

**Zeitschrift:** Rapport de la Direction et du Conseil d'Administration du Chemin de Fer du Gothard  
**Herausgeber:** Gotthardbahn-Gesellschaft Luzern  
**Band:** 2 (1873)  
**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:** 18.01.2026

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

Trésor et de chemins de fer acquis au printemps de l'année 1872. Par les motifs déjà exposés dans notre précédent rapport annuel et que nous ne répéterons pas ici, nous ne portons pas en compte cette différence dans le montant qui figure sous « Produit net des papiers, effets et comptes d'intérêts ».

Tous les bonds américains que nous avons entre les mains appartiennent d'ailleurs aux valeurs les plus solides, comme l'a démontré le fait qu'ils n'ont subi qu'une baisse relativement faible lors de la grande crise qui a frappé le marché de New-York en Septembre et Octobre de l'année dernière, et que depuis lors ils sont remonté à leur cours habituel ou même au-dessus.

Le *produit net des papiers, effets et comptes d'intérêts* s'élève, pour l'exercice qui nous occupe, à fr. 1,492,492. 48 soit 5,188 % de la moyenne du capital de fr. 28,766,000 dont nous disposions.

Les papiers déposés à la Caisse de notre Société par l'entrepreneur du grand tunnel comme *cautionnement*, représentaient au cours du jour le 31 Décembre 1873 une valeur de fr. 8,141,973. 75.

Comme le prescrit la convention conclue avec M. Favre, il a été procédé chaque mois, aussi pendant le dernier exercice, à une nouvelle taxation des titres déposés d'après leur cours du moment, et vers fin Octobre, par suite d'une baisse considérable de beaucoup de papiers, le montant intégral du cautionnement prescrit de 8 millions de francs s'étant trouvé ne pas être entièrement représenté, nous avons demandé à M. Favre de parfaire ce montant, ce à quoi il s'est empressé de se prêter.

Nous n'avons pas négligé, lors des fréquents échanges des titres qui composent le cautionnement de M. Favre, d'insister toujours pour qu'on nous donne en dépôt des obligations plutôt que des actions. Le cautionnement consiste actuellement pour les  $\frac{5}{8}$  en obligations et pour les  $\frac{3}{8}$  en actions. Les principaux montants pour cette dernière partie sont représentés par des actions du Central Suisse et du Nord-Est Suisse.

## V. Construction de la ligne.

L'organisation du service technique n'a éprouvé, pour ainsi dire, aucun changement durant l'exercice qui nous occupe. Par contre le *personnel de la Direction technique* a été complété à plusieurs égards. Comme chef provisoire de la section des mécaniciens du Bureau technique central, a été nommé en Août dernier M. l'ingénieur-mécanicien Stocker. En Mars et Avril, il a été procédé à la nomination d'un grand nombre d'architectes, occupés d'abord au Bureau technique central, et dont on s'est servi ensuite pour former au commencement d'Août les deux sections d'architecture dans le canton du Tessin. Comme chef de la section de superstructure de Bellinzona, on a désigné M. l'architecte Rauscher, et comme chef de celle de Lugano, M. l'architecte Saccomani. Pour diriger les travaux de kyanisation des traverses, on a fait choix d'un technicien au fait de cette partie et il a été attaché à la section de Lugano. A mesure qu'on a mis la main à la construction des diverses lignes tessinoises de plaine, en Juillet, Août et Septembre, il a été procédé à la nomination des conducteurs de travaux et du personnel subalterne de surveillance pour les divers lots. M. l'ingénieur Arnaldi qui, sur sa demande, a été libéré des fonctions de chef de la section pour terrassements et voie de Locarno, a été remplacé par M. l'ingénieur Sartorio, et la direction de la section des études dans la vallée de la Reuss, après que son chef, M. Tschuy,

eût demandé sa démission, a été confiée à M. l'ingénieur Schenker-Müller. A la fin de l'année 1873, le personnel technique proprement dit de la Compagnie du Gothard se composait de 108 ingénieurs, architectes et dessinateurs, et elle occupait en outre 40 autres personnes comme surveillants, écrivains, etc. pour le service technique. Le total des fonctionnaires et employés attachés au service technique s'élevait par conséquent à 148, dont 95 occupés du côté sud du Gothard, 10 sur le versant nord et 43 au Bureau technique central. D'après la nationalité, on distinguait sur ce nombre total 86 suisses, 28 italiens, 23 allemands et 11 de divers pays.

En ce qui concerne les *travaux techniques préalables*, nous devons mentionner d'abord l'établissement d'ultérieures *normes de construction*.

Commençant par les principes arrêtés pour les *terrassements et les travaux d'art*, nous rappellerons d'abord la décision mentionné dans notre précédent rapport, d'après laquelle, sur les lignes Biasca-Bellinzona, Bellinzona-Lugano-Chiasso et Bellinzona-Magadino-frontière près Luino, les tunnels, ainsi que les ouvrages dont l'élargissement subséquent pour la pose de la seconde voie occasionnerait des frais disproportionnés, seraient dès le principe établis pour une double voie. Nous avons autorisé notre Ingénieur en chef à exécuter cette décision en observant les règles suivantes qui, en partie, s'entendent d'elles-mêmes: 1° Lorsqu'une tranchée ouverte pour une seule voie ne fournit pas assez de déblais pour le remblai voisin à simple voie, la dite tranchée pourra, autant qu'il sera nécessaire, être ouverte pour une voie double. 2° Lorsqu'une tranchée à une seule voie fournira plus de déblais qu'il n'en faut pour le remblai voisin à simple voie, ce dernier pourra être établi pour une voie double, en tant que les déblais provenant de la tranchée à simple voie y suffiront. 3° Quand des murs de soutènement, de revêtement, des perrés sur les rives ou d'autres ouvrages en pierres, établis pour une seule voie, devraient être détruits par la suite pour pouvoir poser la seconde voie, ils doivent être établis de suite en prévision de cette seconde voie, dans la mesure de ce qui est nécessaire pour une voie préalablement simple. 4° Les ponts traversant la ligne doivent dès le principe franchir la double voie. 5° Les jonctions de lignes et les aqueducs pour les fossés de ces lignes là où il y a des passages à niveau, seront placés dans les points où ils devront se trouver lorsque la seconde voie sera établie. 6° Là où des fondations artificielles (radiers, lits de béton) sont nécessaires, et là où la présence des eaux rend très dispendieux les travaux de fondation, les fondements seront immédiatement établis en vue de la double voie, mais la maçonnerie s'arrêtera toutefois quelque peu au-dessus du niveau habituel des eaux. 7° Les culées et les piles seront tout de suite établies pour une ligne à double voie là où leur élargissement ultérieur nuirait à la solidité ou entraînerait des frais disproportionnés. Là où des murs de soutènement s'appuient sur les culées d'un pont, on leur donnera sous la seconde voie l'épaisseur des pieds-droits. 8° Lorsqu'un pont en fer doit reposer sur trois appuis, on donnera à la pile centrale l'épaisseur correspondante pour une charge double. 9° Lorsque les voûtes des aqueducs qui traversent des remblais élevés doivent avoir, rien que pour la ligne à simple voie, une longueur de 15 mètres ou davantage, elles seront tout de suite construites en vue de la double voie, l'excédant de longueur qu'elles doivent recevoir à cet effet n'étant que de mètres 3,45 et par conséquent le surcroît de frais faible en proportion du coût total, tandis que pour les prolonger plus tard, il faudrait en démolir les têtes et qu'on ne pourrait ni obtenir une liaison suffisante entre la maçonnerie ancienne et la partie rajoutée, ni éviter un tassement inégal. En ce qui concerne l'établissement des gares et des stations des lignes

tessinoises de plaine, les premières qui doivent être construites, il a été adopté les principes suivants: 1° Chaque station sans distinction de grandeur doit recevoir toutes les dispositions nécessaires pour le service des marchandises et présenter par conséquent un local bien fermé avec un ou, au besoin, deux plans caricateurs, être pourvue de lieux d'aisance pour les voyageurs et, en général, d'un puits-fontaine. 2° Chaque station devra être susceptible de recevoir un appareil télégraphique pour le service de la ligne. 3° Une station sur chacune des lignes Biasca-Locarno et Lugano-Chiasso devra être pourvue d'une remise à voitures, afin qu'on puisse y abriter une partie du parc des voitures pendant l'hiver. 4° Bien que l'établissement de ponts à bascule et de grues ne soit pas partout nécessaire dans les premiers temps, chaque station devra néanmoins être disposée de manière à ce qu'on puisse les y établir plus tard, lorsque le besoin s'en fera sentir, sans rien changer au système de la voie. 5° Aux petites stations, il ne devra pas y avoir de perrons pour monter en voiture. Il y sera établi une voie accessoire (voie de garage) entre la voie principale et le bâtiment de service. 6° Aux grandes stations dépourvues de halles aux voyageurs, on devra autant que possible songer à adapter des marquises (avant-toits) au bâtiment de la gare. 7° Les petites stations recevront, elles aussi, dès l'origine, une voie d'évitement (seconde voie sur les sections qui seront par la suite établies à double voie) et on y réservera la place nécessaire pour y poser plus tard une troisième voie.

Les fortes rampes que présentera la ligne du Gothard, ainsi que les courbes de petit rayon et le matériel d'exploitation assez lourd qu'il faudra employer dans les sections de montagne, doivent engager à donner un cachet particulier de solidité à la voie de la ligne du Gothard. Il a par conséquent été arrêté à cet égard les dispositions normales suivantes: 1° La voie de la ligne du Gothard se composera de rails à large semelle, système Vignoles, reposant sur des traverses de bois avec platines et éclisses. 2° Dans les courbes d'un rayon de moins de 500 mètres et dans les rampes de plus de 12 p. mille, les rails devront être en acier Bessemer; sur le reste de la ligne en fer forgé (avec tête à grain fin). La longueur normale des rails sera de mètres 7,5; la hauteur, de 125 millimètres; la largeur à la base, de 110 millimètres; l'épaisseur du champignon, de 60 millimètres, et celle de l'âme, de 15 millimètres. A chaque extrémité, les rails seront percés de 2 trous pour les boulons d'éclisses, et recevront 3 entailles à l'un des bouts. Le poids d'un rail d'acier sera de kilogrammes 36,75 par mètre courant; celui d'un rail en fonte, de kilogrammes 36,33. 3° Les éclisses seront symétriques, longues de 480 millimètres, percées de 4 trous pour boulons et munies d'une rainure plate. Elles seront en fer forgé très tenace ou en acier puddlé de bonne qualité, et leur poids sera de kilogrammes 4,46 chacune. Les boulons d'éclisses seront en fer forgé; ils auront 21 millimètres de diamètre pour la tige, des têtes carrées et des écrous à six pans. Afin de prévenir l'alibrement des écrous, on fixera dans les entailles des éclisses des clavettes de métal qui seront recourbées à l'une de leurs extrémités après que l'écrou aura été serré. Le poids de chaque boulon sera de kilogramme 0,48. 4° Les platines auront une largeur de 160 millimètres, une épaisseur de 8 millimètres et seront percées de trous carrés pour les crampons. La longueur des platines sera de 186, soit de 190 millimètres. Les platines de 190 millimètres de longueur sont destinées à être placées sous les extrémités non entaillées des rails. Le poids d'une platine sera de kilogrammes 2,12 soit 2,17. 5° Les crampons pour rails auront 160 millimètres de longueur et 18 millimètres d'épaisseur; ils seront en fer forgé et devront avoir la pointe taillée en biseau et les têtes évasées à oreilles. Un crampon pèsera kilogramme 0,379. 6° Les traverses auront mètres 2,4 de longueur, 0,24 de largeur et 0,15 à 0,16 de hauteur. Les traverses intermédiaires seront en général en sapin; mais les traverses de joint seront toujours en chêne. Dans les rampes et dans les courbes, on emploiera un plus grand nombre de traverses



en chêne, éventuellement en mélèze. L'intervalle entre les traverses de joint sera en moyenne de mètres 0,54; celui entre les traverses intermédiaires, de mètres 0,87. Tous les bois employés pour traverses seront préparés d'après le procédé Kyan. Le Conseil fédéral a donné son approbation à ces dispositions normales à appliquer dans le système de voie adopté pour les lignes du Gothard.

A l'égard des *bâtiments* des lignes tessinoises de plaine, il a été fixé les normes suivantes: Dans les gares importantes, on prévoira l'établissement de logements au moins pour ceux des employés dont la présence à proximité de leur poste de service paraîtra nécessaire. Aux gares principales de Bellinzona, Lugano et Locarno, il devra y avoir des locaux pour des buffets, et cela sera le cas aussi à la gare de Biasca, aussi longtemps qu'elle restera tête de ligne. Les pièces servant au public et au service du chemin de fer aux trois gares principales susdénommées, seront chauffées par un appareil central à air chaud. Sauf cela, on établira partout le chauffage ordinaire au moyen de poêles. Pour les embarcadères des petites stations des lignes tessinoises de plaine, il a été dressé quatre plans-types, dont on appliquera l'un ou l'autre suivant l'importance de la station. Un embarcadère de I<sup>re</sup> classe aura 28 mètres de longueur sur 10 à 12 mètres de profondeur; un embarcadère de II<sup>de</sup> classe aura 24 mètres sur 10; un de III<sup>e</sup> classe, 19 mètres sur 10; enfin, un embarcadère de IV<sup>e</sup> classe mesurera 15 mètres sur 8. Les embarcadères de IV<sup>e</sup> classe auront en outre une annexe de 8 mètres de longueur sur 6 de profondeur pour les marchandises, tandis que pour les embarcadères de I<sup>re</sup>, II<sup>de</sup> et III<sup>e</sup> classe, il y aura des hangars à marchandises distincts de l'autre corps de bâtiment. Pour les embarcadères, on avisera à utiliser le mieux possible les superficies construites pour établir des logements destinés aux fonctionnaires et employés. Enfin, on a arrêté les types pour maisons de gardes. Toutes contiendront un logement. Il a été prévu des maisons simples et des doubles.

Dans le choix du système de *locomotives*, on a dû se préoccuper de ne s'arrêter qu'à un système suffisamment consacré par une longue expérience, qui permette une construction uniforme pour tous les genres de locomotives que nous aurons à employer, par conséquent aussi pour les locomotives de montagne, qui présente la plus grande simplicité possible de construction et de maniement pour les locomotives de tout genre, en tenant suffisamment compte néanmoins des conditions particulières de la ligne du Gothard, où se présentent des courbes à petit rayon et de rampes sensibles. Afin de satisfaire autant que possible à toutes ces exigences, il a été décidé en première ligne de faire abstraction du système de locomotives « articulées » dans lequel les essieux moteurs ne restent pas parallèles entre eux; puis d'adjoindre des tenders séparés aux locomotives de forte traction, et de n'employer les locomotives-tenders en règle générale que pour le service local qui n'exige que de faibles efforts, enfin de placer dans les locomotives de tout genre, tous les essieux en avant de la boîte à feu, et les bielles et leviers en dehors des roues afin de les rendre plus facilement accessibles. Pour tenir dûment compte de la diversité de conditions que présentent les différentes sections de la ligne du Gothard, nous avons prévu pour la future exploitation du réseau entier les quatre catégories suivantes de locomotives: I) Locomotives-tenders à quatre roues, poids de service 24 tonnes, pour les faibles besoins des lignes tessinoises de plaine et plus tard principalement pour le service de gare; II) Locomotives à 6 roues pour trains de grande vitesse et trains de voyageurs, poids de service 33 tonnes, avec tender distinct pesant, chargé, 18 tonnes, propres aux lignes de plaine; III) Fortes locomotives ordinaires à 6 roues pour trains de marchandises, poids de service 37 tonnes, avec tender distinct comme celui de la II<sup>de</sup> catégorie, qui seront employées d'abord sur la ligne Lugano-Chiasso avec rampes de 1 : 60, plus tard sur la ligne Bellinzona-Lugano avec mêmes rampes de 1 : 60, et qui seront pareillement propres au transport

des voyageurs sur des sections avec 25‰ de rampe; IV) locomotives de montagne proprement dites, avec 8 roues accouplées, poids de service 50 tonnes, et tender séparé comme celui des catégories II et III. Pour toutes ces catégories de locomotives la capacité du tender doit répondre à la distance ordinaire de 25 kilomètres entre une station d'alimentation et l'autre. Elle ne sera donc pas très-considérable et n'augmentera pas inutilement ainsi le poids-mort. En ce qui concerne les *voitures*, nous avons décidé de nous en tenir aussi exactement que possible aux types adoptés par les principales Compagnies de chemins de fer suisses. Les voitures à voyageurs dont on devra faire d'abord l'acquisition pour les mettre en circulation sur les lignes tessinoises de plaine, seront exclusivement du système dit américain, dont le caractère principal est, comme on le sait, un couloir central à l'intérieur du wagon. Si, plus tard, on reconnaissait la nécessité d'introduire, pour le service du réseau entier, des voitures du système anglais à coupés, aucune considération technique ne s'oppose à ce qu'il y soit satisfait. En égard aux courbes brusques et fréquentes qui se présentent simultanément avec une rampe, et en égard au service local qui, à certaines époques surtout, sera assez important, on emploiera outre les voitures ordinaires à 2 et à 4 essieux du système américain, aussi des voitures à 4 essieux chacune avec deux trains mobiles à 2 essieux et à 4 roues. Pour tout le parc des wagons à marchandises, il est admis sans exception des véhicules à 2 essieux avec mètres 4,4 d'écartement maximum des roues.

Passant à ce qui regarde la fixation des *plans de construction*, nous devons mentionner en premier lieu la *détermination du tracé de la ligne*.

Si, dans notre précédent rapport nous avons pu porter à votre connaissance que les organes compétents de notre Société avaient fixé, avec approbation ultérieure de la part des autorités respectives, la direction et l'altitude du grand tunnel, auquel il importait dans l'intérêt d'un prompt achèvement du réseau entier de mettre le plus vite possible la main, ainsi que le tracé des sections Biasca-Bellinzona, Bellinzona-Locarno et Lugano-Chiasso, qui doivent les premières être mises en exploitation, nous sommes en mesure aujourd'hui de vous faire des communications sur les études approfondies qui ont été entreprises en vue de la détermination du tracé des lignes d'accès au grand tunnel et de celui de la ligne dite du Monte Cenere, allant de Bellinzona à Lugano, ainsi que sur la fixation de l'emplacement de la gare de Lucerne.

La section chargée des études générales pour la détermination du tracé sur le *versant nord du Gothard* a eu, pendant le dernier exercice, son siège à Amsteg. Elle a pu commencer en Mai ses travaux, qui consistaient dans le levé de plans avec courbes de niveau à l'échelle du 1 : 2500, et les continuer jusqu'à fin Novembre. Pendant ce laps de temps, il y a eu en moyenne 7 ingénieurs et géomètres occupés à compléter la triangulation Altorf-Wasen entreprise en 1872, puis aux nivellements se rattachant aux points fixes de repère fournis par le nivellement de précision que la Confédération avait fait exécuter sur la route du Gothard, et enfin aux levés à la planchette. Ces derniers se rattachaient, à environ 1 kilomètre au-dessous de Wasen près du «Pfaffensprung», à ceux qui avaient été faits l'année précédente, et ont été continués en aval, sur une longueur de 10 kilomètres, principalement sur la rive droite de la Reuss, jusqu'à l'église de Silenen, située à environ 1½ kilomètre au-dessous d'Amsteg. Afin de faciliter une étude étendue du tracé sur ce terrain excessivement difficile, les levés ont dû embrasser par places de très-larges zones (jusqu'à 1000 mètres). Se rattachant ensuite aux levés qui avaient été opérés en 1872 près de Wasen sur les deux rives de la Reuss, la section

de Göschenen procéda depuis Wattingen en remontant vers Göschenen le long de la rive gauche de la Reuss et releva une zone de 170 mètres de largeur en moyenne à l'échelle du 1 : 2500 sur une longueur d'à peu près 3 kilomètres. On a relié ainsi entre eux les levés topographiques dans la vallée de la Reuss jusqu'à la tête du grand tunnel près Göschenen.

