

Zeitschrift: Rapport de la Direction et du Conseil d'Administration du Chemin de Fer du Gothard

Herausgeber: Gotthardbahn-Gesellschaft Luzern

Band: 8 (1879)

Rubrik: Construction de la ligne

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 28.03.2025

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

Pendant l'exercice dont nous nous occupons, le Consortium qui s'est engagé à prendre le capital de 6 millions de francs à former par la Société, a fait, conformément à la convention du 7 Juin 1879, un premier versement de 1 million de francs.

Le paiement a été effectué avec notre consentement au 31 Octobre au lieu du 30 Septembre. Pour ce paiement, il a été créé des titres définitifs d'obligations avec coupures de fr. 500 et coupons d'intérêts semestriels. Ils portent la date du 1^{er} Octobre 1879, sont tirés d'un registre à souches et comme pour les autres obligations, ils sont revêtus de deux signatures effectives et munis du timbre de la Société.

A ce capital versé de	fr. 1,000,000. —
viennent s'ajouter les intérêts échus	» 4,044. 35
Total des recettes	fr. 1,004,044. 35

Sur cette somme il a été dépensé:

Pour la formation du capital et l'établissement des titres . .	fr. 126,384. 55
» la construction de la ligne	» 154,533. 11
	fr. 280,917. 66

A déduire: Recettes (bonification d'intérêts par le Consortium)	» 4,246. 58	» 276,671. 08
---	-------------	---------------

Solde à nouveau	fr. 727,373. 27
---------------------------	-----------------

qui est placé et porte intérêt dans des établissements de banque et n'est jamais confondu avec les autres fonds de la Société.

Pour l'année de construction qui nous occupe, il a été prévu une somme de fr. 3,864,500 pour la construction de la ligne et fr. 215,500 pour frais généraux.

Quant aux *cautionnements* déposés entre les mains de notre Société, ils se composaient à la fin de l'exercice 1879 de:

	1878	1879
Cautionnement L. Favre	fr. 6,775,567. —	fr. 6,965,437. —
Cautionnements d'entrepreneurs et fournisseurs	» 426,649. 60	» 4,226,189. 60
Cautionnements de fonctionnaires et employés	» 779,700. —	» 824,160. —
Ligne principale, cautionnements des membres du Consortium	» 4,000,000. —	» 1,988,900. —
Ligne du Monte-Cenere, cautionnements des membres du Consortium	» — —	» 500,000. —
	fr. 11,981,916. 60	fr. 14,504,686. 60

Les cautionnements des membres du Consortium se sont réduits par le fait qu'ils ont été remboursés à ceux des membres qui ont entièrement effectué le paiement de leur quote-part à la IV^{me} série d'obligations.

V. Construction de la ligne.

Au commencement de l'année, le personnel se composait de 43 fonctionnaires permanents et de 31 employés engagés provisoirement pour les travaux préliminaires, en tout de 74 fonctionnaires et employés. Le personnel engagé provisoirement pour les travaux préliminaires a été augmenté selon les besoins dans le courant des 4 premiers mois, de sorte qu'au 30 Avril il se trouvait en service 103 fonctionnaires et employés.

Au commencement du mois de Mai eut lieu la *réorganisation du service technique*, ainsi que la nomination du personnel technique pour la durée de la période de construction.

La direction et la surveillance des travaux sur les lignes d'accès du versant nord ont été confiées, à deux sections, l'une ayant son siège à Brunnen pour le tronçon Immensee-Fluelen, l'autre à Wasen pour le tronçon Fluelen-Göschenen. Sur le versant sud, il a été créé aussi deux sections, la première à Faido pour le tronçon Airolo-Lavorgo et la seconde à Bellinzone pour les lignes Lavorgo-Biasca et Cadenazzo-Pino.

En outre il se trouve à Göschenen et à Airolo deux sections spéciales pour la direction et la surveillance des travaux du grand tunnel.

L'état du personnel comprenait donc après la nouvelle organisation :

Fonctions	Bureau central	Tunnel du Gothard	Sections	Total
Ingénieurs	15	8	59	82
Géomètres	1	—	5	6
Dessinateurs	4	—	—	4
Commis aux écritures . . .	9	2	4	15
Surveillants	—	7	2	9
Aides-arpen-teurs	—	6	—	6
Garçons de bureau	3	2	2	7
	32	25	72	129

Ces nominations n'étaient toutefois pas encore complètes, attendu que pour quelques lots sur lesquels les travaux ne devaient pas commencer immédiatement, le personnel n'avait pas été entièrement engagé et que la nomination des surveillants, aides-arpen-teurs et garçons de bureau avait été laissée à la Direction technique. Il en est résulté successivement, dans le courant de l'année, une augmentation du personnel technique proportionnelle à l'extension des travaux.

Au commencement de Juin il fut institué pour la reprise des travaux sur la ligne Giubiasco-Lugano une section composée de 9 ingénieurs, géomètres et dessinateurs et d'un commis aux écritures. Après l'approbation de la justification financière pour cette ligne, il fut créé une section dite du «Monte-Cenere» avec siège à Bellinzone, dont le personnel fut porté à 14 ingénieurs, 2 géomètres, 1 surveillant, 1 dessinateur, 1 commis aux écritures et un garçon de bureau, en tout 20 employés.

A la fin de l'année, le personnel en service sur la ligne principale Immensee-Pino et sur le tronçon Giubiasco-Lugano se composait de :

106 ingénieurs,
10 géomètres,
12 dessinateurs,
19 commis aux écritures,
30 surveillants,
29 aides-arpen-teurs,
11 garçons de bureau et aides,

215 employés.

Passant aux *travaux techniques préalables*, nous avons à mentionner d'abord la fixation des *plans de construction* pour le réseau réduit du chemin de fer du Gothard.

Le piquetage des parties difficiles de la ligne de montagne, commencé déjà l'année précédente, a été étendu peu à peu aux parties intermédiaires plus faciles ainsi qu'aux tronçons de plaine Brunnen-Erstfeld et Cadenazzo-Pino et l'on a recueilli ainsi les matériaux indispensables à l'élaboration des plans définitifs de construction. Ensuite on s'est principalement efforcé de terminer les plans de situation et les profils transversaux en vue de leur publication dans les différentes communes exigée par les prescriptions, ainsi que les plans détaillés les plus nécessaires pour l'exécution des travaux.

Pendant l'année, il a été apporté au projet de nombreuses modifications. Nous mentionnons ici d'après leur importance celles qui ont influencé sur la configuration du tracé: un déplacement de la ligne inférieure près de Wasen qui a eu pour effet la suppression de la galerie servant de dégorgeoir aux avalanches de l'Entschigthal et le remplacement de cette galerie par d'autres travaux de défense; l'abaissement du niveau de la ligne sur le tronçon Schächenbach-Erstfeld. Ces deux modifications ont permis de réaliser de notables économies.

Comme on pouvait présumer que le projet général présenté l'année précédente pour le tronçon Immensee-Brunnen serait approuvé, le projet détaillé fut commencé au mois de Février et atteignit au mois d'Août un tel degré d'avancement que l'adjudication de ce tronçon put avoir lieu.

En général on est parvenu pendant le courant de l'année à effectuer la publication des plans dans toutes les communes et à terminer assez de plans de détail pour que l'exécution des travaux ne rencontrât pas d'obstacles à ce point de vue. A la fin de l'année, toutes les questions qui avaient surgi en grand nombre au sujet de l'emplacement des stations, avaient reçu une solution satisfaisante, à l'exception de celle concernant la station de Schwyz, dont le Conseil fédéral a fixé depuis l'emplacement dans le sens de notre proposition.

Dans l'intervalle le *devis* a été soumis à une nouvelle *révision* basée sur l'état des travaux préalables au commencement de l'année. Ce devis qui formait la base de l'approbation de la justification financière, évaluait à fr. 222,479,000 le capital nécessaire pour la construction proprement dite. Si l'on déduit de ce total l'excédant probable des recettes de l'exploitation sur les dépenses pour les lignes tessinoises de plaine, au montant de fr. 500,000, le devis reste inférieur au devis de fr. 227,000,000

adopté par la Conférence internationale de	fr. 5,021,000
Le devis porte pour imprévu	» 6,402.705
de sorte qu'il existe pour les éventualités de la construction une réserve de	fr. 11,423,705

Lorsqu'au printemps une perspective s'ouvrit en faveur de la construction de la ligne du Monte-Cenere, les travaux préalables de cette ligne qui avaient été interrompus en 1877, ont été de même repris au mois de Mai. Ils furent poussés si rapidement qu'en Septembre déjà on put procéder aux adjudications et que dans le courant de l'année tous les plans purent être publiés dans les communes.

Le projet n'a subi qu'une seule modification de quelque importance sur la ligne avant Lugano: cette modification a eu pour effet de réduire la longueur du tunnel de Massagno d'environ 1200 à environ 800 mètres. Dans le devis qui a servi de base à l'approbation de la justification financière, la somme nécessaire à l'exécution de la ligne du Monte-Cenere est évaluée à fr. 10,847,500, y compris fr. 874,780 pour imprévu.

Les *normes* fixées l'année précédente ont, sans subir de changements, servi de base à l'exécution des travaux. Quelques modifications peu essentielles ont été apportées aux normes de construction pour

les bâtiments et à celles pour la voie, à savoir qu'en ce qui concerne cette dernière, on a réduit le poids du profil de rail de 38,6 à 36,6 kilogrammes le mètre courant.

Nous abordons maintenant *l'exécution des travaux*.

Comme au point de vue des *expropriations*, on devait prévoir pour toutes les lignes à construire, y compris la ligne du Cenere, l'acquisition d'environ 8000 parcelles de terrain et qu'il était à supposer qu'après l'approbation de la justification financière de notre Société, on pourrait entrer immédiatement ou dans un bref délai en possession d'un grand nombre de ces parcelles, les 5 commissaires de sections placés sous les ordres de notre bureau d'expropriations, furent nommés déjà en Janvier, savoir 3 pour les lignes traversant les cantons de Schwyz et d'Uri et 2 pour la Léventine. Il fut adjoint à ces derniers dans le 3^{me} trimestre deux sous-commissaires pour les lignes de Pino et du Cenere. A la fin de Novembre les commissariats de sections pour le canton d'Uri ont pu être supprimés.

A partir du mois de Janvier jusqu'en Octobre inclusivement, le dépôt des plans a continué sans interruption dans les 57 communes traversées par le réseau réduit du chemin de fer du Gothard et par la ligne du Monte-Cenere.

La Commission d'estimation pour le canton de Schwyz a fait 1 campagne, celle pour Uri 4, celle pour la Léventine 2 et celle pour les lignes de Pino et du Cenere 1 (sur la ligne de Pino); les Commissions d'enquête du Tribunal fédéral ont fait 1 campagne dans le canton de Schwyz et 2 dans le canton d'Uri.

En se basant sur 679 contrats d'achat et sur 69 jugements des Commissions fédérales d'estimation devenus exécutoires ainsi que sur 10 propositions des Commissions d'enquête du Tribunal fédéral acceptées par les deux parties, il a été acquis pendant l'exercice pour la ligne Immensee-Pino 1,906,087,55 mètres carrés de terrains de toute espèce, savoir 186,776 mètres carrés dans le canton de Schwyz, 1,078,948 mètres carrés dans le canton d'Uri et 640,364,55 mètres carrés dans le canton du Tessin (3910,40 mètres carrés pour les lignes tessinoises de plaine), le tout pour une somme de fr. 1,463,327. 33. Dans ce total sont comprises les indemnités payées pour préjudices de tous genres, pour bâtiments, pour démolition de bâtiments et arrachage d'arbres, etc.; par contre il en a été défalqué le produit de la revente de bâtiments acquis, etc.

Pour la ligne du Cenere on a acquis en se basant sur 113 contrats d'achat, 108,681 mètres carrés pour le prix de fr. 39,688. 15 (y compris les préjudices, les indemnités pour arrachage d'arbres, etc.).

L'une des tâches les plus importantes était ensuite *la mise au concours et l'adjudication des travaux* de terrassements, des ponts en fer, des traverses et des rails, dont l'urgence se faisait d'autant plus sentir que d'un côté la suffisance des sommes prévues au devis ainsi que le placement des obligations de II^{me} rang devaient être justifiés et qu'il fallait d'un autre côté assurer l'achèvement de la ligne pour le milieu de 1882. L'adjudication immédiate des ponts en fer et des rails se recommandait encore par le fait que dans la première moitié de l'exercice, le prix des fers était extraordinairement bas.

Lors de l'adjudication de ces travaux et de ces livraisons, on est parti de l'idée qu'ils devaient être adjugés à de grandes entreprises, possédant des moyens financiers suffisants et de plus qu'il fallait tenir compte de préférence des offres d'établissements éprouvés, appartenant aux Etats subventionnants.

Nous donnons dans les tableaux suivants les résultats obtenus par ces conventions.

Immensee-Pino.

Entreprises et fournisseurs	Travaux adjugés	Somme de construction ou montant de livraison suivant devis de Mars 1879	Rabais c. à d. différence comparativement aux prix du devis	Montant du rabais c. à d. réduction des dépenses com- parativement au devis
Seeger et Bossert	Terrassements, travaux d'art et maisons de gardes-voie de la ligne Immensee-Brunnen.	Fr. 2,808,200 (Projet détaillé d'Août 1879)	17 0/0	Fr. 477,394
Réveillac, Bardol et C ^{ie}	Terrassements, travaux d'art et maisons de gardes-voie de la ligne Brunnen-Fluelen.	6,076,800	18 0/0	1,093,824
Société de construction Fluelen-Göschenen	Terrassements, travaux d'art, maisons de gardes-voie, pose de la voie et transport des matériaux de la ligne Fluelen-Göschenen.	18,322,500	7 0/0	1,282,575
J. M. Berger et J. L. Chenevier	Terrassements et travaux d'art de la gare de Göschenen et route d'accès. Maçonnerie du pont sur la Gothardreuss à Göschenen.	216,900 19,500	Adjugés aux prix de série offerts 8 0/0	32,400 1,560
Société Marsaglia	Terrassements, travaux d'art et maisons de gardes-voie, pose de la voie et transport des ma- tériaux de la ligne Airolo-Biasca.	20,329,500	7 0/0	1,423,065
G. Caprioglio et C ^{ie}	Terrassements, travaux d'art et maisons de gardes-voie de la ligne Cadenazzo - Vira Gamba- rogno.	884,500	19 0/0	168,055
C. Caselli et C ^{ie}	Terrassements, travaux d'art et maisons de gardes-voie de la ligne Vira Gambarogno-Dirinella (Pino).	1,602,900	16 0/0	160,464
	<i>A reporter</i>	49,660,800	—	4,639,337

Immensee-Pino.

