

Zeitschrift: Rapport de la Direction et du Conseil d'Administration du Chemin de Fer du Gothard
Herausgeber: Gotthardbahn-Gesellschaft Luzern
Band: 7 (1878)

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: 02.01.2026

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

	Report	fr. 183,286. 57	fr. 29,212,704. 43
4° pour service des intérêts du capital versé	»	3,767,799. 38	
5° » construction proprement dite (y compris la Direction technique)	»	10,025,331. 76	
		<u>fr. 13,976,417. 71</u>	
Après déduction du produit de la vente du bâtiment de l'administration à Zurich, soit	»	280,000. —	» 13,696,417. 71
il restait donc au 31 Décembre 1878 un solde de			<u>fr. 15,516,286. 72</u>

Sous le chapitre « Administration centrale » il a été fait dans le courant de l'exercice, par suite de la vente du bâtiment d'administration à Zurich, une rentrée de fr. 280,000, qui a été déduite du montant total des dépenses, parce que dans le temps les frais d'acquisition du dit bâtiment avaient été portés dans les dépenses de « l'administration centrale ».

Le solde de fonds disponibles à la fin de l'année était *placé* comme suit :

Papiers	fr. 8,236,116. 86
Effets	» 3,473,070. 97
Débiteurs divers (déduction faite des créanciers)	» 3,767,355. 63
Caisse	» 39,743. 26
Total	<u>fr. 15,516,286. 72</u>

Quant à l'état des *cautionnements* déposés entre les mains de notre Compagnie, il n'y a pas eu de changement notable pendant le dernier exercice comparé au précédent, ainsi que le prouve le résumé suivant :

	1876	1877	1878
Cautionnement Favre	fr. 8,227,532. —	fr. 6,702,772. —	fr. 6,775,567. —
Entrepreneurs et fournisseurs	» 874,030. —	» 640,259. 60	» 426,649. 60
Fonctionnaires et employés	» 888,500. —	» 790,250. —	» 779,700. —
Consortium (IV° série d'obligations)	» 4,000,000. —	» 4,000,000. —	» 4,000,000. —

V. Construction de la ligne.

L'organisation du service technique, telle qu'elle a été décrite dans le rapport de gestion de l'année 1877, n'a subi aucun changement essentiel.

Le personnel régulier employé pour le service des affaires courantes et qui comptait en tout 48 fonctionnaires et employés au commencement de l'année, était réduit à 43 à la fin de l'exercice et se composait de l'Ingénieur en chef, de son Suppléant, de l'Inspecteur des tunnels, de 1 architecte, 1 ingénieur-géologue, 22 ingénieurs, géomètres et dessinateurs, 17 surveillants, commis et garçons de bureau.

Le personnel engagé encore provisoirement en 1877, soit pour l'achèvement des plans parcellaires des lignes tessinoises de plaine, soit pour l'élaboration des plans nécessaires pour l'adjudication des travaux,

et des plans à remettre aux autorités fédérales et cantonales, soit enfin pour la détermination de l'axe de la ligne, et qui comprenait 30 ingénieurs, dessinateurs et commis, a pu être encore réduit dans le courant du second trimestre de manière à ne plus compter à la fin de ce trimestre que 2 dessinateurs pour l'achèvement des plans cadastraux et 5 ingénieurs employés à la détermination de l'axe de la voie. Pendant le 3^e et 4^e trimestre, ce personnel a été augmenté en vue des travaux préparatoires à commencer de suite, et il comprenait à la fin de l'année 26 ingénieurs, géomètres, dessinateurs et 2 commis aux écritures, tous employés d'une manière provisoire pour ce but spécial.

Il y avait encore en service provisoire, à la fin de l'année, 1 ingénieur et 1 surveillant pour l'inspection des travaux d'ouverture de tunnels commencés sur les lignes d'accès dans le mois d'Octobre 1878 et 1 ingénieur aspirant chargé de recevoir les pierres destinées à la voûte du tunnel du Gothard à Airolo.

L'état complet du personnel technique comprenait donc au 31 Décembre 1878:

54 ingénieurs, architectes, géomètres, aspirants, dessinateurs;

20 surveillants, commis et garçons de bureau, soit en tout:

74 employés.

Passant aux *travaux techniques préalables*, nous nous référons tout d'abord à notre Rapport du 15 Juin 1878 à l'Assemblée générale du chemin de fer du Gothard touchant la réorganisation financière de l'entreprise. Dans ce rapport sont énumérées les considérations qui ont été admises comme bases d'un remaniement du projet.

Il en est résulté les principes suivants pour la fixation des *plans de construction*:

On a conservé, comme antérieurement, comme maximum de rampe sur les lignes d'accès 25 ‰ dans les sections les plus élevées et 26 à 27 ‰ dans les sections inférieures; par contre, pour les lignes de plaine le maximum de 10 ‰ a été en partie porté à 12 ‰.

Le commencement des lignes d'accès proprement dites ayant été reporté de Silenen à Erstfeld et de Bodio à Biasca, et étant admis que la ligne Immensee-Lowerz-Seewen franchira à ciel ouvert le point de partage des eaux près de Goldau, la classification des sections auxquelles s'appliquent les maximums a été changée comme suit:

Les maximums de pente se répartissent désormais:

a. sur les lignes d'accès proprement dite Erstfeld-Biasca avec: 25 ‰ entre Gurtellen et Göschenen, ainsi qu'entre Fiesso et Airolo; 26 ‰ entre Erstfeld et Gurtellen et entre Giornico (St-Pellegrino) et Fiesso; 27 ‰ entre Bodio et Giornico;

b. sur les lignes de plaine Immensee-Erstfeld et Biasca-Dirinella avec: 12 ‰ entre Immensee et Seewen; 10 ‰ entre Seewen et Erstfeld, ainsi qu'entre Biasca et Dirinella.

On a conservé le rayon minimal ordinaire de 300 mètres pour les courbes; exceptionnellement, mais sans que ce soit plus fréquent qu'auparavant, il a été porté à 280 mètres. La proportion des parties à double et à simple voie a été modifiée dans ce sens que les sections Erstfeld-Silenen et Bodio-Biasca ont été reportées sur les lignes d'accès proprement dites et que pour les grands tunnels de ces lignes d'accès, qui devaient être établis de suite avec double voie, on a appliqué le profil Pressel-Kaufmann propre aux tunnels qui doivent servir pour une seule voie tout en étant susceptibles d'être élargis. Ces bases de la construction entraînaient donc dans le projet définitif:

a. L'exécution à double voie avec pose immédiate de la seconde voie sur la section Göschenen-Airolo comprenant le grand tunnel.

b. L'exécution préalable d'une seule voie seulement, et des terrassements également pour une seule voie, sur les lignes d'accès Erstfeld-Göschenen et Airolo-Biasca, pourvu que les travaux ultérieurs d'élargissement pour l'établissement éventuel d'une seconde voie n'entraînent pas un surcroît démesuré de dépenses ou ne soient pas impraticables pendant l'exploitation.

c. L'établissement définitif pour voie simple des sections de plaine Immensee-Erstfeld et Cadenazzo-Dirinella.

Pour mieux assurer la possibilité de faire face au trafic prévu sur les sections des lignes d'accès exécutées préalablement à une seule voie, on y a réglé l'écartement des stations de manière que leur distance maximale, au lieu d'être comme auparavant comprise entre 9,5 et 10,1 kilomètres, ne comporte plus qu'environ 8 kilomètres. Par suite, on a intercalé sur le versant nord une station à Amsteg, réclamée du reste par les conditions du trafic local, et l'on a reporté en même temps à Erstfeld la station prévue autrefois à Silenen pour le changement des locomotives, tandis que sur le versant sud les stations de Faido et de Giornico ont été ramenées de 2 kilomètres plus en amont. En outre, on a écarté du projet l'établissement à Bodio de la station où se ferait le changement des locomotives et l'on a admis que l'on se servirait à cet effet de la station actuelle de Biasca en la complétant et en prolongeant jusqu'à cette station la section dite de montagne.

Après avoir ajourné pour le moment la construction de la ligne de Zug à Arth, et avoir décidé que les trains du chemin de fer du Gothard auraient à circuler jusqu'à Rothkreuz, soit jusqu'à Lucerne, on a simplifié les installations projetées antérieurement à Ober-Arth; mais l'on a en revanche introduit dans le devis des montants correspondants pour la quote-part de dépenses qu'entraîneront les agrandissements des gares de Rothkreuz et de Lucerne nécessités par les besoins de l'exploitation de toutes les lignes concourantes.

Le tracé a été, conformément à ces conditions, notablement *modifié* sur les sections suivantes: *a.* Immensee-Goldau-Seewen; *b.* Erstfeld-Amsteg; *c.* de la tête sud du tunnel supérieur de Dasio jusqu'au tunnel de Pardorea; *d.* Polmengo-Chiggiogna; *e.* S.Pellegrino-Giornico; *f.* Bodio-Polleggio; *g.* du pont du Brenno près de Biasca jusqu'à la station de Biasca. — Parmi ces modifications, celle indiquée sous la lettre *a* avait pour but de faire franchir à ciel ouvert la ligne de partage des eaux entre le lac de Zug et celui de Lowerz et d'éviter l'exécution du tunnel de Goldau. Les changements mentionnés sous *b*, *d* et *e* ont été apportés en vue de régler, comme il a été dit, l'écartement des stations sur les lignes d'accès et de réduire à 8 kilomètres environ les intervalles qui étaient auparavant de 9,5, voire même 10,1 kilomètres. — Par les modifications sous *c*, *f* et *g*, on s'est proposé de réaliser des économies pécuniaires.

Ad a. D'après le préavis de M. le Directeur Pressel, on avait déterminé pour franchir la ligne de partage des eaux entre le lac de Zug et celui de Lowerz, un tracé dont la partie culminante se trouvait à une altitude de 523 mètres sur la ligne de partage et qui s'abaissait à partir de ce point sur les deux versants avec des rampes de 12 ‰. Ce tracé suivait du côté nord le versant au pied du Righi et rejoignait en palier à 3 kilomètres de la station d'Immensee la ligne précédemment adoptée, à un niveau de 463 mètres, tandis que du côté sud il s'écartait sensiblement du projet primitif, et suivait les pentes du Righi sur la rive droite du lac de Lowerz pour se raccorder à Seewen avec le tracé du premier projet après avoir traversé la Seewen. Dans la section culminante, il avait été projeté une station à Goldau pour opérer la jonction avec le chemin de fer d'Arth au Righi, et intercalé un palier pour

l'établissement d'une station de soudure en vue de l'embranchement éventuel de la ligne de Zurich par Zug sur Lowerz. Cette dernière disposition avait été admise parce que, pour obtenir un alignement plus avantageux sur la ligne principale, il fallait maintenir la section culminante à 523 mètres au-dessus de la mer et qu'à ce niveau on ne pouvait pas établir de jonction directe avec la ligne de Zug. En adoptant ce tracé, il a fallu faire abstraction d'une station pour Steinen.

Ad b. Comme la réduction voulue de la distance entre les stations de Silenen et de Gurtellen ne peut pas être obtenue par le déplacement de la dernière de ces stations, et que d'autre part il a été adressé une requête pour l'établissement d'une station pour Amsteg, le plus près possible de cette localité, qu'en même temps on demandait de tenir compte des intérêts de la population de Klus et d'Erstfeld, il a semblé que le mieux était, pour arriver à ce but, d'installer la station des locomotives de Silenen à environ 3 kilomètres plus bas du côté d'Erstfeld et, entre cette station et Gurtellen, d'en intercaler une nouvelle pour laquelle il serait facile de trouver dans le voisinage immédiat d'Amsteg un terrain convenable pour simple station intermédiaire. Par ce moyen, il a été possible de répartir d'une manière avantageuse les stations comme suit: Altorf — 6,5 kilom. — Erstfeld — 4,8 kilom. — Amsteg — 7,6 kilom. — Gurtellen, en opposition au projet primitif: Altorf — 9,4 kilom. — Silenen — 9,5 kilom. — Gurtellen. Toutefois cette modification ne peut s'exécuter sans augmentation de frais que si l'on étend la rampe maximum de 26 ‰ jusqu'à Erstfeld, parce que ce n'est qu'ainsi que les conditions avantageuses du terrain sur cette section peuvent être mises à profit.

On a trouvé près de Klus un emplacement convenable et suffisamment étendu pour la station d'Erstfeld. Pour éviter les nappes d'éboulement au lieu dit « Brust », il a fallu diriger le tracé en montant encore depuis la station à 400 mètres avec une rampe de 10 ‰ seulement, puis aussitôt après avec une rampe de 26 ‰ conduisant au plateau situé au-dessus de la route du Gothard, suivre en palier sur une longueur de 900 mètres, à une altitude de 516 mètres, pour atteindre enfin avec une rampe de 22 ‰ la plate-forme de la station d'Amsteg située à 547 mètres d'altitude. Le tracé ainsi établi est à l'abri de l'action des torrents d'Evibach, de Salderbach, de Kirchbach et de Schüpfebach et permet de les traverser dans des conditions avantageuses à la partie supérieure en mettant dans une situation plus favorable le corps de la voie à la partie inférieure, parce que dans celle-ci on évite complètement les éboulis du « Brist » et le long du Klus, indiqués à plusieurs reprises comme dangereux.

Ad c. D'après les dispositions du projet primitif, les déblais du tunnel hélicoïdal supérieur dans la gorge de Dazio, au-dessus du Tessin devaient être transportés à travers une coupure pratiquée dans le rocher au-dessus de la route cantonale et par le tunnel de Piottino, long de 138 mètres, pour être employés entre ce tunnel et celui de Pardorea à la construction d'un grand remblai qui aurait nécessité le transfert de la route cantonale en deux points et aurait obligé de protéger la rive le long du Tessin par un ouvrage considérable. En outre, comme conséquence de la direction du tracé au croisement de la route cantonale, celle-ci aurait eu son niveau déplacé à tel point, qu'en raison de sa pente déjà assez forte sans cela, il eut fallu prolonger la courbe qu'elle décrit en ce point et la reconstruire. Pour éviter ces inconvénients, on a changé le tracé et disposé autrement des déblais, ce qui conduit à une économie notable dans le mouvement des terres, dans les travaux d'endiguement et la reconstruction de la chaussée, et facilite considérablement l'exécution, parce que les corrections de route sont à peu près nulles et que le transport des déblais par le tunnel de Piottino n'est plus nécessaire.