Quant à la *ligne d'accès sud du tunnel du Gothard*, les plans avec courbes de niveau en avaient été exécutés déjà à la fin de 1872 à l'échelle du 1 : 2500 depuis Airolo jusqu'à Dazio Grande. En 1873, la section de Faido, composée en moyenne de 7 ingénieurs et géomètres, opéra le levé des plans avec courbes de niveau depuis Dazio Grande jusqu'à Bodio, sur une longueur de 19 kilomètres. Le terrain relevé est en majeure partie situé sur la rive gauche du Tessin. La détermination des courbes de niveau a eu lieu sur une longueur de kilomètres 2,<sup>s</sup> au moyen de profils transversaux, et du reste en 18 feuilles. Pour l'orientation exacte des levés de détail, il a été procédé à la mensuration d'un réseau géodésique dont les triangles ont des côtés d'une faible longueur. Nous croyons devoir mentionner ici que le tracé est déjà fixé définitivement pour une petite section de la ligne d'accès sud du tunnel du Gothard. L'entrepreneur des travaux du tunnel désire notamment exécuter le plus tôt possible la partie du tunnel principal qui se termine en courbe. Pour que cela puisse avoir lieu, il est nécessaire d'ouvrir la tranchée du chemin de fer qui s'étend du tunnel jusqu'à la gare d'Airolo. Les déblais qu'on obtiendra ainsi serviront à édifier la plate-forme de la station d'Airolo formée par un remblai élevé, et l'on y emploiera aussi plus tard les matériaux provenant de l'excavation du tunnel. Le tracé de la partie de la ligne qui va de la gare d'Airolo jusqu'au tunnel a été fixé par nous et approuvé par le Conseil fédéral. Nous avons ensuite arrêté le plan de situation pour la gare d'Airolo et ce plan a pareillement été approuvé par le Conseil fédéral autant du moins qu'il était nécessaire pour ne pas entraver la marche des travaux.

Les deux sections de terrassements de Bellinzona et de Lugano ont eu aussi à s'occuper accessoirement des études en vue de la détermination du tracé de la *ligne de Bellinzona à Lugano*. Ces études consistaient principalement en une triangulation et un nivellement général, qui tous les deux ont été achevés pendant l'exercice qui nous occupe. Les levés de plans avec courbes de niveau à l'échelle du 1 : 2500, ainsi que les profils longitudinaux et transversaux, ont été entrepris en premier lieu aux points adoptés préalablement pour le passage de la ligne et leur examen plus approfondi exercera, suivant la nature des conditions, une influence décisive sur la détermination du tracé. Les études de la ligne du Monte Cenere ont occupé en général 3 ingénieurs.

La fixation de *l'emplacement de la gare de Lucerne* nous a paru tout particulièrement urgente, attendu que les bâtisses nombreuses et en partie dispendieuses qui se multiplient d'année en année à Lucerne faisaient craindre que le terrain dont nous aurions précisément eu besoin pour y établir la gare, ne se trouvât déjà couvert de constructions et que l'expropriation n'en devînt par là infiniment plus coûteuse. Notre Ingénieur en chef a par conséquent fait, durant le dernier exercice, une étude approfondie de cette question et, comme résultat, il nous a présenté un rapport qui part de l'idée fondamentale qu'il faut viser à établir à Lucerne une gare commune pour le service de toutes les lignes qui y aboutiront et que cette gare doit être construite sur la rive droite le long de la Haldenstrasse. On a admis que la gare actuelle de Lucerne sera abandonnée par le Central, qui trouvera à tirer un bon parti du terrain qu'elle occupe, que le Nord-Est et la ligne Berne-Lucerne traverseront la Reuss près de «Untergrund» et passeront sous le Musegg pour venir aboutir à la gare commune projetée à la «Haldenstrasse». A ce rapport est joint un plan qui indique de quelle manière il sera satisfait, sur l'emplacement qu'on a

en vue, aux exigences d'une grande gare commune à Lucerne. On voit aussi par le plan qu'il est tenu pleinement compte des besoins d'un service de garage très-étendu et qu'il a été pourvu d'une manière très ingénieuse à l'établissement de grands ateliers, de remises spacieuses pour les locomotives, etc. Ce plan n'a d'ailleurs pas du tout en vue un projet particulier à l'exclusion des autres; mais tend simplement à démontrer que ce n'est que sur la rive droite, le long de la «Haldenstrasse», qu'il est possible de trouver assez de place pour une gare commune en tenant compte des agrandissements futurs, et qu'en cet endroit l'espace ne manquera pas. Après mûr examen de toutes les circonstances à considérer, la Direction et, sur sa proposition, le Conseil d'administration ont été unanimes à adhérer au préavis de M. l'Ingénieur en chef Gerwig. Il a par conséquent été décidé que la gare du chemin de fer du Gothard à Lucerne sera construite sur la rive droite du lac, le long de la «Haldenstrasse», et qu'on entrera en négociations avec les autres Compagnies intéressées dont les lignes aboutissent à Lucerne ou pourront y aboutir par la suite, aux fins d'arriver à ce que la gare mentionnée devienne une gare commune pour la ligne du Gothard et pour les autres lignes dont il s'agit, et pour établir un raccordement entre ces lignes et la gare de la «Haldenstrasse» en passant depuis le «Untergrund» dessous la Musegg, avec une halte dans la partie de la ville dite «Untergrund». Ces négociations ont été entamées depuis lors et, bien qu'elles n'aient pas encore abouti, nous avons lieu d'en attendre un résultat favorable.

L'établissement des *plans parcellaires* pour les lignes tessinoises de plaine Biasca-Bellinzona, Bellinzona-Lugano et Lugano-Chiasso, à l'échelle du 1 : 1000, exigea encore quelques mois de l'exercice qui nous occupe. Ils ont été présentés à la Direction par le Bureau technique pour la plus grande partie en Février et Mars, les quelques derniers au commencement et au milieu d'Avril, et ont été de suite approuvés, de sorte que rien n'est venu mettre obstacle à ce que l'on procède immédiatement aux expropriations moyennant dépôt des plans parcellaires dans les communes. Il n'y a que les parties II et III du plan parcellaire du territoire de Chiasso qui n'ont pu que récemment être arrêtées et servir de base aux expropriations, par suite des négociations pendantes entre la Suisse et l'Italie au sujet du raccordement de la ligne du Gothard au réseau des chemins de fer de la Haute-Italie et de la question de la création d'une gare internationale à Chiasso.

Du côté sud du tunnel du Gothard, la section d'Airolo a procédé à l'établissement d'un plan parcellaire aussi à l'échelle du 1 : 1000, pour la ligne allant de l'extrémité du tunnel jusqu'à la gare d'Airolo, pour la dite gare, et pour un court tronçon qui s'y rattache immédiatement et se dirige vers le bas de la vallée. Le plan parcellaire s'étend jusqu'à la première intersection de la route cantonale près Airolo.

Enfin, nous avons activé l'établissement du plan parcellaire pour la gare projetée par nous à Lucerne, ainsi que pour la ligne qui conduira du «Untergrund» à cette gare, de manière à ce que le dépôt de ce plan pût avoir lieu en même temps que notre projet recevait sa publicité. D'après la loi fédérale sur les expropriations pour cause d'utilité publique, il ne peut, sauf les cas urgents, être apporté, depuis le jour de la publication des plans, aucun changement sans le consentement de la société constructrice, à l'état des lieux et, dans aucun cas, des modifications aux rapports juridiques concernant l'objet à exproprier, dans ce sens que s'il était contrevenu à cette disposition, les changements ne seraient point pris en considération lors de la fixation de l'indemnité.

Il ne nous reste plus qu'à parler des *projets détaillés pour la construction* des trois lignes tessinoises de plaine, en tant qu'ils ont été arrêtés durant l'exercice dont il s'agit ici.

Pour les terrassements et travaux d'art, la fixation des projets de détail à eu lieu en majeure partie pendant la première moitié de l'année 1873. Les plans de la Direction technique pour les changements apportés à la direction des routes publiques et à l'écoulement des eaux par le fait de l'établissement du chemin de fer, ont reçu notre approbation et, vers la fin de Mars, aussi celle du Conseil d'Etat du Canton du Tessin alors encore compétent en cette matière, après avoir subi toutefois diverses modifications sur lesquelles, à la suite de conférences et de correspondances échangées, on a fini par tomber d'accord. Les nombreux ponts qui, pour hâter la mise au concours des travaux, avaient été préalablement simplement récapitulés en un tableau et esquissés, ont été à mesure de l'avancement des travaux tracés d'une manière plus minutieuse dans les projets détaillés y relatifs. Les projets pour les ponts en fer ont réclamé presque toute l'année 1873. On y a admis des poutres en tôle avec travées mesurant jusqu'à 14 mètres et des constructions à treillis avec travées de 12 à 50 mètres. Au nombre des ponts à poutres, les suivants méritent d'être mentionnés: Sur la section Biasca-Bellinzona, il y aura au passage de la Moësa, un pont à treillis continu. Ce pont se composera de 3 travées de 25, 30 et 25 mètres d'ouverture. Sur la section Bellinzona-Locarno, on emploiera pour le pont sur le Tessin et pour celui sur la Verzasca des poutres du système Schwedler, qui se distinguent par leur légèreté. Le Tessin sera traversé sur un pont à 5 travées égales, de mètres 49,<sup>15</sup> d'ouverture chacune. Le lit de la Verzasca sera franchi au moyen d'une travée de 50 mètres d'ouverture. Sur la section Lugano-Chiasso, on aura deux ponts avec arcs et treillis en fer forgé. La construction avec arcs près Melide sur 4 ouvertures ayant chacune 15 mètres de travée, reposera sur des supports fixes. Par contre le projet pour la traversée du lit du Tassino comporte un arc en fer forgé de mètres 33,<sup>6</sup> d'ouverture avec imposte articulée. Dans la construction des ponts en fer, il a été admis pour les grandes poutres principales, qui ont moins à souffrir de la trépidation, une charge maximale tolérée de 750 kilogrammes par centimètre carré; pour les poutres transversales, par contre, 600 kilogrammes par centimètre carré. On a évité autant que possible les recoupages dans les diverses parties de ces constructions. Les trous de rivets ne doivent pas être estampés et le forage des parties qui devront être rivées ou vissées ensemble aura toujours lieu simultanément. Il a été établi ensuite les plans de situation et les programmes pour chaque gare et station des trois lignes tessinoises de plaine. Des dispositions spéciales seront nécessaires pour la station de Biasca et pour les gares des trois chefs-lieux du canton du Tessin. A la station de Biasca, en sa qualité temporaire de tête de ligne et, plus tard, de station située au pied de la ligne de montagne proprement dite, lorsque le réseau entier sera achevé, on a prévu une remise de locomotives pour 6 machines, en ayant égard, lors de sa construction, à un agrandissement possible, et une grande plaque tournante ainsi qu'un château d'eau. On aura égard aussi à ce que le terrain de la station puisse être étendu s'il en est besoin. Ce dernier point s'applique aussi à la gare de Bellinzona, pour laquelle on a prévu le remisage de 4 locomotives et l'établissement d'une grande plaque tournante, d'un château d'eau et d'un atelier de réparation. En dressant le plan de la gare de Locarno on a dû se préoccuper de son raccordement avec le Lac Majeur, soit avec les bateaux à vapeur faisant le service sur ce lac. Il y aura à cette gare une remise pour 2 locomotives, une grande plaque tournante et un château d'eau. Enfin, la gare de Lugano recevra une remise pour 4 locomotives, une grande plaque tournante, un château d'eau et un petit atelier. Le plan de situation de la gare de Chiasso n'a pu être préparé qu'après qu'il eût été décidé que la station de Chiasso deviendrait gare internationale. Le projet élaboré est actuellement l'objet de tractations avec la Société des chemins de fer de la Haute-Italie et d'explications échangées avec le Conseil fédéral suisse. Ce serait le lieu ici de mentionner



aussi que nous avons conclu, avec les Municipalités de Bellinzona et de Mendrisio, des conventions à teneur desquelles les routes d'accès à la gare de Bellinzona et à la station de Mendrisio ne seront pas établies d'une manière qui réponde simplement aux besoins de notre ligne, mais aussi aux intérêts particuliers de ces localités, et que ces dernières supporteront par conséquent une part convenable des frais qui en résultent. En date du 24/26 juin 1873, les plans pour les principaux ouvrages des trois lignes tessinoises de plaine ont été soumis au Conseil fédéral suisse. L'approbation demandée fut accordée les 23 Juillet et le 1 Août suivants. Les plans de situation et les programmes relatifs à l'établissement des gares et stations, soumis le 6 Juin au Conseil fédéral conformément à l'arrêté du 29 Mai, aux fins d'obtenir l'approbation supérieure, reçurent cette dernière le 19 Septembre sous certaines réserves qui furent réglées après une longue correspondance.

Pour les *bâtiments*, on a eu en première ligne à dresser les plans de ceux pour le service des voyageurs aux trois gares de Bellinzona, Lugano et Locarno. Dans l'élaboration de ces plans, on a tenu compte des exigences particulières auxquelles chacune de ces trois gares doit satisfaire. La gare de Bellinzona doit d'abord, comme jonction de 2 lignes ferrées et, après achèvement du réseau entier du Gothard, de 4 lignes, offrir l'espace et le confort voulu aux voyageurs qui ne peuvent pas immédiatement poursuivre leur route. Il y a donc été prévu une halle à voyageurs couverte embrassant 5 voies, afin qu'on y puisse monter en voiture ou en descendre à l'abri de la pluie, et le plan porte aussi 2 grandes salles d'attente et un buffet spacieux indépendamment des locaux de service nécessaires; ce plan comprend encore plusieurs logements pour le personnel de la gare. L'embarcadère mesure 68 mètres de longueur, sur 16 à 18 mètres de profondeur; la halle a 110 mètres de longueur, 27 de largeur et 9 mètres de hauteur en dessous de la toiture. La superficie construite, sans le toit de la halle, mesure environ 1060 mètres carrés. La gare de Lugano doit servir au trafic de la ville la plus importante de la ligne du Gothard après Lucerne. Lugano a un grand mouvement d'étrangers et restera tête de ligne jusqu'à ce que la section du Monte Cenere soit achevée. Par conséquent, en élaborant le plan de cette gare, on y a prévu l'établissement de salles d'attente spacieuses, d'un buffet de grandeur moyenne, d'une marquise au-dessus du perron, ainsi que l'ample développement des corridors et des vestibules. Indépendamment des locaux de service, il y aura encore 5 logements pour le personnel de la gare, situés en partie au premier étage, en partie dans l'attique. L'embarcadère a une longueur de 62 mètres, une profondeur de mètres 13,5 à 17,5 et couvre, non compris la marquise, une superficie d'environ 990 mètres carrés. Le plan de l'embarcadère de Locarno est en général calqué sur celui de Lugano. On y a seulement donné de moindres dimensions aux salles d'attente et aux locaux de service. L'embarcadère de Locarno a 52 mètres de longueur sur 13 à 15 mètres de profondeur, et couvre, abstraction faite de la marquise, une superficie d'environ 700 mètres carrés. Nous avons dit plus haut que, pour les stations de moindre importance des lignes tessinoises de plaine, il a été établi quatre plans-types dont on appliquera l'un ou l'autre suivant l'importance de la station respective. C'est ici le lieu de mentionner que, lors de la fixation des plans des embarcadères pour les diverses stations, nous avons décidé que Biasca, Cadenazzo et Mendrisio recevront des embarcadères de I<sup>e</sup> classe (à Biasca, ainsi que nous l'avons dit, on y ajoutera un buffet à cause du caractère momentané de cette station comme tête de ligne); Castione et Giubiasco auront des embarcadères de II<sup>e</sup> classe; Gordola, Maroggia et Balerna, des embarcadères de III<sup>e</sup> classe, et enfin Claro, Osogna, Melide et Capolago, des embarcadères de IV<sup>e</sup> classe. Sur le désir de l'Administration des Postes, nous nous sommes déclarés prêts à mettre à sa disposition, bien que nous n'y soyons pas tenus, divers



locaux pour le service des postes à la gare de Lugano et à celle de Biasca, et à cette dernière aussi une remise pour les voitures postales, le tout moyennant paiement d'un loyer convenable. Par contre, nous n'avons pas cru, vu la place restreinte dont nous disposons à la gare de Lugano, devoir obtempérer à la demande de l'Administration des Postes tendant à ce qu'il y soit établi, pour les voitures postales, une remise dont elle nous paierait le loyer. Nous devons encore mentionner ici que, durant le dernier exercice, on a dressé les avant-projets pour les hangars aux marchandises, remises et ateliers, etc., à établir aux diverses stations. Leur fixation définitive appartient à une période subséquente. Le Conseil fédéral a donné son approbation aux plans d'embarcadères que nous lui avons soumis pour toutes les gares et stations. Comme il n'a pas été possible jusqu'ici d'arrêter d'une manière définitive le plan de situation pour la disposition de la gare internationale de Chiasso, nous avons naturellement encore moins pu fixer les plans des bâtiments à élever à cette gare. Néanmoins des projets ont déjà été préparés.

Parmi les *locomotives* dont il a été question plus haut en parlant de la fixation des types pour les 4 catégories de machines à employer sur le réseau du Gothard, on a prévu pour les lignes tessinoises de plaine l'emploi de 4 locomotives des catégories I, II et III, et en considération des conditions particulières des diverses sections, ainsi que du mouvement présumable des voyageurs sur ces sections, on affectera au service de la ligne Biasca-Locarno 4 locomotives-tenders (I<sup>re</sup> catégorie), 2 locomotives pour trains de voyageurs (II<sup>de</sup> catégorie) et 1 locomotive pour trains de marchandises (III<sup>e</sup> catégorie), et à celui de la ligne Lugano-Chiasso, 2 locomotives pour trains de voyageurs (II<sup>de</sup> catégorie) et 3 locomotives pour trains de marchandises (III<sup>e</sup> catégorie).

Nous aborderons maintenant *l'exécution des travaux*.

Commençant par les *acquisitions des terrains* nécessaires pour l'établissement de la ligne, nous avons à parler en premier lieu des changements survenus dans l'état du personnel de la *Commission fédérale d'estimation* pour les expropriations sur territoire des cantons d'Uri et du Tessin. Le Tribunal fédéral a nommé comme premier suppléant du premier membre des deux Commissions, M. le Conseiller d'Etat Maximilien Franz de Maienfeld, en remplacement de M. le Colonel Hertenstein de Winterthur, démissionnaire; le Conseil fédéral, de son côté, a nommé comme second membre des deux Commissions, par suite du décès de M. le Colonel Müller de Zug, M. l'ancien Conseiller National Wapf de Lucerne, jusqu'ici premier suppléant, et comme suppléants, M. le Conseiller National Suter de Horben, jusqu'alors second suppléant, et M. le Landammann Wyrsh de Buochs; enfin le Conseil d'Etat du Tessin nomma comme premier suppléant du troisième membre de la commission d'estimation pour les expropriations sur territoire tessinois, M. l'Ingénieur Banchini de Neggio, en remplacement de M. le Professeur Fraschina de Lugano, démissionnaire.

L'état du personnel du *Commissariat d'expropriation* pour les acquisitions de terrains dans le canton du Tessin n'a éprouvé que la seule modification résultant de ce que M. Barberini, géomètre à Castello S. Pietro, Commissaire spécial pour la ligne Lugano-Chiasso, ayant dû pour des raisons de santé renoncer à exercer ses fonctions, on a nommé à sa place M. Zarro, Inspecteur des forêts à Bellinzona.