Entreprises et fournisseurs	Travaux adjugés	Somme de construction ou montant de livraison suivant devis de Mars 1879	Rabais c. à d. différence comparativement aux prix du devis	Montant du rabais c. à d. réduction des dépenses comparativement au devis
	<i>Report</i>	Fr. 49,660,800	—	Fr. 4,639,337
Théodore Bell et C ^{ie} à Kriens	Livraison et montage des ponts en fer de la ligne Immensee-Altorf (720 tonnes).	360,000	Le prix de la convention est plus bas de fr. 80 la tonne.	57,600
Usine de « Gutehoffnung » à Oberhausen s/Ruhr, Société par actions pour l'exploitation des mines et hauts-fourneaux	Livraison et montage des ponts en fer des lignes: Altorf-Göschenen, Airola-Biasca, Cadenazzo-Dirinella (Pino) (4850 tonnes).	2,605,700	Les prix de la convention sont plus bas de fr. 93,50 à fr. 123,50 la tonne.	537,175
Hector Egger, architecte à Langenthal	Livraison et imprégnation de: 34,720 traverses en chêne, 20,000 » » mélèze, 55,800 » » bois tendre, 110,520 traverses en tout.	692,600	Les prix de la convention sont plus bas de fr. 1,20 à fr. 0,60 la pièce pour les traverses en bois dur et de fr. 0,60 pour les traverses en bois tendre.	63,900
Katz et Klumpp à Gernsbach	Livraison et imprégnation de: 58,700 traverses en chêne, 20,700 » » bois tendre, 79,400 traverses en tout.	674,000	Les prix de la convention sont plus élevés de fr. 0,10 à fr. 1 par pièce pour les traverses en bois dur et de fr. 0,15 à fr. 0,75 pour les traverses en bois tendre.	<i>Surplus de dépenses</i> (37,300)
Société des mines et hauts-fourneaux de Hörde et Union, Société par actions pour l'industrie du fer et de l'acier (Westphalie)	Livraison de 12,369 tonnes de 1000 kilogr. de rails en acier.	2,382,700	Le prix de la convention est plus bas de fr. 1 par tonne.	12,369
Krämer frères, Usine de S ^t Ingbert et Fabrique d'Erbach (Palatinat)	Livraison d'accessoires de rails, savoir: 50,650 paires d'éclisses, 245,100 plaques, 201,000 boulons, 1,265,000 crampons, du poids total d'environ 1775 tonnes de 1000 kilogr.	416,800	Les prix de la convention sont en partie un peu plus élevés, en partie un peu plus bas que les prix du devis.	<i>Surplus de dépenses</i> (17,300)
	<i>Total pour Immensee-Pino</i>	56,792,600	—	5,255,781

Ligne du Monte-Cenere (Giubiasco-Lugano).

Entreprises et fournisseurs	Travaux adjugés	Somme de construction ou montant de livraison suivant devis de Mars 1879	Rabais c. à d. différence comparativement aux prix du devis	Montant du rabais c. à d. réduction des dépenses comparativement au devis
Comboni, Feltrinelli et C ^{ie}	Terrassements, travaux d'art et maisons de gardes-voie de la ligne Giubiasco-Lugano.	Fr. 6,757,400	23,29 0/0	Fr. 1,573,798
G. Ott et C ^{ie} Ateliers de construction de ponts à Berne	Livraison et montage des ponts en fer de la ligne Giubiasco-Lugano, environ 600 tonnes de 1000 kilogr.	366,300	Les prix de la convention sont plus bas de fr. 188 à fr. 158 par tonne.	107,100
Société des mines et hauts-fourneaux de Hørde et Union, Société par actions pour l'industrie du fer et de l'acier (Westphalie)	Livraison de rails en acier, 1660 tonnes de 1000 kilogr.	328,800	Les prix de la convention sont plus bas de fr. 3,80 à fr. 11 par tonne.	13,200
Kræmer frères, Usine de S ^t Ingbert et Fabrique d'Erbach (Palatinat)	Livraison d'accessoires de rails, savoir: 7,050 paires d'éclisses, 34,000 plaques, 25,000 boulons, 181,000 crampons, du poids total d'environ 281 tonnes.	76,600	Les prix de la convention sont plus élevés de fr. 30 à fr. 20 par tonne que ceux du devis.	Surplus de dépenses (6,600)
	<i>Total</i>	7,529,100	—	1,687,498

Il ressort de ces tableaux que par l'adjudication des travaux et des livraisons on a réalisé pour la ligne principale Immensee-Pino une économie de fr. 5,255,700 et de fr. 1,687,500 pour la ligne du Monte-Cenere.

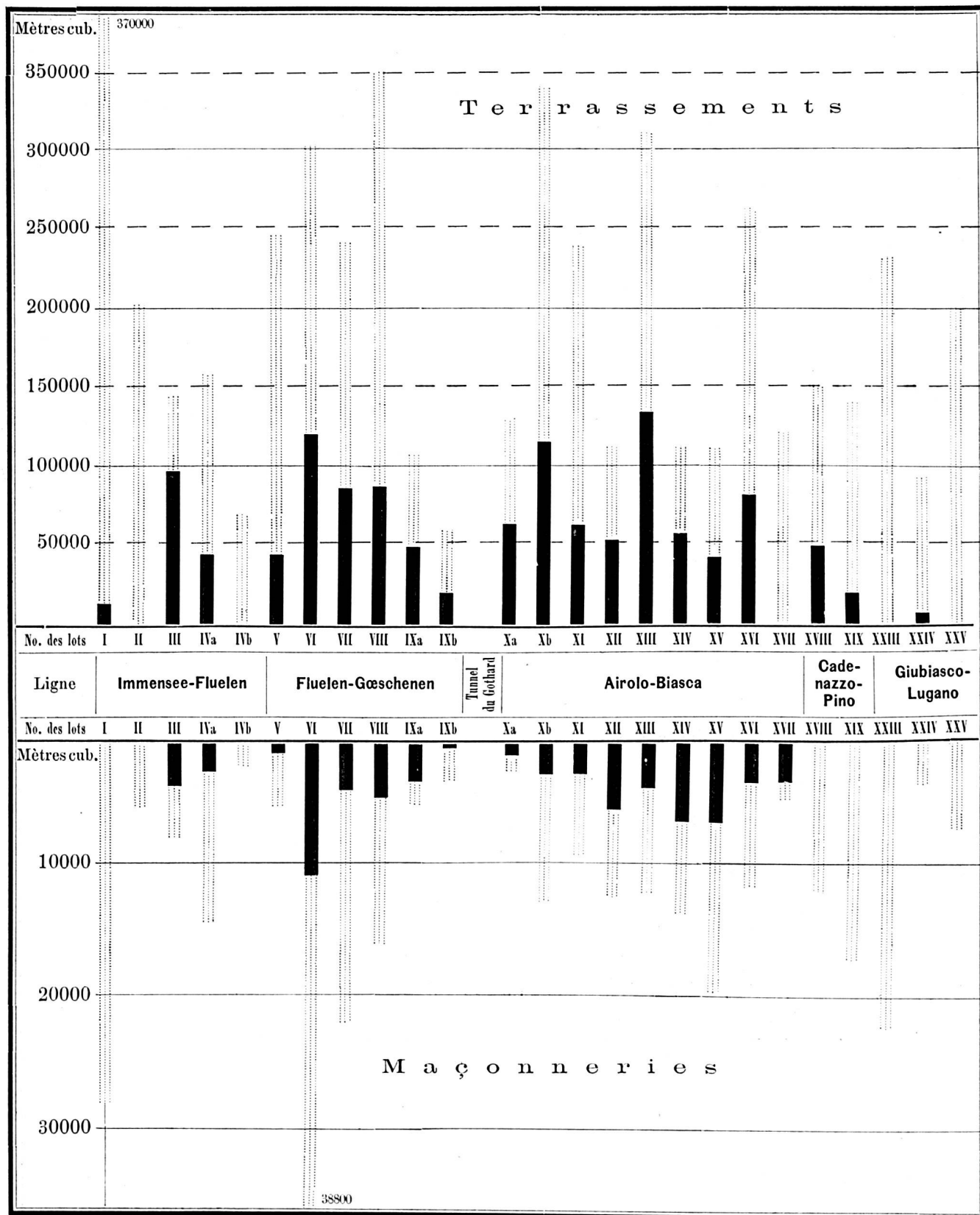
Lorsqu'au printemps on put espérer que la réorganisation financière du chemin de fer du Gothard aboutirait à un résultat favorable et prévoir d'une manière certaine l'approbation de la justification financière, les entreprises des tronçons Brunnen-Fluelen, Fluelen-Göschenen et Airolo-Biasca furent avisées au milieu de Mai d'avoir à attaquer les *travaux en général*.

Les tableaux suivants donnent le *résultat de l'avancement des travaux* pendant l'exercice. A ce sujet il faut remarquer que les travaux en général sur les tronçons Cadenazzo-Pino, Immensee-Brunnen et Giubiasco-Lugano ne devaient commencer d'après le programme qu'en automne 1879 sur le premier et au commencement de 1880 sur les deux autres, ce qui explique pourquoi l'avancement des travaux est si peu considérable sur ces lignes.

Tableau graphique des travaux

..... Travaux prévus au devis.

■ Travaux exécutés jusque fin Décembre 1879.



exécutés jusqu'à la fin de 1879.

Travaux exécutés {  dans la galerie d'avancement } jusqu'au fin Décembre 1879.
 en pleine section

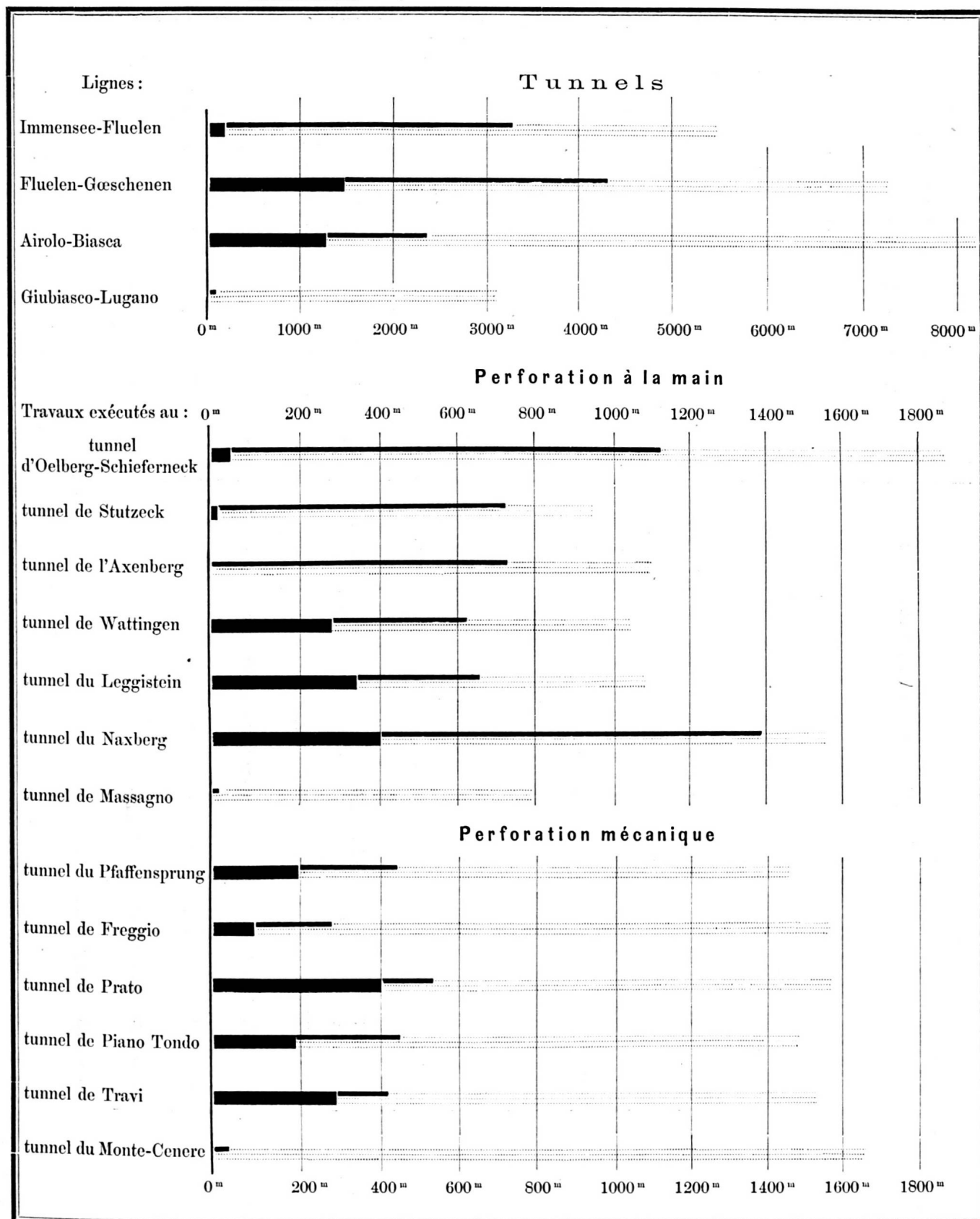
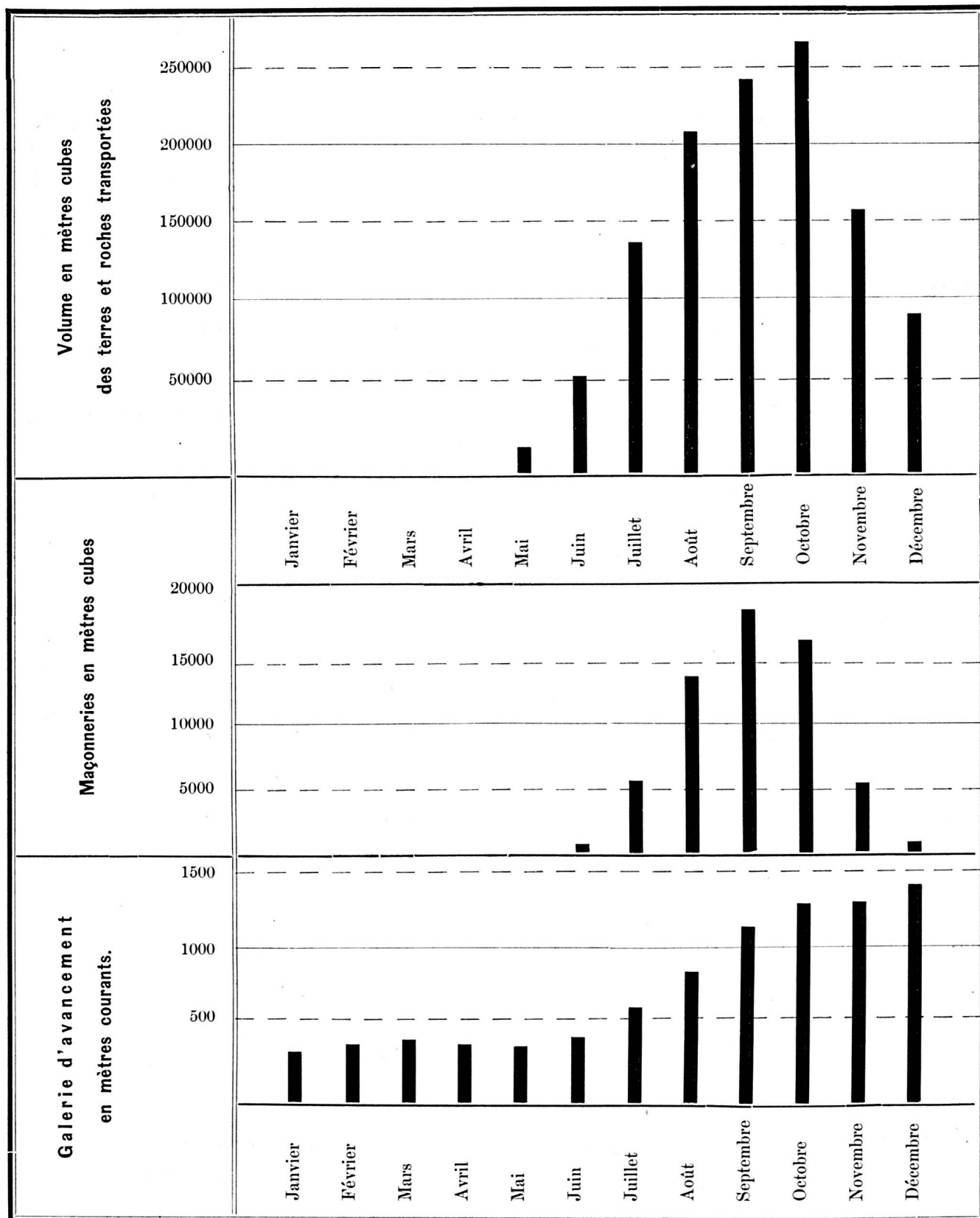


Tableau
des travaux exécutés par mois.