Ad d. Afin de réduire la distance des stations de Fiesso et Faido, qui était de 10,1 kilomètres, la dernière de ces stations que l'on avait placée au-dessous du bourg, du côté de Chiggiogna, a été transportée en amont, à 2 kilomètres plus près de Fiesso, entre les deux torrents de Ceresa et Formigaro. Loin qu'il

en soit résulté un inconvénient pour le tracé, celui-ci y a gagné que l'on a pu en grande partie supprimer les tranchées considérables que nécessitait le projet primitif pour contourner la localité de Faido, et surélever la voie qui était située un peu trop bas. Ce déplacement du reste n'entraîne aucun surcroît de frais et, par la situation de la station, les conditions ne sont guère changées pour la localité de Faido, la distance de cette station étant restée la même.

Ad e. Le même mode de procéder a été suivi pour diminuer la distance des stations de Lavorgo et Giornico et la porter de 8,9 à 7,1 kilomètres. La dernière de ces stations est établie actuellement sur le remblai formé par les matériaux extraits du tunnel hélicoïdal inférieur. La grande tranchée qu'il aurait fallu ouvrir pour cette station, dans sa position plus basse, n'est plus nécessaire et le tracé qui se trouve à un niveau plus élevé dans la section comprise entre la station primitive et son emplacement actuel, est plus favorablement situé en ce sens que les travaux de défense des rives du Tessin sont également éliminés. La nouvelle disposition envisagée en elle-même donne lieu à une moindre dépense que celle du premier projet; toutefois l'économie se trouve compensée par l'augmentation de frais qu'occasionne la route d'accès plus longue qui conduit à la station de Giornico.

Ad f. La station de Bodio ayant été ramenée au rang de simple station intermédiaire, il a été possible, d'une part de la placer sur la portion de terrain avantageusement située entre la route cantonale, le Tessin et le Vallone di Bodio, sans avoir d'une manière générale à corriger la route, et d'autre part de réduire considérablement, sur une longueur de 613 mètres, le remblai à partir de la station en descendant, en introduisant une rampe de 18 ‰ au lieu de 12,5 ‰.

Ad g. Dans le parcours entre le pont du Brenno et la station de Biasca, le tracé avait été, dans l'origine, tenu assez élevé afin de gagner la hauteur nécessaire pour faire passer en-dessous les chemins venant de cette localité. Mais comme ces chemins n'ont qu'une importance tout-à-fait secondaire, il semble parfaitement admissible de les faire passer à la même hauteur que la voie. Il sera possible par là d'abaisser le remblai, long de 900 mètres et d'une élévation fixée à 4 mètres par le projet primitif, juste à la hauteur nécessaire pour le passage des aqueducs et d'arriver ainsi à éliminer 4 passages.

Une modification moins importante, quoique n'étant pas sans exercer d'influence sur le tracé, est celle de la position de la station de Schwyz qui, sur le désir des autorités, a été transférée d'environ 400 mètres du côté de Seewen.

Dans le but de réduire le chiffre des dépenses, on a procédé encore aux *modifications* suivantes *dans la construction*, modifications qui n'ont pas eu d'influence sur la hauteur et la direction de la ligne. Sur la section Brunnen-Fluelen on avait projeté de faire passer le torrent de Gumpisch dans une cunette pavée qui débouchait sous un pont de 50 mètres d'ouverture. Une correction se raccordant mieux avec la direction du cours d'eau et qui le fait communiquer avec l'anse du lac traversée par le pont, a permis de supprimer cette cunette qui, au reste, n'aurait été que d'une utilité secondaire, parce que les graviers du Gumpisch sont retenus par la route de l'Axen. On a pu ainsi profiter de la dépression considérable de terrain qui forme l'anse pour y laisser se déposer les galets qui peuvent encore y être entraînés, tout en réduisant de 10 mètres l'ouverture du pont.

Quant aux modifications de détail, elles ont été les suivantes:

Dans tous les tunnels que l'on prévoit pouvoir se passer de revêtement sur presque toute leur longueur, on a adopté le profil Pressel-Kaufmann.

Quant aux ponts et ponceaux dont la voûte ou le tablier en fer s'élève jusqu'au sol de la voie, le profil normal a été changé, c. à d. que sa largeur coïncidera avec celle de la voie qui, en arrière des murs d'appui, avait été déjà portée partout à 2^m.50 sur les lignes de plaine et à 2^m.60 sur les lignes

d'accès, largeur mesurée de l'axe jusqu'à l'arête du couronnement des murs. En agissant ainsi, on a admis avec raison que du moment qu'on estime que derrière les murs de soutènement il faut une plus grande largeur du plan de la voie, pour que celle-ci soit mieux préservée et conservée, cela est encore plus indispensable pour les murs d'ailles et les culées des ponts et ponceaux qui sont dans des conditions plus défavorables que les murs de soutènement isolés. Cette modification a été apportée à tous les ouvrages d'art, ce qui pouvait d'autant mieux se faire que, par suite de la réduction correspondante de développement des ailes, l'excédant de coût qui en résulte est excessivement faible.

En outre, pour les ponts et ponceaux à travées en fer, dans lesquels la voie est entre les supports, la largeur de la maçonnerie du socle des supports a été prise un peu plus grande pour empêcher qu'il ne se produise, comme l'expérience montre que cela arrive fréquemment, un affouillement sous le socle; en revanche on a réduit l'emploi toujours très-coûteux de la maçonnerie d'appareil. Cette modification, par suite du moindre développement donné aux ailes et de la moindre quantité de maçonnerie en pierres de taille, ne donne pas lieu à un coût sensiblement plus élevé, car cette sorte de ponts ne se rencontre que dans le petit nombre de cas où la hauteur disponible est limitée. Des changements conduisant à de notables réductions de dépense ont été apportés dans les maçonneries des grands ponts et introduits dans le détail de chaque grand ouvrage. Ils consistent, en général, en ce que l'on a cherché à profiter comme culées de points d'appui naturels offerts par le terrain, que l'on a remplacé par des piles et des fermes en arc les ouvrages attenants au terrain ou aux remblais et que l'on avait d'abord projeté de faire au moyen de constructions en maçonnerie ou en fer et enfin que les maçonneries ont été disposées d'une manière plus économique et plus judicieuse. Ces avantages se rencontrent en particulier dans les ponts du Kersteln, de l'Inschireuss, de l'Inschialp, dans les ponts supérieur et inférieur de la Reuss près de Wattingen, ceux du haut et du bas de la Reuss à Mayen, de Rohrbach, de la Göschenenreuss, puis ceux du Tessin près de Stalvedro, de Polmengo, de S.Pellegrino et de Giornico, et les deux ponts sur le Brenno près de Biasca. Il en est de même de la construction des culées des viaducs de Sæcken, de Kellerbach et de Piano-Tondo dans lesquels, en outre, la disposition des piles en maçonnerie a été avantageusement modifiée. Le ravin du Rohrbach, large de 65 mètres, qu'on avait songé précédemment à franchir au moyen de supports parallèles avec voie placée dans l'intervalle, reçoit, d'après une disposition plus heureuse et plus profitable, un pont de fer en arc de 55 mètres seulement. La construction en fer projetée pour le viaduc de Fontana compris dans le 14^e lot et qui se composait de trois ouvertures de 20 à 24 mètres a été remplacée par des arcs de 8 mètres de portée. Mêmes modifications encore pour un certain nombre de ponceaux grands et petits, pour lesquels un examen plus approfondi a conduit à remplacer avec avantage au point de vue économique de grandes constructions en fer par de petites voûtes.

Quant aux digues sur le lac de Lucerne et le long de ses bords, on en a amélioré les profils, de même aussi pour les ouvrages le long des rives de la Reuss sur le parcours Meitschlingen-Wasen, sur le Tessin pour les sections Stalvedro-Pontesordo, Chiggiogna-Lavorgo, Giornico-Bodio et Bodio-Pollegio. Ces profils sont mieux appropriés aux conditions particulières et, en les introduisant dans le projet et le devis, on est arrivé à réaliser une économie sensible.

En revanche, il a semblé nécessaire d'établir les dégorgements et cunettes des cours d'eaux torrentiels d'une manière un peu plus solide, c. à d. en y employant plus de mortier et de maçonnerie.

Le projet ainsi établi a été soumis avec quelques modifications, à la fin d'Avril, au Conseil fédéral et formait la base du devis contenu dans le rapport mentionné précédemment et qui a été présenté à l'Assemblée générale du chemin de fer du Gothard, réunie le 15 Juin 1878.

Ces modifications ont eu pour conséquence l'adoption pour les voûtes des tunnels (au lieu de maçonnerie par assises, qui est trop coûteuse), *de maçonnerie à moëllons brouillés et de rails en acier* (au lieu de rails en fer) sur les lignes de plaine. On a étendu également la maçonnerie en moëllons à la construction des voûtes des ponts et ponceaux. Indépendamment de cela, le projet a subi une nouvelle modification consistant à ne pas diriger la ligne par Goldau-Lowerz-Seewen, mais à introduire une variante d'après laquelle la voie est, à partir de Goldau, ramenée sur la rive gauche du lac de Lowerz pour aller à Seewen (Schwyz) par Steinen. Cette modification du projet a permis d'abaisser le niveau de la section culminante près de Goldau (c. à d. de la ramener à 512^m au-dessus de la mer) et par suite de raccorder directement à la station de Goldau l'embranchement Zurich-Zug, de réduire à 10 ‰ les rampes, qui étaient de 12 ‰ et enfin de rétablir une station à Steinen. Il en est résulté que non-seulement on a pu satisfaire aux réclamations légitimes des Cantons de Zurich et de Schwyz, mais que l'on a en outre obtenu un avantage pécuniaire tel que lorsqu'on exécutera la ligne Zurich-Zug les frais de construction de tout le réseau avec la station de raccordement de Goldau, au lieu d'être plus élevés, seront inférieurs d'environ fr. 300,000 au coût qu'eussent exigé la jonction près d'Arth et le passage en tunnel à Goldau de la zone de partage des eaux. Nous ne parlons pas du profit qu'en retirera l'exploitation du chemin de fer du Gothard par le fait de la suppression du tunnel, long de 2500 mètres, qui serait onéreux et d'un entretien dispendieux et ne pourrait d'ailleurs préserver suffisamment la voie des éboulements possibles du Rossberg que s'il était encore prolongé de 1000 mètres du côté sud. L'excédant de hauteur perdue qui n'est, relativement à la ligne en tunnel, que de 14,5 mètres (sur la section Immensee-Seewen 53 mètres contre 38,5) est, pour une même proportion dans les rampes, largement compensé par l'augmentation du coût de 1 million de francs (en nombre rond), de la disposition primitive et par les autres désavantages du long tunnel.

En se basant sur le projet ainsi modifié et en ayant égard à l'ajournement, imposé par les circonstances, du terme d'achèvement du réseau réduit du chemin de fer du Gothard jusqu'à fin Juin 1882, la direction technique a, au mois d'Octobre 1878, établi un *devis* qui s'élevait à fr. 230,362,276.

Des nouvelles modifications, dont la portée n'avait pas encore pu être fixée à la fin de l'exercice dont nous nous occupons, sont en partie projetées, en partie adoptées, et se rapportent à l'établissement de la station près de Fluelen, à un abaissement de niveau sur la section Lavorgo-La Lume en vue de réaliser de nouvelles économies, à un long déplacement de tracé entrepris dans le même but au-dessous de Giornico et à de nombreuses dispositions de détail.

Pour faire harmoniser le programme de construction avec les nouvelles bases susindiquées, et par suite des études plus approfondies que l'on a faites, on a soumis également les *normes* de construction à différents changements dont voici l'énumération:

Parmi les *normes* pour *terrassements et travaux d'art*, n'ont pas été modifiés d'une manière sensible: les profils normaux pour le corps de la voie dans les tranchées et remblais, et pour les enrochements, les murs de soutènement en maçonnerie de mortier et les murs de revêtement, les tables des épaisseurs de ces murs, les sections normales des ponts et ponceaux voûtés, la construction de leurs ailes, celle des ponceaux sous remblais élevés et les profils de tunnels pour simple et pour double voie. Ont été changés surtout en vue de réaliser une économie: les profils normaux des enrochements et des murs en pierres sèches, les profils des ponceaux pour les eaux à courant rapide et des couloirs pour les torrents charriant des pierres et du gravier, les types des culées pour grands et petits ponts ouverts (en fer) et pour passages de routes, les normes pour ouvrages en rivières et sur les berges et pour la consolidation

le passage et la traversée des dégorgeoirs de torrents et enfin les profils Pressel-Kaufmann pour les tunnels susceptibles d'élargissement ultérieur.

Quant à la voie, on a remplacé pour toutes les lignes le profil des rails à 34 kilogrammes le mètre par un profil de rail en acier plus fort, pesant 38,6 kilogr. par mètre et bien approprié au chemin de fer du Gothard, et l'on a projeté de modifier en conséquence les accessoires des rails.

La longueur des rails a été fixée à 8 mètres et l'on a réparti les traverses à nouveau, en raison de cette longueur. Le type des changements de voie a été modifié en ce que pour l'aiguillage des stations on a introduit le rayon de courbure de 280 mètres au lieu de 300, afin de réduire l'usure dans les limites de longueurs mesurées au plus juste.

Le rayon pour le raccordement des changements de pente dans les stations des lignes d'accès a été réduit pour le même motif et d'une manière exceptionnelle de 3000 à 1600 mètres. Quant à la longueur utile de la voie dans les stations des lignes d'accès, elle a, par ces changements, été portée à 300 mètres (de même aussi pour les voies de dépassement), distance qui avait été proposée par l'expertise fédérale de 1876. Cela a permis dans les plus grandes stations (Erstfeld et Biasca) d'établir les voies suivant des dispositions plus avantageuses et économiques.

En ce qui concerne les *bâtiments* il a été exécuté d'une manière presque générale des nouveaux plans-types afin de faire concorder les coûts de l'exécution avec la somme primitivement fixée pour leur construction.

Les types des bâtiments à voyageurs établis dans le premier projet pour une exécution en partie provisoire, ont reçu un caractère complètement définitif, en ce sens que la maçonnerie a été substituée à la construction en bois. Les types des halles à marchandises et bâtiments accessoires ont été encore simplifiés. Au lieu de faire des remises rectangulaires pour locomotives on leur a donné une forme polygonale ce qui permet de réaliser une économie sensible dans la construction de ces bâtiments et de leurs fondations.

Les *installations mécaniques* des stations d'approvisionnement d'eau n'ont pas changé; il en est de même des types de tous les autres appareils.

Relativement à la *délimitation* et au *repérage de la voie*, etc., il a été élaboré des plans-types qui correspondent aux sommes fixées dans le devis.

Nous abordons maintenant *l'exécution des travaux*.

