Construction de la ligne

Objekttyp: **Group**

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

Band (Jahr): **9 (1880)**

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

d'approche du tunnel de Massagno qui s'est exécutée dans des conditions défavorables. Il faut encore ajouter à ce surcroît de dépenses une somme de fr. 374,000 pour l'agrandissement de la gare internationale de Chiasso rendu nécessaire par la construction de la ligne du Monte-Cenere. Ce surplus assez considérable de dépenses est toutefois compensé par les rabais des entrepreneurs au montant de fr. 1,862,680 ainsi que par une somme de fr. 491,500 portée au devis pour « imprévu », de sorte qu'on peut considérer les fonds disponibles comme suffisants aussi pour la construction de la ligne du Monte-Cenere.

V. Construction de la ligne.

L'*organisation du service technique* n'a subi aucune modification pendant l'exercice qui nous occupe.

L'*état du personnel technique* n'a subi non plus que quelques changements sans importance, en ce sens que d'une part l'avancement des travaux a nécessité la nomination de 9 nouveaux employés dans le personnel surveillant et que d'autre part on a dû repourvoir quelques emplois subalternes devenus vacants par la démission volontaire des titulaires.

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: 104 ingénieurs, 10 géomètres, 13 dessinateurs, 20 employés administratifs et commis aux écritures, 39 surveillants, 28 aides-arpenteurs, 11 garçons de bureau et aides, en tout 225 fonctionnaires et employés.

Les *études et projets* ont été terminés d'une manière générale. Nous n'avons à ce sujet qu'une seule modification à mentionner, qui est devenue nécessaire au passage du Grünbach dans le voisinage de Flüelen. Le 18 Août survint une crue de ce torrent qui occasionna un éboulement de la rive du lac et emporta, sur une longueur de 30 mètres, la base du corps de la voie en exécution. En suite de cela, la ligne a dû être reportée, sur un espace de 680 mètres, plus à l'intérieur des terres et le pont destiné à franchir le Grünbach remplacé par une galerie.

Dans le courant de l'année les *normes* pour les maisonnettes de gardes-voie ont été modifiées en ce sens qu'aux deux types déjà existants il en a été ajouté un troisième. Les maisonnettes simples des lignes de montagne consistent maintenant en un bâtiment plus grand avec un étage pouvant servir d'habitation. On a fixé de plus les types des accessoires de la voie et de toute la partie du matériel-roulant encore à acquérir.

Nous abordons maintenant l'*exécution des travaux* et commençons par les *expropriations.*

La place devenue vacante au commencement de 1880 par suite du décès de l'un des deux commissaires de section pour le canton du Tessin, n'a pas été repourvue; en outre l'un des deux commissaires auxiliaires a été congédié dans le second semestre de l'exercice.

Le dépôt de 12 plans s'est effectué suivant le mode ordinaire.

La Commission fédérale d'estimation pour le chemin de fer du Gothard sur le canton de Schwyz a fait pendant l'exercice 1880 une campagne, celle pour Uri deux et celle pour les lignes de Pino et du

Cenere une; les Commissions d'enquête du Tribunal fédéral ont tenu deux campagnes dans le canton d'Uri, une dans la Lévantine et une sur les lignes de Pino et du Cenere.

En vertu de 741 contrats d'achat, de 187 jugements devenus exécutoires des Commissions fédérales d'estimation, de 206 propositions des Commissions d'enquête du Tribunal fédéral acceptées par les deux parties et de 11 verdicts du Tribunal fédéral, il a été acquis pendant l'exercice, pour la ligne Immensee-Pino 2,253,421,40 mètres carrés de terrains de toute espèce, savoir 448,868,5 mètres carrés dans le canton de Schwyz, 233,335 mètres carrés dans le canton d'Uri et 1,571,217,90 mètres carrés dans celui du Tessin, le tout pour une somme de fr. 1,628,295. 09. Dans ce total sont comprises les indemnités pour préjudices de tous genres, pour bâtiments, démolition de bâtiments et arrachage d'arbres, etc.; par contre il en a été défalqué le produit de la revente de bâtiments, etc., acquis sur la nouvelle ligne.

Sur la ligne du Monte-Cenere on a dépensé, sur la base de 444 marchés et de 9 jugements devenus exécutoires de la Commission d'estimation fédérale, fr. 361,873. 25 pour 426,789 mètres carrés de terrain, y compris les indemnités payées pour préjudices et arrachage d'arbres et déduction faite du produit de la revente de parcelles devenues inutiles.

Les *adjudications de travaux et de fournitures* effectuées pendant l'exercice concernent les bâtiments, les accessoires de la voie et le matériel-roulant, du moins pour la partie non encore acquise de ce dernier. Nons donnons dans les tableaux suivants le résultat des offres et des marchés conclus.

