz gris de fumée, tantôt un caractère schisteux par suite de l'abondance du mica, tantôt enfin un aspect rubané par la séparation du quartz et du feldspath en lamelles distinctes. Indépendamment du mica brun, le gneiss de Gurschen contenait toujours aussi du mica gris argenté, tellement abondant parfois qu'il donnait à la roche l'aspect d'un gneiss schisteux grisâtre. — Les couches traversées entre 3888^m et 4309^m se rapprochaient tantôt du type du gneiss d'Urseren, tantôt davantage de celui du gneiss de Gurschen ; on ne pourrait guère par conséquent tracer de limite tranchée entre ces deux types si la cessation du schiste verdâtre qui appartient au bassin d'Urseren ne marquait pas vers 4309^m la limite nord du massif du Gothard. En ce qui concerne la perforation, le gneiss de Gurschen peut être mis sur le même pied que le gneiss d'Urseren ; toutefois le premier présente un peu plus de solidité que ce dernier. — Vers 4870^m, on commença à rencontrer des couches intercalaires de serpentine, dans

lesquelles la galerie d'avancement continua de pénétrer sans interruption jusqu'à la fin de l'année (5047^m); les précurseurs, c. à d. de minces lits de hornblende en partie transformée en serpentine et renfermant de petits grenats, avaient déjà été rencontrés à 4411^m, à 4417^m et à 4833^m. — La serpentine y est le produit de la décomposition de l'olivine ou péridot et probablement aussi de la hornblende; elle contient quelques grenats, des masses détachées de mica brun et, comme élément accidentel, quelque peu d'oxyde de fer magnétique. Dans le voisinage des parois de crevasses, elle est souvent de couleur pâle (semblable à la néphrite) et veinée de serpentine vert clair, d'asbeste, de chrysotile, de stéatite et de talc. — La serpentine est précédée d'une couche intercalaire de 11 mètres d'épaisseur de gneiss à gros grains riche en quartz et en feldspath; la limite entre ce dernier et la serpentine est marquée par une veine de mica brun avec boursoufflements d'eurite, et vers 5019^m la serpentine elle-même est traversée par une veine d'eurite bordée de mica brun et de talc. La serpentine était en général compacte; toutefois vers sa limite nord et dans le voisinage des veines dont il vient d'être parlé, elle revêtait un aspect légèrement schisteux; partout elle était divisée en bancs et en blocs à surfaces planes, en certains endroits fragmentée, difficile à perforer à cause de sa grande tenacité et, par suite de sa structure massive, solide et peu sujette à se détacher. — La réapparition, à la limite sud du gneiss d'Urseren, d'un schiste véritable identique à celui de la limite nord, et une certaine symétrie dans la succession des couches du nord au sud de la zone calcaire d'Altkirch, prouve l'existence de couches synclinales entre le massif du Finsteraarhorn et le massif du Gothard en dessous de la vallée d'Urseren. Immédiatement au sud du milieu de ce bassin, on remarque de nombreuses perturbations dans la disposition des couches, perturbations qui proviennent évidemment du soulèvement de ces deux massifs et qui affectent aussi les couches du massif du Gothard. Ces perturbations sont dénotées, dans la partie qui a été traversée pendant l'année, par des contournements, des plissements, des ruptures, des ensellements et des déplacements le long de joints, de fissures et de failles argileuses. Les déplacements les plus remarquables ont été observés entre 4650^m et 4654^m, vers 4870^m à la limite nord de la serpentine et à diverses reprises dans la serpentine même, par exemple le long de la veine de porphyre micacé vers 5019^m. Bien que les crevasses qui se sont produites le long de ces déplacements, soient très diversement orientées (N 57° E \vdash 72° SE vers 4650^m; N 17° E \vdash 63° NO vers 4870^m; N 72° O \vdash 64° SO vers 5019^m), les dérangements y ont eu lieu dans le même sens et de telle sorte que les couches déplacées sont coupées par le tunnel plus au nord que cela ne devrait être d'après la position qui correspondrait à celle qu'elles présentent là où on les rencontre à ciel ouvert. Par suite de maints déplacements analogues dans le massif de serpentine, les diverses parties de ce massif ont été tellement refoulées les unes par-dessus les autres, que la serpentine paraît avoir dans le tunnel une puissance qui excède de beaucoup la simple épaisseur du massif. — Parmi les nombreuses failles qui affectent les directions les plus variées, il faut encore mentionner celles qui courent NO \vdash SO, attendu que ce sont les fissures où se produisent les filtrations d'eau. — Abstraction faite des contournements, redressements, etc., de peu d'importance, la stratification était en résumé N 59° E \vdash 80¹/₂° SE vers la limite de la serpentine et N 56° E \vdash 63° SE dans le milieu du massif; un changement très visible de direction se faisait remarquer vers la faille qui forme la limite de la serpentine en ce que les lits du gneiss s'adaptent à cette faille, tandis que les lamelles de la serpentine en divergent d'une manière tranchée. — Les filtrations dans le gneiss micacé étaient d'abord tout à fait insignifiantes (gouttière à la voûte près de 3903^m), elles s'accrurent quelque peu ensuite (à 4190^m, 4253^m, 4316^m) et devinrent assez fortes et sulfureuses vers 4457 à 4460^m, 4505^m, 4622^m et 4632^m. La limite de la serpentine était sèche, de même que la partie dans laquelle on a pénétré pendant l'année (plus au sud, il y a de fortes filtrations qui correspondent à des sources situées dans la gorge de rochers

qui se trouve entre 5000 et 6000 ^m de la tête nord du tunnel. — Le débit total des eaux provenant du tunnel s'est élevé de 22 litres (9 Janvier vers 3837 ^m) à 36,5 litres (9 Avril vers 4123 ^m); plus tard on a été empêché de le constater.

Le tableau suivant fait connaître les principaux résultats de la perforation mécanique dans la galerie d'avancement :

Aperçu des résultats de la perforation mécanique
dans la galerie d'avancement à Gœschenen.