Nous passons maintenant à la description des travaux du *tunnel du Gothard* et nous commençons par la *tête nord*.

Les modifications introduites aux installations sont le déplacement d'un réservoir à haute pression du bâtiment des compresseurs au profil 3000 destiné au service des locomotives, les réparations pratiquées aux remparts de terre des dépôts de dynamite et la construction d'un hangar pour les provisions de ciment.

La longueur de la conduite d'air s'élevait à la fin de Décembre à 7700 mètres, non-compris la conduite des locomotives à air. 5133 mètres de tuyaux avaient un diamètre intérieur de 0^m.20.

La pression moyenne de l'air comprimé utilisé à la perforation et à la ventilation du tunnel a été de 6,6 atmosphères à l'entrée du tunnel et de 4,1 atmosphères au front d'attaque de la galerie de direction et la pression de l'air pour l'alimentation des locomotives a été en moyenne de 11,3 atmosphères.

La quantité d'air aspiré par les compresseurs a varié suivant la quantité d'eau dont on disposait de 96,700 mètres cubes en Novembre à 143,400 mètres cubes en Août et a été en moyenne de 126,400 mètres cubes, à savoir par jour en moyenne 137,700 mètres cubes du mois d'Avril au mois d'Octobre et de 115,000 mètres cubes dans les mois de Janvier à Avril et d'Octobre à Janvier.

A la fin de l'année 1879, le nombre des perforatrices était de 146, savoir :

83 perforatrices système Ferroux (nouveau modèle)			
14	»	»	(ancien modèle)
1	»	»	» » avec trépied mûe à la main
16	»	»	Dubois-François
8	»	»	Turrettini
19	»	»	Mac Kean (petit calibre)
2	»	»	Sommeiller
1	»	»	» (petit calibre)
2	»	»	Burleigh

sur lesquelles il n'est plus employé maintenant que les 83 machines Ferroux (nouvelles).

Le tableau ci-après indique les travaux exécutés par mois et suivant les sections de diagramme, ainsi que le nombre d'ouvriers occupés du côté nord du tunnel :

Travaux exécutés et nombre d'ouvriers employés

à la tête nord du Tunnel du Gothard.

Indication de l'objet	Etat des travaux fin Décembre 1878	1879												Résultat pour 1879	Etat des travaux fin Décembre 1879
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Jun	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		
Galerie d'avancement	6356,0	110,0	110,0	120,0	115,0	129,0	96,0	99,0	116,0	85,0	128,0	41,0	28,0	1177,0	7533,0
Battage au large	5694,4	119,4	111,6	95,0	14,2	54,5	87,4	87,0	98,2	142,6	127,6	125,6	99,5	1162,6	6857,0
Cunette du strosse	4216,2	127,7	124,3	143,7	145,5	147,7	83,7	44,9	70,6	94,4	42,5	48,4	40,0	1113,4	5329,6
Strosse	3705,5	106,2	79,5	72,1	40,1	54,5	60,5	124,5	107,7	107,7	115,5	139,2	133,6	1141,1	4846,6
Revêtement de la voûte	4710,6	82,0	56,0	64,4	51,0	56,0	73,0	66,0	90,0	78,0	77,0	50,5	29,5	773,4	5484,0
Revêtement des pieds-droits est	3704,0	—	—	—	—	—	8,0	—	—	81,0	75,0	101,0	106,0	371,0	4075,0
Revêtement des pieds-droits ouest	3028,0	207,4	223,8	325,7	269,1	171,4	109,6	153,5	193,2	26,3	—	—	34,0	1714,0	4742,0
Maçonnerie de l'aqueduc	3462,0	—	—	27,0	—	—	198,0	—	—	—	—	—	—	225	3687,0
Nombre d'ouvriers par jour en moyenne . .	—	1269	1336	1523	1348	1406	1367	1328	1156	1267	1437	1397	1377	—	—
Nombre maximum d'ouvriers pour un jour . .	—	1379	1505	1739	1597	1550	1555	1421	1390	1427	1575	1568	1568	—	—

Les travaux d'excavation exécutés en 1879 et réglés sur les sections de diagramme se décomposent suivant les cubes ci-après :

Galerie d'avancement . . .	1177,0	×	7,7	=	9,063	mètres cubes
Battage au large	1162,6	×	9,5	=	11,045	» »
Cunette du strosse	1113,4	×	9,5	=	10,576	» »
Strosse	1141,1	×	18,4	=	20,996	» »
Total . .	51,680 mètres cubes.					

En divisant ce cube total par 45,1 (surface du profil d'excavation du tunnel), on obtient pour l'année un avancement de 1146 mètres. Le programme exigeait une longueur de $\frac{2977}{2}$ soit en chiffres ronds 1490 mètres. Le maximum d'avancement a été réalisé au mois de Septembre où l'on a exécuté 108,4 mètres de tunnel et le minimum en Avril où l'on a exécuté 55 mètres.

La galerie de direction a été prolongée de 6356 jusqu'à 7533 mètres, soit de 1177 mètres dans le gneiss micacé du type du Gurschen dont les variétés et les couches secondaires avaient la puissance sommairement indiquée ci-dessous :

Gneiss	391	mètres
Gneiss à tourmaline	25	»
Gneiss compacte	26	»
Gneiss micacé ordinaire	510	»
Gneiss micacé à structure de schiste micacé	90	»
Gneiss micacé décomposé	69	»
Gneiss amphibolique et amphibole	55	»
Pierre ollaire	5	»
Total	1177 mètres.	

Le gneiss du Gurschen est caractérisé par le mica magnésifère de couleur brune à côté duquel le mica gris-d'argent apparaît d'une manière secondaire et ne prédomine que dans quelques ensembles de couches (p. ex. de 6500 à 6700; 7306 du côté sud). Au début de la décomposition le mica brun devient vert, puis enfin prend un ton pâle et une nature talqueuse. Le graphite donne souvent au mica gris une couleur foncée. On rencontre aussi mais d'une façon très secondaire de petites écailles transversales de mica alcalin (p. ex. de 7300 à 7400), et des pellicules de séricite (7305; 15).

Dans la pâte qui se compose de quartz, d'orthoclas et de plagioclas, ces minéraux sont le plus souvent intimement unis entr'eux; le feldspath est moins souvent mélangé de porphyre, si bien qu'entre 6940 et 7036 mètres p. ex. on voit apparaître la structure du gneiss œillé. Dans les roches où le mica gris domine, l'orthoclas a parfois une teinte gris-bleu provenant probablement de la présence de fines parcelles de sulfure de fer.

Les couches de la pâte sont séparées par des écailles de mica lamelleux; en outre la pâte renferme des feuilles tendres de mica brun agglomérées d'une manière si compacte que souvent la roche présente une cassure transversale veinée, tachetée et moirée. Par suite de plissements et d'écrasements, les lamelles de roche sont en beaucoup d'endroits non-seulement déformées, mais encore très souvent froncées, disséminées en tiges qui elles-mêmes sont divisées en grains, de sorte que la structure parallèle devient linéaire, confuse ou disparaît entièrement. Dans ce cas, il se présente fréquemment une stratification secondaire produite par des crevasses dirigées dans le même sens, très rapprochées et revêtues de mica. Les couches de gneiss se rencontrent surtout entre 6357 et 6475, entre 6587 et 6880, ainsi qu'entre 6920 et 7204 mètres. Dans

ces couches, c'est la pâte de feldspath quartzeux qui prédomine; le mica écailleux brun forme à la cassure principale des pellicules lamelleuses dont l'épaisseur atteint souvent un centimètre et qui divisent la roche en bancs successifs (à partir de 6656 mètres vers le sud). Sur la cassure transversale, le gneiss est le plus souvent veiné et tacheté. Les couches en sont généralement contournées et les lamelles souvent écrasées et réduites à l'état de grains de sorte qu'il en résulte une structure semblable au granit. Quoique dur et consistant, le gneiss n'est pas toujours sûr, attendu que les bancs mentionnés ci-dessus se détachent facilement. Quant les couches de gneiss font un angle aigu avec l'axe du tunnel, les couches de mica tendre intercalées entre les bancs de gneiss dur occasionnaient un glissement des fleurets, ce qui a retardé le travail de perforation.

Le gneiss à tourmaline qu'on rencontre surtout entre 7342 et 7367 mètres renferme plus de plagioclas et de mica alcalin que le gneiss que nous venons de décrire; ce qui le caractérise ce sont des grains clair-semés de la grosseur de grains de poudre et des prismes courts et brisés de tourmaline noire. En outre, il contient des raies étroites de pyrites magnétiques qui du reste se voient aussi dans le gneiss ordinaire.

Les couches d'amphibole qu'on trouve entre 6359 et 6487, à 6711 et 6856, ainsi qu'entre 7123 et 7143 mètres et sur d'autres points ne sont en partie que du gneiss amphibolique mélangé à une pâte d'eurite et de quartz à laquelle de fines parcelles de mica noir et gris-foncé et d'amphibole donnent une teinte foncée. Avec le gneiss amphibolique apparaissent généralement de minces couches de schiste amphibolique et de diorite schisteuse; accessoirement des grenats, des grains siliceux, des pyrites magnétiques, sur les crevasses du spath calcaire, de l'adélite (à 6638 mètres de l'apophyllite). Les couches sont souvent plissées. La roche est dure, tenace, ordinairement déchirée; dans le voisinage de crevasses, elle renferme de la serpentine (entre 6376 et 6380 mètres) ou bien se transforme en schiste gris-verdâtre (à 7141 mètres).

A l'amphibole succède une couche contournée de pierre ollaire enveloppée de mica brun qui apparaît entre 6933 et 6936, ainsi qu'entre 6949 et 6954 mètres, se compose de talc, d'actinote à serpentine, d'olivine (entstatite) et contient accessoirement du spath brunissant et des grains siliceux. La roche est tendre, d'une stratification indistincte, mais en plaques régulières.

Le gneiss micacé qui prédomine de beaucoup, diffère du gneiss par la structure et par une plus grande abondance de mica. Ces deux roches se mélangent de sorte qu'il est difficile d'en déterminer les limites exactement. Tantôt c'est un mica brun, étiré, écailleux, tantôt un mica gris, présentant à la cassure principale des écailles conchoïdales, qui prédomine dans le gneiss micacé; ordinairement ces deux sortes de mica se trouvent à côté l'une de l'autre et alors on ne remarque que des nuances de couleur d'une seule et même espèce. Des écailles fines et tendres, de couleur brune, colorent souvent en gris de fumée la pâte presque compacte. Cette dernière est la même que dans le gneiss; mais par suite d'écrasement, les lamelles en ont été le plus souvent plissées ou bien réduites en grains entre lesquels le mica s'est aggloméré. La stratification secondaire produite par les fissures d'écrasement et les crevasses tapissées de mica n'est point du tout conforme à la structure parallèle qui existait primitivement.

C'est surtout dans le voisinage des couches de quartz et des faces de refoulement, ainsi que dans quelques couches indépendantes que le mica brun s'accroît et apparaît sous forme de pellicules adhérentes, de sorte que le gneiss micacé ressemble au schiste micacé. Cette sorte de roche est cassante et peu ferme, mais le gneiss micacé est en général si porté à se détacher sous forme d'écailles et de débris qu'il ne peut, bien qu'il soit sain et pourvu d'une certaine ténacité, se passer de revêtement.

On trouve dans le gneiss micacé (entre 6370 et 6440 mètres) des grenats, mais accessoirement seulement et toujours clair-semés, de la tourmaline dans le voisinage du gneiss à tourmaline, des pyrites sulfureuses et magnétiques, ces dernières surtout en couches mélangées à du feldspath bleu-gris dans lesquelles domine en même temps le mica gris à écailles conchoïdales.

Le gneiss compacte se montre en couches minces entre 6435 et 6486 mètres, d'une plus grande puissance entre 7255 et 7283, ainsi qu'entre 7367 et 7380 mètres et plus au sud en stries nombreuses.

La pâte compacte de feldspath quartzeux (eurite, haelleflinte, pâte porphyrique) de cette roche est rayée comme les schistes de blanc en général, de gris, de vert et de rouge par du mica brun ou gris en écailles tendres. Dans certaines couches, le mica est si abondant que le gneiss compacte ressemble au grès micacé à cassure terne et à grain fin. Entre 7363 et 7379 mètres on trouve disposés en cordon des grains arrondis de quartz hyalin avec quelques facettes qui trahissent l'origine élastique de la roche. On rencontre accessoirement des grains siliceux provenant de gneiss à tourmaline (à 6367 mètres) et plus au sud, mais très clair-semées de fines aiguilles de tourmaline.

Les couches épaisses du gneiss compacte présentent peu de sécurité à cause de leurs crevasses peu consistantes; par contre les couches minces offrent par leur solidité même, un certain appui aux roches secondaires décomposées.

Dans toutes les roches décrites ci-dessus, on voit apparaître souvent des couches de feldspath quartzeux, tantôt en zones, tantôt en couches minces qui toutefois sont écrasées en rognons informes. Elles sont en général enveloppées de mica brun-noir, soit comme eurite, soit comme pegmatite; à la fin de l'année, elles se composaient surtout de quartz concrétionné. Dès que la roche secondaire contient du feldspath bleu-grisâtre, ce dernier se retrouve aussi dans ces couches. Elles renferment accidentellement de la muscovite (de celle analogue à la pegmatite), des grains siliceux, des grenats (entre 6370 et 6440 mètres), de la chlorite et des traces de fer spéculaire.

A 7377 mètres une zone de quartz entoure des cavités béantes, d'un décimètre de largeur et tapissées de chlorite, de spath calcaire, d'adulaire, d'albite, de fer spéculaire et de pyrites magnétiques. Comme la montagne a en cet endroit une hauteur de 1646 mètres, il est donc prouvé que la poussée qui s'exerce ne fait pas pénétrer le gneiss micacé dans les ouvertures.