En ce qui concerne les *acquisitions de terrain*, il y a lieu tout d'abord de faire remarquer qu'il a été acheté encore dans le courant de l'exercice pour les lignes tessinoises de plaine 179 mètres carrés de terrain pour la somme de fr. 186. 18 et qu'il a dû être payé une indemnité pour préjudice et emprise partielle d'une maison à Chiasso, pour la construction de la voie.

Dans la seconde moitié de l'année 1878, les décomptes avec quelques propriétaires expropriés, devenus nécessaires par suite soit de rectification du mesurage primitif, soit de déplacement ultérieur des limites, ont été réglés, à l'exception de quelques cas peu importants, et il a été soldé en fin de compte pour 23,341,15 mètres carrés de terrain en tout, répartis sur 96 lots, fr. 7,181. 66, en regard desquels il y a environ fr. 10,000 à rentrer.

Vers la fin de l'exercice, il a été acquis à l'amiable pour rendre possible l'ouverture de la galerie de direction pour les plus grands tunnels des lignes d'accès:

Sur territoire tessinois :

690 mètres carrés de terrain pour fr. 419. 50

Dans le Canton d'Uri :

37,322 mètres carrés de terrain (y compris quelques centaines de troncs d'arbres et une indemnité pour une étable, etc.) pour » 24,600. —

L'établissement du cadastre du chemin de fer pour les lignes tessinoises de plaine a été terminé dans l'exercice de 1878.

Relativement aux *terrassements et travaux d'art* sur les lignes du réseau réduit qu'il reste à construire, nous avons à vous communiquer ce qui suit :

Déjà dans le courant de l'été, on a opéré le *piquetage de l'axe de la voie* dans celles des parties sur lesquelles doit commencer la construction au printemps prochain (1879), afin d'en assurer l'achèvement pour le terme désormais fixé par convention (fin Juin 1882). Ce sont les sections d'Amsteg à Göschenen, d'Airolo à Pietta, de Fiesso à Polmengo et de Lavorgo à Giornico. En outre, on a pour ces sections dressé l'état des propriétés en vue des acquisitions de terrain, on a préparé les plans cadastraux pour les publications à faire, il a été procédé au levé de profils transversaux pour calculer les terrassements à établir d'après le tracé de l'axe, en un mot on a exécuté tous les travaux techniques qui sont nécessaires pour permettre de commencer la construction en temps voulu. Vers la fin de l'année, ces travaux ont été étendus aussi à d'autres sections.

Pour arriver, autant que possible, à ne pas dépasser le terme fixé pour l'achèvement, on a, dans les derniers jours d'Octobre, repris les *travaux des galeries de direction des plus longs tunnels* du réseau réduit, travaux qui avaient été suspendus à la fin de l'année 1875. Cela s'est fait pour les tunnels d'Oelberg-Schieferneck, de l'Axenbergl, du Pfaffensprung, de Leggistein, de Wattingen, de Rohrbach-Naxberg, et pour les quatre tunnels hélicoïdaux qui servent à franchir les gradins de Dazio et de Giornico. Il a été ouvert un concours pour obtenir des projets et des offres favorables pour les installations de la perforation mécanique des cinq plus longs tunnels (de 1500 mètres environ chacun) qui, en tous cas, ne pourraient plus être exécutés en temps voulu par les moyens non mécaniques. Le tableau suivant indique quel a été le progrès réalisé jusqu'à la fin de l'exercice qui nous occupe dans le percement de ces tunnels :

Désignation des tunnels	Longueur de tunnel	Longueur de la galerie de direction à fin Décembre	O b s e r v a t i o n s
	Mètres	Mètres	
Tunnel d'Oelberg-Schieferneck . . .	1,934,00	19,00	
» de l'Axenbergl	1,115,00	15,40	En plus: 33 ^{m.63} dans 2 galeries latérales.
» hélicoïdal de Pfaffensprung .	1,485,00	32,00	
» » » Wattingen . . .	1,090,00	319,80	
» de Strahlloch	38,00	38,00	{ On a ouvert en outre 53 ^{m.73} de galerie en tran- chée.
» hélicoïdal de Leggistein . .	1,095,03	247,57	
» de Mayenkreuz	77,00	37,45	Plus: 10 ^m de galerie en tranchée.
» de Naxberg	1,563,00	308,55	Plus: 219 ^{m.60} dans 4 galeries latérales.
» hélicoïdal supérieur près de Dazio-grande . . .	1,557,00	—	{ On en était encore à l'exécution des galeries en tranchée.
» » inférieur près de Dazio-grande . . .	1,556,00	41,30	
» » de Piano-Tondo . . .	1,494,05	28,30	{ Sur ce nombre: 8 ^{m.9} de tunnel ouvert exécuté comme tranchée. Il y a en outre 13 ^{m.7} de galerie en tranchée.
» » de Travi	1,551,05	16,95	{ Sont compris 1 ^{m.75} de tunnel ouvert, exécuté comme tranchée. A compter en outre: 8 ^{m.2} de galerie en tranchée.
Total	14,555,03	1,104,32	

Afin d'avoir la preuve que le devis que nous avons établi pour l'exécution du réseau réduit est suffisant dans toutes ses parties, les éléments de l'adjudication des travaux à forfait ont été élaborés déjà dans la première moitié de l'exercice 1878 et il a été engagé avec divers groupes de grands entrepreneurs, capables et solides, des tractations qui ont abouti dans ce sens que deux soumissions obligatoires ont été déposées entre nos mains.

Pour qu'en outre, dans le cas où la reconsolidation financière de l'entreprise aurait lieu, les travaux puissent commencer dès le printemps de 1879, on a, l'automne dernier et pour les raisons énumérées dans notre rapport spécial du 22 Mars 1879, mis en adjudication les travaux de terrassement à prix de série et sur métré et l'on s'est pour cela adressé, soit aux anciens soumissionnaires dont les offres étaient relativement avantageuses et que l'on a priés de les renouveler ou de les modifier d'après les conditions intervenues depuis lors, soit à de nouveaux entrepreneurs. A la fin de l'année, il avait été remis 43 soumissions et le résultat était tel que les bases des contrats ayant été définitivement fixées et élaborées, les avantages qu'ils ont laissé entrevoir ont permis de procéder aux négociations pour conclure avec divers groupes de soumissionnaires des conventions relatives à l'exécution de ces travaux.

Passant maintenant à la description des travaux du *grand tunnel du Gothard*, et commençant par la *tête nord*, nous ferons remarquer qu'en ce qui concerne les installations il n'y a eu ni innovation ni additions essentielles. Il n'y a que les conduites d'air et les voies de service qui se développent à mesure que s'allonge la galerie de direction. Les changements apportés aux installations consistent dans la reconstruction de la fonderie incendiée le 7/8 Janvier 1878, dans le remplacement ou la réparation du matériel détruit dans la même incendie, dans la construction d'une remise à côté de l'écurie aux chevaux, vis-à-vis de la petite cantine, dans la transformation des dépôts à dynamite suivant les prescriptions du Conseil fédéral, dans la construction sur le remblai de la gare d'une baraque en bois pour les ouvriers de la voie de service, et enfin dans l'enlèvement de l'un des deux grands réservoirs à air et son transport dans le tunnel à 2200 mètres de l'entrée. La conduite d'air, longue de 8690 mètres à la fin de l'année se composait de tuyaux dont les longueurs et diamètres se répartissent comme suit :

Diamètre	Longueur	Proportion p. ‰
200 millimètres	4,579 mètres	52,6
150 »	717 »	8,3
100 »	1,091 »	12,6
60 et 50 »	2,251 »	25,9
30 »	52 »	0,6
	8,690 mètres	100 ‰

Dans la longueur de tuyaux de 50 et 60^{mm} de diamètre, est aussi comprise la conduite d'air comprimé pour les locomotives. Les tuyaux de 30 millimètres servaient de conduite d'air comprimé pour le fonctionnement des pompes hydrauliques.

La pression moyenne de l'air comprimé utilisé à la perforation et à la ventilation du tunnel a été de 6,48 atmosphères à l'entrée du tunnel et de 3,76 atmosphères au front d'attaque de la galerie de direction, la pression de l'air pour l'alimentation des locomotives a été de 11,57 atmosphères absolues; cet excès de pression auquel est amené l'air du tunnel s'obtient à l'aide des petits cylindres supplémentaires. La quantité d'air aspiré a varié sensiblement d'après la quantité d'eau dont on disposait pour les moteurs et a été, par suite, plus considérable dans les mois d'été que pendant l'hiver. En été, la masse d'air aspiré par les compresseurs a atteint, en admettant pour ces derniers un effet utile de 60 ‰, une moyenne quotidienne de 138,000 mètres cubes dans le mois de Juin, tandis qu'elle s'est abaissée à 58,520 mètres cubes en moyenne par 24 heures dans le mois de Novembre. La moyenne quotidienne pendant les mois d'été de Mai jusqu'à Septembre inclusivement, s'est élevée à 130,776 mètres cubes; elle a été de 104,650 mètres cubes pendant les mois d'hiver d'Octobre à Avril inclusivement. La ventilation s'est montrée suffisante même en hiver; seulement la chaleur était plus sensible dans le tunnel, vu la moindre quantité d'air, et il en résultait une diminution très-notable dans le travail des ouvriers; c'est là surtout qu'est la cause de l'avantage économique que procure la perforation mécanique dans le tunnel du Gothard relativement au percement à la main.

Les aspirateurs n'ont de nouveau pas été utilisés et l'entreprise ne se propose pas non plus d'en faire usage. En effet, leur action en vue d'améliorer les conditions de la ventilation ne paraît pas devoir être nécessaire si, peu à peu, les locomotives à vapeur sont employées sur de plus grands parcours dans les parties du tunnel qui seront complètement achevées. Bien que sur leur trajet l'air soit altéré par la fumée des locomotives, cet effet n'a pas d'inconvénient du moment où l'arrivée et la sortie des ouvriers se font sur des wagons. Et la fumée des machines ne peut se répandre jusqu'aux chantiers d'attaque, parce que l'air chassé dans le tunnel par les compresseurs donne lieu à un contre-courant dirigé à l'extérieur et cela dans le rapport qui existe entre le volume d'air comprimé introduit chaque jour et la capacité libre du tunnel. Ce rapport comportait, par exemple, à la fin de Décembre 221,880 mètres cubes.

A la fin de l'année 1878, le nombre des perforatrices était de 140, savoir :

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

soit 140 perforatrices

sur lesquelles il n'est plus employé maintenant que les perforatrices Ferroux (nouvelles).

Le tableau ci-après indique les travaux exécutés par mois et le nombre d'ouvriers occupés du côté nord du tunnel :

Travaux exécutés et nombre d'ouvriers employés

à la tête nord du Tunnel du Gothard.

Indication de l'objet	Etat des travaux fin Décembre 1877	1878												Résultat pour 1878	Etat des travaux fin Décembre 1878
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		
Galerie d'avancement	5047,0	75,0	80,0	83,0	122,2	116,0	124,0	133,0	107,0	77,0	146,0	118,0	128,0	1309,0	6356,0
Battage au large	4340,6	127,2	140,7	123,3	141,5	98,8	83,7	117,4	119,0	70,1	108,2	110,9	113,0	1353,8	5694,4
Cunette du strosse	3013,3	77,6	47,1	129,2	144,2	151,0	187,8	34,2	50,7	89,0	93,2	101,3	97,6	1202,9	4216,2
Strosse	2371,3	55,6	44,6	98,6	102,7	161,7	82,8	145,9	229,6	111,6	141,0	78,9	81,2	1334,2	3705,5
Revêtement de la voûte	2765,6	140,0	157,0	168,0	205,0	183,5	216,1	232,4	191,0	218,0	88,0	79,0	67,0	1945,0	4710,6
Revêtement des pieds-droits est	2365,0	80,7	92,4	172,2	55,7	73,8	95,3	57,3	155,0	154,1	144,0	148,4	110,1	1339,0	3704,0
Revêtement des pieds-droits ouest	1948,1	149,5	19,5	85,5	65,4	59,7	37,0	84,3	69,3	84,7	294,0	80,1	50,9	1079,9	3028,0
Maçonnerie de l'aqueduc	2583,6	116,4	.	.	67,0	40,0	.	.	10,0	.	157,0	88,0	.	878,4	3462,6
Nombre d'ouvriers par jour en moyenne . .	.	1386	1300	1259	1322	1320	1455	1293	1239	1259	1152	1182	1133		
Nombre maximum d'ouvriers pour un jour . .	.	1555	1504	1424	1617	1670	1746	1510	1464	1461	1338	1451	1378		

Les travaux d'excavation indiqués dans ce tableau sont réglés sur les sections de diagramme au profil normal offrant une aire de 45,1 mètres carrés. Il en résulte pour les diverses parties de l'excavation les cubes suivants :

Galerie d'avancement	6197,0	×	7,7	=	47,716,9	mètres cubes
Battage au large	1694,4	×	9,5	=	54,096,8	» »
Cunette du strosse	4216,2	×	9,5	=	40,053,9	» »
Strosse	3705,5	×	18,4	=	68,181,2	» »
<hr/>						
Total					210,048,8	mètres cubes.

Ce cube total, divisé par 45,10, équivaut à une longueur de tunnel complètement excavé de 4657,40 mètres courants, et, comme la masse excavée à la fin de l'année 1877 s'élevait à 149,569,4 mètres cubes, il reste pour l'exercice qui nous occupe 60479,4 mètres cubes qui représentent une longueur de tunnel de 1341,10 mètres courants, tandis que le programme fixait une longueur de 1548 mètres. La différence en moins s'applique surtout à la cunette du strosse et au strosse. Malgré cela, le progrès de l'avancement pendant l'année 1878 dépasse celui de l'année précédente de 323,10 mètres courants. Le maximum d'avancement a été réalisé pendant les mois d'Avril et d'Août où l'on a exécuté respectivement 130,4 et 148,7 mètres de longueur moyenne du tunnel, chiffres qui donnent la preuve du progrès considérable auquel on peut arriver.

La galerie de direction a été continuée de 5047,0 jusqu'à 6356 mètres, soit prolongée de 1309 mètres, dont 262 mètres dans la serpentine jusqu'à 5309, 566 mètres dans le gneiss micacé jusqu'à 5875, 481 mètres dans le gneiss micacé mêlé à des couches d'amphibole quartzeux jusqu'à 6356. La serpentine était tantôt compacte, massive et excessivement tenace, tantôt en lamelles non horizontales et plus tendres. La première espèce qui provient de la décomposition d'olivine et d'amphibole renferme accessoirement du mica brun, des grenats et du fer magnétique. Dans le voisinage immédiat de crevasses tapissées de cryolithe, d'amiante, de talc, elle a le plus souvent un ton pâle et, si la décomposition est encore plus avancée, elle se change en stéatite (pierre ollaire). Les stéatites traversées par des veines de dolomie et ayant en partie une couleur sombre par suite de la présence de chlorite, d'amphibole et de mica brun, ainsi que les schistes talqueux blanchâtres et les micas bruns remplissent l'intervalle qui sépare la serpentine et le gneiss micacé. A 5057 mètres s'est montrée en outre dans la serpentine une zone de mica et d'eurite (falsit).