Système de perforatrices appliqué	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	Ferroux 5 employés simultanément			Ferroux 3 employés simultanément					Ferroux 4 à 5 employés			
Objet												
1. Progrès mensuel de la perforation mécanique . . . mètres	88,0	67,5	128,0	100,0	114,0	129,0	130,0	95,0	129,0	103,0	75,0	72,0
2. Progrès journalier, moyen . . . »	2,989	2,911	4,169	3,333	3,677	4,300	4,190	3,448	4,300	3,322	2,500	2,322
3. » » maximum . . . »	4,4	4,1	5,7	5,8	5,2	5,3	5,8	5,4	5,4	5,2	4,0	3,9
4. Nombre de perforations entreprises . . .	77	59	103	81	90	104	106	88	106	87	69	65
5. Les mêmes par 10 mètres d'avancement de la galerie	8,75	8,74	8,05	8,10	7,89	8,06	8,15	8,74	8,22	8,45	9,20	9,03
6. Temps moyen employé, — heures et minutes	706 ^h 40'	556 ^h 30'	736 ^h 50'	661 ^h 30'	722 ^h 30'	730 ^h 00'	743 ^h 00'	638 ^h 00'	705 ^h 00'	722 ^h 30'	711 ^h 30'	698 ^h 00'
7. Chômages »	31 ^h 30'	113 ^h 50'	10 ^h 20'	64 ^h 00'	21 ^h 00'	10 ^h 00'	7 ^h 00'	23 ^h 30'	8 ^h 00'	30 ^h 00'	12 ^h 00'	34 ^h 00'
8. Temps moyen pour chaque perforation . .	5 ^h 26'	4 ^h 56'	2 ^h 55'	3 ^h 4'	3 ^h 13'	2 ^h 38'	2 ^h 43'	2 ^h 53'	3 ^h 10'	3 ^h 48'	6 ^h 27'	6 ^h 51'
9. » » p. décharger les mines, déblayer, etc.	4 ^h 8'	4 ^h 30'	4 ^h 15'	5 ^h 10'	4 ^h 49'	4 ^h 7'	4 ^h 17'	4 ^h 32'	3 ^h 29'	4 ^h 15'	3 ^h 52'	3 ^h 53'
10. Nombre de trous percés, en tout	1291	1088	1749	1305	1543	1771	1838	1441	1919	1641	1528	1467
11. Les mêmes par 10 mètres d'avancement de la galerie	146,70	168,19	136,64	130,50	135,35	137,29	141,38	151,68	148,76	159,92	203,73	203,75
12. Nombre moyen des trous au front d'attaque, à chaque perforation	16,77	18,44	16,98	16,11	17,14	17,03	17,34	17,36	18,10	18,86	22,15	22,57
13. Profondeur moyenne des trous . mètres	1,235	1,212	1,260	1,248	1,316	1,328	1,326	1,185	1,206	1,210	1,212	1,185
14. Somme des profondeurs moyennes des trous de toutes les perforations . . . mètres	95,1	71,5	129,8	101,1	118,5	138,1	140,6	98,4	127,9	105,3	83,6	77,0
15. La même par 10 mètres d'avancement de la galerie mètres	10,8	10,6	10,1	10,11	10,39	10,71	10,81	10,36	9,92	10,22	11,15	10,70
16. Longueur totale des trous percés »	1597,1	1318,1	2202,3	1608,7	2032,1	2357,8	2438,2	1708,3	2315,5	1986,1	1852,8	1737,8
17. La même par 10 mètres d'avancement de la galerie »	181,49	195,28	172,05	160,87	178,25	182,28	187,55	179,82	179,50	192,83	247,04	241,36
18. Nombre de perforatrices employées . . .	254	177	309	243	270	312	318	249	318	261	207	195
19. » » qui ont nécessité des réparations . .	17	10	4	8	6	13	26	21	23	28	66	54
20. » » » pr. 0/0 »	6,7	5,7	1,3	3,3	2,2	4,2	8,2	8,4	7,2	10,7	31,9	27,7
21. Temps employé par 1 perforatrice p. percer un mètre heures et minutes	0 ^h 48' ₁	0 ^h 39' ₈	0 ^h 24' ₅	0 ^h 27' ₃	0 ^h 25' ₆	0 ^h 21' ₀	0 ^h 21' ₃	0 ^h 25' ₂	0 ^h 26' ₁	0 ^h 30' ₀	0 ^h 43' ₂	0 ^h 46' ₂
22. Température moyenne au front de taille, en degrés centigrades	19 ⁰ ,7	20 ⁰ ,6	21 ⁰ ,1	21 ⁰ ,3	21 ⁰ ,8	22 ⁰ ,6	22 ⁰ ,6	22 ⁰ ,7	23 ⁰ ,5	23 ⁰ ,4	23 ⁰ ,3	24 ⁰ ,3
23. » » à l'entrée du tunnel, en degrés centigrades	— 0 ⁰ ,3	— 0 ⁰ ,7	— 0 ⁰ ,4	+ 6 ⁰ ,9	+ 14 ⁰ ,2	+ 18 ⁰ ,7	+ 17 ⁰ ,8	+ 18 ⁰ ,8	+ 11 ⁰ ,7	+ 10 ⁰ ,1	+ 7 ⁰ ,7	+ 1 ⁰ ,3
24. Tension moyenne absolue de l'air au front de taille, en atmosphères	2,5	2,1	2,5	3,0	2,8	3,4	3,5	2,4	2,4	3,5	3,7	3,4

La section de la galerie d'avancement a pu être quelque peu réduite par suite de l'emploi d'un affût nouveau qui porte comme l'ancien 6 perforatrices Ferroux. Cette section est maintenant de 5,5 à 5,7 mètres carrés. En moyenne, il n'y a guère eu plus de 3 perforatrices en jeu. La roche était généralement facile à percer et sèche; elle consistait en gneiss micacé du type d'Urseren et de Gurschen, jusqu'au mois de Novembre où l'on rencontra la serpentine. Le peu de progrès réalisé pendant le premier trimestre s'explique principalement par la faible pression d'air résultant du peu d'eau de la Reuss, et en partie aussi par le nombre insuffisant de tuyaux de gros calibre dans le tunnel. Le maximum de progrès — 130 mètres — a eu lieu en Juillet; le minimum — 72 mètres — en Décembre. Le 2 Novembre, conformément aux coupes géologiques précédemment établies, on rencontra la serpentine, dans laquelle le tunnel a continué de s'avancer jusqu'à la fin de l'année. Cette roche est non-seulement très dure à percer, mais elle est encore difficile à briser et a exigé en moyenne 33 kilogrammes de dynamite par mètre courant, c. à d. le double de ce qu'il fallait dans le gneiss. Le progrès total dans la galerie d'avancement a été de 1230,50 mètres, soit 224,80 mètres de plus que l'année précédente et 23,50 mètres de moins que le programme, qui comportait 1254 mètres. Les postes d'ouvriers se relevaient sans sortir du tunnel, et y attendaient qu'on put recommencer à percer les trous de mine ou à déblayer. Par ce moyen on évite aux hommes, chaque 24 heures, une fois le trajet pour se rendre à leur poste et une fois le trajet pour sortir du tunnel, tout en leur laissant un plus long intervalle de repos.

Les travaux du battage au large ont été poussés activement; leur progrès pour l'année est de 1694,40 mètres courants, tandis que le programme n'exigeait que 1427 mètres. Ce progrès considérable est dû à une application plus étendue de la perforation mécanique pour le battage au large. En général, il y a eu 4 attaques desservies par 2 postes, vu que comme dans la galerie d'avancement chaque poste fournissait deux attaques successives. De cette façon, on obtint, si ce n'est un maximum d'effet, tout au moins une économie, et comme les exigences du programme étaient plus que satisfaites, cette manière de procéder était justifiée.