La régularité de la stratification a été troublée sur le parcours de différentes manières. Des poussées dans les plans de stratification ont formé dans la roche consistante des plissements et entrelacements considérables (de 6360 à 6365, 6448 à 6450, 6530 à 6540, 6576 à 6592, 6620 à 6630, 6670 à 6675, 6730 à 6777, 6830 à 6860, 6970 à 7036, à 7077, 7087, 7102, 7122, 7280); elles ont plissé ou tellement écrasé le gneiss micacé moins dur, mais plus tenace que la structure parallèle primitive est souvent confuse ou disparaît entièrement, tandis que des fissures d'écrasement rayées en suivent la direction. Comme les faibles plissements doivent être perpendiculaires à la poussée et qu'en général ils s'inclinent de 50 à 60° vers le NE, la poussée n'a pu s'opérer que dans la direction de SO à NE.

Par suite de ces plissements et de la forme lenticulaire qu'affectent plusieurs couches secondaires (pegmatite à 6456, amphibole de 6427 à 6434), la direction des couches varie souvent de NE à ENE et vice versa, passe quelquefois à NO pendant que l'inclinaison sud passe çà et là au nord (fréquemment de 6386 et 6590, à 6770, 7075, 7100, 7120 à 7135, 7280, 7459). En faisant abstraction des refoulements et des ruptures de couches, la direction de la stratification est généralement N 50 E — 74 S. Les aplatissements insolites qui se présentent de 6980 à 7200 mètres, ne proviennent nullement de la présence d'un bassin et d'autre part, l'inclinaison moyenne variant de 45° à 84° S ne permet pas

d'apercevoir une disposition régulière des couches en éventail. C'est surtout entre 7310 et 7400 que les couches tournent à NNE d'une manière analogue aux lacets des roches du Kastelhorn.

Il faut particulièrement remarquer la stratification secondaire produite par des crevasses très rapprochées et tapissées de mica, et qui apparaît surtout là où la stratification primitive devient indistincte par suite d'écrasement ou disparaît presque complètement (7153 à 7278, 7368 à 7380, 7430 à 7450). Elle s'étend dans la règle en faibles ondulations NNO, variant dans de fortes inclinaisons de l'O à l'E. Comme les pellicules de mica sur la surface des crevasses sont souvent limées par les écrasements et les glissements et que des stries étroites de feldspath quartzeux leur succèdent, il est parfois difficile de distinguer la structure parallèle de la stratification secondaire. Cela est surtout le cas pour le gneiss compacte de 7263 à 7268 dont les bancs indiqués par des chapelets de grains de quartz arrondis se dirigent de N 4 à 22 O — 77 E à 71 O, tandis que les limites des couches s'inclinent N 60 à 66 E — 79 à 85 S. Si la stratification secondaire résulte d'une poussée, celle-ci a dû s'exercer de l'O à l'E.

Les refoulements le long des fentes et crevasses qui ont partagé les roches en bandes, sont beaucoup plus récents que les mouvements de terrains qui ont produit les plissements et les stratifications secondaires. La plupart (sinon les plus importants) de ces refoulements font un angle aigu avec la stratification (NE — SE), beaucoup s'étendent le long de couches de feldspath quartzeux. Les crevasses sont remplies de roches secondaires écrasées et décomposées et à un certain degré de puissance, se disséminent en fissures. Leurs surfaces de contact ainsi que les morceaux qui se détachent de la masse sont souvent rayés et polis en noir. Les couches s'appuyant à des crevasses de renversement, sont non-seulement très souvent disloquées (6630 à 6660, 6915 à 7175, 7458 à 7540), mais encore limitées par ces crevasses d'une façon anormale et refoulées contre celles-ci (6375 à 6380, 6430 à 6440, 6630 à 6660, à 6920, 96, 7010, 7120, 7148, 67, 89, 7204, 88, 7341, 5 et 67, 7477 à 7527). Les bords de refoulement et la position des extrémités des couches refoulées, indiquent que ce sont toujours les bandes de terrain au sud qui ont été repoussées dans une direction ascendante.

Dans le tunnel vers 6436, des couches d'amphibole et de gneiss compacte affleurent vers 5935 mètres à 2220 mètres au-dessus de la mer. Les bandes d'amphibole traversées à 6639, 63, 6711 apparaissent à la surface entre 6220 et 6246 à partir de la tête du tunnel à 2370 mètres au-dessus de la mer. Le gneiss rayé entre 6940 et 7036 (tunnel), affleure de 6430 à 6880, à une élévation de 2460 à 2550 mètres au-dessus de la mer.

Le gneiss micacé de 7000 en tunnel se montre à 6610, à 2530 mètres au-dessus de la mer.

Le gneiss à tourmaline traversé entre 7342 et 7367 affleure entre 7470 et 7520.

Les nombreuses couches minces et les raies de gneiss compacte de couleur grise, qui ont succédé au gneiss à tourmaline jusqu'à la fin de l'année, l'accompagnent aussi jusqu'à la surface entre l'Aelpetli-grat et le Kastelhorngrat.

Les venues d'eau, suintements, eaux de galerie qui se sont montrés dans le tunnel pendant le parcours effectué dans l'année 1879, provenaient en majeure partie de crevasses glaiseuses et des épontes de couches de quartz. Les masses puissantes de gneiss micacé à l'état de kaolin étaient sèches, mais leur voisinage immédiat humide. Des venues d'eau assez considérables apparurent vers 6429 sous forme de forts suintements sortant de crevasses NNO et qui vers 6715, 6920, 6927 à 30, 7010, 7147 à 75 sortaient de fissures désagrégées. Ces eaux de filtration sont si fortement hépatiques que non-seulement elles ont l'odeur d'acide sulfhydrique, mais encore elles déposent des pellicules de soufre sur les pierres,

sur les tuyaux et même sur les parois d'une auge en bois servant d'abreuvoir pour les chevaux. Le volume de ces eaux a été évalué à 2 litres par seconde.

Ce volume n'a point diminué après le battage au large, mais les eaux suintent en gouttes isolées sur une si grande surface qu'on ne peut songer à les capter. Au sud de la crevasse glaiseuse, il y a une filtration entre 7307 et 11 et la limite nord de la grande masse disloquée est pareillement humide, surtout entre 7457 et 61.

Conditions de température. La galerie de direction arriva vers 6865 mètres sous le glacier de Ste-Anna, passa sous la cime de ce dernier à 7094 mètres et le quitta vers 7225 mètres. (Ces limites ont été mesurées en Septembre 1877.)

A 7291 la galerie passa sous l'Aelpetligrat élevé de 2839,5 mètres et le deuxième des profils sous le rapport de la hauteur et s'avança ensuite sous l'entaille située entre l'Aelpetligrat et le Kastelhorngrat.

Le tableau ci-après indique les températures observées dans la galerie de direction.

Avancement par mois	Distance de la tête	Hauteur moyenne (en mètres)		Température moyenne de l'air (en degrés centigrades)					Température de l'eau (en degrés centigrades)	Température de la roche (en degrés centigrades)	Température du sol à la surface	Coefficient d'augmen- tation de la température	Observations
				au front de taille			en arrière du front de taille						
		du sol au-dessus de la mer	du sommet du tunnel jusqu'à la sur- face au jour	à la perforation	au déblaiement	moyenne	dans la galerie d'avancement	dans le tunnel d'arrêt					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Janvier 6356 6466	6300—6400 6472,2	2453,2 2496,5 ^{b)}	1301,1 1345,0	24,0 .	28,5 .	26,3 .	28,0 .	. 28,8*	. .	. 29,3*	. 1,3	. 0,020817	b) Ces chiffres concernent les thermomètres enfoncés. * 13—15 Oct. 79, avec ventilation complète du tunnel déblayé.
Février 6576,0	400—500 6547,0	2483,9 2522,0 ^{b)}	1331,2 1370	24,2 .	28,9 .	26,5 .	28,5 .	. 28,75*	28,0 .	. 29,6*	. 1,1	. 0,020803	* 13—15 Oct. 79, comme ci-dessus.
Mars 6696,0	500—600 600—700	2523,7 2539,3	1370,4 1385,4	26,4 25,4	28,6 28,8	27,5 27,1	28,2 28,2	. .	. .	. .	. .	. .	
Avril 6811,0	6713,5 700—800	2560,5 ^{b)} 2580,9	1408,2 1426,5	. 24,4	. 28,1	. 26,4	. 28,5	29,15*	. .	29,36*	0,95	0,020175	* 13—15 Oct. 79, comme ci-dessus.
Mai 6940,0	800—900 6900—7000	2635,2 2679,0	1480,2 1523,4	25,8 25,9	30,4 28,3	28,1 27,1	28,9 29,0	. .	. 28,75*	. .	. .	. .	* A 6929 ^m , le 27 Juin.
Juin 7036,0	7000—7100 100—200	2710,7 2748,2	1554,5 1591,4	26,3 27,0	29,6 30,2	27,9 28,6	29,2 29,7	. .	29,4* 30,0*	. .	. .	. .	* A 7010 ^m , le 30 Juillet. * A 7167 ^m , sources sulfureuses, le 18 Sept.
Juillet 7135,0	7291,0	2839,5 ^{b)}	1684,4	. .	. .	. .	. .	. .	. .	30,55*	-0,45	0,018404	* 29 Nov. 79 — 27 Janv. 80, tempér. de l'air 319,45. 21 Fév. 80, temp. de la roche 309,58, de l'air 319,4. 10 Mars 80, id. 309,35, id. 309,8. 2 Avril 80, id. 309,40, id. 309,25.
Août 7251,0	200—300 300—400	2809,4 2810,1	1652,1 1652,2	. .	. 29,8	. .	30,0 ^{a)} 30,3	. .	. .	. .	. .	. .	a) Pendant le travail. Avec ventilation complète et ar- rêt des travaux, le 13—15 Oct. 29,4 seulement.
Septembre 7336,0	7393,2 400—500	2800,5 ^{b)} 2780,6	1644,8 1622,1	. 28,2	. .	. .	. 30,0	. .	. .	30,26*	-0,24	0,018543	* 13—15 Oct. 79, température de l'air avec ventilation complète du front d'attaque déblayé 279,4 à 299,7.
Octobre 7464,0	7453,0	2773,6 ^{b)}	1617,8	. .	. .	. .	. .	. .	. .	30,17*	-0,09	0,018704	* 2 Déc. 79 — 27 Janv. 80, temp. de l'air 319,6. 21 Fév. 80, temp. de la roche 309,23, de l'air 319,7. 10 Mars 80, id. 309,36, id. 309,9. 2 Avril 80, id. 309,37, id. 309,35.
Novembre 7505,0	500—600	2789,9	1630,8	28,9	28,9	28,9	30,6	. .	. .	. .	. .	. .	
Décembre 7533,0	7635,0	2861,1 ^{b)}	1704,6	. .	. .	. .	. .	. .	. .	30,21*	-0,54	-0,018039	* 17 Fév. — 21 Fév. 80, tempér. de l'air 290,6. 10 Mars 80, temp. de la roche 290,58, de l'air 309,82. 2 Avril 80, id. 309,6, id. 309,65.

Il ressort des données de ce tableau qu'à une profondeur moyenne de 1539,25 mètres et sous un terrain montagneux d'une hauteur moyenne au-dessus de la mer de 2693,4 mètres, le coefficient d'augmentation de température est en moyenne de **0,01915**.

En décrivant en détail les différentes catégories de travaux, nous commencerons par la galerie d'avancement comme objet principal; les résultats obtenus et les facteurs qui y ont le plus contribué sont récapitulés dans le tableau suivant:

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

N°	O b j e t	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	Progrès mensuel m.	110	110	120	115,000	129,0	96,000	99,0	116,0	85,0	128,0	41,0	28,0
2	Progrès journalier, moyen, par 24 h. »	3,548	3,929	3,871	3,833	4,300	3,200	3,367	3,634	4,111	4,678	2,849	1,905
3	» » maximum . . . »	6,100	5,600	5,200	5,200	6,200	5,200	4,400	4,800	5,200	5,9	5,7	3,4
4	Section moyenne du front d'attaque mq.	6,500	6,500	6,500	6,308	6,209	6,375	6,042	6,029	5,873	6,009	6,873	7,842
5	Longueur des trous foncés, par escouade m.	127,61	126,77	133,06	122,800	137,200	104,800	112,2	131,5	96,2	140,0	40,2	19,7
6	La même par 10 ^m de galerie . . . »	11,601	11,525	11,088	10,678	10,636	10,916	11,333	11,435	11,318	10,937	11,929	11,588
7	Longueur des trous éclatés, par escouade »	110	110	120	115	129	96	99	115	85	128	33,7	17
8	» brute d'un trou foncé, » »	1,329	1,334	1,291	1,293	1,294	1,248	1,194	1,229	1,266	1,296	1,117	0,895
9	» effective d'un trou éclaté » »	1,146	1,158	1,165	1,211	1,217	1,143	1,053	1,075	1,118	1,185	0,9361	0,773
10	» restante des trous, » »	4,148	4,183	2,869	1,836	1,689	2,384	3,045	3,480	3,427	2,521	2,011	1,042
11	» » » pour chaque » »	0,183	0,176	0,126	0,082	0,077	0,105	0,141	0,134	0,148	0,111	0,181	0,122
12	» totale des trous percés . . . »	2891,3	3011,7	3043	2768,6	2993,0	2416,55	2710,4	3100,4	2142,3	3174,5	413,5	168,9
13	Lamême p. 10 ^m d'avancement de la galerie »	262,345	273,791	253,383	240,749	232,086	251,724	273,778	269,000	252,033	248,097	122,700	99,333
14	Temps employé . . . heures et minutes	743 ^h 55 ^m	659 ^h 5 ^m	758 ^h 25 ^m	709 ^h 30 ^m	696 ^h 40 ^m	715 ^h 00 ^m	705 ^h 40 ^m	746 ^h 50 ^m	488 ^h 25 ^m	645 ^h 45 ^m	283 ^h 30 ^m	406 ^h 10 ^m
15	» perdu . . . » »	3 ^h 55 ^m	14 ^h	15 ^h 30 ^m	8 ^h 00 ^m	47 ^h 35 ^m	—	—	7 ^h 40 ^m	7 ^h 50 ^m	10 ^h 55 ^m	—	25 ^h 20 ^m
16	» total employé à la perforation . . . »	432 ^h 25 ^m	360 ^h 25 ^m	398 ^h 5 ^m	398 ^h 5 ^m	361 ^h 10 ^m	433 ^h 55 ^m	420 ^h 25 ^m	361 ^h 45 ^m	218 ^h 30 ^m	280 ^h	56 ^h	42 ^h 25 ^m
17	» » pour décharger les mines, déblayer, etc. » »	311 ^h 30 ^m	298 ^h 40 ^m	330 ^h 20 ^m	311 ^h 25 ^m	335 ^h 30 ^m	281 ^h 5 ^m	285 ^h 15 ^m	385 ^h 5 ^m	269 ^h 5 ^m	365 ^h 45 ^m	227 ^h 50 ^m	363 ^h 45 ^m
18	» employé par perforation » »	4 ^h 30-290 ^m	3 ^h 47-632 ^m	3 ^h 51-893 ^m	4 ^h 11-421 ^m	3 ^h 24-434 ^m	5 ^h 9-940 ^m	4 ^h 28-331 ^m	3 ^h 22-850 ^m	2 ^h 32-300 ^m	2 ^h 35-550 ^m	1 ^h 33-333 ^m	1 ^h 55-682 ^m
19	» » » jeu de mines » »	3 ^h 14-688 ^m	3 ^h 8-632 ^m	3 ^h 12-427 ^m	3 ^h 16-684 ^m	3 ^h 9-906 ^m	3 ^h 20-774 ^m	3 ^h 2-074 ^m	3 ^h 35-934 ^m	3 ^h 33-092 ^m	3 ^h 23-205 ^m	5 ^h 25-476 ^m	7 ^h 54-456 ^m
20	» » » perforatrice pour percer un mètre . . . minutes	35,894	28,721	31,397	34,508	28,968	43,996	37,228	28,003	24,476	21,169	—	—
21	Nombre des postes de perforateurs . .	96	95	103	95	106	84	94	107	76	108	36	22
22	Le même par 10 ^m de galerie . . .	8,727	8,636	8,583	8,261	8,217	8,750	9,495	9,304	8,941	8,437	10,682	12,941
23	Nombre des postes de mineurs . . .	96	95	103	95	106	84	94	107	76	108	42	46
24	» » trous perforés . . .	2176	2258	2345	2127,0	2325,0	1907,0	2270,0	2418,0	1760,0	2543,0	400,0	188,0
25	Le même par 10 ^m de galerie . . .	197,818	205,273	195,417	184,956	180,234	198,647	229,233	210,261	207,658	191,640	118,691	110,588
26	Moyenne des trous par poste . . .	22,667	23,768	22,767	22,389	21,934	22,702	24,149	22,598	23,139	22,713	11,111	8,545
27	Nombre de fleurets changés . . .	7766	7749	8151	7381	7834	7424	8250	8305	5688	8084	1145	421
28	Le même par 10 ^m de galerie . . .	706	704,455	679,250	641,826	607,287	773,333	833,333	722,170	669,196	631,563	339,762	247,647
29	Nombre total de perforatrices (moyenne en service)	384	380	412	380	424	336	376	428	304	432	144	88
30	Le même par poste . . .	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	—	—
31	Nombre de perforatrices changées . . .	35	25	28	manque	manque	manque	24	22	11	10	1	1
32	Le même en % . . .	9,115	6,579	6,796	manque	manque	manque	6,383	5,140	3,618	2,315	0,694	1,136
	» » » minimale . . .	4	3,33	—	5	4,66	4	4,75	4,67	4,33	5	4	—
33	Pression de l'air en atmosphères abs. (moyenne)	4,21	4,2	3,98	5,22	5,19	4,61	3,80	3,92	3,42	3,51	2,90	—
	» » » maximale . . .	4,66	5	4,40	5,66	5,66	5,5	2,75	2,33	2,66	2,70	2,70	—
34	Températ. moyenne à la perforat. en degrés centigr.	24,2	26,4	25,4	24,4	25,9	25,7	27,0	—	—	—	29,6	—
35	» » » au déblayage » »	29,0	28,6	28,8	28,4	29,7	29,0	29,0	—	29,7	30,0	30,3	29,8