Entreprises et fournisseurs	Travaux adjugés	Somme de construction ou montant de fourniture 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
				Fr.
H. Egger et fils et E. Ritter. (Entreprise des bâtiments de la ligne Immensee-Gœschenen.)	Bâtiments des stations de la ligne Immensee-Gœschenen.	Fr. 856800	Les prix sont en moyenne de 19 % plus bas. Les dispositions ont en partie subi des agrandissements.	— 93170
Brenni Raimondo et Lucchini Pasquale à Piotta.	Bâtiments des stations de la ligne Airolo-Biasca et Cadenazzo-Dirinella (Pino).	Fr. 634850	Rabais de 24,45 %. Dispositions en partie agrandies.	— 141800
J. Vögele, Fabrique de machines, à Mannheim.	Changements avec selles de talon (pour les voies d'évitement des stations de la ligne Immensee-Gœschenen). NB. Les stations du côté sud seront pourvues d'aiguilles déjà en magasin.	Le devis prévoit *78 changements* pour une somme de fr. 53250.	Y compris la réserve il faut *110 changements* au prix de livraison de fr. 54725 *A ajouter:* Pour sommiers d'aiguilles, petit matériel, etc. . . . . » 13000 Total fr. 67725	+ 14475
Ganz et Cie Fonderie et fabrique de machines à Budapesth.	Croisements pour les stations de toute la ligne.	Le devis prévoit *187 croisements* pour une somme de fr. 67550.	Y compris la réserve il ne faut que *162* nouveaux *croisements* aux prix de livraison de . . . . . fr. 23910 *A ajouter:* Contre-rails, accessoires, etc. » 10800 *Plus:* 15 anciens croisements . . » 3000 Total fr. 37710	— 29840
Comboni, Feltrinelli et Cie à Cadenazzo.	Bâtiments des stations de la ligne du Monte-Cenere (à l'exception de Bellinzone et des agrandissements de Chiasso).	Fr. 250300	23,29 %	— 58290

Entreprises et fournisseurs	Commandes à adjuger d'après le devis	Somme de construction ou montant de fourniture suivant devis de Mars 1879	Montant des commandes adjugées	Montant du rabais c.-à-d. réduction des dépenses comparativement au devis
	Locomotives			Fr.
Fabrique de locomotives Krauss et Cie à Munich. Fabrique de machines à Esslingen. Fabrique de locomotives J. A. Maffei à Munich.	à quatre roues couplées . 3 à six roues couplées . . 16 à huit roues couplées . . 15 Total 34	Fr. 2440000 y compris les pièces de rechange.	à quatre roues couplées 6 à six roues couplées 24 à huit roues couplées 15 Total 45 pour fr. 2346000 y compris les pièces de rechange.	— 94000
	Voitures et wagons			
Société industrielle suisse à Neuhausen. Ateliers du Central-Suisse à Olten. Fabrique de machines à Esslingen. Gastell frères à Munich. Fabrique de wagons Schmieder et Mayer à Carlsruhe. Société par actions pour la construction de machines à Nüremberg. Fr. Krupp à Essen. Usines rhénanes pour la fabrication de l'acier à Ruhrort. Société de Bochum à Bochum. Fabrique saxonne d'acier fondu à Döhlen.	Voitures de I. cl. . . 21 » » II. » . . 15 » » III. » . . 18 Fourgons à bagages . . 36 Wagons couverts . . . 160 Wagons non couverts . 110 Total 360	Fr. 1711300 y compris les pièces de rechange.	Voitures de I. cl. 18 » » II. » 9 » » III. » 9 Fourgons à bagages 20 Wagons couverts . 150 Wagons non couverts 95 Total 301 pour fr. 1238700 y compris les pièces de rechange. En outre il a été acheté: *a. Au National-Suisse:* Voitures de I. et II. cl. 5 » » III. » 10 *b. Au Nord-Est suisse:* Voitures de II. cl. . 8 » » III. » . 9 Fourgons à bagages 9 en tout 41 pour fr. 158000 *Total:* 342 voitures et wagons pour fr. 1397500.	— 313800

Le résultat de l'avancement des travaux sur les lignes Immensee-Gœschenen, Airolo-Biasca, Cadenazzo-Dirinella (Pino) et Giubiasco-Lugano a été tout à fait satisfaisant et l'on peut compter certainement sur l'ouverture de l'exploitation au 1er Juillet 1882. Les tableaux graphiques qui suivent indiquent les travaux exécutés.

Tableau graphique des travaux exécutés jusqu'à la fin de 1880.