En vue de fournir la force motrice aux machines installées à Göschenen et à Airolo pour la perforation du tunnel, ainsi que pour la ventilation du tunnel pendant la construction et, s'il est nécessaire, aussi lors de l'exploitation, nous avons demandé aux Gouvernements des Cantons d'Uri et du Tessin la

*concession pour l'utilisation des eaux de la Gothardreuss à Göschenen et de la Tremola à Airolo.* Le Conseil d'Etat du Tessin nous a accordé avec empressement ce que nous demandions et nous a délivré une concession gratuite pour l'utilisation des eaux de la Tremola pendant 99 ans à dater du jour de l'achèvement du tunnel. La concession d'Uri pour la Gothardreuss ne nous a pas encore été accordée.

A *Göschenen*, l'acquisition des terrains nécessaires aux installations pour l'exécution du tunnel, pour la gare et pour la partie de la ligne comprise entre la gare et l'entrée du tunnel, avait déjà eu lieu en 1872. Par conséquent, dans le courant du second exercice, nous n'avons plus eu à procéder qu'à quelques acquisitions complémentaires réclamées pour la construction d'un observatoire et pour l'exécution d'une galerie de visée, qui s'y rattache et dont il sera question plus loin.

A *Airolo*, les terrains nécessaires aux installations du tunnel, pour la gare et la route d'accès, et pour la tranchée comprise entre la gare et l'entrée du tunnel, avaient été en partie déjà acquis en 1872. Dans le courant du second exercice, on a dû procéder à quelques acquisitions ou expropriations ultérieures, à mesure des besoins de la construction, et elles ont eu lieu à des prix analogues à ceux payés l'année précédente. L'effet produit par les travaux du tunnel sur l'alimentation des fontaines et du ruisseau qui fait marcher les moulins d'Airolo d'une part et, d'autre part, la nécessité reconnue d'obtenir à Airolo d'autres forces hydrauliques que celle de la Tremola, c'est-à-dire encore celles de quelques ruisseaux, afin d'assurer le service régulier des machines servant à la perforation du tunnel, la ventilation de ce dernier, et pour satisfaire aussi aux divers besoins d'eau pour la gare, ont amené des négociations compliquées et difficiles avec les divers intéressés, négociations qui jusqu'ici n'ont pas encore abouti. Nous estimerions par conséquent inopportun de nous y arrêter plus longtemps dans le présent rapport.

L'acquisition des terrains pour les *trois lignes tessinoises de plaine* a commencé par la publication du dépôt des plans parcellaires dans les 34 communes intéressées, opération qui a eu lieu en Février, Mars et Avril de l'année 1873 et, pour certaines portions du territoire de deux communes, en Mai.

La taxation préalable par notre Commissariat d'expropriation des objets à acquérir, a suivi pas à pas le dépôt des plans. Elle était terminée dans toutes les communes à l'expiration des délais prescrits pour le dépôt. Les biens-fonds ont été taxés par M. Hallauer, Commissaire en chef; les bâtiments par des experts spéciaux et les ouvrages de la ci-devant « Société du Central Européen » par nos ingénieurs de section.

Dans les délais fixés pour faire valoir les oppositions à l'expropriation et pour présenter les réclamations, il a été formulé 30 oppositions et présenté 1322 requêtes: la plupart des oppositions provenaient de la « Société du Central Européen » ou d'entrepreneurs qu'elle avait occupés. Ces oppositions comme toutes les autres, ont été repoussées par le Conseil fédéral. Quant aux réclamations d'indemnités, nous devons mentionner que du 1<sup>er</sup> Avril jusqu'à la fin de l'année nous avons acquis à l'amiable 1,427,644.<sup>03</sup> mètres carrés de terrain, plus quelques bâtiments pour le prix de fr. 825,135.<sup>94</sup> (y compris les indemnités pour récoltes sur pied et autres bonifications analogues), savoir:

Ligne Biasca-Bellinzona mètres carrés 321,192 au prix de fr. 277,683.<sup>92</sup>

» Bellinzona-Locarno » » 554,381 » » 210,307.<sup>72</sup>

» Lugano-Chiasso » » 552,071.<sup>03</sup> » » 337,144.<sup>30</sup>

En y comprenant les bâtiments acquis, ainsi que toutes les indemnités pour préjudices, récoltes manquées, etc., le taux moyen des acquisitions à l'amiable pendant le second exercice est de 57,7 centimes par mètre carré, soit 5,2 centimes par pied carré.

La Commission fédérale d'estimation a, pendant l'année 1873, traité en quatre sessions qui ont duré du 15 Juin au 10 Juillet, du 6 Août au 2 Septembre, du 18 Septembre au 3 Octobre et du

15 Octobre au 24 Novembre, en tout 1092 cas d'expropriations. Sur ce nombre, 720 se rapportaient à la ligne Biasca-Bellinzona, 209 à la ligne Bellinzona-Locarno et 153 à la ligne Lugano-Chiasso. A cela s'ajoutent encore les terrains et les travaux de la «Société du Central Européen», situés dans 10 communes différentes et qui se répartissent entre les trois lignes.

Le cas le plus important que la Commission d'expropriation ait eu à traiter, se rapportait à l'acquisition pour la ligne du Gothard des divers tronçons nécessaires des lignes de la ci-devant «Société du Central Européen». Dans des mémoires adressés au Conseil fédéral, cette Société actuellement en liquidation, prétendait à la propriété de toutes les «anciennes lignes»; l'hoirie de l'entrepreneur Villa à Milan prétendait à celle des lignes situées au nord du Monte Cenere et l'entreprise J. G. Genazzini à Milan à celle des lignes situées au sud du Monte Cenere. Les trois parties faisaient unanimement valoir auprès du Conseil fédéral que la Société du Gothard était tenue à acquérir ces anciennes lignes dans toute leur étendue. Par arrêté du Conseil fédéral en date du 30 Avril 1873, ils furent renvoyés quant à la question de propriété aux Tribunaux civils du Canton du Tessin, et la question de l'étendue des objets à acquérir par la Société du Gothard fut déferée à la Commission d'estimation. Cette dernière trancha négativement le point de droit dans la question de savoir si la Société du Gothard était tenue d'acquérir tous les terrains et travaux de l'ancienne «Société du Central Européen» et fixa à fr. 547,470.<sup>54</sup> l'indemnité à payer pour les parties de ces terrains et travaux nécessaires à l'établissement de la ligne du Gothard, contrairement avec la demande des expropriés qui prétendaient à fr. 1,781,332.<sup>51</sup> et à notre offre qui portait fr. 443,421.<sup>12</sup>. Sur ces fr. 547,470.<sup>54</sup>, il y avait fr. 416,027.<sup>54</sup> pour les travaux et fr. 131,443 pour les terrains mesurant 121,776 mètres carrés (108 cts. par mètre carré ou 9,7 cts. par pied carré). Aucune des parties n'en ayant appelé au Tribunal fédéral contre la décision de la Commission d'estimation, ce jugement a acquis force de loi.

Sur les 608 décisions par lesquelles la Commission d'estimation a tranché, durant le second exercice, 1092 cas d'acquisitions, il n'y a en eu jusqu'à la fin de l'année que 122 de notifiées, et dans ce nombre 72 sont devenues exécutoires et 50 ont été déferées au Tribunal fédéral par les expropriés, 2 par la Société du Gothard. Les acquisitions de terrains par suite de jugements exécutoires qui ont donné lieu à paiement jusqu'à la fin de l'année 1873, comprennent une superficie de 120,941.<sup>92</sup> mètres carrés et représentent, y compris les bâtiments, indemnités pour préjudices, etc., une somme de fr. 151,657 soit 125 cts. par mètre carré ou 11<sup>1</sup>/<sub>4</sub> cts. par pied carré.

L'état des expropriations pour les trois lignes tessinoises de plaine était, à la fin du second exercice, le suivant:

Lignes	Nombre des acquisitions nécessaires	Régérées jusqu'au 31 Décembre 1873.					Nombre des acquisitions qu'il reste à régler
		Par convention		Par décision		Total	
		Nombre des conventions	Acquisitions	Nombre des décisions	Acquisitions		
Biasca-Bellinzona . . . . .	2171	416	1357	353	720	2077	94
Bellinzona-Locarno . . . . .	1226	492	736	155	209	945	281
Lugano-Chiasso . . . . .	877	314	616	98	153	769	108
Anciennes lignes (sur les 3 sections)	10	—	—	2	10	10	—
Total	4284	1222	2700	608	1092	3801	483

Passant aux *ouvrages d'art*, nous mentionnerons en première ligne les travaux faits pendant le second exercice en vue de l'exécution du *grand tunnel*. Nous parlerons d'abord des travaux à la *tête nord*.

Au commencement de l'année 1873, le chantier à la tête nord du tunnel se trouvait dans sa première phase d'installation. Un bâtiment des machines destiné à recevoir les compresseurs d'air provisoires était construit; un autre bâtiment pour les ateliers de réparation était en voie de construction. La tranchée en avant du tunnel était en partie ouverte et l'on avait commencé dans le tunnel une galerie au pied et l'autre en calotte, la première en régie, la seconde par M. Favre. Tandis que la première n'était pas continuée par l'entreprise du tunnel, la galerie supérieure atteignait à la fin de l'année 1872 une longueur utile de 18,9 mètres dans le tunnel même. Cette section avait été ouverte sans moyens mécaniques et ce mode de travail continua quelques mois encore pendant l'exercice qui nous occupe.

L'application des moyens mécaniques apporta une transformation complète dans l'organisation des travaux dans le tunnel, appuyée et dictée par les installations qui étaient établies peu à peu en dehors du tunnel et que nous devons décrire d'abord avec quelque détail.

Afin de ne pas perdre le temps matériellement nécessaire pour l'établissement des grandes installations définitives, l'entreprise commanda à des usines belges des installations provisoires pour la perforation mécanique. Les délais de livraison étaient courts et expiraient encore en 1872. Toutefois, par suite d'inondation de leurs ateliers causée par les crues de la Moselle, ces usines furent dans l'impossibilité d'observer les termes fixés et ne livrèrent les machines qu'en Janvier et Février 1873. Le mois de Mars fut occupé par l'installation des machines. Enfin, le 31 Mars on put faire le premier essai de perforation mécanique et le 4 Avril on avait obtenu une marche régulière.

A cette époque, le chantier à la tête du tunnel présentait l'image suivante: à une distance de 150 mètres de l'origine du tunnel et entouré des déblais provenant de l'excavation, s'élevait un bâtiment de 52 mètres de longueur sur 12 de largeur, dans lequel on avait établi les ateliers de réparation, une forge et les magasins nécessaires. Dans une annexe du côté nord de ce bâtiment, se trouvait la turbine pour la mise en action des machines-outils et sous les combles les bureaux de l'entrepreneur, ainsi que des logements d'ouvriers. A côté de quelques petites maisonnettes provisoires, servant de forge et de magasins à poudre et à dynamite, s'élevait sur le chantier à une distance de 9 mètres de l'origine du tunnel, le bâtiment provisoire des machines achevé dans toutes ses parties et mesurant 15 mètres de longueur sur 8 de largeur. Ce bâtiment renfermait une machine à vapeur à double cylindre et deux appareils à air comprimé pour la mise en action des perforatrices. Vers le pignon nord était placée une vieille chaudière de locomotive réparée destinée à fournir la vapeur nécessaire pour faire marcher les machines à vapeur. Cette chaudière communiquait avec les cylindres par le moyen d'une conduite en fer. Sur la face orientale du bâtiment, sortait la conduite pour l'air comprimé, conduite qui venait aboutir d'abord au réservoir à air, cylindrique, en tôle, qui avait été établi en cet endroit. Ce réservoir servait de régulateur pour le mouvement et la pression de l'air qui sort par bouffées des compresseurs, en même temps qu'il recevait et laissait écouler l'eau entraînée par l'air hors des compresseurs. Depuis ce récipient, l'air était conduit jusque près de l'entrée du tunnel au moyen d'un canal en fonte de 20 centimètres d'ouverture reposant sur 14 piliers en maçonnerie. De ce point, cette conduite se dirigeait vers un assemblage de tuyaux en fer forgé de 10 centimètres de diamètre, placé à la hauteur de la galerie supérieure, se prolongeant jusqu'à l'origine de la galerie d'avancement et s'y continuant jusqu'à environ 9 mètres du strosse au moyen d'une autre conduite de

6,5 centimètres d'ouverture. En cet endroit un fort boyau en caoutchouc était adapté au tuyau en fer et conduisait l'air comprimé dans un petit réservoir de l'appareil perforateur d'où, par plusieurs boyaux plus minces il était distribué aux diverses perforatrices. L'alimentation de la chaudière et des compresseurs avait lieu au moyen de tuyaux en fer avec prise d'eau dans la Reuss.

La machine à comprimer l'air dans le bâtiment des machines avait été fournie par l'usine John Cockerill à Seraing et établie d'après le système des compresseurs employés au Mont-Cenis. Deux machines à vapeur couplées avec manivelles perpendiculaires l'une sur l'autre y agissent directement chacune sur un compresseur d'air formé d'un cylindre horizontal et de deux cylindres verticaux en partie remplis d'eau. Dans le cylindre horizontal entièrement plein d'eau se meut le piston qui opère la compression de l'air dans les cylindres verticaux. Chaque cylindre à vapeur mesure mètre 0,50 de diamètre et mètre 1,20 de course du piston. Les cylindres à vapeur sont à détente variable (système Meyer). Une expérience directe effectuée sur un appareil d'une construction exactement semblable a démontré que, sous une pression effective de 3 atmosphères dans la chaudière, et le cylindre à vapeur étant rempli au tiers, l'air est comprimé à  $3\frac{1}{2}$  atmosphères. Dans ces conditions et étant donnés  $12\frac{1}{2}$  tours à la minute, les machines à vapeur fournissent une force effective d'environ 35 chevaux. Les pistons des compresseurs ont mètre 0,45 de diamètre et mètre 1,20 de course. Avec  $12\frac{1}{2}$  tours à la minute, les deux compresseurs fournissent ensemble par seconde 0,14 mètre cube d'air de même pression et température que l'atmosphère extérieure.

Les premières perforatrices appliquées au tunnel et presque seules employées pendant l'année 1873, furent comme les compresseurs, tirées de Belgique, des inventeurs Dubois et François à Seraing. Ces perforatrices ont avec celles de Sommeiller qui ont été employées au Mont-Cenis, cela de commun qu'elles sont mises en action par l'air comprimé et que le piston perforateur y est à course variable. Par contre, elles diffèrent des machines Sommeiller surtout en ce qu'elles n'avancent pas par un mouvement automatique, mais qu'elles sont poussées en avant contre la roche au moyen de la main agissant sur une manivelle avec roue à engrenage jouant sur une vis à la partie inférieure. Les inventeurs regardent cette disposition comme un avantage lorsqu'on a des ouvriers habiles. La manœuvre des tiroirs de distribution d'air s'effectue au moyen de deux petits pistons de surface différente. Un de ces pistons est traversé par un tuyau de communication qui répartit l'air sur les deux faces du piston (ce qui empêche ce dernier d'agir) ou qui le met en communication avec l'air extérieur suivant qu'un bouton de la tige du piston-perforateur ferme une soupape ou l'ouvre. Au-dessus de la boîte de distribution et dans le sens de sa longueur, se trouve une bielle à laquelle deux petits cylindres ascendant et descendant impriment un balancement autour de son axe, et qui fait ainsi, au moyen d'un déclat, tourner d'un cran à chaque coup de piston une roue à rochet. Cette roue d'encliquetage est mobile sur la tige du piston dans le sens de cette dernière, et tourne autour de l'axe de cette tige, par conséquent elle règle automatiquement le jeu du burin. Dans les premières installations provisoires, il y avait 20 perforatrices Dubois et François en activité. Les fournisseurs livrèrent en Février un châssis pour ces perforatrices. Ce châssis peut recevoir 6 perforatrices et pèse environ 5000 kilogrammes. Les perforatrices sont supportées à leurs deux extrémités par le châssis. Deux grosses vis distantes de 90 centimètres l'une de l'autre, reçoivent les extrémités postérieures des 6 perforatrices. Ces dernières peuvent se soulever et s'abaisser sur les vis et se tourner aussi bien dans un sens horizontal que dans un sens vertical. La partie du châssis qui fait face au strosse porte immédiatement l'une derrière l'autre pareillement deux fortes vis verticales, sur lesquelles on peut élever ou abaisser 6 bras horizontaux perpendiculaires à l'axe de



la galerie. Ces bras sont fendus dans le sens de leur longueur et servent à étayer l'avant-train des perforatrices. Les fentes en question permettent de déplacer les perforatrices dans le sens horizontal. Pour donner accès à l'air comprimé dans les perforatrices, le châssis est muni de deux rangées de robinets. L'appareil entier repose sur 4 roues, dont les deux grandes postérieures peuvent être mises en mouvement par une transmission à engrenage et servent à faire avancer ou reculer le châssis sur une voie de 1 mètre.

A l'aide des installations provisoires que nous venons de décrire, la perforation mécanique dans la galerie d'avancement put être introduite en Avril 1873 et continuée sans interruption jusqu'au moment où les installations définitives furent assez avancées pour pouvoir être substituées aux premières, ce qui eut lieu en Octobre. A la fin de l'année, les installations définitives à Göschenen étaient achevées en bloc et la vapeur employée provisoirement comme force motrice était remplacée par le moteur naturel fourni par les eaux de la Reuss.

Dans l'origine, on avait l'intention de se procurer la force motrice nécessaire pour les compresseurs d'air en corrigeant le cours de la Reuss en aval du tunnel, de manière à obtenir, au moyen d'une espèce de cascade, une chute de 28 à 30 mètres. Toutefois, après étude plus approfondie des conditions locales et afin d'atteindre plus vite le but, l'entrepreneur se décida à abandonner ce projet et à établir au contraire une prise d'eau sur la Reuss en amont du pont de la route cantonale, pour obtenir au moyen de tuyaux une chute d'environ 80 mètres. En Avril, on mit la main à l'exécution de ce plan et l'on commença simultanément à creuser pour les fondements du grand aqueduc et pour le bâtiment des turbines. Dans ce dernier devaient être placés les compresseurs définitifs mis en jeu par l'eau. Ces machines, ainsi que les turbines destinées à les faire mouvoir, furent commandées dès Février 1873, avec courts termes de livraison, à l'usine B. Roy & C<sup>ie</sup> à Vevey. L'édification du bâtiment des turbines et les fondations massives en pierres de taille pour les machines furent poussées activement. En Août, eut lieu la livraison des turbines et des compresseurs d'air et leur montage commença immédiatement. Dans le courant du même mois, on avait achevé une des conduites du grand aqueduc. Le 16 et le 23 Septembre, on essaya le grand aqueduc, une des turbines et le compresseur correspondant, et le 8 Octobre enfin l'air comprimé pour la perforation du tunnel fut pour la première fois fourni par les compresseurs définitifs. Dans les derniers mois de l'année, on s'occupa à monter d'autres turbines et d'autres compresseurs. A la fin de l'année, il y avait 2 turbines et les 6 compresseurs qui s'y rattachent, en état de marcher; une troisième turbine et 3 compresseurs allant avec étaient presque achevés de monter.