Le progrès réalisé dans la galerie d'avancement, qui comporte en tout 1157,7 mètres courants, est inférieur de 90,3 mètres à celui que fixait le programme et l'avancement qui était de 7513,7 mètres à la fin de 1879, l'emporte encore de 63,7 sur ce qu'exige le programme. La section de la galerie d'avancement a été en moyenne de 6,421 mètres carrés. La roche consistait en gneiss micacé dont la dureté était soumise à des variations considérables suivant la proportion de quartz. En général la roche était avantageuse pour la perforation et pour l'effet des mines; dans la galerie d'avancement elle a été consistante à l'exception des parties 6645 à 6655, 7304 à 7309, dans lesquelles un affaissement occasionna une interruption de 9 jours dans la perforation et à l'exception surtout de la partie 7475 à 7528 où la roche est brisée et soumise à de fortes pressions. Cette roche brisée a été attaquée le 10 Novembre et dépassée à la fin de l'année. Dans l'intervalle du 10 Novembre au 31 Décembre les travaux ont dû se faire à la main et par ce fait l'avancement n'a été que de 53 mètres. Cette roche brisée à laquelle on ne s'attendait point est aussi la cause de la diminution des progrès réalisés comparés avec les résultats de l'année précédente.

Il ne s'est produit sur la longueur parcourue aucune venue d'eau digne d'être mentionnée; par contre de faibles filtrations ont surgi entre 6358 et 62, 74, 98, 6404, 6429, 7146 à 7156 et à d'autres endroits des suintements de peu d'importance dans les failles glaiseuses comme vers 6715, 6746, 6802 à 3, 6920, 7010, 7147, 7175, 7457 à 61.

En général la roche traversée pendant l'année dernière s'est montrée d'une solidité moins considérable que celle que possède le gneiss qui suit la serpentine à partir de 5309 et à plusieurs endroits de l'élargissement en calotte, un léger boisage devint nécessaire dont on avait pu se passer dans la galerie d'avancement. Un revêtement en maçonnerie sera donc indispensable sur toute la longueur traversée en 1879.

L'avancement le plus fort s'est produit en Mai, où il a été de 129 mètres, tandis que le plus faible a été de 17 mètres en Décembre à travers la roche disloquée, très compressible, où la plus grande partie du temps a été consacrée au boisage. Le temps moyen par mois pour un poste de perforateurs a été au maximum au mois de Juin de 5^h 9' et en minimum au mois d'Octobre de 2^h 35'; pour un poste de déblayage de 7^h 54' en maximum au mois de Décembre et de 3^h 2' en minimum au mois de Juillet. Le chiffre moyen des trous percés dans la roche solide a peu varié; il était de 21,93 en Mai et de 24,14 en Juillet. La plus grande longueur moyenne éclatée de 1,217 mètre a été obtenue au mois de Mai et correspond au plus fort progrès mensuel, la moins considérable en Décembre, correspondant également au plus faible progrès. La pression moyenne de l'air la plus forte de 5,22 atmosphères absolues au front d'attaque tombe dans le mois d'Avril et la plus faible de 2,9 en Novembre. La pression au front d'attaque dépend, comme l'on sait, moins du volume refoulé que des prises d'air le long de la conduite.

L'excavation de la calotte a progressé de 1162,6 mètres courants et reste ainsi de 337,4 mètres en dessous de ce qui était fixé par le programme. L'avance qui existait au début de l'année s'est transformée à la fin de l'exercice en un retard de 93 mètres sur ce qu'avait prévu le programme. Le progrès le plus considérable se trouve dans le mois de Septembre avec 142,6 mètres, le plus faible en Avril avec 14,2 mètres; comme l'on sait, l'entrepreneur, à la suite du différend soulevé par lui relativement à l'interprétation de la convention, avait suspendu pendant ce mois les travaux en calotte. Le système adopté qui, pendant l'année précédente, avait acquis un certain caractère de stabilité dans tous les genres de travaux, n'a pas subi de modifications. Autant que le permettait l'avancement de la galerie de direction, on a fait usage en calotte de la perforation mécanique, attendu que les effets

de la perforation à la main subissaient une réduction considérable par suite de l'accroissement de la température. Bien qu'avec la perforation mécanique, l'équipe ait opéré deux perforations et déblayages consécutifs sur deux chantiers différents et que par conséquent son séjour dans le tunnel ait été dans la règle plus prolongé que celui de l'équipe pour la perforation à la main, l'escouade des perforateurs, par suite du volume plus fort d'air injecté et de l'exécution par les machines des travaux les plus pénibles, a été moins fatiguée que par le travail à la main. Ce dernier ne peut toutefois pas être évité dans les parties exigeant un boisage, pour l'installation des perforatrices aux places écroulées et pour l'achèvement de l'excavation du sommet de la galerie.

Le progrès plus faible en calotte fait sentir son influence sur le revêtement de la voûte, comme c'était le cas l'année précédente, mais en sens inverse. Pendant l'exercice, il n'a été voûté que 773,4 mètres courants, c'est-à-dire un peu plus du tiers de ce qui avait été exécuté en 1878. En outre 484 mètres restent pour le moment sans revêtement. En comptant ces derniers, le progrès annuel serait de 1257,4 mètres et quoique restant de 290,6 mètres en dessous de ce qu'exigeait le programme, il dépasserait encore de 94,8 le progrès réalisé en calotte.

Les travaux de la cunette du strosse ont avancé pendant l'année de 1115,4 mètres courants dont 772,6 mètres ont été exécutés pendant les deux premiers semestres et 342,8 seulement pendant les deux derniers. La raison de ce progrès si extraordinairement faible se trouve dans l'innovation qui a été introduite en vue des travaux d'extraction et du transport des matériaux de l'étage supérieur à l'étage inférieur. A partir de la nouvelle rampe vers 4740 mise en exploitation le 23 Juin, la cunette du strosse n'a été excavée qu'à mi-hauteur et l'on a forcé les travaux dans cet étage supérieur, autant que le permettaient le revêtement en voûte et le battage au large, afin de pouvoir poser le plus rapidement possible à mi-hauteur de la cunette du strosse une voie pour le service des locomotives et réduire par là le nombre des chevaux, qui ont beaucoup à souffrir de la chaleur. Comme de cette manière les masses détachées par les mines et les eaux de l'étage inférieur de la cunette ne doivent être, dans les attaques intermédiaires, élevées qu'à la moitié de la hauteur, il est facile de voir l'avantage économique résultant de ce mode d'exécution.

L'avancement du strosse a été de 1141,1 mètres courants, restant en dessous du programme de 460,9 mètres. Cela provient surtout du faible progrès réalisé pendant les deux premiers trimestres, attendu que ce n'est qu'au 22 Juin que la rampe a pu être établie 1000 mètres plus en avant et qu'on a obtenu ainsi une plus grande surface d'attaque pour l'excavation du strosse. Le progrès mensuel le plus fort a été de 133,6 mètres en Décembre, le plus faible de 40,1 mètres en Avril. Le fonçement de la cunette du strosse en deux étages ajourne la reprise en sous-œuvre de la voûte par les pieds-droits, mais il permet, une fois l'étage inférieur terminé, l'avancement immédiat de ce qui reste encore du strosse et le revêtement des pieds-droits.

Le système de transport est resté le même qu'en 1878, à l'exception du transport par locomotives à mi-hauteur de la cunette du strosse, que nous avons déjà mentionné. En calotte, ce moyen de transport n'est pas possible, attendu que la voie étant posée latéralement, la hauteur est insuffisante pour la locomotive et le réservoir à air. La reconstruction de la partie compressible vers 2800, c'est-à-dire le revêtement de cette partie avec des moëllons, ne laissait sur la voie de transport que la place nécessaire aux wagons et chevaux, mais une locomotive ne pouvait y passer. Cet obstacle a causé une interruption du transport par locomotives qui, sans cela, aurait pu s'étendre à la fin de l'année au delà de 5500 mètres. Le transport à travers la partie compressible a dû s'effectuer au moyen de chevaux et au delà de cette partie, à partir de 3000 mètres jusqu'à la voie d'évitement vers 5500 mètres,

une locomotive à air fonctionnait à mi-hauteur de la cunette du strosse. A partir de 5500 mètres jusqu'au front d'attaque, on employait de nouveau les chevaux. De la tête du tunnel jusqu'au coteau de décharge, le service a été fait par des locomotives à vapeur qui pendant l'hiver poussaient aussi les trains jusqu'à 2000 mètres. Par l'établissement de réservoirs à air dans le tunnel, on a évité aux endroits précédemment indiqués une diminution de la pression provenant des prises d'air sur la conduite, et l'on a aussi abrégé le temps nécessaire au remplissage.

Comme la maçonnerie exécutée dans la partie compressible, déjà mentionnée dans plusieurs rapports annuels, a subi des détériorations, on a procédé, pendant l'année 1879, à la reconstruction de cette partie (2766^m à 2838^{m,5}). Notre opinion étant que les accidents survenus précédemment ont été causés par les procédés adoptés par l'entrepreneur dans les travaux de mines et de maçonnerie, procédés qui occasionnaient des mouvements dans la montagne, nous avons exigé de l'entrepreneur qu'il eût à rétablir par de solides constructions, l'immobilité dans les couches rocheuses. A partir de ce moment, les travaux de reconstruction se poursuivent sans difficultés. Les nouveaux anneaux de maçonnerie qui ont été construits n'ont présenté, jusqu'à la fin de l'année et comparativement aux mesurages qui ont été faits, aucune trace de déplacement. La reconstruction ne peut toutefois s'effectuer que lentement, vu qu'elle a été entreprise par les deux extrémités; c'est pourquoi son achèvement demandera encore un certain temps.

Le vide excavé du tunnel du côté nord était à la fin de l'année:

dans la galerie d'avancement	1,280 mètres cubes
dans les autres parties en exécution	81,230 » »
dans la partie achevée du tunnel	191,350 » »

En tout 273,860 mètres cubes

tandis que pendant le mois de Décembre la quantité d'air aspirée en moyenne par jour (non compris celle nécessaire aux locomotives) était de 103,595 mètres cubes, c'est-à-dire le 38 0/0 du vide excavé. La température moyenne au front d'attaque a été en Décembre pendant le déblayage de 29,8^o C. Le nombre des lampes allumées en même temps s'est élevé en moyenne pendant le mois de Décembre à 359; elles brûlaient 251,3 kilogrammes d'huile par 24 heures. La consommation quotidienne de dynamite a atteint en moyenne 157,3 kilogrammes, mais ce chiffre s'est augmenté pendant d'autres mois de 70 à 80 kilogrammes, c'est-à-dire de la quantité nécessaire aux travaux de la galerie d'avancement. Comme en Décembre on est entré dans une roche la plupart du temps désagrégée, on n'a employé que 3 kilogrammes de dynamite. Le nombre des ouvriers occupés journellement dans le tunnel s'est élevé en moyenne pendant le mois de Décembre à 1160, et celui des animaux de trait à 37.

On a commencé l'été dernier la tranchée de la gare et la plate-forme a été élargie à tel point qu'à la fin de l'année on a pu approvisionner la plupart des matériaux de la voie nécessaires pour le tunnel.

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

Relativement aux installations, il est à mentionner que la conduite du Tessin a dû être déplacée en plusieurs endroits afin de la soustraire encore mieux aux effets des avalanches. La communication entre les compresseurs à colonne d'eau et le grand réservoir a été démontée et la conduite du Tessin a été directement raccordée à la conduite du tunnel. Au mois de Novembre une seconde locomotive à vapeur a fait le service en dehors du tunnel et au mois de Décembre, quand cela était nécessaire, elle a circulé dans les parties terminées du tunnel.

A la fin de l'année, la longueur des voies de service s'élevait à l'intérieur du tunnel à 8857 mètres et à 950 mètres en dehors; la conduite d'air avait une longueur de 11489 mètres. Sur ce nombre 5707 mètres ou 50 % de la longueur totale avaient un diamètre de 200 millimètres, 810 ou 7 % un diamètre de 150 millimètres, 962 ou 8 % un diamètre de 100 millimètres et 4010 ou 34 % un diamètre de 50 millimètres. La conduite d'air pour l'alimentation des locomotives se composait uniquement de ces derniers.