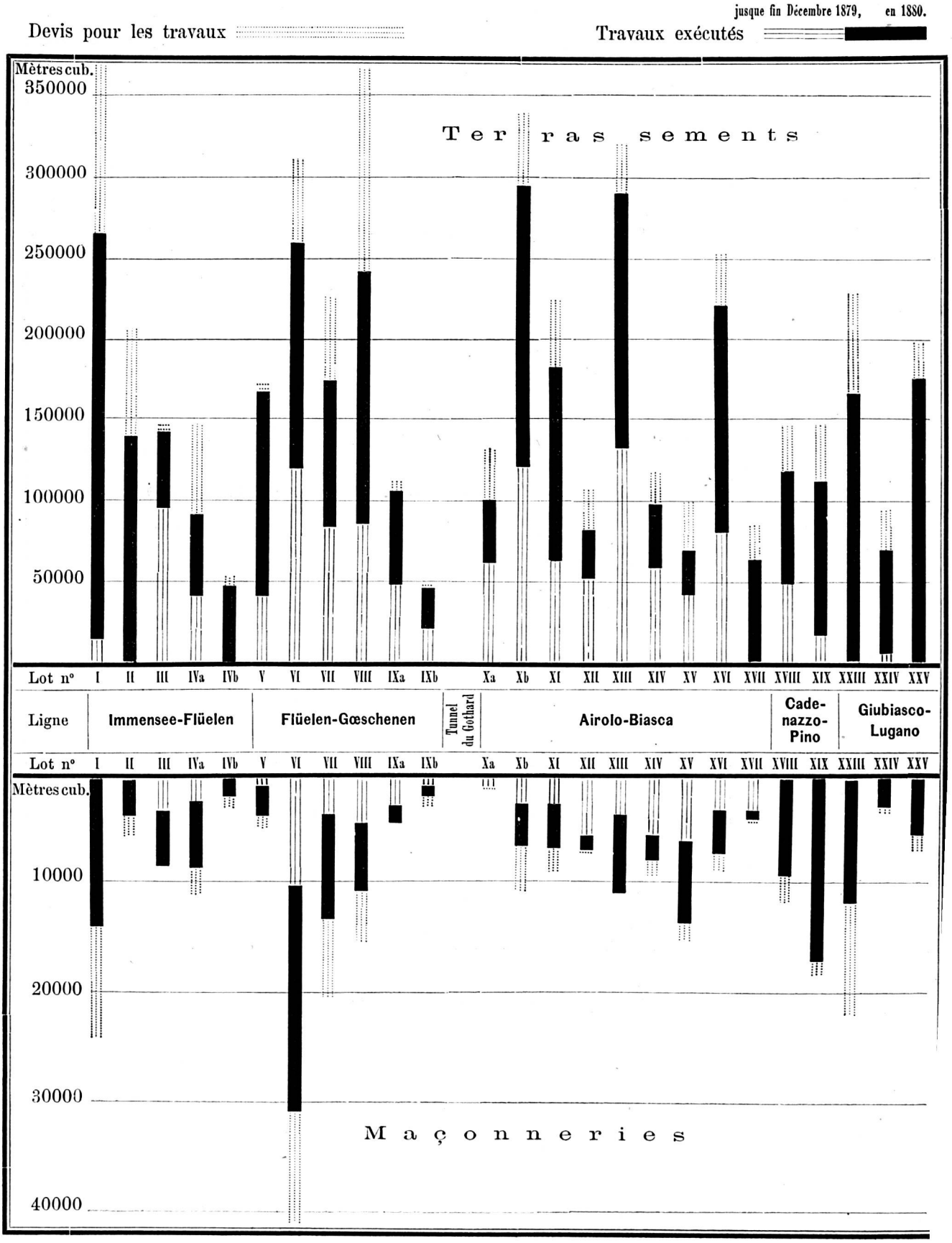
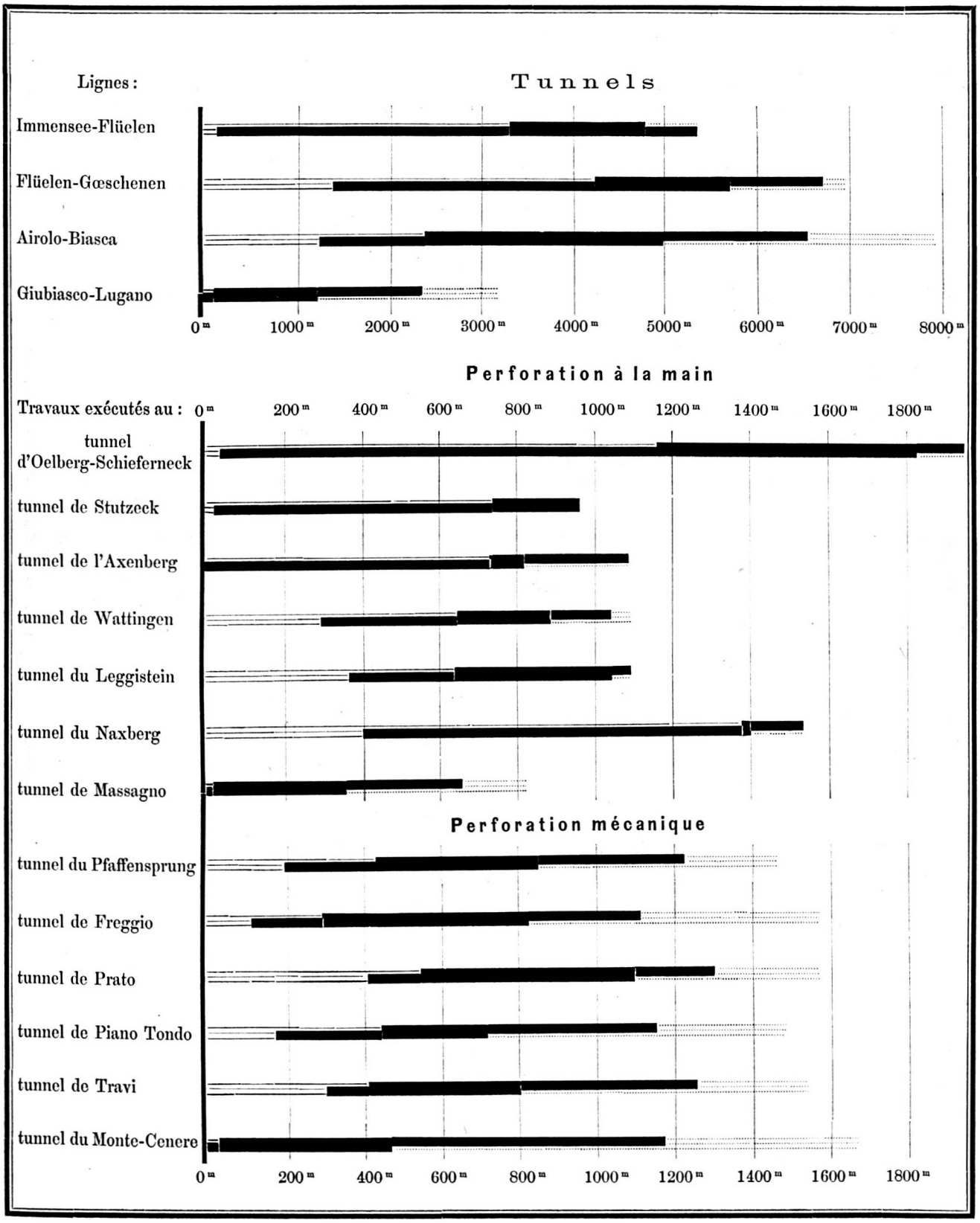