A côté du travail mécanique, il a été encore battu au large par les moyens ordinaires en 4 ou 5 endroits, et le battage au large s'est sensiblement rapproché du front de taille, de sorte que dans le premier semestre de 1878 il n'y aura plus entre les deux que la distance pratiquement la plus convenable pour la marche des travaux.

Cette grande avance permet aussi d'entreprendre énergiquement le revêtement de la voûte, de façon que depuis Septembre jusqu'à la fin de l'année, on a pu avancer de 168 à 220 mètres courants par mois. Comme, par suite du boisage rendu fréquemment nécessaire pour des motifs de sécurité, la voûte devait être maçonnée avant qu'on fit jouer la mine pour ouvrir la cunette du strosse, cette dernière put être attaquée en Juillet en un second point, soit à 3293^m, et l'on travailla par les moyens ordinaires à l'étage supérieur et par les moyens mécaniques à l'étage inférieur. Les déblais de ce dernier furent transportés par traction de chevaux sur une rampe jusqu'au niveau des rails de l'étage supérieur. Il n'a pas encore été possible l'année dernière d'attaquer la cunette du strosse en un grand nombre de points à la fois, vu que l'avance qu'avaient les travaux de maçonnerie de la voûte était trop peu considérable. Ce n'est qu'en 1878 que cette avance sera suffisante et qu'on pourra alors obtenir des résultats plus marqués.

En connexion étroite avec les précédents travaux se trouvent ceux du strosse, qui sont pareillement restés au-dessous de ce qu'exigeait le programme, attendu que leur marche était retardée par le peu d'avancement de la cunette. L'abatage du strosse était aussi entravé par le fait que l'exécution du radier

dans la roche sujette à poussée et à boursoufflement, comprise entre 2770^m et 2835^m, mettait obstacle à l'enlèvement du strosse de droite dans cette partie du tunnel.

Le transport des déblais a subi une modification comparativement à l'année précédente, en ce que la rampe entre 2100^m et 2300^m qui dans l'origine servait seulement au transport des matériaux pour la maçonnerie et le boisage, ainsi que pour les perforatrices et les burins, a été utilisée depuis le 19 Juin aussi pour le transport des déblais dans le bas, moyennant suppression de l'entonnoir. On a abandonné ainsi le transport à l'aide du monte-charge et des couloirs et l'on en est revenu au système des rampes. Ce changement a été rendu possible par le fait que la cunette du strosse se trouve maintenant entièrement sur la gauche. Le système de rampes permet non-seulement d'enlever une masse beaucoup plus considérable de déblais et d'introduire une plus grande quantité de pierres taillées, mais il permet encore de mieux ménager les véhicules et de réduire les frais de transport. Tous les 4 mois, la rampe est coupée à moitié dans le strosse de droite et comblée sur l'autre moitié par de grosses pierres, et reportée 500 mètres plus loin sans que le transport à l'étage supérieur éprouve d'interruption durant l'établissement de la rampe.

Au pied de la rampe sont réunis les wagons pleins de l'étage supérieur et ceux de l'étage inférieur, et ils sont traînés depuis là hors du tunnel à l'aide des locomotives, tandis que d'autres wagons vides qui se trouvent sur une voie parallèle sont tirés par des chevaux jusqu'au lieu de leur emploi. Les rampes ont 27 à 30 ‰ et le transport s'effectue avec ordre et sécurité.

Afin de pouvoir former à l'aide des déblais la plate-forme de la station de Göschenen, il a été construit un pont sur la Reuss et établi une voie spéciale. A la fin de l'exercice qui nous occupe, le remblai proprement dit n'avait pas encore commencé, attendu qu'on voulait attendre la fonte des neiges.

Le 22 Février 1877, il y eut explosion des deux huttes servant à dégeler la dynamite, qui avaient été établies contre le versant de la montagne près du dépôt des pierres taillées. Cet accident coûta la vie à 3 ouvriers, sans causer toutefois de dommages importants ni au village de Göschenen, situé vis-à-vis, ni aux autres installations. Sur la réclamation des autorités communales de Göschenen, les magasins à dynamite furent transférés ailleurs, en un lieu écarté près de la route qui conduit à Andermatt et toutes les mesures de précaution désirables furent prises dans la construction des nouveaux magasins à dynamite, de manière à prévenir le retour de tels accidents. Le chauffage des huttes s'opérait à l'aide d'une conduite de vapeur; les huttes étaient séparées entre elles par des remparts et la température ne devait pas excéder 22°. Il avait été prescrit en outre des dispositions préventives relativement à la distribution de la dynamite. Les nouveaux magasins furent installés le 10 Décembre après qu'on eût jusqu'à cette date fait dégeler provisoirement la dynamite dans une hutte voisine. Le 20 Décembre déjà, la hutte à dégeler la dynamite faisait de nouveau explosion et 4 hommes étaient victimes de cet accident. La cause de cette explosion est demeurée, ici aussi, inconnue. Indépendamment de la destruction des huttes en planches, il n'y eut pas d'autres dégâts, et les nouvelles huttes furent rétablies au même endroit, mais avec un exhaussement d'environ 1 mètre du rempart qui les entoure.

Nous passons maintenant à la description des travaux pour la *tête sud* du tunnel.

Les installations étaient achevées déjà dans le précédent exercice. En 1877, il n'y a eu qu'un prolongement de l'écurie sur une longueur de 10 mètres.

En revanche, divers dégâts survenus pendant l'exercice ont nécessité des travaux de reconstruction. En Mars, la conduite d'eau du Tessin a été rompue par une avalanche près de Fontana et il en est résulté une interruption pendant 10 jours. La conduite a été d'abord provisoirement réparée; sa reconstruction complète a exigé beaucoup de temps et n'a pu être achevée qu'en Août et Septembre. Des

mesures ont été prises pour amener dans la conduite du Tessin l'excédant des eaux de la Tremola depuis l'ancien lit de cette dernière, afin de pouvoir continuer à faire fonctionner tout au moins en partie les turbines alimentées par la conduite du Tessin.

Dans l'incendie du 17/18 Septembre à Airolo, les installations ont été épargnées; mais elles ont grandement eu à souffrir de l'explosion des 4 réservoirs d'air à haute pression qui a eu lieu le 28 Septembre. Cette explosion causa toutefois un dommage relativement faible, car bien qu'une partie du bâtiment des réservoirs ait été détruite, les groupes de compresseurs renfermés dans ce bâtiment sont demeurés intacts. Les fragments des réservoirs éclatés ont servi à construire en dehors du bâtiment un nouveau réservoir qu'on a pu utiliser en Novembre. Dans l'intervalle, le service de l'air comprimé dans le tunnel a été très limité. En dehors du tunnel circulaient des locomotives à vapeur qui ont continué à y être employées même après l'installation du réservoir à haute pression. Comme il n'existe qu'un seul réservoir à haute pression, la vapeur d'eau pénètre dans la conduite d'air. Il en résulte que, lors des froids, la conduite gèle, principalement dans les parties coudées, et qu'on est obligé d'entretenir du feu au-dessous. On a toutefois remédié à cet inconvénient en intercalant des sécheurs comme on l'avait fait précédemment pour la conduite d'air des perforatrices.