L'établissement de la grande colonne de pression hydraulique pour la mise en jeu des turbines exigea des travaux importants. A environ 60 mètres en aval du pont dit « Sprengibücke » de la route cantonale qui traverse la Reuss, il fut établi, sur la rive droite de la rivière, un barrage destiné à recueillir l'eau nécessaire comme force motrice. Depuis ce barrage, l'eau est conduite par un canal en maçonnerie, long de 135 mètres, dans un bassin où elle dépose les matières étrangères qu'elle a pu entraîner avec elle. Ce bassin de filtrage, construit en maçonnerie, mesure à l'intérieur 12 mètres de longueur sur 2 de largeur et 6 de profondeur. Il est divisé en plusieurs compartiments par des cloisons et des vannes d'écluse, qui servent à régler le mouvement des eaux et leur écoulement. En sortant de ce bassin de filtrage, l'eau pénètre dans une conduite, formée par un assemblage de tuyaux en fer forgé de 86 centimètres d'ouverture, qui s'étend, partie sous terre, partie sur maçonnerie, sur une longueur d'environ 600 mètres le long de la route cantonale. Cette conduite se divise ensuite au moyen d'un



tuyau bifurqué en deux bras formés de tuyaux en fonte de 62 centimètres de diamètre qui pénètrent dans le bâtiment des turbines à 150 mètres de leur point de bifurcation.

Dans le bâtiment des turbines, il y a comme machines-motrices 3 turbines Girard (turbines partielles avec axe horizontal) provenant de l'usine B. Roy & C<sup>ie</sup> à Vevey. Il a été réservé dans ce bâtiment de la place pour une quatrième turbine et la conduite d'eau a aussi été établie de manière à pouvoir y suffire. Chaque turbine produit un travail de 210 chevaux et est construite pour 320 litres d'eau par seconde et 80 mètres de chute. Chaque turbine met en mouvement un groupe de 3 cylindres à comprimer l'air, construits d'après le système Colladon, avec courant d'eau extérieur et injection à l'intérieur. Les arbres coudés des compresseurs, étant alignés, peuvent être réunis en un arbre unique. Quand 3 turbines et 3 compresseurs marchent régulièrement, ils fournissent ensemble par minute 12 mètres cubes d'air comprimé à 7 atmosphères. Les machines sont du reste établies de manière à pouvoir comprimer l'air jusqu'à 9 atmosphères. La température de l'air ne s'élève pas alors à plus de 40°.

A proximité du bâtiment des turbines, on a intercalé en Octobre dans la conduite d'air 4 réservoirs cylindriques en fer forgé qui mesurent chacun 9 mètres de longueur sur mètre 1,65 de diamètre, et l'on a mis la conduite d'air en communication avec les compresseurs définitifs. En Octobre, par conséquent dans les premiers temps où ces machines furent employées, les compresseurs définitifs ne fonctionnèrent pas avec toute la régularité voulue, attendu qu'il y avait souvent lieu à faire des réparations principalement aux soupapes. Mais depuis le mois de Novembre, et après qu'on eût apporté quelques petits perfectionnements, on obtint une marche parfaitement régulière, de sorte qu'on put se passer entièrement des anciens compresseurs à vapeur provisoires.

Outre ces installations importantes du grand aqueduc, du bâtiment des turbines et des compresseurs, on édifia dans le cours de l'année 1873 sur le chantier près de la tête du tunnel, plusieurs constructions et on prit une foule de dispositions qui méritent de nous arrêter un moment.

En Juin, on mit en place, pour l'installation provisoire de la compression d'air une seconde chaudière, attendu que la première ne suffisait plus. Une conduite d'eau pour le fonctionnement de l'atelier des turbines, entreprise vers la fin de Février, était assez avancée le 10 Mai pour qu'on pût utiliser depuis lors la turbine pour faire marcher les machines-outils et les soufflets de forge dans les ateliers. Cette conduite a sa prise d'eau, comme l'aqueduc principal, dans la Gothardreuss, à une distance d'environ 360 mètres du bâtiment des machines et sur la rive gauche de la rivière sur une longueur d'à peu près 70 mètres depuis l'embouchure, l'eau court dans un canal en maçonnerie; puis elle passe dans une conduite formée par un assemblage de tuyaux en fer forgé de 35 centimètres de diamètre. Après avoir franchi la Reuss, cette conduite longe, sur la rive droite de la rivière et en croisant la route cantonale, la route d'accès qui conduit aux chantiers. Là, elle passe entre le bâtiment des compresseurs provisoires et les ateliers, et va jusqu'à la turbine placée dans une annexe au nord du bâtiment des ateliers. La turbine a été livrée par l'usine B. Roy & C<sup>ie</sup> à Vevey; elle est construite pour 55 litres d'eau par seconde et 28 mètres de chute, ce qui avec l'effet utile garanti répond à une force de 15½ chevaux. Le bâtiment des ateliers a été construit et arrangé dans les premiers mois de l'année 1873. Il a deux étages. Dans l'annexe nord on a placé en Juin une scie circulaire.

A mesure de l'avancement des travaux dans le tunnel et par suite des besoins qu'ils faisaient naître, on a établi encore diverses autres constructions sur le terrain des installations. Nous mentionnerons les suivantes : un grand atelier de forge en maçonnerie; puis à côté un grand martinet mu

par l'air comprimé; à côté du grand bâtiment des compresseurs, une fonderie de métaux; à proximité de l'origine du tunnel, un bâtiment pour bureau et pour le service technique; divers hangars en maçonnerie ou en bois servant de magasins, une grande cantine pour les ouvriers et, à côté, un logement pour les surveillants; diverses maisonnettes de portiers, deux écuries et enfin, à une grande distance des bâtiments principaux, un magasin à dynamite. Une route d'accès facilite la circulation dans toute l'étendue des chantiers. En outre, il y a plusieurs chemins de fer de service, dont la longueur totale tant en dehors que en dedans du tunnel, était à la fin de l'année 1873 de 1550 mètres, et qui servent au transport des déblais provenant de l'excavation du tunnel, au moyen de wagonnets trainés par une petite locomotive.

Tout le chantier de l'entreprise du tunnel est situé sur la rive droite de la Reuss. A peu près vis-à-vis, sur la rive gauche de la Reuss, nous avons construit pour les besoins de notre administration, un grand bâtiment de service avec annexe. Dans les premiers mois de l'année, on en était encore seulement à en creuser les fondations et en Octobre notre personnel a déjà pu en prendre possession.

Si jusqu'à la fin de l'année 1873, on n'a employé dans la galerie d'avancement pour ainsi dire que des machines Dubois et François, il n'en faut pas conclure que l'entreprise du tunnel ait le dessein d'adopter définitivement ces perforatrices pour le travail en galerie. Son intention est, au contraire, d'essayer pratiquement elle-même sur ses chantiers un grand nombre de systèmes de perforatrices différents et de s'arrêter à celui qui donnera les meilleurs résultats. A cet effet, M. Favre a commandé en Angleterre, déjà en 1872, deux perforatrices système Burleigh et 10 perforatrices Mac Kean, ces dernières chez l'inventeur lui-même, à Londres. Le chef des ateliers de M. Favre, M. Ferroux, inventa dans le courant de l'année 1873, une nouvelle perforatrice calquée en partie sur celles employées au Mont-Cenis. En Décembre, on reçut encore sur les chantiers une perforatrice de l'inventeur anglais Warrington et un grand nombre d'anciennes perforatrices Sommeiller, qui avaient servi au Mont-Cenis et dont M. Favre avait fait l'acquisition conformément au Traité. A la fin de 1873, il y avait, à la tête nord du tunnel, en tout 24 perforatrices Dubois et François, 24 perforatrices Mac Kean, 1 perforatrice Burleigh, 1 perforatrice Warrington, 2 perforatrices Ferroux et 86 perforatrices Sommeiller. On fit le 8 Août, dans la galerie d'avancement, avec les perforatrices Mac Kean, des essais qui ne furent pas très satisfaisants. Le mécanisme qui faisait jouer les burins de ces machines, d'ailleurs d'un fini si parfait, ne voulait pas fonctionner convenablement. En outre, le châssis Dubois et François, auquel étaient adaptées les perforatrices Mac Kean, était trop faible et trop mobile pour ces lourdes machines. Pour ces perforatrices, et pour d'autres très pesantes, on confectionna dans la seconde moitié de l'année 1873, deux châssis très longs et très solides avec des pièces tirées des châssis provenant du Mont-Cenis. Il fut procédé en Décembre à des essais réitérés avec les perforatrices Ferroux et Warrington qui amenèrent à reconnaître que les premières sont particulièrement propres pour l'attaque d'avancement et que les secondes donnent des résultats très satisfaisants lorsqu'elles sont employées pour le battage au large.

Passant aux travaux de la ligne proprement dite à Göschenen, nous mentionnerons d'abord la continuation des travaux d'excavation de la roche dans la tranchée en avant du tunnel. Ces travaux ne furent exécutés que dans une mesure restreinte jusqu'au mois d'Avril, et surtout en vue de la pose des voies de service. Le volume total des déblais enlevés pendant l'année 1873, n'excède guère 700 mètres cubes.

Pour l'exécution du tunnel, l'entreprise a adopté, comme on le sait, le système belge. On procède

par avancement en calotte, élargissant ensuite des deux côtés ; la troisième phase commence par l'établissement d'une cunette dans l'axe du tunnel sur toute la profondeur à donner à l'excavation ; dans la quatrième phase, cette cunette est élargie des deux côtés jusqu'à section complète ; dans la cinquième enfin, on creuse l'aqueduc et les niches du tunnel. Le tableau ci-joint présente, rangés dans ce même ordre, les travaux exécutés dans le tunnel pendant les divers mois de l'année 1873.

# Travaux exécutés, nombre d'ouvriers et conditions météorologiques

à la tête nord du Tunnel du Gothard.

Indication de l'objet.	Etat des travaux. Fin Décembre 1872.	1873.												Pour l'année 1873	Etat des travaux. Fin Décembre 1873
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb.	Octobre	Novemb.	Décemb.		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Tunnel. Galerie d'avancement mètres courants	18,90	21,10	20,50	26,70	30,40	42,50	48,10	51,00	66,60	50,20	70,00	75,00	79,25	581,35	600,25
» Battage au large . . . »	—	14,60	29,00	16,40	2,00	—	19,40	15,70	32,50	21,70	28,70	34,00	51,40	265,40	265,40
» Tranchée inférieure . . . »	—	—	—	—	17,00	4,70	6,80	13,40	6,70	18,10	29,90	5,10	—	101,20	101,20
» Excavation complète . . . »	—	—	—	—	—	—	3,00	—	—	—	—	—	4,00	7,00	7,00
» Revêtement de la voûte . . . »	Il n'y a pas eu de revêtement exécuté dans le tunnel.														
» Revêtement des pieds-droits est . . . . . »															
» Revêtement des pieds-droits ouest . . . . . »															
» Maçonnerie de l'aqueduc central . . . . . »															
Tranchée en avant du tunnel mètres cubes	4963,00	101,5	—	226,20	390,80	—	—	—	—	—	—	—	—	718,50	5681,50
Galerie de visée . . . . . mètres courants	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,00	3,60	16,10	12,30	41,00	41,00
Nombre d'ouvriers par jour, en moyenne		135	168	307	302	385	392	401	438	437	497	568	625	388	
Nombre maximum d'ouvriers pour un jour		165	215	432	417	472	454	487	533	486	586	679	732	732	
Nombre de jours de beau temps . . . .		22	20	19	11	11	22	24	23	20	21	19	27	239	
Nombre de jours de mauvais temps . . .		9	8	12	19	20	8	7	8	10	10	11	4	126	
Température extérieure moyenne. Maximum		+6°,0	+4°,3	+8°,2	+10°,7	+12°,9	+20°,3	+21°,2	+19°,9	+17°,2	+16°,9	+8°,2	+6°,1	+21°,2	
Température extérieure moyenne. Minimum		-6°	-10°,1	-0°,7	-4°,2	+1°,9	+5°,6	+11°,1	+10°,3	+6°,2	-1°,8	-4°,1	-9°,3	-10°,1	

On voit d'après ce tableau, qu'il a été travaillé à l'excavation, mais non au revêtement.

La roche dans laquelle on a dû travailler au tunnel du côté de Göschenen, était d'une manière tout-à-fait prédominante du gneiss granitique, en masse compacte, fissurée rarement mais en partie dans le sens vertical, en partie dans un sens mal défini, et présentant des clivages sous des angles divers. Vers la fin de Mai, on rencontra une druse à cristaux avec veines de chlorite dans une roche riche en quartz blanc et en feldspath. La roche reprit dès lors l'uniformité qu'on avait observée jusque là. En Juin, apparurent plusieurs cavités verticales renfermant des dépôts relativement tendres. En Juillet, la perforation atteignit une couche de 7 mètres d'épaisseur de schiste micacé talqueux avec de petits cristaux de pyrite et presque entièrement dépourvue de feldspath. Au commencement et à la fin d'Août, la galerie s'avancait dans le granit compacte; dans l'intervalle, la roche s'était montrée, sur une longueur de 30 mètres, schisteuse et fissurée avec deux dépôts intercalaires de micaschiste talqueux d'environ 7 mètres d'épaisseur. Peu après, on pénétra, sur une longueur de 19 mètres, dans une roche franchement schisteuse avec couches intercalaires de gneiss et de micaschiste gneisseux. Jusqu'à la fin de l'année, on rencontra alternativement des masses prédominantes de gneiss granitique avec couches incluses de gneiss, des roches talqueuses fortement feuilletées et du micaschiste gneisseux. Comme élément nouveau, il s'y ajouta des veines nombreuses, mais peu épaisses, d'eurite. La roche traversée ne présenta durant toute l'année ni suintements, ni filtrations; les couches schistoïdes ont seules montré quelques traces d'humidité. Il n'y a eu, soit dans la galerie d'avancement, soit dans le reste du tunnel, ni boisement, ni muraillement nécessaires.

Dans le premier trimestre, comme nous l'avons dit, le travail mécanique n'était pas encore appliqué dans la galerie d'avancement et les travaux s'opéraient à bras d'hommes suivant la méthode ordinaire partout usitée. Les mines étaient chargées avec de la dynamite. Le progrès journalier moyen durant cette période a été de mètre 0,76. Dans les premiers jours d'Avril, on commença la perforation mécanique et le progrès quotidien fut bientôt beaucoup plus considérable. Il a été en moyenne, dans la galerie d'avancement, dès que la perforation mécanique y a été appliquée, c'est-à-dire pendant 9 mois, d'Avril à Décembre, de mètre 1,88. Un coup d'œil sur le tableau ci-devant, montre non-seulement le progrès journalier du travail, mais ne permet pas de méconnaître l'effet favorable obtenu depuis le mois d'Octobre par suite de la mise en action des compresseurs définitifs. En tout, il a été percé du côté de Göschenen, dans l'année 1873, mètres 581,35 de galerie d'avancement. La moyenne journalière générale a donc été de mètre 1,59. En Décembre, on avançait de mètres 2,56 par jour.

Pour les divers battages au large, on n'employa qu'à titre d'essai depuis le mois d'Octobre la perforation mécanique à l'aide des machines Mac Kean, Ferroux et Warrington. L'application régulière de la perforation mécanique pour le battage au large dans le tunnel était réservée pour l'année 1874.

La perforation mécanique dans la galerie d'avancement exerce une influence décisive sur l'époque de l'achèvement du tunnel. Il ne sera par conséquent pas hors de propos d'entrer dans quelques détails sur le procédé, ni de constater les résultats déjà considérables qu'on a obtenus.

Dans la galerie est établie une voie de service sur laquelle le chariot armé de perforatrices déjà mentionné, est poussé jusque près du front d'attaque. Le chariot porte d'ordinaire 6 perforatrices. Derrière lui se trouve, sur un char, un réservoir avec l'eau destinée à être injectée dans les trous de mine, et derrière ce wagon-réservoir, vient un wagonnet qui transporte les burins nécessaires pendant le travail. Après que le chariot a été dûment calé, qu'on a fixé le boyau à air à la conduite d'air

comprimé et que les robinets ont été ouverts, toutes les perforatrices commencent à cribler la surface d'environ 6 mètres carrés du front d'attaque. Les ouvriers postés sur l'avant du chariot ont à diriger les burins contre la roche à percer et à remplacer ceux qui s'émoussent. D'autres ouvriers pourvoient, par la manœuvre d'une manivelle, à ce que les burins restent toujours à la distance voulue de la roche pour pouvoir agir efficacement. Lorsqu'on a percé ainsi environ 27 trous d'une profondeur moyenne de 1 mètre à peu près, le chariot et tous ses accessoires sont retirés jusqu'à 80 mètres au moins en arrière du front d'attaque et placés de manière à ce que le wagonnet et le réservoir à eau soient devant l'appareil perforateur, afin de le garantir contre les blocs de pierre que les coups de mines pourraient peut-être projeter jusqu'à cette distance. Ensuite, on charge avec la dynamite et l'on fait partir d'abord les trous centraux, puis les autres successivement jusqu'aux 4 inférieurs les plus rapprochés du sol de la galerie, qui sont déchargés les derniers. Quand toutes les mines ont joué, on achève de briser la masse détachée du front d'attaque, qui a été disloquée mais non projetée à distance; on déblaie la place et l'on prolonge d'autant la voie de service. Pendant qu'on charge les trous de mines, qu'on y met le feu, qu'on brise la roche et qu'on déblaie, les perforatrices fixées sur le châssis sont nettoyées et subissent les petites réparations qui peuvent être nécessaires. Lorsqu'on a ramené le chariot devant le front d'attaque, l'opération recommence.

Le tableau suivant indique les principaux points qui peuvent servir à se former une opinion sur la marche des travaux de perforation dans la galerie d'avancement.



# Aperçu des résultats de la perforation mécanique

dans la galerie d'avancement à GOESCHENEN.