Tableau graphique des travaux exécutés jusqu'à la fin de 1880.

Travaux exécutés dans la galerie d'avancement — jusque fin Décembre 1879, — en 1880

Travaux exécutés en pleine section — jusque fin Décembre 1879, — en 1880



Les tableaux ci-dessous donnent les chiffres principaux relatifs à l'exécution des ponts en fer, à la livraison du matériel de la voie, à la construction des bâtiments à voyageurs, des halles à marchandises et des maisonnettes de gardes.

Ponts en fer.

Lignes	Quantité totale (Calcul de Janvier 1881)		Matériel à pied-d'œuvre			Terminé et monté		
	Nombre des objets	Poids en tonnes	Nombre des objets	Poids en tonnes	% du poids	Nombre des objets	Poids en tonnes	% du poids
Immensee-Flüelen .	52	589	27	252	43	14	83	14
Flüelen-Gœschenen	41	2815	35	1754	62	23	1140	40
Airolo-Biasca . .	63	2107	51	1518	72	40	1139	54
Cadenazzo-Pino .	33	425	18	66	16	18	66	16
Giubiasco-Lugano .	33	723	—	—	—	—	—	—
Total	222	6659	131	3590	54	95	2428	36

Matériel de la voie.

	A livrer suivant conventions			Dont la réception a été effectuée aux dépôts					
	Bois pour ponts et aiguilles	Traverses	Rails	Bois pour ponts et aiguilles	Traverses	Rails	Bois pour ponts et aiguilles	Traverses	Rails
	m³	nombre	mètres	m³	nombre	mètres	%	%	%
Côté nord . . .	1050	111170	203660	205	68100	48800	19	61	24
Côté sud . . .	773	88240	150030	238	44100	52300	31	50	35
Monte-Cenere . .	116	34050	48510	—	—	—	—	—	—
Total	1939	233460	402200	443	112200	101100	23	48	25

Bâtiments.

Stations	Bâtiments à voyageurs		Halles aux marchandises	
	terminés jusqu'à hauteur des soubassements	couverts	terminées jusqu'à hauteur des soubassements	couvertes
Immensee	—	Immensee	Immensee	—
Goldau	—	—	—	—
Steinen	—	Steinen	—	Steinen
Schwyz	—	Schwyz	Schwyz	—
Brunnen	Brunnen	—	—	—
Sisikon	—	Sisikon	—	Sisikon
Flüelen	Flüelen	—	—	Flüelen
Altdorf	—	Altdorf	—	Altdorf
Erstfeld	—	Erstfeld	—	Erstfeld
Amsteg	—	Amsteg	—	Amsteg
Gurtnellen	—	Gurtnellen	—	Gurtnellen
Wasen	—	—	—	—
Gœschenen	—	—	—	—
Airolo	Airolo	—	—	—
Ambri	—	Ambri	Ambri	—
Fiesso	Fiesso	—	Fiesso	—
Faido	—	—	—	—
Lavorgo	—	—	—	—
Giornico	—	—	—	—
Bodio	Bodio	—	Bodio	—
Magadino	—	—	—	—
St. Nazzaro	—	—	—	—
Ranzo-Gerra	—	—	—	—
Bironico	—	Bironico	Bironico	—
Taverne	—	Taverne	—	—

Maisonnettes de gardes-voie.

Lignes	Nombre des maisonnettes	Terminées jusqu'à hauteur des soubassements	Couvertes	Aménagement intérieur achevé
Immensee-Flüelen . .	17	—	—	—
Flüelen-Gœschenen . .	25	—	3	5
Airolo-Biasca	30	6	—	—
Cadenazzo-Pino . . .	4	2	—	—
Giubiasco-Lugano . .	20	13	—	—
Total	96	21	3	5

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

Pendant l'exercice 1880 il ne s'est produit dans les installations de Gœschenen aucune modification de construction. Les compresseurs à colonne d'eau ont été quelque peu modifiés à l'occasion de réparations et mis de nouveau en état d'exploitation; ils n'ont du reste plus été remis en marche.