La roche schisteuse de serpentine se distingue de la serpentine compacte en partie par sa structure parallèle, une couleur plus claire et une moindre consistance, en partie parce qu'elle se manifeste (5125 à 5203) sous forme de gneiss micacé dans lequel est noyée la serpentine et qui renferme accessoirement de l'olivine, de l'amphibole, des grenats, du fer magnétique et des cailloux siliceux. — Le gneiss micacé du type du Gurschen est caractérisé par des micas magnésiens de couleur ordinairement brune, plus rarement gris-d'argent ou verts. Sa masse, riche en quartz, est généralement à grains fins jusqu'à devenir compacte; il a une teinte gris de fumée venant du mica brun, mais qui n'apparaît bien que sur la cassure principale où il présente des écailles. Une variété de gneiss solide et clair qui ne se rencontre que rarement, se compose de minces lamelles de quartz et de feldspath intimement unis et entre lesquelles se trouve un mince dépôt de mica brun-noir (plus rarement gris-d'argent), de telle sorte que la pierre paraît tachée et veinée. A 6170 mètres et en d'autres points, ce gneiss passe au schiste quartzeux accompagné de mica blanc d'argent. Une troisième variété a l'aspect de schiste micacé, qui lui vient des micas qui y prédominent en lamelles brunes, ou en écailles conchoïdales gris d'argent. Le quartz et le

feldspath s'y montrent en lamelles ténues et le plus souvent contournées ainsi qu'en nodules isolés. A 6100 et jusqu'à 6110 mètres, on y trouve de minces bandes de chaux cristalline.

Très-souvent le gneiss micacé renferme des veines, des lenticules ou des rognons de feldspath quartzeux, qui sont enveloppés ordinairement de mica brun sous forme soit de quartz concrétionné, soit d'eurite, soit de pegmatite (souvent avec du feldspath gris-bleu). Accessoirement s'y rencontrent de la chlorite, de la muscovite, des grains siliceux, rarement des grenats. Le gneiss micacé était à l'origine mince et en couches planes. Par suite d'écrasement, sa structure parallèle est devenue fréquemment confuse ou aussi linéaire; le mica lamelleux s'est étendu en longues écailles; les veines de feldspath quartzeux ci-dessus mentionnées se sont déchirées et se sont agglomérées en rognons informes. Le gneiss micacé qui a été soumis à cette forte pression subit souvent des altérations de structure en sens oblique à celui des couches et les fissures qui en résultent sont revêtues ou veinées de mica, de chlorite et de graphite (6000 à 6100). Parfois la roche accessoire a l'aspect d'un schiste quartzeux ou se transforme en nodules clairs et poreux. Les roches amphiboliques, qui forment une couche d'environ 123 mètres de puissance, sont en partie du gneiss solide, riche en quartz et en feldspath, avec une faible quantité d'amphibole, en partie des quartzites compactes, qui doivent leur grande ténacité et leur teinte sombre à un mélange de mica, de chlorite et d'amphibole, en partie enfin des schistes amphiboliques. Elles renferment accessoirement des pyrites, rarement du fer magnétique, des grenats et de l'olivine, de manière à ce qu'à l'état de décomposition elles sont assimilables aux schistes de serpentine dont il a été question. On y rencontre, par exemple à 5921,61, 6309,5 de minces bandes qui ne sont que de l'actinote serpentineuse. Les fissures de ces roches sont souvent tapissées de minces dépôts de chaux sulfatée. — Tandis que le gneiss amphibolique possède la même structure que le gneiss micacé, les schistes amphiboliques à minces bandes et les quartzites amphiboliques sont le plus souvent plissés par l'effet des mêmes forces qui ont brisé les couches intermédiaires moins résistantes de gneiss micacé. — Jusqu'à 5309 mètres, la direction parfois très-peu déterminée des couches de serpentine a été assez régulièrement en moyenne de N 61 E ┘ 73 SE. Du côté sud des serpentines, les brisements et plissements déjà mentionnés produisent dans la direction des couches du gneiss micacé et de la roche amphibolique de grandes déviations que l'on se représente cependant facilement en imaginant un ensemble de lignes sinueuses équidistantes coupées par une ligne droite (tunnel) oblique à l'axe de symétrie. En Avril, la direction moyenne des couches était de N 62 E ┘ 68 SE (faibles plis à 5315 et 5322), en septembre N 44 E ┘ 59 SE (plis de 5898 à 5909, 16—25, 39—50); d'Octobre à Décembre, la disposition des couches a tourné à différentes reprises de N N E à O N O; son inclinaison a varié entre 41 et 90°, la direction principale a été de N 46 E ┘ 68 SE (plissements et coudements de 5960 à 75, de 6005 à 25 et 50, à 6120, de 6170 à 80, de 6230 à 60, de 6290 à 6305, 25 et 40). — La succession et la direction générale des plissements dont nous parlons disparaissent quelquefois par l'effet des nombreuses dislocations qui se sont produites dans le sens des couches glaiseuses, des crevasses et fissures auxquelles le massif du Gothard semblerait devoir les traits principaux de son profil extérieur actuel. Les limites de la couche de serpentine qui commence à 4870 mètres et finit vers 5309 mètres, permettent de reconnaître le plus facilement le caractère de ces dislocations. Le plan de contact au nord, qui se dirige de N 17 E ┘ 63 N a coupé la couche, c. à d. que la partie de terrain qui la recouvre au nord s'est relevée de manière que les derniers bancs de la masse serpentineuse n'affleurent qu'à 5565 mètres à une hauteur de 2135 mètres au-dessus du niveau de la mer. Sans cette dislocation, les couches de serpentine qui y apparaissent, n'auraient été traversées par le tunnel qu'à environ 5915 mètres, tandis qu'en réalité elles se terminaient déjà à 5310 mètres. — Des superpositions analogues se sont produites aussi à l'intérieur

de la couche de serpentine suivant des surfaces et des fissures recouvertes de talc, striées ou polies (à 5070 vers les micaschistes), celles-ci formant parfois la limite rigoureuse entre la serpentine compacte et les schistes serpentineux (5306); il en résulte que la puissance réelle de la masse de serpentine dans le tunnel est augmentée et qu'outre la partie déjà indiquée, d'autres affleurent encore au « Gurschenbach » et près de Gige. — Mais également sur la face sud de la serpentine se rencontrent dans le gneiss micacé de nombreux renversements de ce genre. Les déplacements des masses rocheuses sont accusés non seulement par un grand nombre de miroirs (surfaces polies) et de traces de frottement sur les lits glaiseux, par des fissures, remplies de quartz et de feldspath réduits en poussière, mais aussi par des refoulements de couches dont les bords indiquent la direction qu'avait le mouvement. (5310, 41, 51, 72 à 74, 98, 5402, 5892, 5985, 6003, 75, 48, 6106 à 10, 43, 84, 6238, 41, 45, 50, 76, 81 à 88, 6303, 12, 35 etc.) Les couches rocheuses limitées par ces crevasses n'ont cependant pas toujours été également refoulées et ne l'ont pas toujours été dans le même sens. (Le lit compris entre 6003 et 6048 s'est, par exemple, abaissé [relativement] tandis que celui de 6049 à 6108 s'est élevé.) La conséquence en est que maintes couches qui, en allant de la surface du terrain jusqu'au tunnel, suivent une même zone de roches (limitée par des faces de refoulement) sont rencontrées à une distance de la tête du tunnel parfaitement rationnelle, tandis que d'autres qui les touchent se trouvent plus loin au nord ou au sud. (L'exemple déjà cité montre à 5309 mètres un déplacement des couches vers le nord de 605 mètres; par contre le gneiss amphibolique, atteint dans le tunnel à 6173, affleure vers 5800 à 5819, à 2178—86 au-dessus de la mer.) — La détermination de ces conditions fournit sur la structure d'ensemble du massif du Gothard des données certaines qui corroborent en général l'opinion de Studer.

Des infiltrations de quelque importance, provenant des nombreuses sources des pentes rocheuses se sont montrées entre 5000 et 6000, en particulier entre 5083 à 85, 5175 à 5263 (donnant ensemble environ 5 litres par seconde), 5875 à 5950, et enfin entre 6287 et 6310. Quant aux suintements qui se produisaient en beaucoup de points, ils ne sauraient être passés sous silence, car ils entraînaient souvent la désagrégation de la roche et saturaient presque complètement l'air d'humidité. — Plusieurs de ces eaux ont un faible goût d'acide sulfhydrique. — Celles qui s'écoulent entre 5250 et 5260 mètres entre les galeries de battage au large abandonnent un dépôt agglutiné qui consiste en bactéries de 0^m,001 au plus de grosseur et animées d'un vif mouvement vibratoire et dont les alvéoles qui leur ont donné naissance n'ont pu s'infiltrer depuis le dehors que le long des bancs aquifères et des crevasses dirigées du N O — S O.

Il ressort du tableau suivant des observations de température faites entre 5000 et 6400 mètres, que les températures de la roche et de l'eau (Col. 6, 7) étaient sensiblement plus élevées qu'on ne pouvait l'attendre dans les conditions normales des bases admises pour les observations précédentes de températures dans le tunnel du Gothard; en effet on voit, en comparant les nombres des col. 5 et 6 que la température de la roche est plus élevée à 5157 mètres de 2^o.7, à 5456 mètres de 3^o.4, à 5593 mètres de 4^o.4, à 5725 mètres de 4^o.0 et à 6297 mètres de 1^o.2, tandis qu'avant 5000 mètres et après 6500 mètres les températures calculées et observées ne diffèrent au plus que de dixièmes de degré. Ces différences ne peuvent pas s'expliquer par la nature du terrain qui est telle, que l'on devrait, au contraire, admettre que les températures de la roche et de l'eau sont plus basses que celles qui figurent dans la colonne 5. Elles portent bien plutôt à conclure à l'existence de sources thermales dans la serpentine et dans le voisinage immédiat de cette couche du côté sud, ce qu'indiquent également les observations faites déjà dans le courant de l'année 1876 sur la température des eaux d'infiltration de la roche. La comparaison des chiffres correspondants des colonnes 11 et 12, montre que la température de l'air

s'élève dans les battages au large exécutés en arrière (savoir de $0^0.9$, $0^0.6$, $0^0.7$), tandis que la galerie de direction pénètre dans des couches où la chaleur est plus forte, et d'après les indications de la colonne 13 (comparée à la colonne 11) cette élévation de température se maintient même pendant une ventilation complète de plusieurs jours opérée dans le tunnel déblayé. Les observations faites à 5456 et 6297 mètres (col. 13) font voir également qu'une ventilation complète de la galerie déblayée ne peut y faire descendre la température de l'air que de $7^0.8$, $4^0.9$, $8^0.5$, $2^0.6$ au plus en-dessous de celle qui règne pendant le travail en arrière du front d'attaque.

Le maximum d'humidité de l'air (entre 2500^m et le front d'attaque) a été atteint le 14 Mars 1879 à 5310 mètres et a donné en valeur absolue 26,9 millimètres et en valeur relative 99,5 pour une température de $27^0.3$ et une pression barométrique (réduite à 0^0) de 664,15 millimètres.

Sur la même distance, la plus grande sécheresse de l'air a été trouvée à 6500 mètres, où elle était de $97^0.0$ pour $28^0.5$, avec une pression barométrique de 663,5 millimètres.

Avancement par mois	Distance de la tête	Hauteur moyenne (en mètres)		Température calculée de la roche (en degrés centigrades)	Température observée		Température moyenne de l'air (en degrés centigrades)						Observations
		du sol au-dessus de la mer	du sommet du tunnel jusqu'à la sur- face au jour		de la roche (en degrés centi- grades)	de l'eau (en de- grés cen- tigrades)	au front de taille			en arrière du front de taille			
							à la perforation	au déblaiement	en tout	dans la galerie d'avancement	dans le tunnel élargi		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Janvier 5047,0 5122,0	5000—5100	2097,8	953,3	22,9	.	24,1	24,6	26,4	25,5	24,7	.	* à 5157 ^m ; $\frac{13-15}{V}$ 78, température de l'air à l'élargissement avec ven- tilation complète du tunnel déblayé 25 ^{0.5} à 24 ^{0.2} .	
Février 5202,0	100—200	2090,2	945,1	22,8	25,5*	25,2	23,5	25,9	24,7	25,4	$\frac{1879}{28-22}$ $\frac{I}{II}$		
Mars 5285,0	200—300	2114,0	968,3	23,2	.	26,1	22,4	.	.	26,1	27,0		
Avril 5407,0	300—400	2122,3	976,0	23,3	.	.	23,5	27,3	25,4	26,8	27,4	** à 5455 ^{m.6} ; $\frac{13-15}{V}$ 78, température de l'air avec ventilation complète du front d'attaque déblayé 18 ^{0.1} à 21 ^{0.0} . * à 5593 ^m ; $\frac{16-18}{XII}$ 78, dans l'élar- gissement complètement ventilé et dé- blayé 28 ^{0.5} à 28 ^{0.3} .	
Mai 5523,0	400—500 500—600	2118,0 2130,4	971,1 983,0	23,2 23,4	26,6** 27,8*	.	23,4 23,8	27,9 25,6	25,7 24,7	26,8 25,9	27,5 .		
Juin 5647,0	600—700	2145,7	997,0	23,6	.	.	.	.	.	.	.
Juillet 5780,0	700—800	2160,7	1021,1	23,9	27,9**	** à 5725 ^m ; $\frac{16-18}{XII}$ 78, air dans l'é- largissement déblayé et avec venti- lation complète 28 ^{0.0} .	
Août 5887,0	800—900	2194,7	1045,5	24,4	.	28,0	24,6	26,4	25,5	27,6	.		
Septembre 5964,0	5900—6000	2225,4	1075,7	24,9	.	28,1	.	.	.	27,8	.		
Octobre 6110,6	6000—6100	2257,7	1107,3	25,3	.	.	25,2	27,7	26,5	27,1	.	* à 6297 ^{m.4} ; $\frac{16-18}{XII}$ 78, air du front d'attaque déblayé et avec ventilation complète 19 ^{0.9} à 25 ^{0.8} .	
Novembre 6228,0	100—200	2306,7	1155,8	26,1	.	.	23,7	26,1	24,9	27,2	.		
Décembre 6356,6	200—300 6300—6400	2401,5 2453,2	1250,0 1301,1	27,6 28,4	28,8* .	28,4 .	. 24,0	. 28,5	. 26,3	28,4 28,0	. .		