La production d'air comprimé et sa conduite ont été entravées non-seulement par les causes sus-indiquées, mais encore au commencement et à la fin de l'année par le faible débit d'eau de la Tremola et la diminution de la quantité d'eau fournie par le Tessin.

La longueur des voies de service à l'intérieur du tunnel et à l'extérieur était, à la fin de 1877, de 8351 mètres, dont 75 mètres à voie étroite pour le chargement des wagons dans la galerie d'avancement, tandis que les autres 8276 mètres avaient un écartement de 1 mètre de rail à rail et comprenaient 6676 mètres de voie à l'intérieur du tunnel et 1600 mètres à l'extérieur.

A la fin de l'année furent prises les dispositions pour remplacer les monte-charge par le système des rampes.

A la clôture de l'exercice, il y avait 88 perforatrices en activité, savoir :

	45 perforatrices système Mac Kean			
	14	»	»	» (verticales)
	22	»	»	Seguin
	7	»	»	Ferroux
en tout	<hr/> 88			

En ce qui concerne les travaux de construction proprement dits, le tableau suivant indique les progrès réalisés pendant l'année 1877 pour les diverses catégories, ainsi que le nombre d'ouvriers, à quel égard il faut observer qu'à l'intérieur du tunnel les ouvriers travaillant par les moyens ordinaires se relevaient toutes les 8 heures.

Travaux exécutés et nombre d'ouvriers

à la tête sud du Tunnel du Gothard.

Indication de l'objet	Etat Fin Décembre 1876	1877												Pour l'année 1877	Etat Fin Décembre 1877
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		
Galerie d'avancement	3619,6	97,4	79,3	75,1	115,1	104,2	89,1	65,3	106,4	78,6	106,3	36,4	40,3	994,0	4613,6
Battage au large	2461,0	103,0	102,0	100,0	99,0	135,0	148,0	219,0	168,0	99,0	161,0	131,0	174,0	1639,0	4100,0
Cunette du strosse	1676,0	108,0	82,0	91,0	90,0	89,0	94,0	86,0	123,0	101,0	125,0	131,0	113,0	1233,0	2909,0
Strosse	1120,0	49,0	81,0	120,0	123,0	97,0	135,0	114,0	69,0	118,0	134,0	105,0	80,0	1225,0	2345,0
Revêtement de la voûte	1550,1	103,9	108,1	120,3	133,0	100,0	127,1	196,7	243,5	164,9	180,1	99,5	67,0	1649,6	3199,7
Revêtement des pieds-droits est	738,2	—	—	53,0	117,6	188,3	88,7	177,7	130,4	64,6	198,3	147,1	46,3	1213,0	1951,2
Revêtement des pieds-droits ouest	1124,3	162,2	133,9	180,4	121,5	83,2	145,6	137,3	126,9	76,2	116,3	130,5	105,5	1520,5	2644,3
Maçonnerie de l'aqueduc	132,0	—	1030,0	110,0	368,5	207,5	81,0	135,0	108,0	60,0	107,0	113,0	145,0	2465,0	2597,0
Nombre d'ouvriers en moyenne	—	1542	1621	1598	1736	1910	2090	2224	2163	1757	1964	1691	1656	—	—
Nombre maximum d'ouvriers	—	1684	1832	1755	1938	2077	2230	2329	2359	1990	2055	1838	1802	—	—

D'après le mode de calcul usité, il résulte que les cubes des diverses catégories de travaux d'excavation exécutés à la fin de l'exercice s'élevaient à :

Galerie d'avancement (réduction)	4248,0	×	7,7	=	32709,60	mètres cubes
Battage au large	4100,0	×	9,5	=	38950,00	» »
Cunette du strosse	2909,0	×	9,5	=	27635,50	» »
Strosse	2345,0	×	18,4	=	43148,00	» »
<hr/>						
Total	142443,10 mètres cubes.					

Si l'on divise ce cube total par la section entière du diagramme de 45,10 pour le convertir en mètres courants, on obtient une longueur de 3156,10 mètres de tunnel complètement excavé. Si de ces 142443,10 mètres cubes excavés à fin 1877, on retranche 83009,50 mètres cubes excavés à fin 1876, on a pour 1877 un progrès de 59433,60 mètres cubes, ce qui correspond à une longueur de tunnel de 1317,80 mètres au lieu des 1530 mètres que portait le programme. En admettant 7450 mètres comme demi-longueur du tunnel, il resterait à excaver du côté sud jusqu'au 1^{er} Septembre 1880, soit jusqu'au terme fixé par la convention pour l'achèvement du tunnel, encore 7450 — 3156,10 = 4293,90 mètres, c. à d. 134,10 mètres courants par mois ou 1609,20 par année. Après que, comme du côté nord, le battage au large eut presque rattrapé la galerie d'avancement, on put forcer la maçonnerie de la voûte. Il a été créé ainsi une large marge pour les travaux de la cunette du strosse et du strosse, de façon que à l'avenir ces parties du diagramme pourront avancer plus rapidement et donneront des chiffres sensiblement plus élevés.

La galerie d'avancement du côté sud du Gothard, entre 3619^{m,60} et 4613^{m,60}, traversa jusqu'à 3989^m la zone du gneiss micacé du massif du Gothard; ensuite il y eut alternance de gneiss micacé et de gneiss Sella jusque vers 4311^m; puis du gneiss Sella jusqu'à la fin de l'année. — Le gneiss micacé, avec mica brun noirâtre et gris argenté, avait en général, vu sa faible contenance de feldspath, le caractère d'un micaschiste; mais il différait des micaschistes du bassin du Tessin par l'absence de grenats et de hornblende. De minces veines de blende ne se présentèrent que vers 3635^{m,50}, vers 3857^m et 3920^m. La prédominance d'un fond de quartz gris de fumée, la disparition simultanée du mica brun et l'apparition de mica gris argenté, transformaient souvent ce gneiss micacé en une espèce de schiste quartzeux, qui passait parfois au gneiss compacte de couleur claire par suite de l'accroissement de l'élément feldspathique. Des couches de ce dernier et de schiste quartzeux avec petits cristaux de pyrites sulfureuses se rencontrent très fréquemment vers la limite nord de la zone du gneiss micacé, et comme elles ne se distinguent des variétés claires et lamelleuses de gneiss Sella riches en quartz et en mica verdâtre que par la plus grande abondance de feldspath contenu dans ces dernières, il est difficile d'établir une ligne de démarcation tranchée entre le gneiss micacé et le gneiss Sella, d'autant plus que les couches de ces deux espèces de roches alternent fréquemment dans la zone limitrophe comprise entre 3989^m et 4311^m. — Le gneiss Sella typique est riche en quartz et en feldspath, dont les lamelles imbriquées les unes dans les autres sont séparées par des pellicules de mica d'un blanc verdâtre et par des parcelles de mica brun noirâtre. Le feldspath ne s'y présente que rarement en nodules. — Le gneiss Sella renfermait aussi des lits intercalaires de quartz et de micaschiste contenant quelques pyrites sulfureuses. La plupart de ces lits n'avaient qu'une faible épaisseur et prenaient à 4320^m l'aspect d'une veine. Il n'était pas rare de rencontrer, surtout dans le gneiss micacé, des veines irrégulières de stéatite. Ces veines s'élargissaient parfois de manière à former des poches à cristaux (quartz, chlorite, adulaire, albite, spath calcaire, silice, etc., etc.). Parmi les roches susmentionnées, les plus faciles à perforer étaient