La longueur de la conduite d'air (y compris l'embranchement, mais non la conduite pour les locomotives) s'élevait à la fin de Décembre à 7076 mètres dont 5180 avaient un diamètre de $0^{m}.20$.

La pression moyenne de l'air comprimé servant à la perforation et à la ventilation du tunnel a été de 6,5 atmosphères à l'entrée du tunnel et de 1,9 atmosphère seulement au front d'attaque de la galerie de direction pendant les deux mois de Janvier et de Février; la pression de l'air pour l'alimentation des locomotives a été par contre de 11,5 atmosphères.

La quantité d'air refoulé par les compresseurs en 24 heures a varié de 61,338 mètres cubes en Octobre à 111,325 mètres cubes en Mars et a été en moyenne de 90,733 mètres cubes. L'effet utile des compresseurs est admis ici à 60 %, estimation encore trop élevée, si l'on tient compte de l'usure inévitable résultant d'un service non interrompu.

Au 31 Décembre 1880, le nombre des perforatrices était de 134, savoir:

71	perforatrices	système	Ferroux	(nouveau modèle)
14	»	»	»	(ancien modèle)
1	»	»	» » »	(mue à la main)
16	»	»	Dubois-François	
8	»	»	Turrettini	
8	»	»	Mac Kean (N° 3)	
8	»	»	» »	(calibre moyen)
3	»	»	» »	(petit calibre)
2	»	»	Sommeiller	
1	»	»	»	(petit calibre)
2	»	»	Burleigh	

sur lesquelles il n'a été employé que 40 machines Ferroux (nouveau modèle); les autres étaient déposées en magasin.

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 1879	1880												Résultat pour 1880	Etat des travaux fin Décembre 1880
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		
Galerie d'avancement	7533,0	98,0	113,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	211,7	7744,7
Battage au large	6857,0	92,9	71,6	122,0	180,1	119,5	113,5	85,9	54,7	7,5	.	.	.	847,7	7704,7
Cunette du strosse	5329,6	48,8	60,8	61,5	88,3	79,5	123,9	109,1	193,7	187,3	216,2	338,2	217,1	1624,4	6954,0
Strosse	4846,6	134,9	100,4	42,4	26,5	70,3	98,5	78,4	35,0	55,6	107,5	123,7	250,0	1123,2	5969,8
Revêtement de la voûte	5484,0	58,0	58,0	101,0	148,0	139,0	119,0	202,0	173,0	177,0	191,0	107,4	19,6	1493,0	6977,0
Revêtement des piédroits est	4075,0	135,0	102,0	95,0	82,0	64,0	58,0	98,0	.	.	.	.	20,0	654,0	4729,0
Revêtement des piédroits ouest	4742,0	62,0	46,0	30,0	.	.	.	.	64,0	15,0	37,0	72,3	123,2	449,5	5191,5
Maçonnerie de l'aqueduc	3687,0	136,0	90,0	130,0	60,0	50,0	76,0	78,0	.	.	.	.	.	620,0	4307,0
Nombre d'ouvriers par jour en moyenne à l'intérieur et hors du tunnel	.	1452	1461	1547	1707	1831	1886	1624	1484	1415	1474	1335	1349		
Nombre maximum d'ouvriers pour un jour à l'intérieur et hors du tunnel	.	1622	1623	1744	1955	1983	2161	2161	1808	1653	1610	1564	1563		

Les travaux d'excavation exécutés en 1880 et réglés sur les sections du diagramme se décomposent suivant les cubes ci-après :

Galerie d'avancement . .	211,7	mètres	×	7,7	mètres carrés	=	1630,090	mètres	cubes
Battage au large . . .	847,7	»	×	9,5	»	»	= 8053,150	»	»
Cunette du strosse . .	1624,4	»	×	9,5	»	»	= 15431,800	»	»
Strosse	1123,2	»	×	18,4	»	»	= 20666,880	»	»
						Total . .	45781,920	mètres	cubes.

En divisant ce cube total par 45,1 (surface du profil d'excavation du tunnel), on obtient un avancement annuel de 1015 mètres pour l'excavation ramenée au profil intérieur, non compris l'excavation nécessaire pour le revêtement. Le maximum d'avancement a été réalisé au mois de Décembre où l'on a exécuté 102 mètres, et le minimum en Mars où l'on a exécuté 56 mètres. L'avancement total et maximum a donc été plus faible encore qu'en 1879, tandis que, comme on le sait, le tunnel aurait dû, conformément à la convention, être achevé pour le 1er Octobre dernier.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus dans la galerie d'avancement avec la perforation mécanique et les principales observations qui y ont été faites.

Aperçu des résultats de la perforation mécanique

dans la galerie d'avancement à Gœschenen.