Aperçu des résultats de la perforation mécanique

dans la galerie d'avancement à Gœschenen.

N°	O b j e t	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai* 28 jours	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre †
		4 perforatrices Ferroux en marche en même temps											
1	Progrès mensuel m.	75,0	80,0	83,0	122,0	116,0	124,0	133,0	107,0	77,0	146,0	118,0	128,0
2	Progrès journalier, moyen, par 24 ^h . . . »	2,419	2,857	2,677	4,067	4,143	4,133	4,290	3,452	2,567	4,710	3,933	4,528
3	» » maximum . . . »	3,4	4,9	3,9	6,2	5,9	6,2	5,9	5,9	4,2	7,3	7,2	5,8
4	Section moyenne du front d'attaque mq.	6,913	6,769	6,888	6,656	6,879	6,800	6,800	6,800	6,800	6,680	6,510	6,500
5	Longueur des trous foncés, par escouade m.	80,8	84,8	90,0	124,8	117,6	126,7	136,4	111,5	79,5	151,4	124,7	139,5
6	La même par 10 ^m de galerie . . . »	10,773	10,600	10,843	10,229	10,138	10,218	10,255	10,421	10,325	10,370	10,568	10,398
7	Longueur des trous éclatés, par escouade »	75	80	83	122	116	124	133	107	77	146	118	128
8	» brute d'un trou foncé, » »	1,171	1,194	1,200	1,236	1,400	1,392	1,391	1,359	1,262	1,364	1,355	1,395
9	» effective d'un trou éclaté » »	1,087	1,137	1,106	1,258	1,381	1,362	1,357	1,305	1,222	1,315	1,283	1,280
10	» restante des trous, » »	1,891	1,895	2,044	0,554	0,392	0,628	0,721	1,090	0,828	0,965	1,466	2,360
11	» » » pour chacun » »	0,084	0,067	0,094	0,028	0,019	0,030	0,034	0,054	0,040	0,049	0,072	0,115
12	» totale des trous percés . . . »	1818,7	1764,6	1948,2	2469,4	2424,8	2657,0	2983,5	2248,8	1646,6	2978,3	2529,7	2862,0
13	La même p. 10 ^m d'avancement de la galerie »	242,493	220,575	234,723	202,409	209,034	214,274	217,556	210,168	213,844	203,996	214,381	223,594
14	Temps employé heures et minutes	744 ^h 00'	667 ^h 30'	738 ^h 00'	702 ^h 20'	652 ^h 30'	692 ^h 20'	728 ^h 00'	741 ^h 45'	716 ^h 15'	726 ^h 25'	711 ^h 10'	665 ^h 50'
15	» perdu » »	0 ^h 00'	11 ^h 00'	5 ^h 00'	16 ^h 40'	8 ^h 00'	26 ^h 10'	16 ^h 40'	9 ^h 20'	3 ^h 00'	16 ^h 55'	6 ^h 50'	9 ^h 30'
16	» total employé à la perforation . . . » »	496 ^h 00'	415 ^h 00'	455 ^h 30'	352 ^h 20'	342 ^h 15'	350 ^h 10'	366 ^h 25'	376 ^h 10'	444 ^h 55'	320 ^h 45'	390 ^h 00'	318 ^h 00'
17	» » pour décharger les mines, déblayer, etc. » »	248 ^h 00'	252 ^h 30'	282 ^h 30'	350 ^h 00'	310 ^h 15'	342 ^h 10'	361 ^h 35'	365 ^h 35'	271 ^h 20'	396 ^h 40'	321 ^h 10'	347 ^h 50'
18	» employé par perforation » »	7 ^h 11'	5 ^h 50'	6 ^h 04'	3 ^h 37'	4 ^h 04'	3 ^h 50'	3 ^h 44'	4 ^h 35'	7 ^h 13'	2 ^h 58'	4 ^h 14'	3 ^h 10'
19	» » » jeu de mines » »	3 ^h 35'	3 ^h 33'	3 ^h 46'	3 ^h 36'	3 ^h 41'	3 ^h 45'	3 ^h 41'	4 ^h 27'	4 ^h 18'	3 ^h 34'	3 ^h 29'	3 ^h 28'
20	» » » perforatrice pour percer un mètre minutes	49,090	42,330	56,110	34,243	33,875	31,630	30,392	40,146	64,849	26,572	37,000	26,667
21	Nombre des postes de perforateurs . . . »	69	71	75	97	84	91	98	82	63	111	92	100
22	Le même par 10 ^m de galerie »	9,200	8,875	9,036	7,950	7,241	7,339	7,368	7,663	8,182	7,603	7,797	7,812
23	Nombre des postes de mineurs »	69	71	75	97	84	91	98	82	63	111	92	100
24	» » trous perforés »	1553	1478	1631	1921	1732	1906	2078	1656	1304	2186	1873	2052
25	Le même par 10 ^m de galerie »	207,067	184,750	196,506	157,459	149,310	153,710	156,240	154,766	169,390	149,726	158,729	160,312
26	Moyenne des trous par poste »	22,507	20,817	21,747	19,804	20,619	20,945	21,204	20,195	20,698	19,694	20,359	20,520
27	Nombre de fleurets changés »	6129	5490	6054	6098	5652	6260	6868	5803	5308	7568	7144	7080
28	Le même par 10 ^m de galerie »	817,200	686,250	729,397	499,836	487,241	504,839	516,390	542,336	689,350	518,356	605,424	553,125
29	Nombre total de perforatrices (moyenne en service)	207	213	300	388	336	364	392	328	252	444	365	400
30	Le même par poste »	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
31	Nombre de perforatrices changées »	62	41	35	25	23	24	18	30	27	30	36	23
32	Le même en % »	29,951	19,249	11,667	6,443	6,845	6,593	4,591	9,146	10,714	6,757	9,863	5,750
33	Pression de l'air en atmosphères abs.	minimale 1,33	1,33	1,66	2,3	2,3	3,5	3,5	3,5	2,6	4,10	4,27	4,14
		maximale 1,90	2,58	2,80	3,5	3,2	3,8	3,66	3,8	3,4	4,64	5,20	5,03
34	Températ. moyenne à la perforat. en degrés centigr.	2,33	5,00	3,66	4,3	3,7	5,2	4,0	4,1	4,0	5,60	6,20	5,67
		24,18	22,96	22,83	23,5	23,4	23,8	—	23,6	23,9	24,40	23,90	27,25
35	» » au déblayage » »	26,16	25,92	27,27	27,3	27,9	25,6	—	26,5	26,5	26,30	28,20	29,00

Remarques : * En Mai, il a fallu 77 heures 50 minutes pour le piquetage de l'axe; il n'y a donc eu que 28 journées de travail.

† Par suite du piquetage qui a eu lieu du 16 au 18 Décembre, il ne faut compter pour ce mois que 28,271 jours de travail au lieu de 31.

Le progrès réalisé dans la galerie de direction, qui comporte en tout 1309 mètres courants, a dépassé de 61 mètres celui que fixait le programme, et l'avancement qui est de 6356 mètres à la fin de 1878 l'emporte de 154 mètres sur ce qu'exige le programme. Sur les 6 perforatrices portées par l'affût, il y en a eu en moyenne 4 en marche. La section de la galerie d'avancement a été en moyenne de 6,7 mètres carrés. Pendant le premier trimestre, la roche rencontrée consistait en serpentine, tandis qu'à 5309 mètres, on a pénétré dans le gneiss micacé qui s'est maintenu jusqu'à la fin de l'année. Cette roche plus ou moins riche en mica et consistante s'est comportée en général d'une manière avantageuse aussi bien pour la perforation que pour les coups de mine, car elle n'est pas très-dure et la disposition des couches était par contre extraordinairement favorable pour l'effet des mines, attendu que ces couches sont fortement inclinées (en moyenne 70^0) et qu'elles rencontrent de même la direction du tunnel sous un angle de 62^0 en moyenne. Dans le mois de Septembre seulement, le gneiss tenace a passé au quartzite très-dur, ce qui a été la cause du peu de progrès réalisé (77 mètres courants seulement). L'avancement le plus fort s'est produit dans le mois d'Octobre, où il a été de 146 mètres, tandis que le plus faible a été de 75 mètres exécutés dans le mois de Janvier. Outre la grande dureté de la serpentine, ce qui y a contribué aussi a été la faible pression au front d'attaque, qui n'a été que de 1,9 atmosphère absolue. Le temps moyen qu'indique le tableau pour un poste de perforateurs a été en minimum, au moins d'Octobre, de $2^h\ 58'.2$; il s'est élevé en Janvier et en Septembre à $7^h\ 11'.3$ et $7^h\ 13'.7$, et l'on a par là la mesure des différents degrés de dureté de la roche. Le nombre des trous percés a peu varié : il a été de 19 à 22. Mais les fonds de trous restés dans la serpentine douée d'une grande ténacité ont dû recevoir une deuxième, quelquefois même une troisième charge de dynamite.

La longueur éclatée par escouade a varié de $1^m.08$ pour Janvier à $1^m.38$ dans le mois de Mai, et le nombre des escouades de 69 à 111 pendant les mois de Janvier et d'Octobre. Le progrès le plus considérable effectué en 24 heures a été de $7^m.3$ obtenus en Octobre. La disposition introduite l'année précédente et suivant laquelle les postes (équipes ou escouades) de perforation et de déblayage restent dans le tunnel assez longtemps pour que deux attaques puissent se faire l'une après l'autre, a été conservée également dans l'exercice qui nous occupe et se montre d'autant plus utile que la longueur de la galerie de direction augmente davantage.

L'excavation de la calotte a progressé de 1353,8 mètres courants, mais est restée de 122,2 en dessous de ce qui était fixé par le programme; cependant le progrès total a dépassé encore le chiffre du programme de 244,4 mètres. Le battage au large s'est opéré pour la plus grande partie par des moyens mécaniques comme l'année précédente et les équipes de perforation et de déblayage ont alterné de la même manière que dans la galerie de direction. A côté de la perforation mécanique, on a eu recours de préférence au percement à la main pour de nouvelles attaques et dans les points où les boisages ou le manque de consistance de la roche l'ont exigé. En outre, il y a eu partout à reprendre à la main l'excavation de la galerie, parce que le sol de celle-ci est à une hauteur de 3 mètres au-dessus des traverses, en sorte que pour une hauteur de galerie de $2^m.40$ il y a toujours environ 1 mètre à attaquer sur la largeur de la galerie dans le tunnel, tandis que le battage au large des deux côtés de cette galerie s'effectue complètement par travail mécanique.

Les progrès de l'élargissement en calotte à mesure qu'avancait la galerie ont permis également de procéder rapidement au travail de la voûte et l'on a réalisé par là le progrès très-considérable de 1945 mètres courants, en sorte qu'à la fin de 1878 on a atteint, à 282,6 mètres près, le chiffre fixé par le programme.

La grande avance qu'avait l'exécution de la voûte sur celle de la cunette du strosse a offert pour cette dernière un champ de travail étendu; toutefois le progrès réalisé dans l'année n'a été que de 1202,9 mètres courants et est resté de 225,1 mètres inférieur au chiffre fixé par le programme. Le progrès mensuel le plus considérable se trouve dans le mois de Juin avec 187,8 mètres, le plus faible dans le mois de Juillet avec 34,2 mètres. Cet écart ne provient que de la différence dans le nombre des mineurs employés aux attaques de la cunette du strosse, nombre qui a varié en raison de l'état général des travaux. On a fait usage exclusivement de la perforation à la main et comme il se fait plusieurs attaques à des distances convenables, les travaux de la cunette du strosse ont été exécutés en partie par avalage, ce qui a rendu nécessaire l'élévation jusqu'au niveau de la galerie de direction des rampes obtenues. On peut compter pour ce dernier travail 1 fr. par mètre cube, ce qui ne constitue qu'une dépense relativement très-minime en comparaison de l'économie réalisée par le fait de l'ouverture d'une seule galerie.

Les travaux d'abatage du strosse ont donné un progrès de 1334,2 mètres courants et sont restés de 165,8 mètres en arrière de ce qu'avait fixé le programme. Cette partie du diagramme dépend entièrement de l'avancement de la cunette et la différence dans les résultats mensuels est encore plus considérable que ce n'a été le cas pour la cunette du strosse. Ainsi, l'avancement le plus faible a été en Février de 44,6 et le plus élevé en Août de 229,6 mètres courants. Après être, déjà au commencement de l'exercice, arrivé au pied de la rampe à 2,100^m avec la partie la plus large du strosse, la nouvelle rampe à 2500^m a été exploitée dès le 15 Février, ce qui a permis d'attaquer le strosse sur une longueur suffisante. Cependant, comme sur le parcours de 2783^m à 2831^m, dans le terrain sujet à foisonnement, la voûte n'avait pas encore été entreprise et que la cunette n'était pas pratiquée, les transports dans cette partie difficile ont dû se faire encore jusqu'au commencement du second semestre sur l'étage supérieur jusqu'à la rampe située à 2500^m. La rampe nouvellement établie à 3700^m n'a pu être utilisée qu'après que le radier eût été exécuté dans cette section du terrain sujette à foisonnement. Sur toute la longueur de ce parcours, la voie de service a été établie au niveau de l'étage supérieur sur une estacade en bois.

Le système de transport, tel qu'il avait été inauguré au milieu de l'année 1877, a été conservé et s'est montré tout-à-fait avantageux. Le passage de l'étage inférieur au supérieur est opéré par une rampe de 30 p. 0/00. Au-dessous et au-dessus de la rampe se trouvent des changements de voie permettant de faire alterner les wagons pleins et les wagons vides. Les premiers, réunis en trains, sont descendus sur la rampe et aussitôt après les wagons vides sont repris sur la voie latérale et remontés par des chevaux pour être répartis vers les divers chantiers d'attaque du battage au large et à front de la galerie. A partir du pied de la rampe jusqu'au point de déchargement, le transport des wagons pleins se fait pendant les mois d'été par le moyen de locomotives alimentées par de l'air comprimé; dans le semestre d'hiver, par contre, lorsqu'on n'a plus l'air comprimé en quantité suffisante, ces locomotives ne vont que jusqu'à l'entrée du tunnel, et à partir de là ce sont des locomotives à vapeur qui font les transports jusqu'au lieu de décharge. En hiver, où l'eau manque, ces dernières servent d'auxiliaires aux locomotives à air sur la rampe de 5,82 0/00 du tunnel et pour le transport des wagons vides aussi loin que cela est nécessaire, c. à d. actuellement sur un parcours de 2000 mètres; de ce point jusqu'au pied de la rampe fonctionnent seules les locomotives à air qui, indépendamment de la quantité d'air qu'elles reçoivent à l'entrée du tunnel, peuvent encore s'alimenter au réservoir situé à 2200^m et qui contient 157 mètres cubes, ainsi qu'à l'extrémité de la conduite établie depuis ce point jusqu'à 2653 mètres. Cette conduite sera successivement continuée, de manière que les locomotives à vapeur puissent fournir un service proportionnellement plus étendu.