La tension moyenne de l'air refoulé dans le tunnel pour le fonctionnement des perforatrices et des pompes, de même que pour la ventilation était de 4,4 atmosphères à l'entrée et de 3,3 atmosphères au front de taille. L'air nécessaire aux locomotives avait une tension maximale de 10,7 atmosphères et moyenne de 9,6 atmosphères. Le cube d'air aspiré par les compresseurs a varié considérablement suivant la quantité d'eau dont on disposait et s'élevait :

en maximum au mois de Novembre	à	135,100 mètres cubes en 24 heures					
» minimum » » » Mars	à	79,500	»	»	»	»	»
» moyenne dans l'année entière	à	116,000	»	»	»	»	»

L'effet utile des compresseurs est pris pour cette estimation à 60 %.

A la fin de l'année il y avait sur place 90 perforatrices, savoir :

7 perforatrices du système Dubois-François	
65 » » » Mac Kean	
18 » » » Ferroux	

sur lesquelles on n'a toutefois employé que les perforatrices Mac Kean modifiées par Seguin.

Quant aux résultats obtenus dans les différents mois et suivant les sections de diagramme, le tableau suivant donne les indications nécessaires ainsi que sur le nombre des ouvriers occupés journallement du côté sud du tunnel.

Travaux exécutés et nombre d'ouvriers employés

à la tête sud du Tunnel du Gothard.

Indication de l'objet	Etat des travaux fin Décembre 1878	1 8 7 9												Résultat pour 1879	Etat des travaux fin Décembre 1879
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		
Galerie d'avancement	5843,5	81,3	51,7	67,6	135,8	109,6	98,5	103,0	94,9	93,3	98,4	102,8	121,6	1158,5	7002,0
Battage au large	5078,0	30,0	43,0	68,0	11,0	69,0	129,0	117,7	119,2	119,3	125,3	97,7	105,8	1035,2	6113,2
Cunette du strosse	4354,0	33,0	8,0	5,0	116,0	105,0	134,6	76,8	112,0	119,4	92,1	130,9	42,7	975,5	5329,5
Strosse	3551,0	111,0	129,0	170,0	142,0	135,0	107,8	75,1	44,7	50,9	60,1	32,2	72,7	1130,5	4681,5
Revêtement de la voûte	4551,3	84,1	51,0	63,0	84,1	23,5	3,2	19,9	33,8	55,8	81,5	60,8	80,4	678,0	5229,3
Revêtement des pieds-droits est	3103,2	61,5	37,5	128,6	226,5	203,2	216,2	241,6	200,8	175,2	200,9	82,2	56,1	1830,3	4933,5
Revêtement des pieds-droits ouest	3892,1	117,7	157,1	120,9	18,2	.	.	.	.	.	.	.	.	413,9	4306,0
Maçonnerie de l'aqueduc	3800,0	146,0	100	91,0	148,0	.	.	.	.	.	.	.	.	485,0	4285
Nombre d'ouvriers par jour en moyenne	.	1377	1327	1290	manque *	1080	1272	1302	1383	1516	1531	1477	1379		
Nombre maximum d'ouvriers pour un jour	.	1542	1504	1532	manque *	1333	1386	1389	1540	1650	1663	1660	1655		

* **Remarque:** Suivant un rapport de l'Ingénieur en chef, l'entreprise n'a pas communiqué ces chiffres à la Direction technique.

Les cubes de roche excavés en 1879 dans les différentes sections du diagramme sont les suivants :

Galerie d'avancement .	1158,5 mètres	×	7,7 mètres carrés	=	8,920 mètres cubes,
Battage au large . .	1035,2 »	×	9,5 »	=	9,834 »
Cunette du strosse .	975,5 »	×	9,5 »	=	9,267 »
Strosse	1130,5 »	×	18,4 »	=	20,801 »
Total					48,822 mètres cubes.

Ce cube total, divisé par 45,1, section du vide du tunnel, équivaut à un progrès annuel de 1083 mètres. Le programme prescrivait en chiffres ronds 1490 mètres. Le progrès le plus fort a été réalisé en Juin avec 105,8 mètres courants et le plus faible en Novembre avec 78,8 mètres.

La galerie d'avancement a été prolongée depuis 5843^{m,5} jusqu'à 7002^m à travers les roches suivantes :

Gneiss micacé	727 mètres,
Gneiss micacé ressemblant au schiste micacé .	38 »
Gneiss	365 »
Gneiss compacte	2 »
Amphibole	26,5 »
Total 1158,5 mètres.	

Ces roches diffèrent fort peu de celles du côté nord qui portent le même nom, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de les décrire une seconde fois.

A partir de 6076^m on rencontre surtout dans le gneiss micacé des grenats, mais clair-semés et toujours enveloppés de mica gris, de sorte que leur présence se trahit à la cassure principale par des nodules, tout-à-fait comme dans les couches correspondantes du Guspisthal où les grenats sont toutefois plus abondants que dans le tunnel. La tourmaline a été observée accessoirement dans le gneiss et le gneiss micacé de 6813 à 73, mais en très petite quantité.

Le gneiss se distingue du gneiss micacé non-seulement par la prédominance d'une pâte de feldspath quartzeux, mais par celle encore de mica écaillé de couleur noir-brun. Dès qu'on y trouve du mica gris conchoïdal, le gneiss passe au gneiss micacé. De pareilles transformations sont si fréquentes qu'on peut même préciser les zones dans lesquelles apparaissent un grand nombre de couches analogues au gneiss (de 5953 à 60, 5986 à 6056, 6165 à 80, 6293 à 6406, 6480 à 6516, 6546 à 6633, 6695 à 6872, 6945 à 63), mais non point de grandes quantités de gneiss agglomérées.

A certains endroits le gneiss acquiert par sa structure à veines grossières et par des plaques de mica noir-brun une certaine ressemblance avec le gneiss de Sella (6872, 6980). Dans le voisinage des couches d'amphibole, il contient de cette dernière; en même temps il devient plus riche en mica noir et il prend une texture à grains fins; il résulte de cela une roche lourde, foncée et tenace (6080, 6194 à 6216, 6427 à 31, 39 à 42, 90 à 97, 6511 à 16).

Dans le gneiss micacé c'est tantôt le mica brun à écailles lamelleuses qui domine, tantôt le mica conchoïdal de couleur gris-d'argent. Il ressemble au schiste micacé (5960 à 80, 6100 à 10, 6216, 42, 68, 6431, 39, 6505 à 8, 20 à 33, 6810 à 30) surtout dans le voisinage des faces de refoulement qui s'ouvrent principalement là où la roche offre le moins de résistance, c'est-à-dire dans les couches tendres, riches en mica.

La couleur du mica brun dans ces endroits passe souvent au vert, ou bien il est pâle, décomposé et renferme du talc. De même que le gneiss, le gneiss micacé prend un peu d'amphibole dans le voisinage des couches de cette roche. Cela se remarque surtout aux couches entre 6124 et 61 qui consistent en une pâte à grains fins et riche en quartz et qui doivent au mica brun leur stratification égale. Elles se rapprochent beaucoup du gneiss compacte (6740, 6834, 40 et sur de nombreuses stries étroites) qui, comme le gneiss compacte du côté nord, est tantôt felsitique, tantôt semblable au grès micacé; à 6740 mètres il acquiert, grâce à des bandes de mica brun à minces lamelles, un parallélisme linéaire particulier. Avec le gneiss compacte, il faut mentionner aussi quelques couches étroites de gneiss quartzeux en lamelles minces; elles sont souvent fondues avec les couches voisines de feldspath quartzeux et contiennent accidentellement des grains siliceux et des grenats (6043, 6184, 6305, ici avec du mica gris, qui en augmentant fait ressembler la roche à du schiste micacé).

L'amphibole n'apparaît nulle part en couches puissantes et agglomérées. Des bandes et de minces couches se rencontrent ou tout-à-fait isolées ou bien elles se répètent entre des couches de gneiss, de gneiss micacé ou de gneiss compacte contenant de l'amphibole, d'où il résulte un ensemble de couches caractérisé par une plus ou moins grande abondance d'amphibole (5992, 6012, 6030, 6065, 6074 à 81, 6141 à 61, 6179*, 6194 à 6216, 6414, 15, 18, 6422 à 31, 39 à 42, 70, 90 à 97, 6511 à 16, 6791, 6850). Les roches d'amphibole renferment accessoirement des grenats, du fer magnétique, des grains siliceux et de la chaux en stries minces revêtant des crevasses et de la zéolithe.

Des couches de feldspath quartzeux se sont montrées souvent aux endroits où la stratification était très irrégulière. Elles sont en partie disposées d'une manière concordante avec la roche secondaire, contournées avec cette dernière, ou bien écrasées en rognons informes. Les unes sont de tardives infiltrations dans les angles des plissements de roches, les autres sont de véritables zones. Elles sont formées en partie de pegmatite, en partie d'eurite et consistent, à partir de 6600 mètres vers le Nord, principalement en quartz concrétionné et en quartz hyalin réduit en éclats. Dans la règle, elles sont enveloppées de mica brun-noirâtre.

Les minéraux qui les accompagnent sont: la chlorite (Sammterde), des grains siliceux, surtout des pyrites magnétiques, des cristaux de quartz (rares et incomplètement formés), du fer spéculaire et du rutile (tous deux rarement), de l'apatite (disséminée dans le mica noir), de la molybdénite (traces vers 6345) du manganèse siliceux (sous forme de pigment rouge) et du spath calcaire (vers 6993).

Sur le côté sud la stratification est devenue confuse par des plissements et par des couches secondaires et a été dérangée par des renversements tout comme du côté nord.

L'axe des plis et plissements plonge au N O d'une manière prédominante, de sorte qu'aussi du côté sud les poussées ascendant du S O dans le plan de couches ont dû occasionner les plissements et les écrasements.

Bien que dans le tunnel, un grand nombre de couches paraissent courir en ondulant sur de longues distances, on ne trouve toutefois aucune preuve de l'existence de bassins ondulés, mais plutôt de fonds de bassins s'étendant en général suivant l'horizontale. Les ondulations des couches sont produites uniquement par la section des surfaces inclinées des couches coupées par le plan vertical du tunnel.

D'un autre côté, il est impossible d'apercevoir dans les parties traversées aucune couche continue en éventail. A ciel ouvert (Guspisthal) comme dans le tunnel, le plongement moyen est tantôt rapide vers le Nord, tantôt rapide vers le Sud. Dans les bandes isolées de roches refoulées les unes contre

* Cette couche est la plus dure du tunnel du Gothard. Avec un avancement quotidien de 0^m,9, on y a usé 363 fleurets.

les autres, on aperçoit bien une faible disposition de couches en éventail, les couches pliées, plissées et écrasées offrant souvent au fond une épaisseur apparente plus faible qu'à la surface, de sorte que leurs surfaces de contact sont divergentes.

Des plis plus considérables et des lacets ont été traversés de 5847 à 86, 5954, 6049 à 56, 98 à 6102, 65 à 67, 74 à 77, 6219 à 30, 58, 6423 à 6634 (10 petites voûtes détruites au moins), 6690 à 95, 6700 à 30, 70 à 80, 6802 à 13, 6545 à 55; des couches lenticulaires ont été rencontrées de 6154 à 58 et de 6194 à 6217.

Dans le voisinage surtout des dépôts à rognons de feldspath quartzeux, les couches étaient confuses, rompues et contournées; de petits plis, qui souvent vont jusqu'à l'écrasement et se séparent en barres, caractérisent fort bien le gneiss micacé ordinaire.

Abstraction faite des perturbations locales, la direction moyenne des couches a été :

jusqu'au joint aquifère	à 5890 mètres :	62 E	└ 79 S E
jusqu'à la face de refoulement . . . »	6217 » :	63 E	└ 85 N O
jusqu'aux rognons de quartz . . . »	6292 » :	52 E	└ 77 S E
jusqu'à la crevasse de renversement »	6446 » :	50 E	└ 82 N O
» » » »	6652 » :	31 E	└ 89 S E
jusqu'à la fin de l'année . . . »	7002 » :	65 E	└ 80 S E

L'oscillation vers le N N E que font entre 6446 et 6652 les nombreux lacets des couches correspond à la direction des roches du Kastelhorn à fleur de terre.

Une stratification secondaire a été remarquée surtout à partir de 6580 vers le Nord, mais les crevasses dont elle résulte aplatissent déjà la roche bien plus au Sud; elle s'étend de N 14 E à 29 O └ 43 E à 59 O, en général 16 O └ 80¹/₂ O; elle fait donc avec le plan horizontal des couches un angle de 70°.

Les nombreux renversements le long des failles glaiseuses et des joints de couches ne peuvent être récapitulés ici que par groupes.

Les fissures de renversement larges de 1 à 7 mètres vers 5907, 5960 à 67, 5977 et 80, courant N 55 E └ 40 S, 65 E └ 55 S, N 55 à 60 E └ 85 S à 70 N, et remplies de roches secondaires écrasées et décomposées, marquent une partie disloquée de la montagne qui s'étend de 5902 à 86 et renferme au moins 16 crevasses de renversement dont la présence est constatée. Dans cette partie, la galerie d'avancement a dû être boisée en deux endroits, sur une longueur totale de 25 mètres. A la partie disloquée correspond en général le vallon le plus méridional du Guspisthal, à une distance de la tête de 5795 mètres et à 2400 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Les travaux ont été moins entravés par les failles glaiseuses et les zones de quartz écrasées parmi lesquelles les plus remarquables sont les crevasses boisées vers 6100, 6217 (N 75 E └ 60 N), 6268 (N 35 E └ 62 S). A cette partie correspond le vallon du Guspisthal vers 6080 et 6135 mètres de l'entrée, à 2387 et 2385 mètres au-dessus de la mer. Entre 6356 et 6413 mètres lui succèdent de nombreuses fissures aquifères dont la direction générale fait supposer la présence plus loin d'un fond de vallée à travers lequel à la surface les « petits lacs » trouvent leur écoulement entre 6450 et 6600 mètres à partir de la tête. La ligne idéale du centre de gravité de ce vallon est une anticlinale que l'on remarque à la surface vers 6660 à 2540 mètres au-dessus de la mer. Elle correspond dans le tunnel à la partie boisée et compressible entre 6521,5 et 6532,5, qui consiste en gneiss schisteux micacé et en feldspath quartzeux écrasés et décomposés et enveloppe une crevasse désagrégée (vers 6526, N 40 E └ 65 S).

Entre 6802 et 34 on a traversé encore une zone disloquée, dans laquelle les couches cassantes sont confuses et souvent refoulées contre des fissures d'écrasement désagrégées et ont dû être boisées sur une

longueur de 12 mètres. Les faces de cette partie dirigées N 66 E $\vdash$ 87 S font conjecturer une ligne synclinale qu'on a reconnue à la surface vers 6955 mètres à partir de la tête du tunnel et à 2638 mètres au-dessus de la mer. Au Sud de la zone des roches brisées, la direction moyenne des couches est 63 E $\vdash$ 81 S, au Nord 61 E $\vdash$ 80 S, et dans la zone même 16 E $\vdash$ 79 N O.