N°	Objet	Janvier (31 jours)	Février (28 jours)
1	Progrès mensuel . . . . . m.	98,0	113,7
2	» journalier, moyen, par 24 h . . . . . »	3,161	4,061
3	» » maximum . . . . . »	4,6	5,0
4	Section moyenne du front d'attaque . . . . . mq.	6,001	6,058
5	Longueur des trous foncés, par escouade . . . . . m.	111,6	119,5
6	La même par 10 m de galerie . . . . . »	11,387	10,510
7	Longueur des trous éclatés . . . . par escouade . . . . . »	98,0	113,7
8	» brute d'un trou foncé . . » » . . . . . »	1,162	1,200
9	» effective d'un trou éclaté » » . . . . . »	1,021	1,148
10	» restante des trous . . . » » . . . . . »	2,921	1,174
11	» » » » . . . pour chacun . . . . . »	0,141	0,052
12	» totale des trous percés . . . . . »	2335,0	2678,2
13	La même par 10 m d'avancement de la galerie . . . . . »	238,265	235,540
14	Temps employé . . . . . heures et minutes	740h 40′	651h 10′
15	» perdu . . . . . » »	3h	11h 10′
16	» total employé à la perforation . . . . . » »	365h 45′	325h 5′
17	» » pour décharger les mines, déblayer, etc. . » »	374h 55′	326h 5′
18	» employé par perforation . . . . . » »	3h 48.594′	3h 17.020′
19	» » » jeu de mines par 10 m de galerie . » »	3h 54.323′	3h 17.626′
20	» » » perforatrice pour percer un mètre . . . . minutes	37.591′	29.131′
21	Nombre des postes de perforateurs	96	99
22	Le même par 10 m de galerie	9,796	8,707
23	Nombre des postes de mineurs	96	99
24	» » trous perforés	1989	2241
25	Le même par 10 m de galerie	202,959	197,097
26	Moyenne des trous par poste	20,719	22,636
27	Nombre de fleurets changés	6662	7273
28	Le même par 10 m de galerie	679,796	639,665
29	Nombre total de perforatrices (moyenne en service)	384	396
30	Le même par poste	4	4
31	Nombre de perforatrices changées	19	12
32	Le même en %	4,948	3,030
33	Pression de l'air en atmosphères absolues { minimale	2,5	3,0
	moyenne	1,8	1,9
	maximale	1,3	1,5
34	Température moyenne au front d'attaque pendant { la perforation, en degrés centigrades	+ 30,0	+ 30,7
	le déblayage, » »	+ 31,0	+ 31,5
35	» » à la tête du tunnel	— 3,06	+ 1,322

La galerie d'avancement a été percée d'outre en outre le 29 Février 1880; pour cette partie du tunnel le délai conventionnel n'a donc été dépassé que de deux mois seulement. Au point de rencontre, la direction des deux galeries différait de 0,33 m., tandis que l'écart en hauteur ne se montait qu'à 0,05 m. Le règlement de la différence de direction s'est fait sur les deux côtés du point de rencontre dans les limites de l'élargissement en calotte qui suit la galerie d'avancement. La roche traversée par cette dernière dans les deux mois de Janvier et de Février se compose de gneiss micacé de couleur brunâtre qui, dans la galerie même, n'a pas nécesssité de boisage, mais a dû être revêtu dans l'élargissement en calotte. Le parcours entier est resté parfaitement sec; une source rencontrée au profil 7737 a tari le jour suivant.

Comme on le voit par le tableau précédent sur la perforation mécanique, la pression moyenne de l'air au front d'attaque a été pendant les deux mois de Janvier et de Février de 1,8 et de 1,9 atmosphère; elle est même tombée à 1,3 et 1,5. Si l'on tient compte de la faiblesse de la pression, on peut encore considérer comme très satisfaisant l'avancement de 98,0 mètres et de 113,7 mètres obtenu dans la galerie.

L'achèvement de l'élargissement en calotte (à l'exception de la mauvaise partie 7484 à 7525, longue de 41 mètres) a été retardé jusqu'en Septembre; le délai conventionnel a donc été dépassé de 4 mois. L'avancement maximum tombe en Avril avec 180,1 mètres, l'avancement minimum en Août avec 54,7 mètres: les 7,5 mètres qui restaient pour le mois de Septembre consistent en excavations supplémentaires qui ont été pratiquées en divers endroits. La calotte élargie a dû être la plupart du temps solidement boisée afin d'éviter la chute de blocs détachés, car la nature de la roche était en général fragile. C'est pour cette raison que sur beaucoup de points la perforation mécanique a dû faire place à la perforation à la main.

La voûte est terminée sauf dans les deux mauvaises parties et dans les vides entre 4955 et 6268 mètres où il avait précédemment été admis que 484 mètres resteraient sans maçonnerie et où l'entreprise en outre a laissé 240 mètres sans revêtement, parce que les coups de mine de la cunette du strosse dans une roche très dure endommageaient fortement la voûte.

Le revêtement des piédroits n'a pu être poussé que très faiblement par suite du retard considérable dans les travaux d'excavation de l'étage inférieur; c'est ce qui explique le faible progrès de 654 mètres pour le piédroit est et de 449,5 mètres pour le piédroit ouest.