Comme il faut qu'une rampe soit conservée jusqu'à ce qu'une seconde puisse être ouverte plus à l'intérieur, il en résulte que la cunette du strosse s'établit alternativement le long du pied-droit de l'est et le long de celui de l'ouest.

En opposition à ce qui s'était fait dans l'avant-dernière année, il a été pris pour la distance des rampes une longueur plus considérable, soit 1000 à 1200 mètres, afin de réduire les frais d'établissement de ces rampes et des deux changements de voie latéraux. Ces grandes distances supposent un avancement aussi considérable de l'étage supérieur achevé vis-à-vis de l'abatage du strosse. Tant que ce dernier travail, ainsi que le revêtement en maçonnerie qui le suit, peuvent marcher avec rapidité (plus de 300 mètres par mois), cette disposition est dans l'intérêt pécuniaire de l'entreprise; mais il n'en est plus ainsi dès que les transports plus longs à effectuer par des chevaux, deviennent aussi coûteux que le serait la construction d'une nouvelle rampe.

Les locomotives à air étant construites de manière à pouvoir être utilisées aussi d'après le système Mekarsky, il a été également fait avec ce système, qui a donné de bons résultats ailleurs, des essais qui cependant, par suite des prix élevés du charbon à Göschenen, n'ont pas satisfait; mais qui d'autre part ne permettant pas de porter un jugement définitif n'ont pas été répétés. Les locomotives sont employées par conséquent seulement avec l'air comprimé.

Le remblayage du plateau de la gare de Göschenen, fait au moyen des déblais du tunnel, a été commencé au printemps dernier et continué depuis lors. Dans le courant de l'été, on commencera également à supprimer la tranchée afin d'avoir le plus de place possible pour le dépôt des matériaux de construction de la voie.

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

Nous ferons observer tout d'abord que la disposition des travaux est la même que sur le côté nord, après qu'en Janvier 1878 le service des rampes, et vers la fin de l'année l'attaque de la calotte ne se sont opérés que sur un étage au lieu de deux comme précédemment. Ce passage a obligé à établir un peu plus bas le sol de la galerie de direction (3 mètres au-dessus du niveau des traverses) et à donner aussi plus de profondeur à la cunette du strosse. La première rampe a été mise en exploitation le 18 Janvier entre 2531 mètres et 2651 mètres de distance de l'entrée, avec une pente de 27 p. ‰ et le monte-charge a été enlevé.

Les installations qui se rapportaient surtout à la marche des travaux ayant été déjà terminées dans l'année 1876, il ne s'est agi pour l'exercice qui nous occupe que de légères additions pour les besoins courants, ou de changements partiels à apporter principalement aux voies de service et aux tuyaux de conduite d'air.

La voie de service de 1 mètre d'écartement avait, à la fin de l'année, une longueur de 7888 mètres à l'intérieur du tunnel et de 2320 mètres en dehors. La voie latérale de 0^m.35 d'écartement devant le front de taille de la galerie et qui est destinée au transport des déblais le long des wagons a une longueur de 85 mètres et suit constamment la galerie.

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

Diamètre	Longueur	‰
200 millimètres	5014 mètres	53
150 »	549 »	6
100 »	912 »	10
50 »	2985 »	31
	9460 mètres	100 ‰

Dans les tuyaux de 100 millimètres de diamètre, est comprise une longueur de 350 mètres qui pour éviter l'action du gel est conduite sous terre depuis le bâtiment des compresseurs jusqu'au tunnel pour introduire dans celui-ci l'air nécessaire aux locomotives. Dans l'intérieur du tunnel, ce sont de préférence les tuyaux de 50 millimètres que l'on emploie à ce but.

La tension moyenne de l'air comprimé dans le tunnel pour le fonctionnement des perforatrices et des pompes, de même que pour la ventilation était :

de 4,70 atmosphères absolues à l'entrée

» 3,37 » » au front de taille de la galerie

» 8,82 » » dans le réservoir d'air pour les locomotives, à l'entrée.

La quantité d'air aspirée par les compresseurs varie considérablement pour les mêmes raisons que du côté nord et

le maximum a été dans le mois de Septembre en 24 heures de 207,200 mètres cubes

le minimum dans le mois de Novembre 92,120 » »

la moyenne par jour pendant les mois d'été 181,594 » »

et pendant les mois d'hiver 122,140 » »

Dans cette estimation, on a pris pareillement pour effet utile des compresseurs 60 ‰. De même que sur le versant nord et par les mêmes motifs, il n'est fait aucun usage des aspirateurs.

Comme changements apportés aux installations, il faut mentionner : l'établissement pour la conduite à haute pression d'un récipient à l'entrée du tunnel de direction dans le but du remplir plus rapidement les locomotives et leur réservoir portatif; de plus, l'installation d'un dépotoir en bois pour les eaux du Tessin, à 93 mètres en dessus du grand collecteur maçonné, afin de mieux arrêter le sable et le gravier que l'eau entraîne avec elle vu la forte pente ($1\frac{1}{2}$ ‰) que reçoit la conduite à sa sortie de la rivière; enfin, un nouveau prolongement de 5 mètres de l'écurie aux chevaux, en sorte qu'elle mesure actuellement $31\frac{1}{2}$ mètres de longueur.

A la fin de l'année il y avait sur place 103 perforatrices, savoir:

du système Mac Kean: 8 perforatrices sur affût vertical avec mouvement d'avance automatique.

6 » de la même construction, mais avec disposition d'avance mûe à la main.

36 » horizontales avec 2 guides circulaires.

22 » du système Mac Kean-Seguin.

10 » » Seguin avec mouvement d'avance automatique et leviers système Turretini.

14 perforatrices du système Ferroux.

7 » » Dubois-François, mais qui ne s'emploient plus depuis longtemps.

Quant aux résultats obtenus sur les divers chantiers d'attaque et quant au nombre de journées d'ouvriers qui y ont été consacrées, le tableau suivant donne les indications nécessaires. Il y a lieu de remarquer ici que les ouvriers travaillant à la main ont alterné en trois équipes de huit heures et que les hommes qui faisaient marcher la perforation mécanique dans la galerie et dans l'élargissement en calotte sont restés dans le tunnel au-delà de la durée de deux attaques successives.

Travaux exécutés et nombre d'ouvriers

à la tête nord du Tunnel du Gothard.

Indication de l'objet	Etat Fin Décembre 1877	1878												Pour l'année 1878	Etat Fin Décembre 1878
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		
Galerie d'avancement	4613,6	53,6	35,6	37,9	85,4	143,5	105,0	127,6	171,7	123,5	124,8	99,0	122,3	1229,0	5843,5
Battage au large	4100,0	154,0	100,0	100,0	64,0	74,0	40,0	45,0	40,0	91,0	112,0	95,0	63,0	978,0	5078,0
Cunette du strosse	2909,0	126,0	120,0	137,0	139,0	162,0	177,0	141,0	134,0	112,0	84,0	72,0	41,0	1445,0	4354,0
Strosse	2345,0	67,0	125,0	127,0	119,0	85,0	59,0	108,0	116,0	142,0	111,0	91,0	56,0	1206,0	3551,0
Revêtement de la voûte	3199,7	106,5	95,0	121,3	71,3	113,7	117,7	131,0	164,1	148,4	140,1	67,9	74,6	1351,6	4551,3
Revêtement des pieds-droits est	1951,2	20,7	94,4	154,2	117,2	168,7	21,6	8,2	131,5	94,3	93,9	147,8	99,5	1152,0	3103,2
Revêtement des pieds-droits ouest	2644,8	98,3	78,0	114,1	125,4	102,6	171,4	108,7	145,5	95,7	63,2	64,9	79,5	1247,3	3892,1
Maçonnerie de l'aqueduc	2597,0	105,0	57,0	62,0	158,0	109,0	198,0	97,0	132,0	107,0	74,0	30,0	74,0	1203,0	3800,0
Nombre d'ouvriers en moyenne	—	1686	1608	1563	1579	1815	1791	1729	1948	1781	1671	1407	1419	—	—
Nombre maximum d'ouvriers	—	1832	1694	1687	1826	1957	1963	2025	2145	1952	1876	1625	1621	—	—

À la fin de l'exercice, les cubes obtenus dans les portions isolées du diagramme du profil du tunnel, étaient de :

Galerie d'avancement (réduction)	5690	×	7,7	=	43,813,0	mètres cubes.
Battage au large	5078	×	9,5	=	48,241,0	» »
Cunette du strosse	4354	×	9,5	=	41,363,0	» »
Strosse	3551	×	18,4	=	65,338,4	» »
Total						198,755,4 mètres cubes.

Ce cube total, divisé par 45,10, équivaut à une longueur moyenne de tunnel de 4407,0 mètres. Cela représente par conséquent un progrès annuel de 1248,10 mètres, tandis que le programme prescrivait un avancement de 1548,0 mètres. La différence provient de l'arriéré de travail du battage au large et du strosse. Comme, dans l'année qui nous occupe, il fallait exécuter dans du gneiss délité l'élargissement de la section longue de 180 mètres et très-sujette à la poussée, ce qui rendait très-difficile le transport le long de l'élargissement (les boisages ne permettaient avant l'abatage du second étage en calotte que le passage de wagonnets très-bas pour le transport), on n'a pu au delà de cette section avancer que très-peu à l'élargissement en calotte. Mais le mode d'attaque (2 étages au lieu de 3) employé sur le versant nord ayant été adopté, cet inconvénient ne peut plus facilement se reproduire.

L'exploitation par rampes suppose un avancement de la cunette plus considérable et qui doit l'être d'autant plus que les distances des rampes qui se suivent ont été prises plus grandes. La seconde rampe, employée dès le 12 Juillet, se trouvait entre 3200 et 3330 mètres. C'est là ce qui explique les grands progrès faits dans l'enlèvement du strosse et qui ont immédiatement suivi ces changements, mais qui diminuaient aussitôt que l'attaque de la cunette du strosse s'approchait du pied de la rampe. Comme la troisième rampe devait être établie à une plus grande distance, elle n'a pas pu être exécutée pour la fin de l'exercice. L'exemple fourni par le côté nord en Août 1878 montre quels résultats importants sont possibles dans des conditions favorables; il n'y a donc rien à objecter contre cette disposition qui n'a été choisie que dans un but d'économie, si ce qu'il manque aux attaques précédentes est compensé; or, la possibilité en est, sans aucun doute, absolue.

La galerie d'avancement a été prolongée depuis 4613^{m.6} jusqu'à 5843^{m.5}, soit de 1229^{m.9} à travers le gneiss de Sella jusqu'à 4851, puis différentes variétés de gneiss micacé avec couches semblables au gneiss de Sella jusqu'à 5450^m et lits de roches amphiboliques (hornblende), particulièrement entre 5001^m et 5075^m. — Le gneiss de Sella se compose de lamelles de feldspath blanc et de quartz, imbriquées les unes dans les autres et séparées par des pellicules, minces et en forme d'écailles, de mica blanc ou brun noirâtre. On peut en distinguer trois variétés qui sont: le gneiss mince et en couches plates, semblables à des schistes quartzeux; le mica clair y prédomine et l'on y rencontre, mais seulement rarement, le mica brun noirâtre en longues lamelles et accessoirement les pyrites sulfureuses. La seconde variété est le gneiss de Sella ordinaire, inégalement stratifié, souvent boursoufflé par des nodules de feldspath et avec de grandes plaques de mica brun noirâtre. Vient enfin la variété claire, intermédiaire entre les deux précédentes. — Le gneiss de Sella ordinaire, qui se casse en plaques épaisses et solides, entre pour environ 38 % dans la masse totale; le gneiss quartzeux, qui se détache en morceaux allongés et renferme beaucoup de joints glaiseux, pour 33 %, et la variété claire pour 29 %. — Jusqu'à 4716^m, le gneiss de Sella est complètement brisé, fragmenté, décomposé; au delà et jusqu'à 4782^m, il est traversé par des veines et failles glaiseuses. Les dépôts de feldspath quartzeux, qui se transforment en amas de cristallisations contenant parfois de l'adulaire, du chlorite, du cristal de roche, du spath cal-

caire, des pyrites sulfureuses, du titane, du fer spéculaire et du rutile, sont dans cette partie ordinairement triturés et à l'état de kaolin. — Le gneiss micacé est, comme celui de la partie nord, caractérisé par du mica magnésien, à côté duquel s'en présentent aussi du vert et du gris, le dernier se rencontrant surtout entre 5150 et 5300 mètres. Le mica pelliculeux à l'origine est, par le contournement de la roche, fréquemment étiré et brisé en longues écailles suivant son plongement. Quelques couches de schistes micacés consistent presque exclusivement en mica brun et lamelleux, qui commence le plus souvent à se décomposer (5508^m à 5519^m, et 5565^m à 5569^m, et en outre beaucoup de minces veines); du mica brun entoure aussi la plupart des concrétions de quartz terne. D'autres lits de gneiss micacé se changent, par la prédominance du quartz et du feldspath, en véritable gneiss qui, surtout jusqu'à 5450^m, ne diffère pas sensiblement sous le rapport pétrographique du gneiss de Sella clair. La masse principale du gneiss micacé est cependant formée d'une pâte à grain fin, riche en quartz, qui, parsemée d'écailles brunes de mica, se détache parfois en morceaux allongés et paraît provenir de lamelles écrasées de feldspath quartzueux. Sa cassure transversale ne présente que peu de mica, tandis que, dans l'autre sens la cassure laisse apercevoir le mica sous forme d'écailles et de pellicules juxtaposées. Quelques couches de gneiss micacé sont veinées et, par la présence de cristaux de feldspath, semblables à du gneiss œillé (4869^m à 4885^m). Accessoirement se rencontrent dans le gneiss micacé: de l'hornblende, particulièrement dans le voisinage de l'amphibole (hornblende), de la tourmaline (4904^m et 4920^m) et des grenats. Ces derniers, il est vrai, ne sont pas fréquents, mais ils se trouvent aussi dans les couches de gneiss-quartzites intercalées dans le gneiss micacé et mélangées aux amphiboles. Ils offrent par là un moyen d'établir une ligne de démarcation entre la zone du gneiss de Sella et celle du gneiss micacé, ce qui autrement serait difficile, parce qu'avec le gneiss micacé alternent encore beaucoup de couches de gneiss de Sella. — Le gneiss micacé est fréquemment plissé, souvent écrasé en longs fragments ou sous forme de stratification entièrement confuse. Les nombreuses veines et nodules de feldspath quartzueux qu'il renferme apparaissent alors comme des bourrelets irréguliers ou des lacets bizarres. — Les roches de hornblende sont en partie des gneiss amphiboliques à grains fins et riches en quartz, en partie des schistes de hornblende à masse compacte de feldspath quartzueux, à laquelle du mica noir (chlorite) qui y est mélangé en grains fins et de la hornblende donnent une couleur sombre et une grande ténacité. Accessoirement on y rencontre: des grenats, du fer magnétique et des pyrites. Sur les amas de cristallisations des dépôts de feldspath quartzueux on trouve aussi de la brookite dans les roches de hornblende, outre les minéraux déjà cités. C'est sans doute par suite d'un commencement de décomposition que ces roches sont traversées par des bandes et des veines calcaires (5010^m à 5016^m, 5060^m à 5073^m). — Les premières minces zones de hornblende se montrent disséminées vers 4900^m; de 5001^m à 5075^m les lits de hornblende prédominent; depuis il s'en présente de nouveau de minces couches vers 5536^m, 5592^m (avec manganèse oxydé silicifère rouge), 5649^m et 5842^m.