O b j e t.	1 8 7 3.									OBSER- VATIONS.
	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
1. Progrès mensuel . . . . . mètres	( <sup>1</sup> ) 28,90	42,50	48,10	51,00	66,60	50,20	70,00	75,00	79,25	(1) Le progrès total de la galerie a été, en Avril, de 30,4 mètres, dont 1,3 percés sans moyens mécaniques.
2. Progrès journalier (en moyenne) . . . . . »	1,07	1,37	1,60	1,65	2,15	1,67	2,26	2,50	2,56	
3. » » (maximum) . . . . . »	1,80	2,40	3,50	4,75	3,20	2,95	3,30	3,90	4,20	
4. Nombre de perforations entreprises . . . . .	37	51	52	56	70	58	77	75	85	(2) Non compris 70 1/4 heures qui ont été nécessaires pour la réparation des compresseurs.
5. Les mêmes par 10 mètres d'avancement de la galerie . . . . .	12,8	12,0	10,8	11,0	10,5	11,5	11,0	10,0	10,7	
6. Temps moyen pour chaque perforation . . heures et minutes	8 <sup>42</sup>	8 <sup>40</sup>	8 <sup>13</sup>	6 <sup>43</sup>	5 <sup>41</sup>	7 <sup>9</sup>	5 <sup>8</sup>	4 <sup>30</sup>	4 <sup>40</sup>	(2) Non compris 20 heures qui ont été nécessaires pour la réparation des compresseurs provisoires.
7. » » pour décharger les mines, déblayer, etc. après chaque perforation . . . . . heures et minutes	8 <sup>38</sup>	5 <sup>52</sup>	5 <sup>41</sup>	( <sup>2</sup> ) 5 <sup>8</sup>	5 <sup>2</sup>	5 <sup>13</sup>	( <sup>3</sup> ) 4 <sup>13</sup>	( <sup>4</sup> ) 4 <sup>46</sup>	( <sup>5</sup> ) 3 <sup>59</sup>	
8. Intervalle entre une perforation et la suiv., en moyenne » »	17 <sup>20</sup>	14 <sup>32</sup>	13 <sup>54</sup>	11 <sup>51</sup>	10 <sup>43</sup>	12 <sup>22</sup>	9 <sup>21</sup>	9 <sup>16</sup>	8 <sup>39</sup>	(4) Non compris 30 heures pendant lesquelles le travail a dû être suspendu par suite de circonstances particulières.
9. Nombre de trous percés, en tout . . . . .	1096	1389	1387	1477	1881	1535	1819	1800	2040	
10. Les mêmes par 10 mètres d'avancement de la galerie . . . . .	379	327	286	290	282	306	260	240	257	(4) Non compris 9 heures qui ont été nécessaires pour la réparation de la conduite d'air.
11. Longueur des trous percés, ensemble . . . . . mètres	1142	1344	1431	1451	1887	1535	1821	2002	2083	
12. La même par 10 mètres d'avancement de la galerie . . »	395	316	295	285	283	306	260	267	263	
13. Somme des profondeurs moyennes des trous de toutes les perforations . . . . . »	38,65	49,35	53,67	55,01	70,20	58,00	77,20	79,10	86,80	
14. La même par 10 mètres d'avancement de la galerie . . »	13,37	11,61	11,16	10,78	10,54	11,55	11,03	10,55	10,95	
15. Nombre moyen des trous dans le front d'attaque, à chaque perfor.	29	27	27	26	27	27	24	24	24	
16. Profondeur moyenne des trous (en nombre ronds) . . . mètres	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	
17. Nombre des perforatrices qui ont nécessité des réparations . . .	36	91	64	64	125	145	158	163	224	
18. Le même par 10 mètres d'avancement de la galerie . . . . .	12,5	21,4	13,3	12,5	18,8	28,9	22,6	21,7	28,3	

Depuis l'introduction de la perforation mécanique, en Avril, le progrès s'accrût chaque mois d'une manière presque constante et, en Décembre, il avait atteint presque au double de ce qu'il était en Avril. Le progrès journalier en Décembre a été de 2,56 mètres, tandis qu'en Avril il était de 1,07 mètre. La cause en est pour la plus faible part à la rencontre d'une roche moins dure. L'influence de cette dernière circonstance sur la marche du travail peut facilement se déduire des indications de la ligne 15 du tableau. Dans les premiers mois, on devait percer 29 et 27 trous dans le front d'attaque, tandis que dans les derniers temps 24 trous suffisaient pour obtenir un bon effet des mines. Dans les derniers mois aussi, il resta moins fréquemment des portions intactes des trous de mine; l'action s'exerçait presque jusqu'au fond de ces trous (ligne 14 du tableau). Il faut attribuer, il est vrai, en partie aussi à la moindre consistance de la roche que, comme le montrent les lignes 5 et 12, en comparaison de la longueur perforée, le nombre des perforations, ainsi que la longueur totale des trous qu'il a fallu percer, aient diminué quelque peu vers la fin de l'année. Mais, bien qu'à cette époque, la nature de la roche fût un peu plus favorable pour le travail dans la galerie d'avancement, la réalisation de progrès sensibles tient cependant pour la plus forte part à ce que les ouvriers étaient toujours plus habiles dans le maniement des perforatrices et aussi à la pression atmosphérique puissante produite par les compresseurs définitifs. Pour les perforatrices Dubois et François, qui sont un peu faibles, et dont les diverses parties deviennent peu à peu cristallines sous l'effet de la trépidation continue, l'application de l'air comprimé à 5 ou 6 atmosphères était préjudiciable. Les lignes 17 et 18 du tableau ci-devant indiquent le nombre des perforatrices qui, pendant l'emploi, ont nécessité des réparations. Dans les derniers mois, il y eut le double de machines qui se brisèrent qu'au commencement. Ce sont surtout les tiges des pistons principaux qui portent le burin, qui se brisèrent. Le remplacement des nombreuses perforatrices mises hors de service entrava considérablement le travail, et malgré cela, grâce à l'habileté toujours plus grande des ouvriers, il ne fallut dans les mois suivants qu'un temps toujours moindre pour le percement des trous à chaque attaque. Pareillement, le temps nécessaire pour le chargement et le déchargement des mines, et pour l'enlèvement des déblais, se réduisit toujours d'avantage. Ces faits ressortent clairement des indications fournies par les lignes 6, 7 et 8 du tableau qui précède. Le temps qui s'écoulait entre une attaque et la suivante s'est réduit, en neuf mois, de moitié.

On peut établir ici une comparaison intéressante avec les travaux de perforation dans la galerie d'avancement au Mont-Cenis. L'exécution du tunnel du Gothard a sur celle du tunnel au Mont-Cenis l'immense avantage qui résulte de l'emploi de la dynamite pour les travaux de mines. Au Mont-Cenis on a dû travailler avec de la poudre ordinaire et il fallait à chaque attaque environ 80 trous. Le même résultat a été obtenu dans la galerie d'avancement à Göschenen, dans de la roche beaucoup plus dure, déjà avec 24 trous de mine et une forte charge de dynamite, au lieu de poudre; cela avait pleinement suffi pour détacher et briser la roche presque sur toute la profondeur des trous de mine. On peut bien dire que, par ce seul fait, une perforation au tunnel du Gothard n'exige en moyenne que le  $\frac{1}{3}$  du temps qu'il fallait pour la même opération au tunnel du Mont-Cenis. Mais il n'y a pour le moment aucun motif de supposer qu'on puisse réaliser une économie de temps au Gothard, comparativement à ce qu'il a fallu au Mont-Cenis relativement aux opérations qui prennent place entre une perforation et la suivante. Ces opérations exigeront sans doute, ici comme là, 3 à 4 heures. Au Mont-Cenis on considérait 3 attaques en 24 heures dans la galerie d'avancement comme la limite du possible. Cette limite fut atteinte en effet dans les dernières années. Au tunnel du Gothard on s'en rapprocha beaucoup déjà en Décembre 1873. Comme maximum du possible au tunnel du

Gothard, on peut admettre 4 attaques en 24 heures, ce qui répond à un progrès journalier d'au moins 3,5 mètres. Un coup d'œil jeté sur la ligne 3 du dernier tableau prouve que c'est là une possibilité et non une chimère, puisque le maximum de progrès réalisé en un jour a déjà sensiblement dépassé les 4 mètres.

A teneur du cahier des charges qui forme partie intégrante de la convention relative à l'exécution du tunnel du Gothard, la Direction technique doit fixer le plus tôt possible, si faire se peut avant le battage au large à section complète de la galerie d'avancement, s'il doit ou non y avoir revêtement en maçonnerie et, dans le cas affirmatif, d'après quel type et de quelle épaisseur. Le type de maçonnerie choisi doit être soumis ensuite à l'approbation du Conseil fédéral. En ce qui concerne le mode de procéder à cet égard, on s'est entendu afin que les travaux du tunnel ne soient pas arrêtés par l'accomplissement de cette formalité. Notre première décision au sujet du revêtement à appliquer au tunnel du côté de Göschenen s'étendait aux premiers 100 mètres et fut approuvée le 24 Octobre 1872 par le Conseil fédéral. Il y aura sur cette longueur revêtement à la voûte en arc surbaissé sur une épaisseur de 50 centimètres. La voûte reposera sur des pieds-droits naturels taillés d'après la section d'ouverture. Les pierres de voûte nécessaires à ce revêtement ont été préparées depuis lors à Göschenen. Le 11 Septembre 1873, le Conseil fédéral approuva, pour les 200 mètres suivants, l'application d'une voûte en arc surbaissé de 8 mètres d'échappée sur une épaisseur de 35 à 50 centimètres, dans ce sens que la moindre dimension, c'est-à-dire l'épaisseur de 35 centimètres ne s'appliquerait que dans les roches peu fissurées, tandis que l'épaisseur de 50 centimètres ferait règle pour les autres plus fissurées et dans les parties de moindre consistance. Le Conseil fédéral nous autorisait en même temps à continuer le revêtement du tunnel d'après ce principe dans le cas où, comme il était à prévoir, le même gneiss granitique se prolongerait jusqu'au «Trou d'Uri». Ainsi que nous l'avons dit, on n'avait pas encore exécuté de maçonnerie en 1873. L'emploi du système belge pour l'exécution des tunnels ne permet pas d'éviter une avance considérable de la galerie d'avancement sur les travaux de battage au large et de revêtement.

Il nous reste encore à mentionner un travail exécuté sur les chantiers à la tête de Göschenen, qui est en relation intime avec l'exécution du tunnel lui-même. Pour faciliter le piquetage de la direction du tunnel, il était nécessaire de prolonger la ligne de visée en perçant, à travers un contrefort de la montagne, une galerie de 115 mètres de longueur. L'exécution de cette galerie de visée fut donnée à forfait en Août et commencée en Septembre. Le progrès mensuel est indiqué dans le tableau à page 31. A la fin de l'année 1873, il y avait 41 mètres de percés, les deux côtés pris ensemble.

Le tableau susmentionné donne pareillement un aperçu du nombre d'ouvriers employés à Göschenen pendant le second exercice. On doit constater une augmentation constante de ce nombre d'ouvriers. La moyenne de toute l'année donne 388 ouvriers par jour. En maximum, il y a eu en Décembre 732 ouvriers occupés en un jour.

Les conditions météorologiques du côté nord du Gothard ont principalement de l'influence sur les travaux exécutés en dehors du tunnel et, sont indiquées dans les quatre dernières lignes du tableau page 31. C'est en Avril et Mai qu'il a fait le plus mauvais temps, et en Décembre qu'il y a eu le plus de beaux jours. Pendant toute l'année, il y a eu 126 jours avec pluie ou neige et 239 jours de beau temps. La température moyenne dans le cours d'une même journée a atteint, comme minimum,  $-10^{\circ},1$  C. en Février et, comme maximum,  $+21^{\circ},2$  C. en Juillet. Des observations plus fréquentes ont été recueillies

sur la température dans la galerie d'avancement. On a trouvé, par exemple, à l'origine du tunnel, qui est précédée encore d'environ

Observés	10 mètres de galerie	+ 1°,8	tandis qu'à l'extérieur on avait	1°,2	différence	0°,6
le même	à 100 « de l'origine	9°,1	« «	1°,2	«	7°,9
jour.	à 200 « «	14°,3	« «	1°,2	«	13°,1
	à 310 « «	20°,5	« «	12°,0	«	8°,5
	à 372 « «	16°,1	« «	13°,3	«	2°,8
	à 446 « «	15°,0	« «	7°,0	«	8°,0
	à 520 « «	15°,3	« «	2°,3	«	13°,0
	à 570 « «	16°,6	« «	— 1°,0	«	17°,6

Il ressort d'une manière incontestable de ces indications que la température s'accroît à mesure qu'on pénètre plus avant dans la montagne et aussi que la différence entre la température dans le tunnel et celle de l'air à l'extérieur va en augmentant. Les irrégularités de progression qu'offrent les chiffres ci-dessus doivent être attribuées sans doute au peu de durée des observations pendant les diverses saisons de l'année, à l'influence que l'introduction de l'air comprimé, généralement plus chaud, a pu exercer sur la température intérieure du tunnel, et à d'autres causes encore.

Nous passons maintenant aux travaux à la *tête sud* du tunnel. Ici, les diverses installations n'existaient en majeure partie pas encore au commencement de l'année 1873. On avait entrepris la construction d'un bâtiment de machines, d'un atelier de réparation et d'une route d'accès. La tranchée du tunnel rectiligne était ouverte. Dans ce tunnel rectiligne, la galerie supérieure était percée jusqu'à 101,7 mètres de l'origine du tunnel. On avait déjà opéré le battage au large sur une longueur de 39 mètres et il y avait envoûtement sur une longueur de 13 mètres.

Tandis qu'à Göschenen, l'entrée du tunnel est située dans la vallée étroite et profonde de la Reuss, où l'on avait, dans les premiers temps, peine à trouver quelque surface plane, de telle sorte que les installations nécessaires pour le tunnel durent être resserrées dans un espace étroit, à Airolo au contraire le tunnel s'ouvre dans la large vallée du Tessin. Il a été possible ici de donner dès le début un grand développement au chantier. Tout auprès du bord de la tranchée qui précède le tunnel rectiligne et du côté est de son axe, on édifia le bâtiment destiné à recevoir les compresseurs à vapeur provisoires. La plus grande distance entre les bâtiments et l'axe du tunnel est d'environ 270 mètres.

Nous avons déjà décrit d'une façon assez détaillée les installations de la tête nord. Comme les mêmes fins ont été recherchées à Airolo en grande partie par les mêmes moyens qu'à Göschenen, nous nous bornerons en général, pour ce qui est des machines et des bâtiments d'Airolo, à nous en référer à ce qui a été dit sur les installations de la tête nord.

Dans le tunnel du côté d'Airolo on eut d'abord à travailler dans une roche beaucoup plus tendre et plus désagrégée qu'à Göschenen. C'est pour ce motif que les premières machines arrivées furent dirigées sur Göschenen et qu'on donna à la tête nord la priorité quant à l'application des moyens mécaniques. Toutefois on n'attendit pas, pour introduire la perforation mécanique aussi à Airolo, jusqu'à ce que les installations définitives qu'elle nécessitait fussent achevées ; mais on y pourvut de bonne heure à l'établissement d'appareils provisoires pour la compression de l'air. Déjà en Septembre 1872, l'entrepreneur du tunnel commanda à l'usine John Cockerill à Seraing des compresseurs avec machine à vapeur

jumelle entièrement semblable à celles pour Göschenen, et en outre deux nouvelles chaudières neuves munies d'un chauffage préalable. Fin Avril, les pièces de ces machines commencèrent à arriver, et en Mai et Juin on en put opérer le montage dans le bâtiment édifié dans l'intervalle près de l'origine du tunnel. En Juin, on s'occupa d'établir un réservoir à air à côté du bâtiment des machines et de poser les conduites d'air depuis les compresseurs jusque dans le tunnel, ainsi que d'adopter les perforatrices système Dubois et François sur le châssis reçu dans l'intervalle. Quelques jours après avoir essayé les compresseurs placés dans le bâtiment des machines, on procéda le 24 Juin au premier essai de perforation mécanique avec 4 perforatrices fixées sur un châssis. Dès le 1<sup>er</sup> Juillet, la perforation mécanique marchait régulièrement.

A l'époque où les installations provisoires furent achevées, c'est-à-dire à fin Juin de l'exercice qui nous occupe, le chantier d'Airolo présentait l'aspect suivant : Dans la tranchée qui précède le tunnel, il y avait deux voies de service pour le transport des déblais provenant de l'excavation. Immédiatement en avant de l'origine du tunnel, se trouvait dans la tranchée, sur le côté ouest de son axe, une maisonnette en pierre pour garde. Dans le même alignement, s'élevaient dans le tunnel 3 piliers en pierre destinés à supporter la conduite d'air en fonte de 20 centimètres d'ouverture. Cette conduite traversait à angle droit la tranchée à 3,25 mètres au-dessus du sol et se prolongeait alors en souterrain jusqu'au réservoir d'air. Ce réservoir était placé du côté est du bâtiment des machines susmentionné, dans lequel se trouvaient les compresseurs provisoires. Dans une maison située sur la route du Gothard, on avait disposé un hôpital pour les ouvriers et dans une autre le bureau de l'entrepreneur. Ici commençait la route en lacets avec pente de 6‰ qui conduisait de l'entrée du tunnel au chantier. Elle se dirigeait vers l'atelier situé dans la partie la plus à l'ouest et dont la construction commencée déjà en 1872, avait été terminée en Mai 1873. La disposition intérieure de cet atelier correspond presque exactement à celle que nous avons indiquée pour Göschenen. Les diverses machines-outils sont mises en jeu, ici comme là, par des transmissions et une turbine d'une force de 15½ chevaux sortant des ateliers de B. Roy & C<sup>ie</sup>. A cette turbine s'ajouta fin Juin une conduite d'eau d'environ 200 mètres de longueur formée de solides tuyaux de 35 centimètres en fer forgé. A proximité de l'atelier, une autre conduite composée de tuyaux minces, se séparait de celle de la turbine, et traversait en souterrain sur presque toute sa longueur le chantier pour aboutir à la cage aux chaudières et au bâtiment des machines, et servait à alimenter les chaudières et les compresseurs. Entre l'entrée du tunnel et les ateliers, à une distance d'environ 170 mètres de ces derniers et au bord de la route d'accès, on était occupé à construire une maison à trois étages, de 50 mètres de longueur sur 9,5 de largeur pour logements d'ouvriers. Vis-à-vis des ateliers, on construisait un bâtiment spacieux pour les turbines et pour les compresseurs de l'installation définitive. En vue de l'établissement d'un grand aqueduc prenant l'origine dans la vallée de la Tremola, on avait entrepris en Mai la construction d'un réservoir et les excavations nécessaires pour la pose des tuyaux.

Le 11 Février, l'entrepreneur du tunnel avait commandé à l'usine Escher Wyss & C<sup>ie</sup> à Zurich, pour les installations définitives de la tête sud du tunnel, 3 roues tangentielles pour 165 mètres de chute et 160 litres d'eau chacune par seconde. Chacune de ces roues devait, avec leur effet utile garanti de 60‰, fournir une force effective de 210 chevaux. Outre ces machines puissantes, il avait été commandé déjà en Décembre 1872 à la Société genevoise pour la construction des instruments de physique à Plainpalais (Genève), 2 systèmes de trois compresseurs chacun et, ultérieurement, en Février 1873, encore un troisième système de compresseurs semblables à ceux qui avaient été construits d'après les données de M. le Professeur Colladon. La fabrique genevoise chargea pareillement l'usine



Escher Wyss & C<sup>ie</sup> à Zurich du soin d'exécuter ces machines, de sorte que toute l'installation des compresseurs pour Airolo est sortie des ateliers de cette maison. La livraison des machines à Airolo commença en Juillet. En Juillet aussi, le bâtiment des turbines, où il y aura place pour 4 turbines et 4 groupes de compresseurs, fut achevé à l'extérieur et l'on procéda au montage des turbines et des compresseurs. Le 16 Octobre on avait achevé de monter les 3 roues tangentielles et les compresseurs y relatifs, et le 23 Octobre ils purent fonctionner à titre d'essai à l'aide de l'aqueduc non encore entièrement achevé à cette époque. Dans les premiers jours de Novembre, on termina l'aqueduc et, le 5 Novembre, les compresseurs définitifs fournirent pour la première fois, l'air comprimé nécessaire à la perforation mécanique du tunnel. Dans les premiers temps, il y eut de fréquentes réparations à faire aux compresseurs et surtout à leurs soupapes, et plus d'une fois par conséquent les compresseurs provisoires mus par la vapeur durent venir en aide. Toutefois vers la fin de Novembre, les compresseurs définitifs commencèrent à fonctionner régulièrement et aucun dérangement ne survint par la suite.

L'établissement de la conduite d'eau à Airolo a donné pour le moins autant à faire qu'à Göschenen. La prise d'eau a lieu dans la Tremola à une hauteur de 1585 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il existe en ce point un barrage naturel. A partir de là, l'eau suit la vallée de la Tremola dans un canal en maçonnerie d'abord, puis en bois plus loin, et coule ensuite dans le lit du Chiesso qu'on a élargi et creusé davantage. Ce lit est barré à une altitude de 1328 mètres par un mur transversal qui élève le niveau des eaux. De ce point, l'eau passe directement dans un réservoir voûté adjacent, de 11 mètres de longueur sur 2 mètres de largeur, où les eaux peuvent déposer les matières étrangères dont elles sont chargées. De ce réservoir part une conduite de 840 mètres de longueur formée par un assemblage de tuyaux de 62 centimètres en fonte, qui aboutit au bâtiment des turbines et fournit une hauteur de chute de 180 mètres. La quantité totale d'eau nécessaire pour mettre en jeu 4 roues tangentielles est de 640 litres par seconde.