La cunette du strosse a avancé de 1624,4 mètres, dont 462,8 pendant le premier semestre et 1161,6 pendant le second. Ce n'est qu'après la rencontre des deux galeries de direction que les progrès sont devenus satisfaisants dans l'excavation de la calotte et surtout dans le revêtement en voûte qui suit cette dernière de près. La composition de l'air étant devenue plus propice à la respiration, les effets de la perforation à la main se sont augmentés principalement à l'étage supérieur; en outre on pouvait disposer de l'air qui servait auparavant à la perforation et à la ventilation de la galerie de direction, et on l'employa d'abord à renforcer la perforation mécanique en calotte. Ce n'est qu'après l'achèvement de celle-ci qu'on put appliquer la perforation mécanique sur une grande échelle dans la cunette du strosse et cela à son étage inférieur.

Par suite de ce mode d'excavation en deux étages de la moitié inférieure du tunnel, introduit dès la fin de Juin, l'extraction des déblais s'est effectuée plus économiquement qu'avec l'ancien système d'un seul étage dans la cunette du strosse; par contre les diverses catégories de travaux ont pris un développement beaucoup trop long qui s'étendait à la fin de l'année sur trois kilomètres. L'exécution du revêtement des piédroits surtout a été trop négligée, de sorte qu'à la fin de 1880, il restait encore à exécuter dans tout le tunnel 4625,3 mètres courants de piédroits sur chaque côté.

Le progrès réalisé dans le strosse s'est élevé à 1123,2 mètres; il est donc encore inférieur à celui de l'année précédente. De Mars à Octobre les travaux sont restés singulièrement en retard, car pendant ces 7 mois, on n'a avancé que de 406,7 mètres. La cause de ce retard doit être recherchée dans le mode de travail décrit plus haut de la partie inférieure du tunnel. En effet, tandis que d'un côté on excavait l'étage supérieur de la cunette, la voie devait rester intacte à la hauteur du seuil de la galerie d'avancement, et ce n'est qu'après l'avoir posée sur un certain parcours dans la cunette qu'il a été possible de pousser davantage les travaux d'excavation du strosse. Ce dernier est en connexion étroite avec l'avancement de la cunette et le retard dans les travaux du strosse et des piédroits se produit visiblement dans les parties où, pour ne pas avoir à établir trop de rampes, on ne déplace la voie que sur d'assez longs parcours.

Les moyens d'extraction sont restés exactement les mêmes qu'en 1879, à savoir: transport par locomotives de la décharge jusqu'à la mauvaise partie vers 2800, transport par chevaux à travers cette dernière jusqu'à 3000 et de là transport par locomotives, en tant qu'il se trouvait une voie continue à l'étage supérieur de la cunette du strosse. Au total il y avait en service trois locomotives à air et une à vapeur. Le transport par chevaux a été rendu difficile dans les derniers mois qui ont précédé la rencontre des deux galeries, par le fait que beaucoup de ces animaux ont succombé à la chaleur qui régnait au milieu du tunnel. D'autre part le transport a été entravé par de fréquentes avaries survenues aux locomotives. Néanmoins le déblayage a pu s'effectuer avec facilité sans qu'on ait été obligé de faire des dépôts dans le tunnel. Le déblai total en dedans et en dehors des limites du diagramme s'est accru continuellement et sans interruption de 5905 à 6845 mètres cubes pendant les mois de Janvier à Décembre, tandis que le nombre des wagons sortant par mois du tunnel a varié considérablement, c'est-à-dire de 5748 à 9031 wagons. Le nombre des trains par jour s'est élevé à 12 au minimum. Le chiffre des wagons a atteint son maximum en Décembre, correspondant au plus fort cube de déblais et s'est élevé par jour à 291 en moyenne, à de certains jours il a même atteint 372. Le nombre moyen des wagons transportés par jour dans le premier semestre est de 233, dans le second de 220.

La reconstruction de la maçonnerie détruite de 2766 à 2838,5 a marché sans interruption ni difficultés considérables de sorte qu'à la fin de l'année il restait encore à revêtir le tronçon de 2797 à 2810,5. Comme on ne peut excaver et maçonner qu'un anneau après l'autre, ces travaux de reconstruction ne seront terminés que dans le courant du mois de Juin prochain. Malgré les dimensions tout-à-fait inusitées du profil d'excavation de 14 mètres d'ouverture, on n'aperçoit nulle part de traces de pression de quelque importance, ce qui prouve d'une manière irréfutable que la roche n'exerce pas de poussée, quand on l'attaque convenablement. La destruction du premier revêtement et du revêtement de reconstruction commencé par l'entreprise doit donc être attribuée uniquement au mode défectueux adopté pour ces travaux.

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

dans la galerie d'avancement	320	mètres	cubes
dans les autres parties en exécution	95,440	»	»
dans le tunnel achevé	220,990	»	»
en tout	316,750	mètres	cubes

tandis que pendant le mois de Décembre la quantité d'air (non compris l'air pour les locomotives) aspiré en moyenne par jour était de 78,027 mètres cubes, soit le 21 % du vide excavé. Le nombre des lampes allumées en même temps pendant le mois de Décembre a été en moyenne de 364, brûlant 256 kilogrammes d'huile. On a employé 164 kilogrammes de dynamite par jour. Le chiffre moyen des ouvriers occupés journellement s'est élevé à 1141; 380 ouvriers et 13 animaux de trait travaillaient simultanément dans le tunnel.