Dans les crevasses de renversement, on aperçoit non-seulement des traces de frottement, des stries de glissement et de refoulement, mais encore les couches prennent des directions divergentes. Ces faits démontrent que par ex. les bandes de roche entre 5902 et 5904, ainsi qu'entre 5907 et 59,5 ont été poussées vers le haut, tandis que la partie disloquée qui commence à 5979 est restée immobile ou a glissé vers le bas. Entre 6388 et 6680 les couches changent 16 fois de direction en rencontrant des crevasses et des zones étroites remplies de quartz écrasé et de feldspath à l'état de kaolin et cela de telle manière que des bandes isolées ont dû être repoussées sur des longueurs et dans des directions différentes.

Les données suivantes entr'autres peuvent servir à s'orienter dans cette stratification confuse :

Le gneiss micacé à grenats du Guspisthal commence dans le tunnel à 6042 mètres, à la surface vers 5800 mètres environ de la tête et à une hauteur de 2400 mètres au-dessus de la mer.

Les couches d'amphibole entre 6064 et 6216 (tunnel) correspondent aux couches qui affleurent vers 6220 mètres de la tête à une hauteur de 2433 mètres au-dessus de la mer.

Le gneiss situé à 6340 dans le tunnel se voit à la surface vers 6480 mètres de la tête à 2481 mètres au-dessus de la mer; les couches de gneiss entre 6695 et 6872 (tunnel) apparaissent à la surface de 6480 à 6600 mètres.

Les zones disloquées que nous venons de décrire étaient très humides. Les venues d'eau ne provenaient toutefois pas des grandes fissures remplies de roche entièrement décomposées, mais bien des crevasses qui accompagnent ces fissures. Elles font partie souvent d'un système de crevasses communiquant entr'elles et par conséquent elles suivaient l'avancement de la galerie de direction jusqu'au moment où la veine aquifère principale était coupée.

Entre 5871 et 5986 s'écoulait une eau sulfureuse légèrement alcaline à raison de 9 litres par seconde; au Sud la roche était presque sèche, au Nord humide jusqu'à 6019, puis plus loin sèche. Les infiltrations diminuèrent et cessèrent en partie jusqu'à environ 5915, où d'autres apparurent. Vers 6063 nouvelles venues d'eau, mais faibles, avec maximum d'intensité vers 6217 où la faille glaiseuse laissait passer environ 3 litres par seconde.

C'est surtout entre 6260 et 6400 que les eaux hépithiques déposent des pellicules sulfureuses dès qu'elles offrent à l'air une plus grande surface. Il est évident que l'acide carbonique de l'air décompose les sulfides alcalins, l'acide sulfhydrique se dégage, le soufre se dépose et il se forme un alcali carbonaté. On a laissé pendant des semaines de petites tablettes de verre exposées à un jet d'eau entre 6390 et 6400 et l'on en a retrouvé qui étaient tapissées d'une mince couche de soufre. Le microscope a montré ce soufre formé de petits cristaux rhomboïdaux très ténus. Ces eaux se rencontrèrent en quelque sorte réunies dans la galerie d'avancement vers 6305 (du trou de mine 4/VI); de 6338 à 42 (pluie, suintement, sources sortant du sol O); 6374 (source de sol O); de 6392,5 à 98,5 (jets de l'épaisseur d'un doigt sortant de l'Est du sommet de la galerie). Lors du battage au large toutes ces infiltrations ont été divisées sur de grandes surfaces; c'est entre 6390 et 6400 mètres qu'il a été encore le plus facile de les capter.

A partir de ce point l'humidité a diminué et la roche était presque sèche entre 6427 et 6679. Un faible suintement s'est produit à la faille glaiseuse vers 6526 et dans les crevasses voisines, ainsi que

dans les crevasses vers 6610. A partir de ce moment jusqu'à la fin de l'année on a traversé encore des parties humides entre 6802 et 6834^m et à 6746^m.

Le débit total des eaux sortant du tunnel a été par seconde:

Le 12 Décembre 1878 à partir de 5760^m : 238 litres à 11^{0,8} mesurés à 178^m de l'entrée.

» 2 Janvier	1879	»	»	»	5851	:	216	»	»	12 ^{0,4}	»	»	»	»	»
» 21	»	»	»	»	5907	:	226	»	»	12 ^{0,2}	»	»	»	»	»
» 3 Février	»	»	»	»	5932	:	240	»	»	12 ^{0,7}	»	»	»	»	»
» 15	»	»	»	»	5961	:	228	»	»	13 ^{0,4}	»	»	211	»	»
» 10 Mars	»	»	»	»	5997	:	206	»	»	13 ^{0,1}	»	»	200	»	»
» 3 Avril	»	»	»	»	6054	:	234	»	»	12 ^{0,7}	»	»	»	»	»
» 10 Mai	»	»	»	»	6219	:	227	»	»	12 ^{0,3}	»	»	»	»	»
» 13 Juin	»	»	»	»	6345	:	264	»	»	11 ^{0,9}	»	»	»	»	»
» 8 Juillet	»	»	»	»	6411	:	240	»	»	11 ^{0,7}	»	»	»	»	»
» 8 Août	»	»	»	»	6507	:	263	»	»	11 ^{0,7}	»	»	»	»	»
» 12 Septembre	»	»	»	»	6604	:	272	»	»	11 ^{0,9}	»	»	»	»	»
» 2 Octobre	»	»	»	»	6687	:	282	»	»	11 ^{0,7}	»	»	»	»	»
» 6 Novembre	»	»	»	»	6800	:	221	»	»	11 ^{0,8}	»	»	»	»	»
» 13 Décembre	»	»	»	»	6936	:	218	»	»	12 ^{0,0}	»	»	»	»	»
» 9 Janvier	1880	»	»	»	7035	:	211	»	»	11 ^{0,8}	»	»	»	»	»

Conditions de température. La galerie d'avancement pénétra à 5800^m sous le vallon le plus méridional du Guspisthal (2400^m au-dessus de la mer), passa vers 6135 sous le fond le plus bas de cette vallée (2385^m au-dessus de la mer), traversa ensuite sous un terrain ascendant jusqu'à 7002^m, un sommet de 2652^{m,5} au-dessus de la mer qui est séparé du Kastelhorngrat par une gorge déserte.

Le tableau suivant donne le résultat des observations de température :

Avancement par mois	Distance de l'entrée	Hauteur moyenne en mètres		Température moyenne de l'air (en degrés centigrades)					Température de l'eau (en degrés centigrades)	Température de la roche (en degrés centigrades)	Température du sol à la surface	Coefficient d'augmen- tation de température	Observations
				au front de taille		en arrière du front de taille							
		au-dessus de la mer	du sommet du tunnel jusqu'à la surface	à la perforation	au délayage, chargement, etc.	moyenne	dans la galerie de direction	dans le tunnel chargé					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Janvier 5843,5 5924,8	5750,3 5800—900	2414,5 2410,5	1257,0 1250,4	. 27,2	. 29,8	. 28,5	. 30,6	29,4* 30,5* 29,3**	. 30,7	29,4* . .	1,8 . .	0,021957 . .	* 11—12 Janv. 80, vérification de l'axe. Eaux hépatiques * vérific. de l'axe, 13—15 Janv. 80. ** vérific. de l'axe, 11—14 Juin 79.
Février 5976,5	5900—6000	2406,7	1246,6	28,2	30,6	29,4	30,4	30,5* 31,3**	30,7	. .	. .	. .	* 5905 m pendant la vérific. de l'axe, 11—15 Janv. 80. ** id. le travail, 24 Janv. 80.
Mars 6044,1	6000—6100	2403,5	1243,3	27,8	30,3	29,1	29,7	. .	. .	. .	. .	. .	
Avril 6179,9	100—200	2395,8	1235,6	. .	. .	. .	29,1	. .	30,2	. .	. .	. .	
Mai 6289,5	200—300 6209,4	2453,4 2421,5	1293,1 1263,2	28,1 . .	30,6 . .	29,3 . .	30,1 . .	. .	30,2 . .	. .	. .	. .	* 279,5 avec ventilation de la galerie de direction dé- blayée, 12—14 Mai 80. Valeurs moyennes: le 14 Mai 80, temp. de la roche 29,36, de l'air 29,4. le 10 Juin 80, id. 29,91, id. 30,2. le 7 Juillet 80, id. 30,19, id. 30,8.
Juin 6388,0	300—400	2490,6	1330,3	26,4	30,4	28,4	30,4	. .	30,4	. .	. .	. .	
Juillet 6491,0	400—500	2481,7	1321,3	26,8	30,1	28,4	30,9	. .	. .	. .	. .	. .	
Août 6585,9	500—600	2476,1	1315,7	30,0* 30,9	30,9 30,45	30,7	. .	. .	. .	. .	. .	. .	* On ne travaillait qu'avec une perforatrice.
Septembre 6679,2	600—700	2532,0	1371,5	28,4	31,2	29,8	30,3	. .	. .	. .	. .	. .	
Octobre 6777,6	700—800	2576,1	1415,6	28,5	31,6	30,0	30,2	. .	. .	. .	. .	. .	
Novembre 6880,1	800—900	2621,4	1460,8	27,9	31,1	29,5	30,8	. .	. .	. .	. .	. .	* Observation unique. — Moyenne de 6 observations avec ventilation complète de la galerie d'avancement déblayée 30,1. Du 11—15 Janv. 80, 30,1 seulement. † 24 Janv. — 7 Fév., temp. de l'air 31,0. 23 Fév., temp. de la roche 30,52, de l'air 31,0. 10 Mars id. 30,53, id. 30,6.
Décembre 7002,0 7040,6	6960—7000 7000 7040,6	2641,2 2652,0 2635,8	1480,6 1494,4 1477,9	29,3 . .	31,6 . .	30,45 . .	31,0* 31,2** . .	. . 31,2** . .	. . 30,64† 30,53‡	. . 30,64† 30,53‡	. . 0,54 0,62	. . 0,020142 0,020238	** Pendant le travail, pendant la vérification de l'axe, 11—15 Janv. 80, 31,0 seulement. ‡ Vérific. de l'axe, 11—15 Janv. 80, temp. de l'air 28,9.

Les différents coefficients d'augmentation de température qui ressortent de ces observations ainsi que de celles faites sur le côté nord et précédemment, sont d'un grand intérêt. Nous les donnons ci-dessous.

Distance	Coefficient d'augmentation de température	Hauteur moyenne en mètres	
		du terrain au-dessus de la mer	de la montagne au-dessus du point d'observation
0—4400 N } 0—4100 S }	0,0207	1786,2	645,3
4600—5900 S	0,0204	2530,8	1371,1
5750—7041 S	0,0210	2331,0	1373,1
6472—7635 N	0,0192	2693,4	1539,3

Quand on connaît le terrain, il saute de suite aux yeux que ce coefficient ne devient sensiblement plus faible que le coefficient général (0,0192 au lieu de 0,0207) que sous les arêtes les plus escarpées ; pour la partie située sous le Guspisthal, qui a été traversée pendant l'année, il est par contre un peu plus élevé (0,0210 au lieu de 0,0204) que pour la partie percée l'année précédente située sous la ligne de partage des eaux de la Mer du Nord et de la Méditerranée et bien que par hasard la hauteur moyenne du terrain au-dessus de la mer soit égale à la hauteur moyenne de la montagne en cet endroit.

Du 24 au 25 Décembre, ainsi que le 29 du même mois on a perçu pour la première fois au front de taille du côté de Gœschenen les coups de mine du front d'attaque d'Airolo ; l'épaisseur du massif séparant les deux attaques était la première fois de 415^m et la seconde de 394^m.

Passant maintenant à la description des travaux sur les différents chantiers, nous ferons remarquer que les procédés adoptés étant les mêmes des deux côtés de la montagne, nous nous bornerons par conséquent à ne donner ici que les résultats obtenus.

Nous commencerons tout d'abord avec le plus important des chantiers, savoir la galerie de direction. Les résultats de la perforation mécanique et les observations les plus importantes qui ont été faites sont résumés dans le tableau suivant :

dans la galerie d'avancement à Airolo.

52

Remarques: * non-compris 1^m.4 de perforation à la main.
† 4^m.40

Le progrès de 1158,5 mètres courants obtenu dans la galerie d'avancement pendant l'exercice 1879 est resté au-dessous du programme de 89^m,5, d'où il résulte que l'avancement présentait à la fin de l'année un retard total de 428^m,7 sur ce qui avait été fixé par le programme. C'est dans les trois premiers mois que le retard s'est produit. En Janvier et Février, les roches étaient pour la plupart friables, nécessitaient un boisage et ne permettaient en partie que la perforation à la main. Le 15 Janvier, il se produisit un affaissement qui ne put être surmonté qu'après 12 jours de travail. Dans le mois de Mars une avalanche détruisit la conduite du Tessin; pour la réparer, on dut percer au travers de l'avalanche une galerie qui a demandé 7½ jours de travaux périlleux. L'avancement maximum tombe sur le mois d'Avril avec 135^m,8, ce qui s'explique par la suspension des travaux du battage au large, la pression s'étant élevée par ce fait au front de taille; le progrès le plus faible a été réalisé au mois d'Avril par suite du peu de solidité de la roche. La section moyenne de la galerie d'avancement a été de 6,34 mètres carrés. La roche traversée a consisté en moyenne en gneiss micacé riche en mica, facile à percer et se détachant aisément. Les angles très ouverts de plongement et de direction que faisaient les couches avec l'axe du tunnel étaient très favorables aux travaux.

Le progrès annuel en calotte ne s'élève qu'à 1035,2 mètres courants et reste de 464^m,8 en dessous de ce que fixait le programme. Le retard total du côté sud se monte donc à 836^m,9. Pendant le premier trimestre, on disposait d'un volume trop faible d'air comprimé, ce qui a amené une réduction de la perforation mécanique, et pendant le mois d'Avril on a dû, comme sur le côté nord et pour la même raison, arrêter les travaux du battage au large. Au commencement de l'année, le passage sur deux étages, ainsi qu'il est pratiqué du côté nord, était terminé et à la fin de l'exercice on prit des mesures pour pouvoir excaver, comme sur le côté de Göschenen, l'étage inférieur en deux plans différents.

La réduction de l'avancement en calotte a influencé aussi le revêtement en voûte qui n'a été exécuté que sur la très faible longueur de 675^m,2, tandis que le programme en exigeait 1548.

Comme la cunette du strosse suit le revêtement en voûte, le progrès qui y a été réalisé a subi aussi une réduction correspondante; ce progrès se monte à 975,5 mètres courants, au lieu de 1452 qu'exigeait le programme. Il faut attribuer en partie ce faible résultat à la reprise en sous-œuvre de la voûte, très difficile dans la partie compressible entre 4540^m et 4720^m, et qui exigeait une grande prudence dans le travail effectué par courtes sections, ainsi qu'un boisage puissant. Cette reprise en sous-œuvre au pied-droit est s'est accomplie sans qu'il en résultât le moindre dommage pour la voûte.

L'abatage du strosse a avancé pendant l'année de 1330^m,5, mais en restant de 271^m,5 en arrière du programme; ce retard tombe sur le second semestre pendant lequel il n'a été exécuté en tout que 335^m,7. Pendant le dit semestre, l'abatage s'est borné au « petit » strosse qui succède à la cunette du strosse attendu que la rampe vers 4300^m n'a été prolongée qu'en Décembre jusqu'à 5000^m.