celles analogues aux micaschistes et par suite de leur stratification et de leur fragmentation, elles étaient aussi les plus aisées à détacher. Les roches quartzifères et le gneiss Sella étaient plus compactes, mais néanmoins d'une extraction facile vu leur structure en plaques minces. Les unes et les autres nécessitent un revêtement, même là où elles ne sont ni brisées ni décomposées. Les roches voisines des plans de stratification et des failles le long desquelles se sont produits les mouvements géologiques, étaient fréquemment friables et même coulantes par suite de brisement et de décomposition. C'était particulièrement le cas de 4203^m à 4214^m et de 4311^m à 4315^m, où le tunnel rencontre les couches aquifères du petit lac Sella. La « mauvaise partie » rencontrée vers 4540^m et traversée en Avril 1878 vers 4740^m à 4750^m, se distinguait sous ce rapport. Les couches de gneiss Sella ordinaire et de sa variété quartzreuse et lamelleuse y sont non-seulement très fragmentées et brisées, mais encore écrasées et en partie décomposées, de façon qu'elles forment une masse friable et coulante qui exerce une forte poussée. — Jusque vers 4000^m, c. à d. jusqu'à la limite nord du gneiss micacé, la stratification (abstraction faite de divergences locales) était régulièrement en moyenne N 57° E, et le plongement nord-ouest allait en augmentant graduellement de 64° à 72°. Depuis là toutefois le plongement était moindre qu'on ne l'avait supposé dans l'hypothèse d'une structure symétrique en éventail, et des changements simultanés dans l'orientation dénotent l'existence de bassins rocheux et de contournements. — Immédiatement avant la limite nord de la « mauvaise partie » à 4540^m, les couches tournaient à N 35° E \vdash 82° NO; les couches brisées à l'intérieur de la dite partie se dirigeaient d'une manière prononcée contre le plan qui forme la limite sous N 53° E \vdash 44° NO, mais leur orientation et leur plongement ne tardaient pas à changer de telle façon que le premier devenait tout à fait nord et le second s'amointrissait, jusque vers 4606^m où ils étaient NS \vdash 10° O. — Maintenant que toute cette partie est traversée, on peut constater qu'elle forme un ruban de plus de 200 mètres d'épaisseur, en dedans et au nord duquel les soulèvements se sont produits sur des bandes limitées par des failles étroites NO \vdash SO. Dans chacune de ces bandes, les couches affectent il est vrai des positions différentes, mais leur faible plongement et leur refoulement vers les murs de faille indiquent un mouvement de bas en haut de la partie de la montagne située au nord de la zone de roche disloquée, tandis que la partie au sud de cette zone devait être dans un état de repos relatif. Ce qui démontre cependant que cette dernière a éprouvé au moins une poussée latérale, ce sont les nombreux refoulements et brisements des couches, particulièrement près des failles béantes entre 3784^m et 4520^m. L'ensemble des couches affectées par cette poussée latérale est d'ailleurs (à l'altitude du tunnel) déplacé d'environ 300 mètres vers le nord. Le moindre plongement des couches au sud de la partie disloquée est aussi une conséquence de ce déplacement. — Des filtrations d'eaux sulfureuses eurent lieu dans les roches décomposées de tous les plans de stratification et de toutes les fissures qui correspondent, à la surface, aux couches aquifères qui commencent à 2830^m de la tête sud, à une altitude de 2356^m; ces filtrations étaient toutefois insignifiantes et ne fournirent, par exemple, que 1 litre entre 3660^m et 3670^m. Vers 3977^m et 3921^m jaillirent par contre, de crevasses argileuses, des filets d'eau de l'épaisseur du doigt, et entre 4086^m et 4710^m les filtrations s'accrurent pareillement. Les crevasses argileuses correspondant au bassin hydrographique du petit lac Sella, de 4203^m à 4214^m et de 4311^m à 4315^m, fournirent relativement peu d'eau, environ 1 litre par seconde entre 4400^m et 4208^m. Des filtrations plus considérables d'eaux légèrement alcalines se présentèrent cependant avant la zone disloquée et à sa limite, de sorte que 4456^m à 4538^m fournirent en total 10 litres par seconde. Depuis ce point jusqu'à 4574^m, ce débit (dans les limites de la zone disloquée) ne s'accrût que de 4 litres, et plus loin jusqu'à 4613^m,⁶⁰ (fin de l'année) les filtrations étaient tout à fait insignifiantes, mais néanmoins gênantes à cause de la nature pourrie de la roche.

Le débit total des eaux sortant du tunnel a été le suivant :

le 31 Décembre 1876,	à partir de 3613 ^m :	212	litres à 12 ^{0,05}	(mesuré de 180 à 240 ^m de l'entrée)
» 2 Février 1877	»	3722 : 209	»	
» 6 Mars	»	3816 : 185	» à 12 ^{0,4}	(mesuré à 178 ^m de l'entrée)
» 31 »	»	3871 : 183,50	» » 12 ^{0,4}	»
» 3 Mai	»	3996 : 209	» » 11 ^{0,9}	»
» 30 »	»	4085 : 207	» » 12 ^{0,0}	»
» 2 Juillet	»	4184 : 201	» » 12 ^{0,1}	»
» 2 Août	»	4250 : 209	» » 11 ^{0,9}	»
» 6 Sept.	»	4368 : 212	» » 11 ^{0,9}	»
» 8 Oct.	»	4457 : 207	» » 11 ^{0,83}	»
» 1 Nov.	»	4538 : 229	» » 12 ^{0,04}	»
» 30 »	»	4574 : 219	» » 12 ^{0,22}	»

Passant à la description détaillée des travaux, nous ferons remarquer que les résultats de la perforation mécanique dans la galerie d'avancement et les conditions qui ont influé sur cette perforation, sont résumés dans le tableau suivant :

Aperçu des résultats de la perforation mécanique
dans la galerie d'avancement à Airolo.