A la fin de l'année, il y avait en place 3 roues tangentielles avec leurs compresseurs. Le travail effectif maximal d'une turbine est, avec les dispositions adoptées, de 276 chevaux. La vitesse maximale avec 5 aspirateurs ouverts donne 390 tours à la minute. Avec cette vitesse de la machine motrice la série de compresseurs qu'elle met en mouvement aspire 480 litres d'air atmosphérique par seconde. Un réservoir à air, d'une capacité de 16,5 mètres cubes, peut par conséquent être rempli, en à peu près 3 minutes, d'air à une pression de 5 atmosphères en sus de la pression initiale. L'échauffement de l'air par l'effet de la compression est continuellement combattu à l'aide d'eau froide et cela de deux manières. Le refroidissement extérieur du cylindre à air est produit par un courant continu d'eau froide qui sort d'une branche de 6 centimètres d'ouverture adaptée à l'extrémité de la conduite principale et qui passe dans des tuyaux le long des compresseurs et qui est dirigée depuis là, soit dans des boyaux en caoutchouc, soit dans des tuyaux de cuivre, entre les doubles parois des cylindres, ainsi qu'à l'intérieur du piston supérieur et de la tige du piston. Un autre effet de refroidissement est produit directement par une injection d'eau à l'intérieur du cylindre à air. Cette eau tombe sous forme de pluie dans le cylindre par deux jets croisés très minces; elle en sort avec l'air comprimé et elle est recueillie dans les réservoirs d'air. Pour le moment, on y emploie l'eau du grand aqueduc. Plus tard, on fera usage à cet effet d'eau filtrée, qui sera refoulée dans les cylindres au moyen de deux pompes adaptées à chaque série de compresseurs. La pression exercée par l'eau à l'extrémité du grand aqueduc est d'environ 18 atmosphères. La compression de l'air a lieu à 5 ou 6 atmosphères en sus de la pression initiale. Une conduite de 20 centimètres d'ouverture, courant le long des compresseurs, conduit l'air comprimé d'abord dans trois



grands récipients d'air, placés sur le long côté du bâtiment des turbines et qui communiquent entre eux. De ces récipients, la conduite se prolonge, en s'appuyant en général sur de hauts piliers en pierre, jusque dans le tunnel, où se retrouvent les mêmes dispositions qu'à Göschenen.

Pour compléter la description du chantier d'Airolo, tel qu'il se présentait à la fin de notre second exercice, il nous reste encore à parler de quelques installations. A l'est du bâtiment des turbines, ont été construits des bureaux pour l'entreprise et à proximité on a placé un pont à bascule. Adjacente au côté ouest du bâtiment des turbines, se trouve une maison de ferme. Vers l'ouest, tout le chantier est bordé par un hangar en maçonnerie, qui mesure 42 mètres de longueur sur 12 mètres de largeur ; il est occupé par un atelier de menuiserie, par des magasins et par la remise pour la petite locomotive de terrassements. Tout à côté de ce hangar, on a placé sur la rive du Tessin une scierie et l'on a posé une turbine qui lui fournit la force motrice. Vis-à-vis du grand bâtiment contenant les logements pour les ouvriers, mentionné plus haut, et qui était déjà complètement occupé à la fin de l'année, on a élevé sur le bord de la route d'accès une cantine. En outre, il reste encore à mentionner la construction d'un bâtiment pour le personnel de surveillance des travaux du tunnel et une écurie, ainsi que les baraques nécessaires pour conserver, chauffer et préparer la dynamite. En dehors du chantier, vis-à-vis de la future gare d'Airolo, l'entreprise a fait construire une grande maison à plusieurs étages pour loger le personnel.

Le dépôt des déblais provenant de l'excavation du tunnel a eu lieu, au moyen d'une voie de service, dans la direction du Tessin. A la fin de l'exercice, la voie de service à l'intérieur et à l'extérieur du tunnel atteignait une longueur d'environ 1230 mètres. Depuis le 10 Août, une petite locomotive fut employée au transport des déblais provenant du tunnel. En Décembre, on fit un essai parfaitement réussi, de faire marcher cette locomotive, non plus avec la vapeur, mais à l'aide d'air comprimé qu'elle transportait après elle dans un grand réservoir.

Ce que nous avons dit à propos de la tête nord du tunnel touchant la commande de diverses perforatrices, s'applique également à la tête sud. A la fin de l'exercice, il y avait à Airolo 16 perforatrices Dubois et François et 8 du système Mac Kean, et l'on avait adapté à ces dernières des appareils pour l'injection de l'eau dans les trous de mine. Un châssis livré par l'usine Dubois et François était constamment en service dans la galerie d'avancement. Deux anciens châssis du Mont-Cenis furent transformés pour le service au Gothard.

Comme à Göschenen, les travaux d'excavation furent entrepris à Airolo, malgré les fortes filtrations d'eau, d'après le système belge, c'est-à-dire par galerie en calotte. On procéda au revêtement du tunnel rectiligne, sur sa longueur de 145 mètres, en maçonnant d'abord la voûte et ensuite les pieds-droits après avoir étayé la voûte.

Le tableau suivant indique les travaux exécutés à Airolo, mois par mois et dans les diverses phases d'exécution.

# Travaux exécutés, nombre d'ouvriers et conditions météorologiques

à la tête sud du Tunnel du Gothard.

Indication de l'objet.	Etat des travaux. Fin Décembre 1872.	1873.												Pour l'année 1873	Etat des travaux. Fin Décembre 1873
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb.	Octobre	Novemb.	Décemb.		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Tunnel. Galerie d'avancement mètres courants	101,70	23,80	18,10	21,50	12,00	22,50	19,60	47,40	89,10	60,20	60,00	51,10	69,00	494,30	596,00
» Battage au large . . . » »	39,00	27,80	36,40	30,20	17,00	16,60	21,00	21,00	6,00	3,00	12,00	15,00	15,00	221,00	260,00
» Tranchée inférieure . . » »	0,00	—	15,00	55,00	20,00	20,00	20,00	0,00	0,00	—	—	20,00	16,00	156,00	156,00
» Excavation complète . » »	0,00	—	—	—	90,00	10,00	10,00	—	—	—	—	20,00	26,00	156,00	156,00
» Revêtement de la voûte » »	13,00	29,00	36,30	24,90	41,80	—	—	—	—	—	—	—	—	132,00	145,00
» Revêtement des pieds-droits est . . . . . » »	0,00	—	—	—	47,00	54,90	—	—	—	—	—	—	—	101,90	101,90
» Revêtement des pieds-droits ouest . . . . » »	0,00	—	4,80	31,20	10,00	34,00	61,60	—	—	—	—	—	—	141,60	141,60
» Maçonnerie de l'aqueduc central . . . . . » »	0,00	—	—	—	—	45,50	54,00	15,80	—	—	—	—	—	115,30	115,30
Nombre d'ouvriers par jour, en moyenne		200	235	310	348	562	644	544	514	498	528	524	524	453	
Nombre maximum d'ouvriers pour un jour		234	307	381	442	672	751	672	629	554	631	593	581	751	
Nombre de jours de beau temps . . . .		23	15	16	17	23	24	28	27	23	15	15	31	257	
Nombre de jours de mauvais temps . . .		8	13	15	13	8	6	3	4	7	16	15	0	108	
Température extérieure moyenne. Maximum		+2° <sub>15</sub>	+2° <sub>15</sub>	+6° <sub>15</sub>	+11° <sub>15</sub>	+13° <sub>19</sub>	+20° <sub>17</sub>	+23° <sub>15</sub>	+21° <sub>15</sub>	+17° <sub>12</sub>	+14° <sub>11</sub>	+8° <sub>11</sub>	+6° <sub>17</sub>	+23° <sub>15</sub>	
Température extérieure moyenne. Minimum		-4° <sub>10</sub>	-8° <sub>10</sub>	+1° <sub>15</sub>	-2° <sub>10</sub>	+4° <sub>15</sub>	+4° <sub>13</sub>	+12° <sub>11</sub>	+12° <sub>15</sub>	+9° <sub>10</sub>	+1° <sub>18</sub>	-1° <sub>11</sub>	-9° <sub>10</sub>	-9° <sub>10</sub>	

Il ressort de ce tableau que, dans le tunnel rectiligne long de 145 mètres, la galerie était excavée à fin Mars et le revêtement de la voûte complètement achevé à fin Avril. Les pieds-droits n'étaient pas encore terminés sur toute la longueur de la voûte. La maçonnerie de l'aqueduc fut exécutée sur une longueur de 115,3 mètres mesurés à partir de l'origine du tunnel, sur une section de 1 mètre carré. Dans le tunnel principal il n'y avait pas encore de revêtement. Par contre, le battage au large y avait été opéré à section complète, comme l'indiquent les chiffres du tableau.

La roche dans laquelle pénétrait le tunnel changeait très fréquemment de nature. En général, elle était très humide, peu consistante et par conséquent défavorable pour la perforation de la galerie. Déjà en 1872, la galerie d'avancement avait atteint le micaschiste qui resta la roche caractéristique du tunnel pendant l'année 1873. Dans les premiers mois de l'exercice qui nous occupe, on rencontra des couches plongeant d'environ 40° vers le N-O, très diverses quant à leur structure et à leur composition chimique, et excessivement humides, de telle sorte qu'un solide boisement de la galerie fut partout nécessaire. Vers la fin de Mars, les conditions de filtration empirèrent considérablement, en ce qu'on tomba sur une source abondante. A cette époque, il s'échappait du tunnel en tout 75 litres d'eau par seconde. En Avril, les travaux se poursuivirent dans la galerie d'avancement avec une très grande affluence d'eau. Les conditions s'améliorèrent quelque peu sous ce rapport vers la fin du mois, puis s'empirèrent de nouveau à la fin de Mai et encore davantage au milieu de Juin. La roche était toujours un micaschiste clair, très fissuré, avec des grenats et des cristaux d'amphibole et des lits intermédiaires de glaise. Le micaschiste contenait souvent des couches incluses de variétés de sa propre espèce. En Juillet, le micaschiste était talqueux et contenait des grenats et des injections d'amphibole et, sur une longueur de 27 mètres, on eut de nouveau à traverser une roche avec fortes filtrations d'eau. En Août aussi, on avança dans des couches très aqueuses et une grande partie de la roche consistait en un quartzite feuilleté excessivement difficile à perforer. Mais, pire que tout ce qui avait précédé, ce furent les invasions d'eau en Septembre, pendant que la galerie s'avancait dans des micaschistes talqueux, des micaschistes et, sur une longueur de 4 mètres, dans de l'amphibole contenant du calcaire et des fragments de quartz. L'eau s'échappait de la roche très crevassée, avec une force souvent considérable et le débit total à la sortie du tunnel en était de 195 litres par seconde. Toutefois, malgré toutes les crevasses et les couches de glaise, la roche était encore si ferme que, depuis la fin de Juin, un boisement ne fut nécessaire dans la galerie que par-ci par-là, et qu'il en fut de même jusqu'à la fin de l'année. Au-dessous du micaschiste talqueux et souvent très quartzifère, on rencontra en Octobre une couche de calschiste de 6 mètres d'épaisseur. A 475 mètres de l'origine du tunnel, les couches étaient tellement fissurées et entremêlées de glaise, et l'affluence des eaux si considérable que quelques éboulements de galerie entravèrent l'avancement. Dans les micaschistes granatifères ordinaires, on rencontra en Novembre deux grands lits intercalés de micaschiste amphibolifère. On y trouva, dans une crevasse longitudinale, des traces d'or natif dans du calcaire. A la fin de l'année, le front d'attaque présentait un micaschiste quartzeux avec de petits grenats. En Octobre, le débit d'eau à la sortie du tunnel était descendu de litres 195 à 182,5. Entre 500 et 509 mètres de l'origine du tunnel, on rencontra une source abondante jaillissant du sol de la galerie, qui éleva de nouveau à 196 litres par seconde le débit des eaux. En Décembre, les eaux ne donnèrent plus, par suite sans doute de la sécheresse de la saison, que 180 litres par seconde.

On voit par ce que nous venons de dire des conditions géologiques du tunnel du côté d'Airola, avec quelles difficultés considérables il y a eu à lutter dans les travaux pour l'exécution de la galerie

d'avancement. Les ouvriers, les pieds jusqu'au dessus de la cheville dans l'eau qui ne s'écoulait que lentement, étaient obligés de rester souvent des heures entières sous de fortes chutes d'eau glaciale. Un travail régulier devenait par là impossible. Enfin on dut fournir aux ouvriers de la galerie des vêtements de cuir afin de les protéger contre les eaux. Au moyen de fortes primes, etc., on chercha à exciter la persévérance et le zèle des ouvriers mineurs. En outre, on releva les ateliers aussi fréquemment que le besoin s'en faisait sentir. C'est grâce à ces mesures que le progrès de la galerie fut en moyenne encore satisfaisant. Pendant les 6 premiers mois qui précédèrent l'application des moyens mécaniques, on avait obtenu un progrès journalier de mètre 0,65 en moyenne; pendant les 6 derniers mois où la perforation mécanique fut appliquée, ce progrès atteignit mètres 2,05. Bien qu'un aperçu des diverses phases de la perforation mécanique soit, ici aussi, de quelque intérêt, elle ne saurait toutefois pas donner lieu aux mêmes considérations qu'à Göschenen. Les couches traversées étaient trop variables comme dureté et consistance pour qu'on en puisse tirer des conclusions. D'ailleurs les nombreuses invasions d'eau ont souvent créé des conditions tout-à-fait anormales. Le tableau suivant présente les diverses phases de la perforation mécanique dans la galerie d'avancement du côté sud du tunnel.

## Aperçu des résultats de la perforation mécanique

dans la galerie d'avancement à AIROLO.

O b j e t.	1 8 7 3.						OBSERVATIONS.
	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
1. Progrès mensuel . . . . . mètres	47,40	89,10	60,20	60,00	51,10	69,00	<p>(<sup>1</sup>) Non compris 35 heures pendant lesquelles les perforatrices sont restées inactives à cause d'autres travaux.</p> <p>(<sup>2</sup>) Non compris 35 heures nécessaires pour la réparation des compresseurs et de la conduite d'eau.</p> <p>Pendant le mois de Juillet il n'y a eu que 4 perforatrices Dubois et François à la fois sur le châssis.</p> <p>D'Août à Décembre il y a toujours eu 6 perforatrices sur un châssis.</p>
2. Progrès journalier (en moyenne) . . . . . "	1,53	2,87	2,01	1,94	1,70	2,23	
3. " " (maximum) . . . . . "	2,50	5,90	3,20	3,00	3,90	3,60	
4. Nombre de perforations entreprises . . . . .	70	89	74	78	70	77	
5. Les mêmes par 10 mètres d'avancement de la galerie . . . . .	14,8	10,0	12,3	13,0	13,7	11,2	
6. Temps moyen pour chaque perforation . . . heures et minutes	3 <sup>10</sup>	2 <sup>32</sup>	3 <sup>12</sup>	3 <sup>31</sup>	4 <sup>9</sup>	3 <sup>35</sup>	
7. " " pour décharger les mines, déblayer, etc. après chaque perforation . . . . . heures et minutes	7 <sup>29</sup>	( <sup>1</sup> ) 5 <sup>31</sup>	6 <sup>37</sup>	5 <sup>58</sup>	( <sup>2</sup> ) 5 <sup>42</sup>	6 <sup>7</sup>	
8. Intervalle entre une perforation et la suiv., en moyenne " "	10 <sup>39</sup>	8 <sup>3</sup>	9 <sup>49</sup>	9 <sup>20</sup>	9 <sup>51</sup>	9 <sup>42</sup>	
9. Nombre de trous percés, en tout . . . . .	758	1100	1170	1293	1037	1272	
10. Les mêmes par 10 mètres d'avancement de la galerie . . . . .	160	123	194	216	203	184	
11. Longueur des trous percés, ensemble . . . . . mètres	837	1327	1379	1418	1122	1510	
12. La même par 10 mètres d'avancement de la galerie . . . "	177	149	229	236	219	219	
13. Somme des profondeurs moyennes des trous de toutes les perforations . . . . . "	77,50	107,50	87,20	86,10	74,50	101,45	
14. La même par 10 mètres d'avancement de la galerie . . . "	17,19	12,06	14,48	14,35	14,58	14,67	
15. Nombre moyen des trous dans le front d'attaque, à chaque perfor.	11	12	16	17	15	17	
16. Profondeur moyenne des trous (en nombre ronds) . . . mètres	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	
17. Nombre des perforatrices qui ont nécessité des réparations . .	14	17	20	28	25	55	
18. Le même par 10 mètres d'avancement de la galerie . . . . .	3,0	1,9	3,3	4,3	4,9	8,0	



Le plus fort résultat a été obtenu au mois d'Août, grâce aux circonstances relativement favorables qui se présentèrent pendant ce mois. Le progrès journalier en Août était de mètres 2,87 en moyenne. Un jour, la galerie avançait même de mètres 5,90. On voit en général, d'après les indications des lignes 15 et 16 du tableau, qu'il a fallu pour une attaque à Airolo un nombre de trous de mines bien moindre qu'à Göschenen (11 à 17, au lieu de 24 à 29). Mais, comme le montrent les indications des lignes 13 et 14, il restait après que la mine avait joué, de beaucoup plus longues parties intactes du trou de mine qu'à Göschenen. En Juillet ces restants de trous de mine représentaient le 72 % de la profondeur utilement percée. Leur minimum en Août était encore du 21 %. A Göschenen, au contraire, comme l'indique le tableau de la page 34, les nombres correspondants étaient de 34 % pour le maximum et de 5 % seulement pour le minimum. Le nombre de perforatrices qui durent subir des réparations a été beaucoup moindre à Airolo qu'à Göschenen. Suivant les indications de la ligne 18, il n'y a eu à Airolo, pour chaque 10 mètres d'avancement de la galerie, que 1,90 à 8,00 détériorations de perforatrices, tandis qu'à Göschenen il y avait, dans les conditions les plus favorables 12,5, et dans les moins favorables 28,9 perforatrices à réparer. Il faut encore remarquer que dans la galerie d'avancement à la tête sud du tunnel, on a pareillement toujours employé des perforatrices Dubois et François. En Juillet, il n'y avait que 4 perforatrices à la fois de fixées sur le châssis; mais plus tard on en adapta toujours 6, comme à la tête nord du tunnel. Le mode de perforation mécanique dans la galerie d'avancement du côté d'Airolo était en général le même qu'à Göschenen. On pouvait se dispenser à Airolo d'injecter de l'eau dans les trous de mines pendant leur perforation, attendu que la roche était par elle-même déjà excessivement humide et que souvent de forts jets jaillissaient hors des trous de mines, ce qui rendait la perforation et le chargement plus difficiles. Pour cette dernière opération, on fit toujours usage de cartouches de dynamite avec mèches étanches. En tout, il a été percé à Airolo, pendant l'année 1873, mètres 494,3 de galerie d'avancement. Le progrès journalier moyen a donc été de mètre 1,35.

Pour le battage au large, on ne fit pas usage de moyens mécaniques.

D'après la convention passée avec l'entrepreneur du tunnel, la galerie rectiligne longue de 145 mètres, en tant qu'elle a besoin de revêtement, ne reçoit que de la maçonnerie ordinaire. Elle a été revêtue sur toute sa longueur d'une voûte en moëllons. Le tunnel définitif doit, d'après décision de la Direction approuvée par le Conseil fédéral, être revêtu sur une longueur fixée préalablement à 200 mètres à partir de l'extrémité de la galerie rectiligne, selon le type prévu pour les roches qui présentent les conditions les plus défavorables, par conséquent complètement revêtu, aussi avec voûte au radier sur une épaisseur de voûte de 60 centimètres comme minimum. Cette décision est suffisamment justifiée par la circonstance que cette partie du tunnel définitif traverse des micaschistes plus ou moins désagrégés et parcourus par les eaux.