Vers 4540 mètres, on a pénétré en Novembre 1877 dans la zone brisée et décomposée de gneiss de Sella, dans laquelle jusqu'à 4716^m les couches sont coupées en bandes et en aiguilles étroites (coins), poussées les unes contre les autres, par de nombreuses crevasses glaiseuses et des veines de quartz trituré, de manière que le sens de la stratification est différent dans chacune d'elles. La direction est nord-est, l'inclinaison suivant le nord-ouest devient horizontale, parfois elle oscille, de sorte qu'en somme la stratification (à partir du commencement de l'année) va jusqu'à 4716^m suivant N 63 E \vdash 42 NO. — Vers 4716^m, cette partie rejetée est limitée par une fissure dirigée suivant N 65 E \vdash 55 S, contre laquelle les couches situées au nord changent de direction pour s'incliner ensuite jusqu'à 4769 en moyenne suivant 85½ NO, puis se relèvent tantôt au sud, tantôt au nord, de manière qu'abstraction faite des petites divergences

locales — les points de déviation sont vers 4881^m, 4962^m, 4997^m, 5016^m, 5075^m, 5508^m, 5519^m, 5773^m, 5789^m, 5827^m et la direction moyenne de stratification entre 4769^m et 4773^m,⁵ est suivant N 64 E ∇ 90.

— Les oscillations fréquentes dans le plongement — et celles analogues de la direction — s'expliquent pour la plus grande partie par des plissements dans la configuration des couches que le tunnel traverse obliquement. Il a été déjà fait mention des petits plissements et des lacets dans le gneiss micacé; les plus grands ont été découverts par le tunnel, par exemple vers 5413^m à 5444^m, 5530^m, 5640^m à 5645^m, 5740^m à 5750^m, 5790^m à 5825^m et beaucoup d'autres ont pu être reconstitués d'après les angles de direction et de plongement. Comme les sinuosités des plis suivent en partie la direction, en partie l'inclinaison des couches, elles doivent avoir été produites par des poussées dans différentes directions se croisant entr'elles. Bien que, par suite du plissement, une même couche affleure à diverses reprises en des points du tunnel peu éloignés les uns des autres, il n'a cependant encore été traversé aucun fond complètement horizontal d'un grand bassin dont les bords montent verticalement au jour, c'est-à-dire qu'il n'y a pas encore de preuves directes de l'existence de grandes dépressions de couches contournées concentriques ou d'ensellements à l'intérieur du massif du Gothard. Outre les plissements, des perturbations de date plus récente ont donné lieu à des alternances nombreuses dans la direction des couches. Il a été déjà parlé des plus considérables qui ont disloqué la roche comprise entre 4540 et 4716 mètres. Les mouvements qui s'y sont produits ont eu pour conséquence que les couches dans le plan du tunnel sont déplacées vers le nord d'environ 350 mètres. Ce saut peut se reconnaître encore vers 5400^m à la situation (dans le tunnel) du gneiss micacé, qui affleure vers 5030^m au point dit «Glockenthürmli», de même que vers 6040^m là où sont traversées les couches qui arrivent au jour vers 5800^m environ. Ainsi, sur le versant sud les perturbations isolées ne se sont pas équilibrées comme c'est le cas du côté nord du massif, bien que les portions de terrain déplacées ne s'y soient pas toujours mises en mouvement dans le même sens ou dans la même proportion. Si l'on peut en juger d'après les bords de refoulement, l'aiguille ou coin entre 4774^m,⁵ et 4781^m,⁵, s'est déplacé entre N 65 E ∇ 60 N et 70 E ∇ 50 S de l'ouest à l'est. La bande comprise entre la veine de quartz vers 5793^m et la veine de mica vers 5762^m s'est soulevée, ainsi que celle comprise entre la crevasse glaiseuse vers 5783^m et la veine quartzreuse à 5790^m (déplacement latéral de 44 mètres, soulèvement de 19,5 mètres), tandis que la couche entre 5762 et 5783 mètres est restée en place ou s'est affaissée. Les plans de stratification argileux, les veines de quartz et de mica ou les crevasses remplies de glaise, contre lesquelles des déplacements ont eu lieu, et dans le voisinage desquelles la roche secondaire est souvent friable et brisée, se trouvent au nord de la grande masse disloquée, savoir vers: 4716 à 4796^m, 4850 à 4915^m, 4941 à 4970^m, 4993 à 5000^m, 5037^m, 5080^m, 5090 à 5096^m, 5189 à 5200^m, 5380^m, 5392^m, 5412 à 5414^m, 5433 à 5444^m, 5447^m, 5458^m, 5507 à 5519^m, 5567^m, 5572^m, 5583^m, 5593^m, 5599^m, 5612^m, 5615^m, 5621^m, 5631^m, 5734^m, 5783^m.

Dans la partie disloquée et jusqu'à 4716^m les filtrations d'eau n'ont pas été considérables; elles ont augmenté à la fin de cette zone depuis environ 4700^m et ont été le plus fortes dans la roche peu décomposée mais brisée, entre 4729 et 4775. Les nouvelles filtrations entre 4610^m et 4740^m fournissaient environ 5 litres. A partir de 4775^m, il ne s'est manifesté que de minces filets d'eau et des suintements (suffisants pour saturer l'air d'humidité). De 5433^m à 5574^m, les filtrations provenant de quelques fissures et failles argileuses ont de nouveau un peu augmenté; au-delà et jusqu'à la fin de l'année, la galerie était relativement sèche. Toutes les eaux rencontrées sont alcalines, quelques-unes hépatiques; on les a par suite considérées comme étant la cause de l'irritation de la peau dont ont été affectés les ingénieurs et les conducteurs de travaux, plus encore que les ouvriers. Il est probable cependant que

cette irritation n'est produite que par un séjour inusité dans l'air très-chaud et humide du tunnel. Le débit total des eaux sortant du tunnel a été par seconde :

le 30 Novembre 1877 à partir de 4574 ^m : 219 litres (mesurés à 300 à 400 ^m de l'entrée), à 120.2 (mesurés à 178 ^m de l'entrée)									
» 13 Janvier	1878	»	4642 : 205	»	»	450 à 550	»	120.2	» » »
» 2 Février	»		— —			— —		120.2	» » »
» 15 Mars	»		— —			— —		120.5	» » »
» 3 Avril	»		— —			— —		120.8	» » »
» 26 Septembre	»	»	5481 : 193	»	»	185 à 285	»	120.7	» » »
» 6 Octobre	»	»	5518 : 223	»	»	185 à 213	»	120.3	» » »
» 12 Décembre	»	»	5760 : 238	»	»	186 à 211	»	110.8	» » »
» 2 Janvier	1879	»	5851 : 216	»	»	»	»	120.4	» » »

Avancement par mois	Distance de l'entrée	Hauteur moyenne en mètres		Température calculée de la roche (en degrés centigrades)	Température calculée		Température moyenne de l'air (en degrés centigrades)						Observations
		au-dessus de la mer	du sommet du tunnel jusqu'à la surface		de la roche (en degrés centi- grades)	de l'eau (en de- grés cen- tigrades)	au front de taille			en arrière du front de taille			
							à la perforation	au déblayé, chargement, etc.	moyenne	dans la galerie de direction	dans le tunnel clair†		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Janvier 4613,6 4667,2	4600—4700	2497,8	1338,3	29,1	.	28,6	27,7	28,7	28,2	29,3	$\frac{27}{XI} 78 - \frac{4}{III} 79$	* à 4830 ^m , $\frac{7-11}{VII} 78$, air dans l'élar- gissement déblayé et complètement ventilé 28 ^{0.7} à 28 ^{0.5} .	
	4700—4800	2518,5	1359,0	29,5	.	28,8	25,7	29,6	27,6	28,6	29,5		
Février 4702,8	4800—4900	2566,2	1406,6	30,2	28,2 *	.	24,0	29,5	26,8	27,9	30,4		
Mars 4740,7	4900—5000	2621,3	1461,7	31,1	.	.	.	.	.	28,4	31,0	
Avril 4626,1	5000—5100	2688,1	1528,4	32,1	.	.	24,5	29,8	27,1	28,4	30,3		
Mai 4969,6	5100—5200	2672,4	1512,7	31,8	28,7 **	.	24,8	28,8	26,8	28,1	.	** à 5101 ^m , $\frac{7-11}{VII} 78$, air au front de taille déblayé et complètement ventilé 25 ^{0.7} .	
Juin 5074,6	5200—5300	2607,4	1447,6	30,8	.	.	.	28,4	.	29,4	.		
Juillet 5202,2	5300—5400	2543,0	1383,2	29,8	.	.	25,0	29,2	27,1	29,6	.		
Août 5373,9	5400—5500	2491,4	1331,5	29,0	.	29,4	25,6	29,2	27,4	29,4	.		
Septembre 5497,4	5500—5600	2452,3	1292,4	28,4	.	29,7	26,8	30,3	28,5	30,0	.		
Octobre 5622,2	5600—5700	2420,2	1260,2	27,9	.	.	26,8	.	.	29,3	.		
Novembre 5721,2	5700—5800	2411,8	1251,8	27,7	29,5 †	.	26,8	29,9	28,4	29,7	.	† Température de la roche et tem- pérature de l'air dans la galerie non ventilée et déblayée depuis 2 jours, à 5721 ^m 29/XI 78.	
Décembre 5843,5	5800—5900	2410,5	1250,5	27,7	.	30,7	27,2	29,8	28,5	30,6	.		

Le tableau précédent des observations de température fournit tout d'abord des différences entre les températures calculées de la roche (Col. 5) d'une part et celles qui ont été observées (Col. 6) en même temps que les températures de l'eau d'autre part, différences qui s'expliquent par la configuration du terrain traversé. Au-dessous de l'arête escarpée du Grenodi Prosa (2715^{m.3} au-dessus de la mer), à 5074,1 mètres de l'entrée sud, l'augmentation de température vers l'intérieur se fait beaucoup plus lentement que sous le Guspisthal qui le suit, et comme le coefficient d'accroissement de température pris pour base du calcul est adopté comme valeur moyenne pour toutes les formes de terrain qui se présentent dans le profil du tunnel, il doit donner des températures de la roche trop élevées pour les hautes arêtes de la montagne, trop basses au contraire pour les fonds de vallée, mais des valeurs moyennes exactes pour une ligne du profil suffisamment longue avec contours changeants. Or c'est également le cas ici, car la moyenne des températures de la roche calculées (29^{0.2}) pour 4600 à 4700^m, 4700 à 4800^m, 4800 à 4900^m, 5100 à 5200^m, 5400 à 5500^m, 5500 à 5600^m, 5700 à 5800^m, 5800 à 5900^m, concorde exactement avec la moyenne de toutes les températures de la roche et de l'eau observées sur les mêmes parcours (29^{0.2}). Pour la même raison qui vient d'être signalée, on doit s'attendre à avoir sous le Guspisthal une température plus élevée et sous le Kastelhorn une température un peu plus basse que celle qui a été calculée.

Une comparaison des nombres des colonnes 11 et 12 montre que la température de l'air dans l'élargissement est sensiblement plus haute (0^{0.9}, 2^{0.5}, 2^{0.6}, 1^{0.9}) que celle qui régnait dans la galerie d'avancement à la même distance de l'entrée. Quant au fait que cette différence est plus considérable à Airolo que celle qui lui correspond à Göschenen, il s'explique par la plus haute température de la galerie de direction et la moindre quantité d'air comprimé (à Airolo).

Enfin, il résulte des notations de la colonne 13 que lorsque le front d'attaque déblayé est complètement ventilé, la température de l'air n'y est abaissée pendant le travail que de 2^{0.4} au-dessous de la température de l'air en arrière du front de taille.

La grande humidité qui règne du côté d'Airolo dans le tunnel du Gothard, jointe à la faible proportion de l'afflux d'air contribue certainement tout autant au malaise des ouvriers que la haute température de l'air, qui en tout cas ne dépasse que d'environ 2⁰ la température qui existe au même moment à Göschenen. Le 28 Mars 1879, l'air était devant le front d'attaque pendant la perforation, d'une sécheresse supportable (humidité relative 86,8 à 98,0, moyenne: 93,2 à une température de 28^{0.6} et une pression barométrique de 655^{mm.2}); dans tout le reste de la longueur du tunnel à partir de 2170^m non-seulement l'air était saturé de vapeur d'eau, mais il contenait encore de cette vapeur sous forme de buée. Le maximum d'humidité s'est présenté vers 4600^m: il a été en valeur absolue de 32,7, et en valeur relative de 100 pour une température de 30^{0.6} et une pression barométrique de 655^{mm.35}.