Système de perforatrices appliqué	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	4 à 5 perforatrices Mac Kean											
O b j e t												
1. Progrès mensuel de la perforation mécanique mètres	97,4	79,8	75,1	115,1	104,2	89,1	65,3	106,4	78,6	106,3	36,4	40,3
2. Progrès journalier, moyen . . . »	3,285	3,001	3,627	3,837	3,361	2,970	2,107	3,432	2,620	3,429	1,213	1,300
3. » » maximum . . . »	4,4	4,6	4,3	5,0	4,3	4,3	4,3	4,6	4,4	5,0	3,9	2,3
4. Nombre de perforations entreprises . . .	97	83	73	114	102	88	67	104	81	101	34	35
5. Les mêmes par 10 mètres d'avancement de la galerie	9,96	10,40	9,72	9,90	9,79	9,87	11,26	9,77	10,20	9,50	9,34	8,68
6. Temps moyen employé, — heures et minutes	711 ^h 30'	638 ^h 10'	497 ^h 00'	712 ^h 30'	727 ^h 00'	716 ^h 10'	476 ^h 20'	722 ^h 50'	606 ^h 50'	734 ^h 00'	723 ^h 20'	731 ^h 40'
7. Chômages »	30 ^h 10'	33 ^h 30'	244 ^h 30'	10 ^h 40'	16 ^h 30'	5 ^h 00'	269 ^h 10'	18 ^h 00'	114 ^h 50'	5 ^h 20'	3 ^h 00'	—
8. Temps moyen pour chaque perforation . .	4 ^h 04'	3 ^h 74'	3 ^h 50'	3 ^h 27'	4 ^h 19'	5 ^h 12'	4 ^h 02'	3 ^h 58'	4 ^h 33'	4 ^h 14'	2 ^h 08'	3 ^h 22'
9. » » p. décharger les mines, débayer, etc.	3 ^h 20'	3 ^h 55'	2 ^h 59'	2 ^h 48'	2 ^h 49'	2 ^h 56'	3 ^h 04'	2 ^h 59'	2 ^h 56'	3 ^h 14'	19 ^h 09'	17 ^h 32'
10. Nombre de trous percés, en tout	1563	1308	1231	1850	1742	1511	1072	1744	1416	1676	244	459
11. Les mêmes par 10 mètres d'avancement de la galerie	160,47	163,93	163,91	160,73	163,15	169,58	164,16	163,98	188,15	157,66	67,03	113,89
12. Nombre moyen de trous au front d'attaque, à chaque perforation	16,11	15,75	16,86	16,22	17,07	17,17	16,00	16,77	17,48	16,59	7,17	13,11
13. Profondeur moyenne des trous . . mètres	1,074	1,059	1,115	1,077	1,080	1,102	1,064	1,105	1,075	1,117	0,994	1,045
14. Somme des profondeurs moyennes des trous de toutes les perforations mètres	104,2	87,9	81,4	122,8	110,2	97,0	69,3	114,9	87,1	112,2	33,8	36,6
15. La même par 10 mètres d'avancement de la galerie »	10,70	11,02	10,84	10,67	10,58	10,89	10,61	10,79	11,08	10,62	9,28	9,08
16. Longueur totale des trous percés . . »	1696,1	1402,2	1372,8	1993,2	1881,9	1665,4	1108,9	1929,6	1522,8	2872,0	242,5	479,6
17. La même par 10 mètres d'avancement de la galerie »	174,14	175,71	182,80	173,17	180,61	186,90	169,82	181,18	194,55	270,17	66,62	119,0
18. Nombre de perforatrices employées. . . .	485	415	365	456	408	352	301	468	364	454	153	157
19. » » qui ont nécessité des réparations	36	10	16	24	40	30	18	34	36	40	4	8
20. » » » » pr. 0/0	7,42	2,41	4,38	5,26	9,80	8,52	5,98	7,26	9,89	8,81	2,61	5,09
21. Temps employé par 1 perforatrice p. percer un mètre heures et minutes	1 ^h 08' ⁷	1 ^h 07' ¹	1 ^h 01' ¹	0 ^h 47' ³	0 ^h 56' ²	1 ^h 06' ⁰	1 ^h 05' ⁷	0 ^h 57' ⁸	1 ^h 05' ³	0 ^h 58' ⁴	—	—
22. Température moyenne au front de taille, en degrés centigrades	25 ⁰ ,3	26 ⁰ ,7	27 ⁰ ,0	26 ⁰ ,0	26 ⁰ ,4	26 ⁰ ,7	26 ⁰ ,2	26 ⁰ ,5	26 ⁰ ,7	27 ⁰ ,1	28 ⁰ ,0	29 ⁰ ,4
23. Température moyenne à l'entrée du tunnel, en degrés centigrades	— 0 ⁰ ,9	+ 0 ⁰ ,6	— 0 ⁰ ,7	+ 6 ⁰ ,5	+ 8 ⁰ ,8	+ 16 ⁰ ,9	+ 20 ⁰ ,4	+ 16 ⁰ ,5	+ 12 ⁰ ,3	+ 10 ⁰ ,1	+ 4 ⁰ ,6	—
24. Tension moyenne absolue de l'air au front de taille, en atmosphères	1,5	1,6	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	3,4	3,7	3,3

Le progrès de la galerie d'avancement est resté de 360 mètres courants au-dessous du programme. La roche consistait généralement en gneiss riche en quartz, qui exigeait un temps assez long pour la perforation. Le très faible progrès en Juillet tient à une interruption de 11 jours causée par un éboulement auquel on n'a pu parer qu'en usant de grandes précautions. Le 2 Novembre, on rencontra du gneiss décomposé et désagrégé, qui continua jusqu'à la fin de l'année; cette roche nécessitait partout un boisage solide et à maintes reprises on ne put travailler que par les moyens ordinaires. Cela explique le faible progrès, qui n'excède pas celui du travail non mécanique. On donna à la galerie d'avancement dans la partie friable une section de 6 à 6,5 mètres carrés, et là où il y avait une pression considérable, ces dimensions furent convenablement réduites.

Cette irrégularité de la roche pouvait être constatée à la surface du sol; quant à son étendue, il en sera parlé dans le rapport pour l'année courante, mais on mentionnera ici un fait important: c'est qu'il n'existe désormais plus aucun indice de dislocations de la roche ou de sources abondantes. Depuis que le nombre des perforatrices pour le battage au large a été réduit, la pression de l'air sera pleinement suffisante pour la galerie en général, de sorte que le progrès de cette galerie dépend uniquement de la nature de la roche. Comme on l'a dit plus haut, les travaux du battage au large ont pu, grâce à l'augmentation du nombre des compresseurs, être activés de manière à dépasser les exigences du programme. Le mode de travail a été entièrement le même que précédemment, c. à d. par abatage sur 3 étages, au lieu de 2 seulement comme du côté de Göschenen. Cette méthode mérite à tous égards la préférence, surtout dans les roches où il y a poussée.

La cunette du strosse a été, pendant l'exercice qui nous occupe, ouverte exclusivement par les moyens non mécaniques et elle s'est rapprochée des travaux de maçonnerie de voûte jusqu'à la distance à laquelle les éclats de mine sont projetés. L'avancement de cette maçonnerie permit aussi d'aller plus vite avec la cunette du strosse, car le progrès de cette dernière dépend entièrement de l'avancement de la voûte. Comme celle-ci s'exécute en divers points à la fois, il sera créé aussi plusieurs attaques, ce qui permettra de réaliser à l'avenir de grands progrès.