Les moyens de transport sont les mêmes des deux côtés, mais ici la faiblesse de la pente n'exige l'emploi d'une locomotive à vapeur pour les trains entrant dans le tunnel, que lorsque l'eau fait défaut d'une manière prononcée: quand on a de l'eau en quantité suffisante, le transport même sur le coteau de décharge se fait par l'air comprimé.

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

dans la galerie d'avancement	4,612 mètres cubes
dans les autres parties en exécution	51,026 » »
dans le tunnel achevé	194,067 » »
en tout	249,705 mètres cubes

tandis que pendant le mois de Décembre la quantité d'air aspirée en moyenne par jour pour la perforation et la ventilation était de 106,002 mètres cubes, soit le 42 % du vide excavé. La température moyenne au front d'attaque a été en Décembre pendant le déblayage de 31°,6 C.

Le nombre des lampes allumées en même temps a été en moyenne de 384, brûlant par jour 269 kilogrammes d'huile. La quantité moyenne de dynamite a été par jour de 225 kilogr., le chiffre moyen des ouvriers occupés journallement de 1173 et celui des animaux de trait de 10.

En ce qui concerne le *tunnel dans son ensemble*, la grande vérification de l'axe a eu lieu du côté nord en Octobre et du côté sud en Mai et a donné des résultats favorables qui laissaient attendre une solution satisfaisante du percement définitif.

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

Désignation des travaux	Etat des travaux au 31 Décembre 1878			Progrès en 1879			Etat des travaux au 31 Décembre 1879		
	D'après programme	En réalité	Différence	D'après programme	En réalité	Différence	D'après programme	En réalité	Différence
Galerie d'avancement	12404	12199,5	— 204,5	2496	2335,5	— 160,5	14900	14535,0	— 365,0
Battage au large . .	10900	10772,4	— 127,6	3000	2197,7	— 802,3	13900	12970,1	— 929,9
Cunette du strosse .	10746	8570,2	— 2175,8	2904	2088,9	— 815,1	13650	10659,1	— 2990,9
Strosse	9528	7256,5	— 2271,5	3204	2271,6	— 932,4	12732	9528,1	— 3203,9
Voûte	9984	9261,9	— 722,1	3096	1451,4	— 1644,6	13080	10713,3	— 2366,7
Pieds-droits . . .	9464	6863,3	— 2600,7	3096	2164,4	— 931,6	12560	9027,7	— 3532,3

Ainsi donc l'arriéré s'est augmenté dans toutes les parties en exécution, sauf dans la galerie d'avancement où la différence entre le progrès réalisé et le progrès exigé par le programme est insignifiante.

En terminant ce chapitre nous mentionnerons encore les conventions qui, pendant l'exercice, ont été conclues avec M. L. Favre.

Comme sur le côté sud du tunnel on a coupé dans le voisinage du point culminant une forte source et qu'on pouvait s'attendre à en voir surgir d'autres, il était à craindre que l'affluence des eaux compliquât gravement les travaux de la galerie d'avancement dans les parties horizontales et encore plus sur les contre-pentes. Pour atténuer cet inconvénient il fut stipulé par une quatrième convention additionnelle que la pente de 0,5 ‰ sur le côté sud et celle de 5,82 ‰ sur le côté nord seraient prolongées jusqu'au percement définitif et qu'au point de jonction le sol du tunnel serait arrondi suivant une courbe de 3000 mètres de rayon; cette modification aura pour résultat un exhaussement de 0^m,70 du point culminant.

De plus on est parvenu par une cinquième convention additionnelle à arranger à l'amiable quelques questions litigieuses. Les points les plus importants de cette convention sont énumérés ci-après :

M. Louis Favre renonce à toute opposition contre les démarches faites et à faire par la Société du chemin de fer du Gothard en vue d'hypothéquer son réseau. Il s'engage à retirer sans retard son action

introduite auprès du Tribunal fédéral contre l'établissement d'une hypothèque sur la ligne Immensee-Pino, avec embranchement sur Locarno, et sur le tronçon de ligne Lugano-Chiasso. La Société du chemin de fer du Gothard déclare de son côté que les installations pour la construction du grand tunnel ne seront pas comprises dans l'hypothèque tant qu'elles ne seront pas acquises pour l'exploitation. La Société du chemin de fer du Gothard, en tant qu'elle aurait besoin d'installations pour l'exploitation du grand tunnel, reprendra les objets d'installation existants qui lui paraîtraient répondre à ce but, et cela à un prix qui sera débattu avec M. L. Favre. Si les parties ne pouvaient s'entendre sur ce prix, celui-ci sera fixé par une Commission d'experts nommée par le Conseil fédéral. Le montant ainsi fixé sera déduit de la somme dûe par M. Favre à la Société pour les installations. — Le tunnel sera excavé sur toute sa longueur de manière qu'en sus du profil normal, il y ait l'espace nécessaire pour établir une voûte maçonnée de quarante centimètres d'épaisseur au minimum. L'excavation nécessaire pour les pieds-droits ne sera exécutée que sur les parties du tunnel désignées par la Société. Pour l'élargissement de la voûte, la Société bonifie à M. Favre une somme dont les parties conviennent de remettre la fixation au Conseil fédéral. Pour l'élargissement des pieds-droits la Société paiera fr. 20 par mètre cube. Dans les emplacements où la Direction technique estimera qu'il n'est pas nécessaire de construire un pied-droit en maçonnerie et où le travail d'excavation se fera de manière que la voûte puisse reposer sur le pied-droit naturel, M. L. Favre recevra une prime de fr. 100 par mètre courant. Si, plus tard, l'on devait maçonner les pieds-droits dans quelques-unes de ces parties, il y aurait lieu de déduire du prix des maçonneries fr. 80 par mètre courant. Lors des paiements d'acomptes prévus pour le revêtement en maçonnerie à l'art, III de la convention du 21/25 Septembre 1875, les indemnités payées pour l'élargissement des parties en question seront déduites, à savoir: pour l'élargissement de la voûte, le prix à fixer par le Conseil fédéral et pour l'élargissement des pieds-droits, le prix convenu de fr. 80 par mètre courant. — En ce qui concerne le prix à fixer par mètre courant pour la reconstruction de la partie détruite de 2783 à 2814, les contractants se réservent d'en appeler à un tribunal d'arbitres, qui seront nommés par le Conseil fédéral si les parties ne peuvent s'entendre sur leur désignation. — La Société du chemin de fer du Gothard dégage M. L. Favre de l'obligation de poser la seconde voie dans le tunnel du Gothard. La Société paie à M. Favre une indemnité convenable pour la non-exécution de la double voie; si les contractants ne pouvaient s'entendre sur le chiffre de cette indemnité, elle sera fixée par des experts nommés par le Conseil fédéral. — La Société du chemin de fer du Gothard renonce au droit qui lui a été conféré conditionnellement par la convention additionnelle du 7 Février 1877 qui l'autorise à opérer des retenues mensuelles sur les situations de M. Favre et à se payer par voie de compensation des avances qui lui ont été faites pour l'acquisition de machines, etc., destinées à la construction du grand tunnel. Par contre M. L. Favre s'engage à restituer à la Société les sommes en question avec intérêts pour le 15 Octobre 1881. Dans le cas où M. Favre manquerait à cet engagement, la Société est autorisée à se payer par la liquidation des valeurs déposées par lui à titre de cautionnement. M. L. Favre déclare qu'il retire l'action qu'il a intentée dans le temps par devant le Tribunal fédéral contre la Société du chemin de fer du Gothard en vue d'obtenir des garanties ou éventuellement la résiliation des conventions conclues entre lui et la Société du Gothard.

Malheureusement, il ne devait pas être accordé à M. L. Favre de pouvoir achever la construction du tunnel du Gothard qu'il avait dirigée avec savoir ainsi qu'avec une énergie active et infatigable; le 19 Juin pendant une inspection des travaux dans le tunnel, une mort soudaine l'enleva à sa sphère d'activité. Quelque grande qu'ait été pour l'entreprise cette perte inattendue, elle n'a cependant occa-

sionné aucun arrêt dans les travaux, ces derniers ayant été continués par les représentants du défunt à Gœschenen et Airolo, jusqu'au moment où M. l'Ingénieur Bossi, chef du Bureau central de l'entreprise Favre, auquel, avec notre consentement, les héritiers de M. Favre avaient en leur nom et suivant les prescriptions des conventions existantes, confié la direction des travaux, eut pris la place vacante.

Tous les entrepreneurs ont créé pour leurs ouvriers, conformément aux prescriptions du cahier des charges, des *caisses de malades* qui, cependant ne concordent pas toutes avec le règlement établi par la Direction en date du 30 Juin 1873. Comme il a été reconnu que ce règlement devait être soumis à une révision, on a commencé les travaux qui s'y rattachent et les caisses sont provisoirement régies par les statuts établis par les entrepreneurs.

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

Cause des accidents	Personnes tuées										Personnes blessées, mais qui n'ont pas succombé									
	Immense- Fluelen	Groschenen	Fluelen- Groschenen	Tunnel du Gothard		Airolo- Blasca	Cadenazzo- Dirnella	Ginbiasco- Lugano	Total	Immense- Fluelen	Groschenen	Fluelen- Groschenen	Tunnel du Gothard		Airolo- Blasca	Cadenazzo- Dirnella	Ginbiasco- Lugano	Total		
				Tête nord	Tête sud								Tête nord	Tête sud						
à ciel ouvert	en tunnel	à ciel ouvert	en tunnel	à ciel ouvert	en tunnel	à ciel ouvert	en tunnel	à ciel ouvert	en tunnel	à ciel ouvert	en tunnel	à ciel ouvert	en tunnel	à ciel ouvert	en tunnel	à ciel ouvert	en tunnel			
Chutes d'individus d'échafaudages, talus, etc.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	2	.	4	.	3	.	4	6	
Chute d'objets, matériaux:	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
1. Blocs, etc., tombant du plafond du tunnel, des parois de talus, etc.	.	1	.	3	1	2	1	.	2	6	1	2	3	7	12	4	3	7	25	
2. Eboulements et écroulements	.	.	.	2	.	.	.	2	2	2	.	.	.	2	.	.	.	.	2	
Explosions:	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
1. Blocs lancés par les mines	1	.	.	.	1	2	1	.	3	2	1	1	.	2	1	.	.	1	4	
2. Forage d'anciens trous de mines	.	.	3	.	3	.	.	.	6	.	.	3	1	6	.	4	.	.	14	
3. Emploi de mauvaises mèches	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	4	
4. Mines parties trop tôt	.	.	.	.	.	2	.	.	2	.	.	4	.	.	.	3	.	.	7	
5. Mines parties trop tard, pendant le déblayage, etc.	.	.	.	1	.	1	.	.	2	.	.	1	.	3	5	.	.	.	9	
6. Nettoyage de trous de mines où se trouvaient des restes de dynamite	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	3	.	.	.	.	3	
7. Réchauffage de la dynamite	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
8. Cartouches de dynamite	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	
Accidents pendant le transport:	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
1. Ecrasement sous les wagons et locomotives	.	.	.	2	2	.	.	.	4	.	3	.	7	2	.	.	.	3	9	
2. Dérailements et renversements de wagons	.	2	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	1	1	1	.	.	3	1	
3. Chutes à bas de trains de matériaux	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	
4. Ecrasement entre wagons, etc.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	2	
5. Individus ensevelis sous des matériaux	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	
Mise en marche prématurée de perforatrices	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	
Ecrasement sous une charge suspendue à une grue	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	
en tout à ciel ouvert	1	3	.	8	10	4	5	2	10	2	7	19	22	1	30	11	16	21	88	
en tout en tunnel	1	3	8	10	5	.	.	2	27	1	19	22	31	16	.	.	.	.	109	
Total général	2	6	8	10	9	—	—	2	37	3	26	22	31	27	—	—	—	—	109	

Pendant le cours de l'exercice une cause litigieuse relative aux opérations de décompte avec les entrepreneurs des lignes tessinoises de plaine a été jugée et le verdict prononcé en faveur de la Société du chemin de fer du Gothard. Le second et dernier procès (comprenant les travaux de trois lots) est encore pendant; il est toutefois assez avancé sous le rapport des dépositions de témoins, des pièces justificatives et de l'échange des répliques et dupliques pour qu'on puisse entrevoir la fin prochaine de ce dernier et qu'ainsi ces questions de décompte pour les lignes tessinoises de plaine obtiennent une solution.

Nous croyons devoir faire connaître ici que le procès, mentionné dans le rapport annuel de 1878, de M. Hellwag, ancien Ingénieur en chef, est venu en cause pendant le dernier exercice et qu'au début de l'année 1880 le tribunal d'arbitres nommé à cet effet, a rendu son verdict. L'action que M. Hellwag avait introduite aux fins d'obtenir, pour son congédiement prématuré de ses fonctions d'Ingénieur en chef, une indemnité de fr. 328,900 plus les intérêts à 5 % à partir du 31 Décembre 1878, a été reconnue fondée à concurrence de fr. 174,100 sans intérêts, et écartée pour le reste. Cette somme comprend fr. 40,000 pour l'élaboration du projet détaillé des 200 kilomètres de lignes (les $\frac{2}{5}$ de la gratification stipulée dans le temps par convention) que le tribunal a accordés à M. Hellwag comme salaire d'un travail exécuté.

VI. Exploitation.

A. En général.

La question de l'unification des dispositions des concessions concernant les *tarifs* des chemins de fer suisses a fait l'objet de nouvelles tractations avec les Autorités fédérales, tractations qui toutefois n'ont pas encore abouti. Comme on le sait, l'un des buts essentiels de ces dernières est l'introduction d'une classification uniforme des marchandises, dont l'utilité est généralement reconnue aussi par le commerce suisse. Pour obtenir pleinement les avantages que l'on se proposait, on a cru devoir prendre pour base le nouveau système de classification des marchandises de 1877 qui, en Allemagne, a été introduit à la suite d'efforts semblables. Mais comme dans ces derniers temps, les chemins de fer allemands se sont vus obligés d'apporter des modifications à leur système et de prendre en considération l'introduction d'une seconde classe de marchandises en détail, les chemins de fer suisses n'ont pas voulu procéder sans tenir compte de la marche suivie dans cette question en Allemagne, d'autant plus qu'il ne faut pas perdre de vue quels avantages considérables on obtiendrait par l'uniformité de cette matière dans les deux pays, qui résulterait d'une entente réciproque sur les questions de trafic direct.

Pendant l'exercice que nous considérons, les règlements suivants relatifs aux tarifs ont été adoptés: un règlement et tarif relatifs à la perception de droits accessoires, des suppléments au tarif des marchandises et au règlement et tarif pour le transport de véhicules et d'objets extraordinaires, un règlement sur la location de voitures spéciales à voyageurs, ainsi qu'un règlement sur les taxes de faveur à accorder aux nécessiteux Suisses, Autrichiens, Hongrois, Allemands, Français et Italiens retournant dans leur pays.

Les règlements suivants concernant *l'exploitation proprement dite* sont entrés en vigueur: un règlement général de service pour les mécaniciens et chauffeurs des chemins de fer suisses à voie normale, une convention relative à l'usage réciproque des wagons à marchandises pour le trafic direct en