Passant à la description détaillée des travaux sur les divers chantiers, nous commencerons tout d'abord par le plus important d'entr'eux, savoir la galerie de direction. Les résultats de la perforation et les conditions qui en subissent l'influence sont résumés dans le tableau suivant:

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

N°	O b j e t	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
		4 à 5 perforatrices Mac-Kean-Seguin en marche en même temps											
1	Progrès mensuel m.	53,6	35,6	37,9	85,4	143,5	105,0	127,6	171,7	123,5	124,8	99,0	122,3
2	» journalier, moyen, par 24 ^h . . . »	1,73	1,27	1,22	2,90	4,64	3,49	4,94	5,61	4,35	4,01	3,80	3,93
3	» » maximum »	3,4	2,4	4,0	4,4	6,5	4,50	6,56	7,00	5,65	5,02	5,20	5,31
4	Section moyenne du front d'attaque . . mq.	8,34	7,17	5,90	5,74	6,30	5,90	6,93	6,72	6,94	6,78	6,80	6,13
5	Longueur des trous foncé, par escouade . . m.	57,2	32,0	39,4	91,2	149,3	110,0	136,0	180,1	130,3	137,3	104,1	130,5
6	La même par 10 ^m de galerie »	10,67	8,99	10,89	10,67	10,40	10,48	10,66	10,48	10,55	11,0	9,51	9,37
7	Longueur des trous éclatés, . . par escouade »	53,6	35,6	37,9	85,4	143,5	105,0	127,6	171,7	123,5	124,8	99,0	122,3
8	» brute d'un trou foncé, » » »	1,17	0,87	1,16	1,15	1,27	1,29	1,40	1,42	1,36	1,33	1,33	1,38
9	» effective d'un trou éclaté, » » »	1,09	1,08	1,11	1,08	1,22	1,23	1,32	1,35	1,29	1,21	1,27	1,30
10	» restante des trous, . . » » »	0,98	—	0,58	1,31	0,88	1,11	1,55	1,13	1,19	1,82	1,04	1,55
11	» » » pour chacun » » »	0,076	—	0,044	0,073	0,050	0,05	0,086	0,066	0,070	0,121	0,065	0,087
12	» totale des trous percés »	765,8	312,3	518,5	1628,90	2654,22	2070,6	2452,8	2933,55	1940,89	2061,0	1662,0	2323,0
13	La même par 10 ^m d'avancement de la galerie »	143,19	87,72	136,80	190,73	184,96	197,14	192,22	170,85	157,15	165,0	168,0	190,0
14	Temps employé heures et minutes	744 ^h 40'	672 ^h 00'	757 ^h 30'	706 ^h 10'	742 ^h 10'	720 ^h 20'	618 ^h 50'	734 ^h 10'	682 ^h 50'	746 ^h 00'	624 ^h 30'	746 ^h 50'
15	» perdu » » »	—	—	—	6 ^h 20'	1 ^h 50'	4 ^h 50'	122 ^h 00'	8 ^h 50'	37 ^h 00'	0 ^h 40'	89 ^h 10'	—
16	» total employé à la perforation » » »	152 ^h 10'	90 ^h 30'	139 ^h 20'	319 ^h 10'	381 ^h 40'	429 ^h 10'	328 ^h 40'	327 ^h 00'	341 ^h 20'	358 ^h 30'	348 ^h 20'	422 ^h 00'
17	» » pour décharger les mines, déblayer, etc. » »	592 ^h 30'	581 ^h 30'	618 ^h 10'	387 ^h 00'	360 ^h 30'	291 ^h 10'	290 ^h 10'	407 ^h 10'	340 ^h 50'	387 ^h 30'	276 ^h 10'	324 ^h 50'
18	» employé par perforation » »	3 ^h 10'	2 ^h 45'	4 ^h 60'	4 ^h 20'	3 ^h 16'	5 ^h 30'	3 ^h 23'	2 ^h 34'	3 ^h 33'	3 ^h 29'	4 ^h 28'	4 ^h 29'
19	» » jeu de mines » »	12 ^h 05'	17 ^h 37'	17 ^h 12'	4 ^h 54'	3 ^h 50'	3 ^h 26'	2 ^h 59'	3 ^h 12'	3 ^h 33'	3 ^h 46'	3 ^h 32'	3 ^h 27'
20	» » » 1 perforatrice pour percer un mètre . . minutes	48	33	—	47	47 1/2	49 3/4	36	30 4/5	42 1/5	40	80	62
21	Nombre des postes de perforateurs	49	33	34	79	117	85	97	127	96	103	78	94
22	Le même par 10 ^m de galerie	9,14	9,27	8,99	9,25	8,15	8,09	7,60	7,39	7,77	8,25	7,89	7,69
23	Nombre des postes de mineurs	49	33	34	79	117	85	97	127	96	103	78	94
24	» » trous perforés	656	322	447	1411	2080	1600	1752	2173	1631	1546	1245	1673
25	Le même par 10 ^m de galerie	122,39	90,45	117,94	165,22	144,94	152,38	137,30	126,55	132,06	123,87	125,76	136,80
26	Moyenne des trous par poste	13,40	9,76	13,15	17,86	17,77	18,62	18,06	17,11	17,00	15,00	16,00	17,79
27	Nombre de fleurets changés	1076	404	797	3375	5705	7663	5714	4703	4839	4337	4022	7302
28	Le même par 10 ^m de galerie	200,74	113,48	210,29	395,20	397,56	729,81	447,80	273,89	391,82	347,51	406,26	597,00
29	Nombre total de perforatrices (moyenne en marche) .	196	63	—	315	644	340	434	615	438	394	495	537
30	Le même par poste	4	1,9	—	4	5,51	4	4,47	4,84	4,56	3,83	6,35	5,71
31	Nombre de perforatrices changées	10	4	8	16	47	67	50	51	39	41	27	57
32	Le même en %	5,10	6,35	—	5,08	7,29	19,70	11,52	8,29	8,90	10,40	5,45	10,61
33	Pression de l'air en atmosphères absol. { minimale moyenne maximale	2,33 2,89 3,33	2,33 2,87 3,00	3,00 3,23 4,66	2,67 3,65 4,00	4,00 4,43 4,67	3,33 4,13 5,00	3,33 3,90 4,66	3,66 4,17 4,66	2,33 3,35 4,33	2,33 2,80 3,00	2,33 2,78 3,33	3,00 3,21 3,66
34	Température moyenne à la perforation en degrés centigrades	28,50	27,70	24,40	24,40	24,00	24,55	24,60	—	25,60	26,77	26,80	27,15
35	» » au déblayage en degrés centigrades	28,75	29,15	29,60	28,50	29,50	29,80	28,80	—	29,20	30,15	29,90	29,65

Le progrès de 1229,9 mètres courants obtenus dans la galerie d'avancement n'est resté que de 18,1 mètres courants au-dessous du programme. Dans les trois premiers mois, on est resté dans la partie, déjà rencontrée dès le mois de Novembre 1877, du gneiss de Sella désagréé par suite de dislocation et qui n'a permis que la perforation à la main en exigeant en même temps un boisage solide. C'est là la cause du faible progrès réalisé dans les trois premiers mois de l'exercice. L'avancement minimum tombe sur le mois de Février avec 35,6 mètres courants, le plus considérable sur le mois d'Août avec 171,7 mètres; c'est dans ce dernier mois également que la durée moyenne d'une perforation pour une attaque est le plus faible, soit de 2^h 34'.5; tandis que la plus forte se trouve dans le mois de Juin, où elle a été de 5^h 30', ce qui provient de la dureté plus considérable de la roche. Après que le gneiss de Sella eût été traversé vers 4851 mètres, est apparu le gneiss micacé que nous avons déjà appris à connaître sur le côté nord comme une roche extraordinairement avantageuse pour l'avancement à réaliser dans le tunnel, par suite de sa moyenne dureté, de sa solidité et de sa stratification essentiellement favorable, et qui, entre l'étage de la serpentine à 5321^m du côté nord et la section disloquée longue de 180 mètres à partir de 4716^m du côté sud, forme la masse du Gothard proprement dite, bien qu'il se présente encore ici, comme conséquence de la perturbation de terrain mentionnée dans la partie géologique, des couches décomposées donnant ordinairement passage aux eaux. La galerie de direction ayant été successivement abaissée depuis 4800 mètres, le sol de cette galerie a atteint à la fin de Juin le même niveau que sur la partie nord, soit 3 mètres au-dessus des traverses, changement qui permet de n'attaquer le calotte que sur un étage.

Le progrès le moins considérable et qui n'a comporté que 978 mètres courants seulement est celui de la calotte; elle est restée de 498 mètres en arrière du chiffre fixé dans le programme. La cause en est due, comme on l'a déjà fait observer, à l'élargissement de la section de 180^m de longueur qui était sujette à la poussée et décomposée et ce travail avait une grande influence sur les transports faits depuis la galerie de direction. Par suite de la chaleur considérable qui y règne l'élargissement de la calotte peut le mieux s'opérer au moyen de la perforation mécanique, et l'alimentation d'air suffit pendant le semestre d'été pour permettre de réduire l'avancement de la galerie.

On est arrivé à faire 1445 mètres courants dans la cunette du strosse et à dépasser par là de 17 mètres la limite fixée par le programme. Comme le revêtement de la voûte a progressé dans une proportion à peu près analogue, il n'y a pas eu de difficulté à suivre en opérant autant d'attaques que l'on voulait.

L'abatage du strosse a avancé de 1206 mètres courants, mais en restant de 294 mètres en arrière des exigences du programme pour les causes déjà mentionnées.

Le revêtement de la voûte a fait un progrès de 1351,6 mètres courants; mais le programme en exigeait 1476. Quant au revêtement de la partie où il y a eu poussée, il a marché lentement, et au delà de ce point l'élargissement en calotte ne s'est fait que peu rapidement en raison des conditions défavorables du transport.

Quant à la maçonnerie de pieds-droits, elle dépend entièrement de l'avancement du strosse; son progrès est à peu près le même et comporte 1199,6 mètres courants. La marche des travaux du côté sud a donc été en dessous des espérances que l'on avait conçues, ce qui est provenu surtout de la rencontre imprévue de la longue zone de roche décomposée.

Comme les transports ont été réglés de la même manière que sur le côté nord, on peut se reporter à ce qui a été déjà dit à cet égard.

Le vide excavé dans la partie sud du tunnel comportait à la fin de l'année d'exercice :

dans la galerie d'avancement	4,088 mètres cubes.
dans les autres parties en exécution	59,417 » »
dans le tunnel achevé	136,608 » »

en tout 200,113 mètres cubes

tandis que pendant le mois de Décembre la quantité d'air aspirée en moyenne par jour était de 124,617 mètres cubes, soit de 62 % du vide excavé.

En ce qui concerne le *tunnel dans son ensemble*, la grande vérification de l'axe a eu lieu du côté nord en Mai et Décembre et du côté sud en Juillet et a donné des résultats satisfaisants.

Le tableau ci-après montre dans quelle mesure l'entrepreneur 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 1877			Progrès en 1878			Etat des travaux au 31 Décembre 1878		
	D'après programme	En réalité	Différence	D'après programme	En réalité	Différence	D'après programme	En réalité	Différence
Galerie d'avancement	9908	9660,6	— 247,4	2496	2538,9	+ 42,9	12404	12199,5	— 204,5
Battage au large . .	7948	8440,6	+ 492,6	2952	2331,8	— 620,2	10900	10772,4	— 127,6
Cunette du strosse .	7890	5922,3	—1967,7	2856	2647,9	— 208,1	10746	8570,2	— 2175,8
Strosse	6528	4716,3	—1811,7	3000	2540,2	— 459,3	9528	7256,5	— 2271,5
Voûte	7032	5965,3	—1066,7	2952	3296,6	+ 344,6	9984	9261,9	— 722,1
Pieds-droits . . .	6512	4454,5	—2057,5	2952	2408,8	— 543,2	9464	6863,3	— 2600,7

Sans la présence de la partie décomposée du gneiss, les conditions du programme auraient été remplies dans les deux ouvrages les plus importants, celui de la galerie d'avancement et celui de l'élargissement, et l'arriéré dans le revêtement de la voûte aurait été réduit. A l'étage inférieur les arriérés se sont encore accrus. Les causes, qui tiennent surtout à des circonstances financières en ont été indiquées lorsqu'il a été traité en détail des diverses catégories de travaux. Lors même qu'on doive convenir que lorsque le tunnel aura été percé et que par suite de la diminution très-sensible de température qui en résultera tous les travaux faits à la main pourront être considérablement activés, cependant l'achèvement pour le terme du 1^{er} Octobre 1880 fixé par le contrat est devenu problématique. Toutefois il n'y a aucun doute que cet achèvement ne puisse avoir lieu avant le 1^{er} Octobre 1881, époque fixée par la commission internationale.

Les *accidents* survenus pendant la construction du chemin de fer du Gothard, sont récapitulés dans le tableau suivant :

Cause des accidents	Personnes tuées					Personnes blessées, mais qui n'ont pas succombé				
	Ligne d'accès au nord	Tunnel du Gothard		Ligne d'accès au sud	Total	Ligne d'accès au nord	Tunnel du Gothard		Ligne d'accès au sud	Total
		Tête nord	Tête sud				Tête nord	Tête sud		
1. Chutes d'individus	—	—	1	—	1	—	3	2	1	6
2. Explosions :										
a. Cartouches de dynamite	—	—	7	—	7	—	—	5	—	5
b. Allumage de mines	1	5	2	—	8	2	4	12	1	19
c. Nitroglycérine lors du nettoyage d'un baril de dynamite	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
3. Asphyxie produite par les gaz de la dynamite	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—
4. Chutes de blocs et éboulements:										
a. Chutes de pierres, blocs, poutres, etc. .	—	2	2	—	4	—	14	3	—	17
b. Eboulements et glissements de terres .	—	2	—	—	2	—	1	—	—	1
c. Ecrasement d'échafaudages	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2
5. Accidents dans le transport:										
a. Ecrasement sous les trains	—	3	3	—	6	—	3	6	—	9
b. Déraillements et collisions	—	—	1	—	1	—	10	1	—	11
c. Chutes en sautant à bas du train . . .	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2
d. Choc d'un train avec des wagons roulants	—	—	—	—	—	—	5	—	—	5
e. Choc contre les cintres au passage du train	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—
Total . . .	1	12	18	—	31	2	44	29	3	78

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 que les procès avec les entrepreneurs des quatre lots de terrassements, restés en arrière depuis l'année précédente et qui n'ont pas encore été réglés, sont encore pendants, tandis que la demande en révision du jugement prononcé sur les réclamations d'un autre entrepreneur a reçu une solution et que ce procès lui-même est terminé. Le jugement n'a pas été défavorable à notre Société en ce que les prétentions considérables de notre partie adverse ont été écartées et qu'il ne lui a été reconnu que des droits *légitimes* s'élevant à un montant peu supérieur à celui que notre Société lui avait offert pour terminer l'affaire à l'amiable. Dans l'exercice qui nous occupe, les expertises nécessaires ont eu lieu dans les procès pendants, ainsi que l'échange des répliques et dupliques, en sorte que l'on peut attendre prochainement les décisions du haut tribunal fédéral.