L'abatage du strosse suivit de près l'ouverture de la cunette et s'effectua toujours par les moyens ordinaires. Les inconvénients qui résultaient autrefois de l'abondance des eaux ont maintenant disparu, attendu que les eaux sont recueillies et s'écoulent dans l'aqueduc latéral.

Quoique les travaux du strosse aient été poussés beaucoup plus activement que l'année précédente, ce qui a été dit de la cunette s'applique aussi ici, attendu que leur progrès dépend entièrement de celui de la cunette.

Il ressort de ce qui précède que maintenant que, depuis la fin de l'exercice, les travaux de l'étage supérieur sont en avance et qu'ils sont poussés énergiquement, rien ne s'oppose plus à ce que les travaux du strosse et de la maçonnerie des pieds-droits marchent avec la même rapidité.

Il a été travaillé activement, comme on l'a dit plus haut, au revêtement de la voûte et les exigences du programme ont été dépassées.

Pour la maçonnerie des pieds-droits et de l'aqueduc, dont le progrès dépend de l'avancement du strosse, on a pareillement obtenu des résultats satisfaisants.

En ce qui concerne le mode de transport, on en revint vers la fin de l'exercice, aussi du côté sud, au système des rampes, qui se montre pareillement ici très convenable. Le transport des déblais et l'introduction des matériaux s'effectuent, comme du côté nord, par des locomotives et des chevaux. En été, lorsqu'on a suffisamment d'eau, les locomotives à air comprimé sont même employées pour les transports à l'extérieur du tunnel.

Le vide excavé dans le tunnel était à la fin de Décembre 1877:

dans la galerie d'avancement	. .	1370 mètres cubes
dans les autres parties en exécution	61132 » » .	
- dans le tunnel achevé	. . . .	87024 » »
en tout		149526 mètres cubes.

En 24 heures il a été approximativement introduit dans le tunnel autant d'air comprimé sous pression atmosphérique et l'atmosphère du tunnel était ainsi complètement renouvelée. La ventilation a toujours été suffisante et, dans la belle saison, où il y a excès d'eau pour la production de l'air comprimé, elle était même excellente.

Après avoir décrit ci-dessus les travaux de l'une, puis de l'autre tête du tunnel, il nous reste à parler de ce qui concerne le *tunnel dans son ensemble*.

En considération de ce que les machines, outils et installations de tout genre (Art. 5 de la convention principale du 7 Août 1872) ont coûté à M. Favre beaucoup plus que le prix à forfait de 4 millions de francs fixé par l'Art. 1^{er} de la convention du 6 Juin 1874 relative aux installations, il a été stipulé avec M. L. Favre dans une convention additionnelle du 6 Février 1877, à laquelle le Haut Conseil fédéral suisse a donné son approbation, qu'il serait restitué à M. Favre un montant de un million et demi de francs sur le cautionnement de 8 millions de francs consistant en papiers-valeurs qu'il avait déposé en mains de notre Compagnie conformément à l'Art. 8 de la convention principale. En même temps, le quatrième alinéa de l'Art. 5 de la convention principale reçut la teneur modifiée suivante: « La Compagnie est fondée, durant les derniers dix-huit mois du délai stipulé pour l'exécution du tunnel, « à retenir, sur les sommes revenant à Monsieur Louis Favre, les montants nécessaires pour se couvrir, « par voie de compensation, de la somme à forfait avancée pour les machines, etc., et elle aura à bonifier « à Monsieur Louis Favre l'intérêt à 5% l'an sur les sommes qu'elle lui retiendra. La Compagnie ne « fera toutefois pas usage de ce droit si Monsieur Louis Favre satisfait en tous points aux prescriptions « des conventions que la Compagnie du Gothard a conclues avec lui. Les différends qui pourraient s'élever « sur la question de savoir si cette condition est remplie seront jugés par le Conseil fédéral suisse. » — Enfin, à la même occasion, il fut encore stipulé que les deux parties contractantes auraient, sous réserve de leurs droits respectifs, à inviter immédiatement le Tribunal fédéral à suspendre jusqu'au 31 Octobre 1877 le cours du procès intenté par M. Louis Favre à la Compagnie du Chemin de fer du Gothard en vue d'obtenir des garanties ou éventuellement une résiliation des conventions.

Sur cette invitation, formulée par les deux parties, le Tribunal fédéral ordonna une suspension du procès jusqu'au 31 Août 1877, attendu que les dispositions en vigueur (Art. 74 de la Loi fédérale du 20 Novembre 1850 sur la procédure en matière civile) n'admettent pas une suspension pour plus de 6 mois, en laissant toutefois loisible aux parties de demander une prolongation à l'expiration de ce terme. En nous référant à la stipulation susmentionnée, nous demandâmes le 25 Août au Tribunal fédéral la suspension du procès en question jusqu'au 31 Octobre 1877. Mais M. Favre fit opposition en alléguant que le tribunal arbitral nommé par le Conseil fédéral avait continué à fonctionner après la conclusion de la seconde convention additionnelle et qu'on avait violé ainsi les dispositions contenues dans le passage final de la convention additionnelle du 6 Février 1877. Par suite de désaccord entre les parties, le Tribunal fédéral refusa par décision du 29 Septembre une nouvelle suspension du procès. — Les tractations entamées ensuite avec M. Favre par l'intermédiaire d'une Commission fédérale n'aboutirent pas à une entente, vu que M. Favre mettait à son adhésion à une nouvelle suspension du procès jusqu'à fin Avril

1878 des conditions qui, au point de vue des intérêts de notre Compagnie, nous parurent inacceptables. Le procès reprit par conséquent son cours et n'est pas encore terminé.

Nous avons aussi conclu avec M. Favre, sous date du 3 Avril 1877, une troisième convention additionnelle, par laquelle les profils II b, II c et III, indiqués sous chiffre II de la première convention additionnelle entre la Compagnie du Gothard et M. L. Favre, du 21/25 Septembre 1875, ont été modifiés. La modification des profils II b et II c a pour but de prolonger sur un mètre de hauteur dans la voûte la maçonnerie brute du pied-droit et de réduire l'épaisseur du pied-droit de mètre 0,10 sur toute sa hauteur, ainsi que de le rendre vertical depuis la naissance de la voûte. La modification du profil III consiste simplement en une réduction de la flèche du radier par suite de la position assignée à l'aqueduc du tunnel, réduction qui diminue d'une manière correspondante le cube du radier. Ces modifications comportent pour notre Compagnie une économie d'environ fr. 850,000.

La grande vérification de l'axe du tunnel a eu lieu, comme jusqu'ici, en automne et le résultat en a été pleinement satisfaisant. Jusqu'à présent il n'a été procédé qu'une fois par an à cette vérification, mais il sera dorénavant nécessaire de la renouveler à de moindres intervalles par suite de l'avancement rapide du revêtement du tunnel.

Le tableau ci-après montre dans quelle mesure M. Favre a réussi à satisfaire au programme fixé dans la convention additionnelle du 21/25 Septembre 1875.