Tandis que pour l'alignement de l'axe du tunnel du côté de Göschenen, on a entrepris une galerie de visée; nous avons établi dans le même but, à Airolo, un observatoire dans le prolongement de l'axe du tunnel sur la rive droite du Tessin. Cet observatoire, en rattachant ses observations à la triangulation du tunnel et à une détermination astronomique de la direction du tunnel, fournit successivement à l'entrepreneur les indications nécessaires pour le piquetage de l'axe du tunnel. Un observatoire semblable sera construit à Göschenen. Deux instruments pour le passage des astres, qui ont déjà servi à déterminer l'alignement du tunnel au Mont-Cenis, ont été achetés pour le tunnel du Gothard et seront installés dans les observatoires placés aux deux têtes. Les lunettes de ces instruments ont

60 centimètres de distance focale et 6 centimètres d'ouverture. Elles grossissent d'environ 40 fois et laissent apercevoir assez distinctement les objets.

En terminant ce que nous avons à dire au sujet des travaux à la tête sud du tunnel, nous devons revenir sur quelques-uns des chiffres contenus dans le tableau à la page 41.

Ce tableau indique le nombre des ouvriers employés sur le chantier d'Airolo pendant l'exercice qui nous occupe. Le maximum de la moyenne des ouvriers pour chaque jour (644), ainsi que le maximum absolu (751), se rapportent tous deux au mois de Juin, pendant lequel les travaux d'installation ont été le plus activement poussés. Dans les mois subséquents, le nombre des ouvriers occupés resta assez constamment supérieur à 500. La moyenne pour l'année entière donne 453 ouvriers.

Les conditions météorologiques à la tête sud du tunnel peuvent être conclues des 4 dernières lignes du tableau. Pendant cinq mois, savoir en Février, Mars, Avril, Octobre et Novembre, le temps a été presque toujours mauvais. Les travaux en dehors du tunnel ont été entravés, non-seulement par la pluie et la neige, mais encore, principalement en Février, par la violence du vent (appelé tormento). Dans toute l'année, il y a eu environ 257 jours de beau temps et environ 108 jours de mauvais temps. La température moyenne des 24 heures à l'extérieur du tunnel descendit en Décembre à  $-9^{\circ},6$  comme minimum et atteignit en Juillet  $+23^{\circ},5$  comme maximum.

De nombreuses observations ont été recueillies sur la température dans la galerie d'avancement du tunnel. Voici le résumé des principales:

A 50 mètres de l'origine du tunnel, la température était, dans la galerie, de $24^{\circ}$ ; à l'extérieur $30^{\circ}$ . Différence — $6^{\circ}$							
" 101	"	"	"	$15^{\circ}$	"	$30^{\circ},5$	" $-15^{\circ},5$
" 150	"	"	"	$13^{\circ}$	"	$7^{\circ}$	" $+6^{\circ}$
" 248	"	"	"	$15^{\circ}$	"	$23^{\circ}$	" $-8^{\circ}$
" 364	"	"	"	$11^{\circ}$	"	$17^{\circ},5$	" $-6^{\circ},5$
" 380	"	"	"	$13^{\circ},9$	"	$13^{\circ},4$	" $+0^{\circ},5$
" 416	"	"	"	$12^{\circ},5$	"	$14^{\circ},9$	" $-2^{\circ},4$
" 448	"	"	"	$9^{\circ},7$	"	$12^{\circ},6$	" $-2^{\circ},9$
" 471	"	"	"	$11^{\circ}$	"	$4^{\circ}$	" $+7^{\circ}$
" 492	"	"	"	$9^{\circ},8$	"	$0^{\circ},8$	" $+9^{\circ}$
" 520	"	"	"	$13^{\circ},3$	"	$5^{\circ},3$	" $+8^{\circ}$
" 596	"	"	"	$9^{\circ},5$	"	$-2^{\circ}$	" $+11^{\circ},5$

Ces chiffres montrent une beaucoup plus grande irrégularité que ceux relatifs à la tête nord du tunnel. Cela provient sans doute de la grande affluence d'eaux d'une température moyenne de  $8^{\circ}$  à  $9^{\circ}$  seulement, qui venait sensiblement rafraîchir l'air à l'intérieur de la galerie d'avancement à la tête sud du tunnel, principalement dans les derniers mois de l'exercice.

Afin de donner une idée plus nette des divers points que nous avons traités ci-dessus touchant l'exécution du tunnel, nous joignons à notre rapport deux planches qui contiennent la représentation graphique de l'état des travaux dans le grand tunnel au 31 Décembre 1873.

Nous avons encore à parler d'un point qui se rapporte, non plus à l'une ou à l'autre des deux têtes, mais au tunnel entier. Le Département fédéral de l'intérieur nous avait priés, dans le temps, de bien vouloir prendre des mesures pour que « avant de revêtir de maçonnerie les parois du tunnel du « Gothard, on ait soin de noter le plongement et la direction des diverses couches qu'on rencontrera « ainsi que leur puissance, soit leur situation et leur point initial mesuré à chaque tête depuis l'origine « du tunnel et à hauteur des traverses, ainsi que de recueillir un certain nombre d'échantillons

« caractéristiques de chaque couche traversée, et de bien vouloir les lui faire parvenir ensuite avec « les notices recueillies. » Quoique nous ne puissions pas méconnaître que c'était imposer une lourde besogne à notre Administration, nous avons néanmoins cru devoir déférer à ce désir des Autorités fédérales et rendre par là un service à la science. Des « instructions sur le mode de procéder au contrôle géologique pour le tunnel du Gothard » furent élaborées par le Conseil fédéral suisse, de concert avec notre Ingénieur en chef et la Commission géologique suisse, au commencement de l'exercice. D'après ces instructions, il doit être recueilli, à mesure de l'avancement de la galerie, des observations minutieuses sur les conditions que présentent les couches traversées par le tunnel, leur espèce, leur stratification, les filtrations, la température, etc., et l'on doit chaque fois que la nature de la roche change et en outre régulièrement à chaque 100 mètres de l'origine du tunnel, prendre des échantillons qui auront une forme rectangulaire, 8 à 10 centimètres de longueur sur 6 à 8 centimètres de largeur et 2 à 3 centimètres d'épaisseur, et seront étiquetés. Plus tard, le Département fédéral de l'Intérieur désira encore que « l'établissement des collections géologiques ait lieu sous la direction et la surveillance d'un géologue spécialement chargé de ce travail et rétribué à cet effet. » Adhérant à ce désir, nous avons nommé vers le milieu de l'exercice un géologue qui est chargé du soin des collections et à la rétribution duquel la Confédération participe en quelque mesure. Le nombre de collections qui devaient être mises à la disposition du Conseil fédéral, devait dans l'origine se borner à 10; mais il fut porté plus tard à 40 et enfin à 61. Le Conseil fédéral a destiné 25 de ces collections à la Suisse, 23 à l'Allemagne, 11 à l'Italie et 1 à l'Angleterre et il n'en reste ainsi plus qu'une à sa disposition. Ces collections, dont la première expédition a eu lieu à la fin de 1873, sont accompagnées de coupes géologiques lithographiées à l'échelle du 1:200 et de tableaux imprimés qui contiennent une description exacte des conditions géologiques. La bonification allouée à la Société du Gothard pour ces collections s'élève, en tout et pour tout, à 25 centimes par échantillon. Elle supporte encore les frais d'emballage et, pour les collections destinées à la Suisse, les frais de transport sont aussi à sa charge.

Nous passons maintenant à ce qui concerne l'exécution des terrassements et des ouvrages d'art sur les trois *lignes tessinoises de plaine*.

Dans les premiers mois du second exercice, toutes les mesures avaient été prises pour la mise au concours des travaux de terrassement des dites lignes. Ces préliminaires comprenaient aussi l'établissement de « Dispositions générales des conventions à conclure avec la Société du chemin de fer du Gothard, » ainsi que de « Dispositions spéciales » pour les travaux de terre, de roche, de maçonnerie et de taillage de pierres, de pavage, d'empierrement et enfin de tunnels.

La mise au concours des travaux de terrassements fut publiée le 20 Mai pour la section Lugano-Chiasso, et le 19 Juin pour les sections Biasca-Bellinzona et Bellinzona-Lugano. Les terrassements pour la ligne Lugano-Chiasso, évalués à Fr. 5,300,000, étaient divisés en 15 lots variant de Fr. 100,000 à 840,000, afin que de laisser aux petits entrepreneurs la possibilité de concourir. Nous reçûmes en tout 47 soumissions, provenant en majeure partie d'entrepreneurs italiens. Les tractations avec les soumissionnaires furent immédiatement entamées et, le 16 Juin, les 15 lots étaient tous adjugés sous des conditions acceptables à 10 entrepreneurs. Les terrassements de la section Biasca-Bellinzona étaient divisés en 8 lots, ceux de la ligne Bellinzona-Locarno en 10 lots. Ces lots, aussi d'importance très variable, allaient de Fr. 44,000 à Fr. 1,526,000. Les terrassements entiers de la ligne Biasca-Bellinzona étaient évalués à Fr. 3,172,000, et ceux de la ligne Bellinzona-Locarno à 1,584,000. Nous

reçûmes 26 soumissions pour les travaux de la section Biasca-Bellinzona. Le 19 Juillet les 8 lots étaient adjugés à 7 différents entrepreneurs et cela à des prix satisfaisants. Pour les terrassements de la section Bellinzona-Locarno, il y eut 19 soumissions. Les tractations avec les soumissionnaires durèrent jusqu'au 17 Août, jour auquel les 10 lots furent tous adjugés à 5 entrepreneurs différents sous des conditions qui n'avaient rien de défavorable. Les entrepreneurs de terrassements des 3 lignes tessinoises de plaine appartiennent, d'après leur nationalité, pour la plupart au Royaume d'Italie et le reste au Canton du Tessin.

Nous donnons ici un tableau des termes d'achèvement stipulés dans les conventions relatives à chaque lot en particulier, et dont la non-observation entraîne des retenues assez fortes aux entrepreneurs.

<i>Sections.</i>	<i>Nombre des lots.</i>	<i>Terme d'achèvement.</i>	
Biasca-Bellinzona	3	15 Juin	1874
« «	1	1 <sup>r</sup> Août	«
« «	2	1 <sup>r</sup> Septembre	«
« «	2	15 Septembre	«
Bellinzona-Locarno	1	1 <sup>r</sup> Juin	«
« «	4	15 Juillet	«
« «	3	15 Août	«
« «	2	15 Septembre	«
Lugano-Chiasso	3	15 Mai	«
« «	2	1 <sup>r</sup> Juillet	«
« «	1	15 Juillet	«
« «	2	1 <sup>r</sup> Août	«
« «	5	1 <sup>r</sup> Septembre	«
« «	2	15 Septembre	«

Les travaux de la ligne Lugano-Chiasso commencèrent le 1<sup>r</sup> Juillet 1873. Autant que le permettait la marche des expropriations, les travaux ont été promptement entrepris sur tous les 15 lots de la ligne. Le tableau suivant indique, pour chaque mois, les travaux de terrassements exécutés, ainsi que le nombre des ouvriers qui y ont été occupés en moyenne chaque jour et comme maximum pour un jour.

<i>Mois.</i>	<i>Terrassements exécutés.</i>	<i>Nombre d'ouvriers pour 1 jour.</i>	
	Mètres cubes.	Moyenne.	Maximum.
Juillet 1873	35879	391	600
Août «	62185	730	1050
Septembre «	74843	886	1014
Octobre «	74557	936	1074
Novembre «	67161	1157	1581
Décembre «	109851	1384	1768
Ensemble	424476	914	1768

Parmi les ouvrages les plus importants de la ligne Lugano-Chiasso, nous devons citer les 4 tunnels qui s'y présentent. Le tunnel du Paradiso, long de 697 mètres, a été attaqué en Juillet par plusieurs fenêtres latérales. A la fin de 1873, la galerie d'avancement était ouverte sur une longueur de mètres 259,6 et l'on avait commencé le battage au large. La roche dans laquelle pénètre le tunnel du Paradiso est, à la tête nord,

du micaschiste, vers le milieu, du conglomérat, et à la tête sud, de la dolomite. Le tunnel de Bissone, long de mètres 214,5 n'était pas encore commencé à la fin de 1873. Le tunnel de Maroggia, long de mètres 543,5 doit être percé dans une roche porphyrique. Les travaux y ont commencé en Juillet par le fonçement d'un puits. Ensuite la galerie d'avancement a été attaquée aux deux têtes à la fois. Elle atteignait à fin Décembre une longueur utile de mètres 103,9. Enfin, l'exécution du tunnel de Coldrerio, long de 475 mètres, a été entreprise en Août par le fonçement de deux puits vers la tête nord et par l'ouverture de la galerie d'avancement à la tête sud. De nombreuses filtrations se présentèrent dans les puits, qui durent pour ce motif être abandonnés. La galerie de direction pénétrait dans des terrains mouvants (couches de glaise mêlées de sable et parcourues par les eaux), de sorte que les travaux ne purent avancer que lentement vu la nécessité d'un boisement complet. Après qu'on eût ouvert 26,7 mètres de galerie et fait avec succès l'essai d'assécher la roche au moyen d'un fossé d'écoulement creusé suivant l'axe du tunnel, on dut abandonner les travaux dans la galerie d'avancement par suite d'indices menaçants de poussées. Afin d'assurer l'achèvement du tunnel dans le délai assez court qui avait été fixé, on résolut de modifier le projet. La longueur primitive de 475 mètres admise pour le tunnel, fut réduite à 150 mètres. Les tranchées en avant du tunnel furent allongées en proportion. La galerie sud d'avancement qui, par ce fait, tombait dans la tranchée, ne fut pas poussée plus avant. En revanche, on força autant que possible les travaux de terrassements dans les tranchées. Au-dessus du tunnel raccourci, on fonça deux puits d'exploitation et deux puits d'exhaure. On opérera par ces derniers l'épuisement des eaux du tunnel jusqu'au moment où ces eaux pourront s'écouler par la tranchée sud du tunnel. Le Conseil fédéral donna son approbation à cette modification du projet. On a travaillé jusqu'à la fin de l'année à la maçonnerie des ponts et des drains de la section Lugano-Chiasso. Plusieurs ponts peu importants ont été terminés. Par suite des acquisitions de terrains qu'il restait encore à faire, les travaux ne purent prendre tout leur développement que dans le courant de Septembre. En outre, le niveau élevé des eaux dans le lac de Lugano mit obstacle à ce qu'on pût entreprendre avant le mois de Décembre les travaux de fondation des nombreux murs de soutènement entre San-Martino et Maroggia. Il y eut aussi quelques difficultés et quelques retards occasionnés par la fourniture des pierres nécessaires pour les nombreux ouvrages en maçonnerie qui se présentent le long de la ligne et enfin en Octobre et Novembre le temps fut excessivement défavorable aux travaux. Ces divers motifs expliquent pourquoi la construction n'a pas avancé autant qu'on eût été en droit de s'y attendre dans d'autres circonstances.

Sur la section Biasca-Bellinzona, les travaux de terrassements furent entrepris au mois d'Août. On commença d'abord dans les communes de Biasca et d'Osogna. La raison pour laquelle ces travaux n'ont pas atteint plus vite un plus grand développement doit être cherchée principalement dans les difficultés inhérentes aux acquisitions des terrains nécessaires. Nous donnons aussi ici une petite récapitulation des travaux de terrassements exécutés, ainsi que du nombre d'ouvriers qui y ont été occupés.

<i>Mois.</i>	<i>Terrassements exécutés.</i>	<i>Nombre d'ouvriers pour 1 jour.</i>	
	Mètres cubes.	Moyenne.	Maximum.
Septembre 1873	14600	150	300
Octobre «	31376	284	600
Novembre «	42775	470	767
Décembre «	71854	654	979
Ensemble	160605	(390)	(979)



Indépendamment des terrassements, il a été entrepris sur cette section, pendant l'exercice de 1873, divers ponts, dont quelques-uns des moins importants, étaient terminés à la fin de l'année. Les travaux les plus considérables restent encore à exécuter près de Bellinzona; ils consistent surtout en grands terrassements pour former le plateau de la gare de Bellinzona. Les mesures nécessaires ont été prises en vue d'assurer leur marche active. Le mauvais temps des mois d'Octobre et de Novembre et les gelées de Décembre n'étaient pas favorables à l'avancement des travaux.

Sur la section Bellinzona-Locarno, enfin, les travaux du corps de la voie ont pu être commencés le 20 Septembre dans la tranchée du tunnel long de 285 mètres qui passe sous la hauteur dite château de Schwyz à Bellinzona. Sur le reste de la ligne, il n'y avait alors que peu de terrains déjà acquis. Ce n'est qu'en Décembre que les expropriations furent assez avancées pour qu'on pût travailler sur toute la ligne. L'avancement des travaux pendant les différents mois est indiqué dans le tableau suivant:

<i>Mois.</i>	<i>Terrassements exécutés.</i>	<i>Nombre d'ouvriers pour 1 jour.</i>	
	Mètres cubes.	Moyenne.	Maximum.
Septembre 1873	625	17	31
Octobre «	5196	86	156
Novembre «	29175	338	694
Décembre «	73651	816	1081
Ensemble	108647	(374)	(1081)

Pour la section Bellinzona-Locarno, on doit mentionner deux ouvrages principaux: Le tunnel sous le «château de Schwyz» et le pont du Tessin entre Cadenazzo et Cugnasco. Dans le tunnel, la galerie d'avancement à la tête sud était ouverte à la fin de 1873 sur une longueur de mètres 11,65 et le battage au large à section complète avait été opéré sur mètre 1,4 de longueur. Sur le chantier du pont du Tessin, on commença à travailler en Octobre. A la fin de 1873, les travaux d'excavation pour la fondation de 2 culées et de 4 piles étaient achevés, ainsi qu'un canal de dessèchement pour l'écoulement des eaux hors des fosses de fondation. Le percement pour la correction du Tessin était commencé depuis l'axe de la voie en aval. En amont du pont, les francs-bords étaient complètement enlevés sur une longueur de 170 mètres, et les déblais qui en provenaient avaient aidé à former le remblai du chemin de fer. Le 19 Décembre, on ferma le bras droit du Tessin. Le ruisseau de Cugnasco, qui s'y déverse, fut conduit dans la Bolla del Casotto. On commença encore pendant l'exercice de 1873, à enfoncer les pilotis pour les piles du pont du Tessin et d'un autre petit pont situé sur la droite. Sur les autres lots de la section Bellinzona-Locarno, on travailla aux fondations de plusieurs ponts et à la maçonnerie de quelques-uns d'entre eux. Quant au temps, on peut répéter en général ce qui en a été dit à propos des deux autres sections: mauvais temps en Octobre et Novembre, et froid en Décembre. Ce dernier mit obstacle principalement aux travaux sur la rive gauche du Tessin.

Le 20 Novembre eut lieu la mise au concours pour la livraison et le montage des ponts et ponceaux en fer sur les lignes tessinoises de plaine, comprenant un poids total d'environ 1260000 kilogrammes de fers forgés, 50000 kilogrammes de fontes et 3000 kilogrammes d'aciers. Il nous parvint jusqu'au 13 Décembre 1873, terme de présentation des offres, 10 soumissions différentes dont 2 furent prises en considération. Les ponts de la ligne Biasca-Bellinzona furent adjugés à une usine suisse; ceux des lignes Bellinzona-Locarno et Lugano-Chiasso à une usine allemande. Ces deux conventions représentent une somme

totale de fr. 871.000. Les ponts sur le Tessin, sur la Verzasca et sur quelques points du lac de Lugano entrè Melide et Bissone, ainsi que le viaduc sur la vallée du Tassinio près Lugano, doivent être finis de poser le 1<sup>er</sup> Octobre prochain au plus tard; les autres ponts et ponceaux doivent être établis déjà avant ce terme.

Après qu'on eut arrêté les normes pour la *voie* de la ligne du Gothard, on avisa aux mesures voulues pour se procurer les matériaux nécessaires pour l'établissement de la voie sur les trois lignes tessinoises de plaine.

Le 21 Août, on mit au concours la fourniture des traverses. Il nous parvint 7 offres jusqu'au 4 Septembre, terme fixé pour la présentation des soumissions. Dans le courant de Septembre, nous passâmes des marchés avec 3 fournisseurs, pour la livraison de 20.000 traverses en sapin préparées d'après le procédé Kyan, de 50.000 traverses en pin préparées d'après le même procédé, et de 37.000 traverses en chêne, ainsi que de 1050 mètres cubes de bois de mélèze pour la construction des gares. Les traverses de sapin et de pin sont tirées de la Bavière; les bois de mélèze, du Tyrol, et les traverses de chêne, d'Italie. Les traverses de chêne et les bois pour la construction des gares seront imprégnés, après leur livraison, au sublimé corrosif. Les dispositions nécessaires ont été prises pour établir des ateliers de préparation des bois d'après le procédé Kyan à la frontière suisse-italienne près Chiasso, à Cadenazzo et à Mappo près Locarno. Nous avons déjà parlé de la nomination du chef de ces ateliers.

Une étude attentive du prix des fers avait démontré que, depuis fin Février 1873, ils subissaient une baisse constante. Il nous parut avantageux par conséquent de tarder le plus possible à faire nos commandes de rails et d'accessoires, autant du moins qu'on le pourrait en égard à leur livraison en temps utile. C'est pour ce motif que nous n'avons publié que le 30 Août, en fixant le 19 Septembre comme terme pour la présentation des offres, une mise au concours pour la fourniture de 5.870.000 kilogrammes de rails en fer, 1.860.000 kilogrammes de rails en acier, 266.000 kilogrammes d'éclisses, 57.000 kilogrammes de boulons pour platines, 3.350 kilogrammes de clavettes de boulons, 227.000 kilogrammes de crampons pour rails et 151.000 kilogrammes de platines de rails. Les offres, surtout pour une partie de ces fournitures, furent très nombreuses; il nous en parvint en tout 45. La fourniture des rails d'acier fut adjugée à une usine en Westphalie, qui s'engageait à livrer des rails d'excellente qualité avec champignons à texture fine et fournissait, pour ces rails, une garantie de cinq années. La même usine se chargea aussi de la fourniture des éclisses et des platines. Quant à celle des crampons, des boulons et des clavettes, elle fut adjugée à une fabrique à Altona. Les trois marchés y relatifs furent passés en Novembre.

A teneur des conventions conclues, le matériel nécessaire pour la voie des trois lignes tessinoises de plaine, représentera en chiffres ronds une somme de fr. 4.200.000.

Les traverses doivent être livrées successivement, la plus grande partie jusqu'au 1<sup>er</sup> Juillet de l'année courante, le reste jusqu'au 1<sup>er</sup> Septembre au plus tard. Les rails doivent être en notre possession le 15 Juillet prochain comme dernier terme.

La livraison du matériel de la voie s'effectuera à Chiasso, Magadino et Locarno (soit à Mappo, localité voisine). A Magadino, nous avons pris en location et disposé une place sur le bord du lac pour servir de lieu de débarquement et d'entrepôt du matériel de la voie.

En ce qui concerne les *bâtiments*, les études préliminaires dont nous avons parlé en détail plus haut, et auxquelles s'ajoute l'établissement de dispositions générales et spéciales pour les forfaits relatifs à tous les travaux relatifs à ces bâtiments, ont joué le rôle principal. Immédiatement après, on procéda aux préparatifs nécessaires pour commencer les travaux. Partout où cela parut utile, le terrain sur lequel doivent reposer les bâtiments des gares et des stations fut examiné minutieusement. On y rencontra en général des couches solides à une faible profondeur. Afin de pouvoir établir le coût probable des bâtiments, on recueillit des données nombreuses et détaillées touchant les prix, et l'on fit aussi des essais sur les matériaux à employer, en particulier sur les meilleures espèces de mortier. L'exécution ne pouvait toutefois pas commencer déjà dans l'exercice de 1873. Le 26 Novembre, on mit au concours les travaux de maçonnerie pour les fondements des gares de Bellinzona et de Lugano jusqu'à hauteur du socle. Il n'y eut que peu d'offres et, à la fin de l'année, l'adjudication définitive de ces travaux n'avait pas encore eu lieu. D'ailleurs, il eût été impossible à ce moment de travailler à la maçonnerie à Bellinzona, à cause des fortes gelées.

Afin de se procurer le *matériel roulant* nécessaire, il fut établi un cahier des charges détaillé, contenant toutes les dispositions particulières et les dessins voulus, pour la fourniture de locomotives, wagons, jeux de roues et ressorts.

Il nous parut nécessaire d'avoir d'abord pour l'exploitation des trois lignes tessinoises de plaine : 4 locomotives-tenders, 4 locomotives à voyageurs et 4 locomotives à marchandises avec tenders séparés; de plus 58 voitures à voyageurs de différentes espèces, savoir 16 à 4 roues, chaque voiture contenant 6 places de I<sup>re</sup> classe et 24 places de II<sup>de</sup> classe; 12 voitures à 4 roues, chaque voiture contenant 32 places de II<sup>de</sup> classe; 18 voitures à 4 roues, chaque voiture contenant 40 places de III<sup>e</sup> classe; 12 voitures à 8 roues avec 72 places de III<sup>e</sup> classe chacune; puis 8 fourgons à bagages et enfin 216 wagons à marchandises de différentes espèces, savoir 75 wagons couverts, 45 wagons couverts pour bétail et marchandises, 45 wagons découverts ordinaires, 18 plate-formes, 8 wagons pour le transport des bois long et 25 wagons pour ballast.

A l'effet de nous procurer ces locomotives et ces wagons, des négociations furent entamées au commencement de Septembre avec une série de fabriques avantageusement connues. La fourniture des 12 locomotives fut confiée en Octobre 1873 à 3 fabriques de locomotives, l'une suisse et les 2 autres allemandes. Les tractations pour la fourniture des wagons amenèrent à en charger 2 fabriques suisses et 1 allemande. Les jeux de roues et les ressorts de voitures seront fournis par d'autres établissements. Les négociations y relatives n'ont abouti qu'en Janvier 1874.

Le coût total du matériel roulant susindiqué et de ses accessoires tels que jeux de roues et ressorts, sera en chiffres ronds de fr. 2.336.000, auxquels s'ajoutent encore les frais de transport des locomotives et des wagons sortant de fabrique, depuis la station la plus rapprochée du lieu de fabrication jusqu'aux lieux de livraison, Chiasso et Locarno, attendu que nous avons à rembourser ces frais aux fournisseurs.

Les termes de livraisons stipulés pour les locomotives sont les suivants : le 1<sup>er</sup> Septembre 1874 pour 4 locomotives-tenders, le 15 Septembre pour 2 locomotives à voyageurs, le 1<sup>er</sup> Octobre pour 2 locomotives à marchandises, le 1<sup>er</sup> Novembre pour 2 locomotives à voyageurs, le 1<sup>er</sup> Décembre pour 1 locomotive à marchandises et le 1<sup>er</sup> Mars 1875 pour la dernière locomotive à marchandises. Les 58

voitures à voyageurs et les 8 fourgons à bagages, ainsi que 155 wagons à marchandises doivent être livrés le 1<sup>er</sup> Octobre 1874, et les 61 wagons à marchandises restants, le 1<sup>er</sup> Mars 1875. Les 61 wagons à marchandises et une des locomotives à marchandises qui doivent être livrés jusqu'au 1<sup>er</sup> Mars 1875, seront seulement nécessaires pour le service d'été.

Dans l'exercice de 1873, il y a eu malheureusement à déplorer dans la construction de la ligne du Gothard, quelques *accidents* qui ont coûté la vie à des individus. Le 5 Novembre, un ouvrier qui travaillait dans le tunnel du côté de Göschenen, fut atteint derrière la tête d'une pierre projetée par les mines dans la galerie d'avancement et fut tué du coup. Un autre accident survint le 20 Novembre par suite de causes qui n'ont plus pu être exactement déterminées et qui avaient amené l'explosion de la maisonnette où s'opérait le chauffage de la dynamite à Göschenen, accident dans lequel trois ouvriers perdirent la vie et quelques autres furent légèrement blessés. L'explosion de la maisonnette analogue, qui avait eu lieu trois jours auparavant à Airolo, n'eut heureusement pas d'autres suites fâcheuses.

Afin de prévenir autant que possible les accidents résultant d'explosion de dynamite, l'Ingénieur en chef de la Société du Gothard avait, déjà vers le milieu de l'année 1873, mis à la disposition de notre personnel technique et des entrepreneurs une courte « Instruction sur les particularités de la dynamite et sur son emploi », et les avaient mis plus tard aussi au fait des précautions à prendre pour le transport, la conservation et l'emploi des matières explosibles employées pour les mines. Nous avons jugé convenable de communiquer ces indications aux Gouvernements d'Uri et du Tessin, en attirant à ce propos leur attention sur le fait que les prescriptions nécessaires en vue de la sécurité publique en ce qui concerne les mines, devaient émaner des autorités, soit parce que ces prescriptions sont d'un caractère général et ne concernent pas uniquement les travaux qui se font pour le chemin de fer, soit parce qu'il appartient à l'Etat seul d'édicter les dispositions comminatoires que doivent nécessairement contenir de telles prescriptions si l'on veut qu'elles aient de l'effet. Les deux gouvernements susmentionnés ont par suite émis des ordonnances de police en conséquence.

En ce qui concerne les *secours aux ouvriers* employés dans les travaux de la ligne du Gothard, pour les cas de maladie et d'accident, nous avons fixé les principes et arrêté les dispositions suivantes : Il sera fondé à chaque section de terrassements et travaux d'art une caisse spéciale pour les malades, en vue de faire administrer des secours médicaux aux ouvriers lors de maladies de peu de durée ou d'accidents de peu de gravité. Il est constitué, pour l'administration de cette caisse et pour la gestion des affaires qui s'y rapportent, une commission composée de l'Ingénieur de section ou de son Adjoint, comme président, d'un commis du bureau technique comme secrétaire, comptable et caissier, de deux membres désignés par les entrepreneurs de la section respective et de trois autres membres choisis par les quatre premiers parmi les ouvriers. Tous les ouvriers employés aux terrassements ou aux travaux de la voie sur la section dont il s'agit, ainsi que ceux qui y travaillent aux bâtiments ou qui y sont occupés dans d'autres branches de la construction et qui par décision spéciale de la Direction sont attribués à cette caisse de secours pour malades sont tenus d'y participer. La dite caisse est alimentée par des cotisations régulières de ses membres, cotisations qui s'élèvent au 2% de leur gain, ainsi que par des subsides volontaires et par des dons. S'il devenait nécessaire d'élever les taux des cotisations régulières, la commission est autorisée à le décider, mais la mesure doit encore être soumise

à l'approbation de la Direction. Si, lors de maladies épidémiques ou dans des cas extraordinaires, les ressources dont dispose la caisse de secours pour les malades ne suffisaient plus à faire face aux besoins, les entrepreneurs et la Société du Gothard auraient à y suppléer, chaque partie en proportion du nombre d'ouvriers occupés par elle et attribués à la dite caisse. Les ouvriers tombés malades ou blessés pendant leur service ont droit, pendant huit semaines à dater du jour où ils sont tombés malades ou ont été blessés, à la bonification des frais de transport à l'hôpital ou à l'endroit où ils doivent être soignés, aux soins médicaux gratuits, ainsi qu'aux médicaments et autres remèdes nécessaires, à la bonification des frais d'entretien, et enfin à un subside en espèces de 50 cts. par jour lorsqu'ils sont soignés à l'hôpital, et de 1 fr. 50 cts. par jour, mais seulement depuis le troisième jour, lorsqu'ils sont soignés à domicile. En cas de décès, la caisse pourvoit aux frais d'inhumation. La commission ne peut décider d'accorder d'autres secours que dans des cas tout-à-fait spéciaux et sous réserve de ratification de la part de la Direction. La commission divise le territoire de la section pour laquelle elle a été instituée en autant de sous-sections qu'elle le juge convenable, et désigne pour chacune de ces sous-sections, un ou plusieurs ouvriers qui sont chargés de visiter les malades qui n'ont pas été transportés à l'hôpital et de s'assurer qu'il leur est bien donné les soins et les secours voulus. Les ouvriers qui sont à l'hôpital sont visités par des membres de la commission, suivant les arrangements pris à cet effet par la commission elle-même. Pour les cas de maladie ou de lésions corporelles qui entraînent une incapacité de travail pour plus de huit semaines, sans rentrer toutefois dans le domaine des cas prévus par la législation fédérale, ainsi que lors de blessures ou d'accidents suivis de mort, au sujet desquels la législation fédérale émettra des dispositions touchant l'allocation d'indemnités (§ 38 de la loi fédérale du 23 Décembre 1872 concernant la construction et l'exploitation des chemins de fer sur le territoire de la Confédération suisse), ce sont les entrepreneurs, s'il s'agit de travaux en entreprise, et la Société, s'il s'agit de travaux en régie, qui doivent y subvenir, les premiers à teneur d'un règlement qui sera établi par la Direction lorsque les dispositions y relatives de la législation fédérale auront été promulguées, la seconde d'après ces dispositions elles-mêmes, soit d'après un règlement de la Direction qui déterminera le mode d'application de ces dispositions à l'entreprise du Gothard.

Conformément à ces dispositions organisatrices, il a été pourvu, lors du commencement des travaux de construction sur les lignes tessinoises de plaine, à la nomination de commissions pour les diverses sections de ces lignes et à la fondation de caisses de secours pour malades. Les comptes, arrêtés au 31 Décembre 1873, présentent à leur sujet, un résultat satisfaisant.

L'entrepreneur du grand tunnel du Gothard a, conformément à l'engagement qu'il en avait pris dans sa convention, fondé une caisse spéciale pour malades et pour secours aux ouvriers qu'il occupe et il nous en a soumis les statuts, que nous avons approuvés après qu'il eut été tenu compte de divers amendements que nous avons cru devoir y apporter.

C'est ici sans doute le lieu de dire que, par suite des mesures préventives décrétées par les Autorités fédérales en vue d'empêcher l'introduction du choléra en Suisse, nous avons dû faire visiter tous les jours et surveiller réglementairement par les médecins les cantonnements de nos ouvriers durant les mois de Septembre, d'Octobre et de Novembre.

En terminant ce chapitre, nous avons encore à vous informer que la requête mentionnée dans notre précédent rapport, de la famille de l'ouvrier J. Bernardi Zucca de Muraglio, tué à Goeschenen, a reçu satisfaction par le paiement d'une somme unique de fr. 2000 à la dite famille, somme à laquelle, l'accident ayant eu lieu à une époque où les principes relatifs aux indemnités à payer dans le cas de maladie



ou d'accident concernant les ouvriers occupés aux travaux de la ligne du Gothard n'étaient pas encore arrêtés, l'entrepreneur M. Favre a participé pour la moitié et la Société pour l'autre moitié. Quant aux secours qui, d'après ce que nous avons dit plus haut, ont dû être accordés aux familles d'ouvriers qui, dans le courant de l'exercice qui nous occupe, ont pu être tués dans les travaux du grand tunnel, c'est M. Favre qui y a pourvu conformément à sa convention.

## VI. Exploitation.

La question de savoir si *l'exploitation de la ligne Lugano-Chiasso*, jusqu'à l'époque où le grand tunnel des Alpes sera terminé et où par conséquent le réseau entier du Gothard sera livré à la circulation, devait être affirmé par convention à la Société des chemins de fer de la Haute-Italie à laquelle appartient la continuation de cette ligne sur territoire italien, ou si notre Société devait pourvoir elle-même dès le début à son exploitation, a été en raison de considérations de diverse nature, décidée par nous dans ce dernier sens.

Les lignes tessinoises de plaine Biasca-Bellinzona-Locarno et Lugano-Chiasso devant être mises en exploitation le 6 Décembre 1874, nous n'avons pas manqué de prendre à cet effet les *mesures préliminaires* voulues. D'une part, il a été fait des démarches en vue de trouver quelqu'un d'apte à diriger l'exploitation; d'autre part, il a été créé, comme nous l'avons déjà dit précédemment, un bureau des tarifs chargé d'arrêter les principes à observer pour la fixation des prix de transport sur les sections dont il s'agit.

Les concessions pour les lignes tessinoises de plaine Biasca-Bellinzona-Locarno et Lugano-Chiasso ne contiennent, à l'égard des tarifs, que la disposition tout-à-fait générale que ces tarifs seront fixés par la Société, mais qu'ils ne doivent pas sans l'autorisation du Gouvernement cantonal dépasser les maximums des tarifs en vigueur, dans des conditions analogues, sur les autres lignes suisses. Toutefois comme les maximums des chemins de fer suisses en exploitation diffèrent sensiblement entre eux, il s'agissait d'abord de savoir desquels on partirait. Nous crûmes pouvoir admettre qu'on devait s'en tenir aux maximums de prix des principales lignes suisses en exploitation, maximums qui sont encore sensiblement inférieurs aux taxes de diverses autres lignes suisses. Lors de la fixation des taxes, nous sommes d'ailleurs souvent descendu au-dessous de cette limite. Les tarifs pour le transport des voyageurs et des marchandises ont été établis d'après la distance kilométrique et, dans leurs points essentiels, d'après les normes et principes suivants. En ce qui concerne d'abord le transport des voyageurs, il a été fixé pour les voyageurs de I<sup>re</sup> classe, une taxe normale de 10 cts. par kilomètre parcouru; de 7 cts. pour les voyageurs de II<sup>de</sup> classe et de 5 cts. pour les voyageurs de III<sup>e</sup> classe. Les enfants au-dessous de 10 ans paieront moitié place, quelle que soit la classe. Il sera délivré des billets d'aller et retour, valables pendant 3 jours, à un prix qui constitue un rabais de 30 à 40% sur les taxes normales. En outre, il sera admis des abonnements jouissant d'un rabais encore plus considérable et d'après le système d'abonnements adopté par la Compagnie du Nord-Est Suisse. La taxe des bagages, non compris les menus effets que le voyageur peut prendre gratuitement avec lui, est fixée à cts. 2½ par quintal et par kilomètre. Les taxes pour le transport d'animaux vivants, de numéraire, de véhicules et d'objets de dimensions extraordinaires, seront établies d'après le tarif uniforme admis sur les autres lignes suisses,

calculé par kilomètres et en négligeant les fractions. Quant au tarif pour le transport des marchandises, il sera établi de manière à concorder pareillement, dans ses points essentiels, avec les tarifs des principales lignes suisses en exploitation. On doit toutefois regarder comme réservée la question de savoir si le tarif pour marchandises sera basé sur le système de classification qui est actuellement appliqué en Suisse ou sur le système de la place occupée dans les wagons,

Les prescriptions contenues dans le Traité international relatif au chemin de fer du Gothard par rapport aux taxes pour le transit entre l'Allemagne et l'Italie, ainsi que les surtaxes pour le transport sur les rampes excédant le 15 ‰, nous ont paru ne pas devoir encore recevoir d'application, attendu qu'elles sont évidemment entendues seulement pour l'époque où le grand tunnel des Alpes étant achevé le réseau entier du Gothard sera mis en exploitation.

---

Nous terminons, Messieurs, en vous exprimant l'assurance de notre parfaite considération.

Lucerne, le 8 Juin 1874.

**Au nom de la Direction  
du chemin de fer du Gothard.**

*Le Président :*

**A. Escher.**

*Le 1<sup>er</sup> Secrétaire :*

**Schweizer.**

**Au nom du Conseil d'administration  
du chemin de fer du Gothard.**

*Le Président :*

**Feer - Herzog.**

*Le Secrétaire :*

**Schweizer.**