Désignation des travaux	Etat des travaux au 31 Décembre 1876			Progrès en 1877			Etat des travaux au 31 Décembre 1877		
	D'après programme	En réalité	Différence	D'après programme	En réalité	Différence	D'après programme	En réalité	Différence
Galerie d'avancement	7400	7436,1	+ 36,1	2508	2224,5	— 283,5	9908	9660,6	— 247,4
Battage au large . .	5092	5107,2	+ 15,2	2856	3333,4	+ 477,4	7948	8440,6	+ 492,6
Cunette du strosse .	5046	3828,0	— 1218,0	2844	2094,3	— 749,7	7890	5922,3	— 1967,7
Strosse	3624	2785,5	— 838,5	2904	1930,8	— 973,2	6528	4716,3	— 1811,7
Voûte	4128	2919,1	— 1208,9	2904	3046,2	+ 142,2	7032	5965,3	— 1066,7
Pieds-droits . . .	3608	2312,4	— 1295,6	2904	2142,1	— 761,9	6512	4454,5	— 2057,5

Il ressort de ces chiffres que, comme le prévoyait notre dernier rapport, le battage au large a surpassé les exigences du programme. Il a ainsi été laissé plus de latitude pour les travaux de maçonnerie de la voûte, de sorte que le programme a pu, ici aussi, être dépassé, bien que ce ne soit que de 142,20 mètres courants. En 1878, l'arriéré qui existe encore sera, si ce n'est comblé, du moins bien près de l'être.

L'étage inférieur dépendant entièrement, comme on le sait, de l'étage supérieur, les arriérés dans les diverses catégories de travaux se sont encore accrus pendant l'exercice qui nous occupe. Mais ils se réduiront dorénavant dans la même proportion que l'étage supérieur avancera, car il a été possible d'augmenter le nombre des points d'attaque, de sorte que tous les travaux suivent de près la perforation de la petite galerie.

Relativement aux *lignes tessinoises de plaine*, il n'y a guère à mentionner que quelques travaux de parachèvement exécutés au compte de l'exploitation et la liquidation des comptes.

En fait de *travaux de parachèvement*, on mentionnera d'abord un appareil de transbordement à Locarno entre la voie ferrée et le lac. La position de la gare de Locarno entraînait le transport par des chars, entre le lac et la gare, de toutes les marchandises arrivant de l'Italie par le lac Majeur et destinées à être expédiées sur nos lignes, ou vice versâ. Il en résultait non-seulement un renchérissement du transport, mais aussi un détournement du trafic, qui évitait la route de Locarno et par conséquent aussi le chemin de fer. Ces motifs nous engagèrent à faire construire un appareil à l'aide duquel les marchandises sont transbordées directement des bateaux dans les wagons ou l'inverse. Les wagons, mis en mouvement à l'aide d'un câble en fil de fer et de la locomotive, descendent et remontent un plan incliné entre le lac et la gare. En vertu d'une convention avec la Société de navigation à vapeur sur le lac Majeur, les marchandises sont transmises directement d'une administration à l'autre. — A la station de Melide, pour faciliter le trafic avec Campione, Caprino et Porlezza, il a été établi une rampe de chargement qui rend aisé le transbordement des marchandises depuis les wagons dans les bateaux et vice versâ.

Dès le commencement de l'exercice, on a pu installer les bureaux dans les bâtiments définitifs pour voyageurs à Bellinzona, Locarno, Cadenazzo et Lugano.

Pour ce qui concerne les progrès de la *liquidation des comptes* relatifs aux travaux de construction des lignes tessinoises de plaine, il reste à mentionner, en se référant à ce qui a été dit à cet égard dans notre précédent rapport, que les deux procès qui étaient en suspens ont été, l'un terminé par jugement du Tribunal fédéral en faveur de notre Société, tandis que dans l'autre il est intervenu un jugement, mais non encore une solution, vu que les parties ont formulé une demande en révision. Quant aux 6 lots pour lesquels on était encore à la fin du précédent exercice en tractations avec les entrepreneurs, ces tractations ont abouti dans deux cas à une solution à l'amiable. Les entrepreneurs des 4 autres lots maintiennent obstinément leurs prétentions exorbitantes et tentent maintenant de les faire valoir par la voie des tribunaux. Les décomptes relatifs aux bâtiments ont été complètement liquidés.

Les *accidents* survenus pendant la construction du chemin de fer du Gothard concernent exclusivement les travaux du tunnel. Ces accidents sont récapitulés dans le tableau suivant:

Cause des accidents	Personnes tuées			Personnes blessées		
	Tête nord	Tête sud	Total	Tête nord	Tête sud	Total
1° Chutes d'individus	—	1	1	6	2	8
2° Explosions : a. huttes à dynamite	7	—	7	—	—	—
b. rallumage de mines non parties	1	4	5	3	4	7
3° Chute de blocs et éboulements :						
a. Chute de fragments, blocs, etc.	3	2	5	12	2	14
b. Eboulements et glissements de terres . .	2	—	2	7	—	7
c. Ecrasement de cintres, etc.	1	—	1	3	—	3
d. Ecrasement sous gabarits	—	—	—	1	—	1
4° Accidents dans le transport :						
a. Ecrasement sous les trains	4	1	5	8	2	10
b. Dérailllements et collisions	2	2	4	5	2	7
c. Chutes en sautant à bas du train	—	—	—	1	—	1
d. Choc contre les cintres au passage du train	—	1	1	1	—	1
5° Eclats de roche	—	—	—	—	1	1
Total	20	11	31	47	13	60

VI. Exploitation.

A. En général.

Il y a eu, durant l'exercice qui nous occupe, des négociations entre la Conférence des Administrations de chemins de fer suisses et le Département fédéral des Chemins de fer et du Commerce, en vue de l'unification des dispositions des concessions qui ont trait aux *tarifs* et, en tant que cela concernait le transport des marchandises, on les a rattachées à la nouvelle classification des marchandises introduite la même année en Allemagne. L'application en Suisse du système métrique des poids et mesures, ainsi que la circonstance que les dispositions relatives aux tarifs telles qu'elles étaient contenues dans les précédentes concessions cantonales différaient sensiblement, non-seulement suivant les diverses Compagnies, mais encore pour les diverses lignes d'une même Compagnie, rendaient très désirable de procéder à une unification autant du moins qu'elle est possible. Nous pourrions probablement faire connaître dans notre prochain rapport les résultats des tractations qui ont eu lieu à cet effet.

Les recettes du *transport des voyageurs* sur nos lignes tessinoises de plaine n'ayant pas répondu à notre attente, nous avons dû réduire à 20 % au lieu de 30 % le rabais accordé sur les billets d'aller et retour, et diminuer leur durée, qui est maintenant de 2 jours au lieu de 3.

En ce qui concerne le *transport des marchandises*, il a été introduit de nouveaux tarifs spéciaux pour la bière en fûts et pour les comestibles.