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

Relativement aux installations, il est à mentionner que pendant toute l'année elles sont restées telles quelles. On n'y a exécuté aucune nouvelle construction et aucune modification importante n'y a été apportée. Un grand réservoir à air, semblable à celui du côté nord, a été introduit dans le tunnel le 15 Janvier, placé le long du piédroit est entre 4180 et 4226 et mis en communication avec la conduite à haute pression; depuis le commencement de Février, il fonctionne avec avantage pour l'alimentation des locomotives. On a de plus pendant le premier trimestre remplacé une des turbines des nouveaux compresseurs par une autre de construction supérieure.

La longueur des voies parcourues par les locomotives à l'intérieur et à l'extérieur du tunnel comportait à la fin de l'année 8814 mètres courants. Une locomotive à air circulait de la tête jusqu'à 4800 mètres au niveau de la plate-forme et une autre de 4800 à 6400 mètres à mi-hauteur de la cunette du strosse. En dehors du tunnel fonctionnait une locomotive à vapeur qui, en cas d'avarie d'une des deux locomotives à air, pouvait la remplacer jusqu'à 4800 mètres.

A la fin de Février la conduite d'air présentait le développement et les dimensions suivants : longueur totale 7321 mètres, dont 5765 ou 78.7 % avaient un diamètre de 0,20 mètre, 597 ou 8,2 % un diamètre de 0,15 mètre et 959 ou 13,1 % un diamètre de 0,10 mètre. La conduite d'air pour les locomotives avait à cette époque une longueur de 4180 mètres et s'étendait jusqu'au grand réservoir.

La pression moyenne de l'air refoulé dans le tunnel pour le service des perforatrices et des pompes ainsi que pour la ventilation, s'élevait à la tête à 4,92 atmosphères et au front d'attaque à 2,58 atmosphères. L'air pour les locomotives avait une tension moyenne de 10,65 atmosphères, au maximum de 11,85 atmosphères. La quantité d'air refoulé par les compresseurs a varié de 74,610 mètres cubes en Mars à 105,048 mètres cubes en Juillet, et s'est élevée en moyenne pendant toute l'année à 91,184 mètres cubes, en admettant à 60 % l'effet utile des compresseurs, estimation qui, ici aussi, paraît trop élevée en raison des mêmes motifs déjà signalés pour le côté nord.

A la fin de l'année le nombre des perforatrices était de 89, savoir:

7	perforatrices	Dubois-François
14	»	Mac Kean à fleurets verticaux
50	»	Mac Kean-Seguin avec différentes modifications
18	»	Ferroux

Il se trouvait sur place 15 affûts, dont 4 pour la perforation verticale et 11 pour la perforation horizontale.

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 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 1879	1880												Résultat pour 1880	Etat des travaux fin Décembre 1880
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		
Galerie d'avancement	7002,0	78,8	86,9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	165,7	7167,7
Battage au large	6113,2	81,0	89,0	195,9	178,3	132,4	151,7	126,2	89,6	10,4	.	.	.	1054,5	7167,7
Cunette du strosse	5329,5	50,3	57,4	53,7	55,2	65,5	64,5	49,3	72,0	143,8	183,2	169,6	195,1	1159,6	6489,1
Strosse	4681,5	81,1	85,0	66,5	96,4	85,0	59,2	113,4	104,9	78,8	98,8	76,8	227,9	1173,8	5855,3
Revêtement de la voûte	5229,3	79,1	85,0	112,2	99,9	102,6	91,6	117,8	217,5	263,6	276,8	191,1	138,2	1775,4	7004,7
Revêtement des piédroits est	4933,5	56,9	65,7	5,7	11,7	3,9	101,0	3,8	.	.	.	119,1	.	367,8	5301,3
Revêtement des piédroits ouest	4306,0	.	73,0	84,0	116,5	129,0	25,7	72,6	22,8	41,6	88,3	220,5	172,8	1046,8	5352,8
Maçonnerie de l'aqueduc	4306,0	.	78,0	89,8	117,0	117,7	31,5	70,7	18,9	42,5	136,6	182,8	178,7	1064,2	5370,2
Nombre d'ouvriers par jour en moyenne à l'intérieur et hors du tunnel	.	1266	1353	1183	1302	1315	1519	1706	1715	1779	1688	1602	1432	.	.
Nombre maximum d'ouvriers pour un jour à l'intérieur et hors du tunnel	.	1607	1500	1531	1409	1473	1684	1873	1893	1840	1886	1819	1630	.	.

Les cubes de roche excavés en 1880 dans les différentes sections du diagramme sont les suivants:

Galerie d'avancement .	165,7	mètres	×	7,7	mètres carrés	=	1275,890	mètres	cubes,
Battage au large . .	1054,5	»	×	9,5	»	»	= 10017,750	»	»
Cunette du strosse .	1159,6	»	×	9,5	»	»	= 11016,200	»	»
Strosse	1173,8	»	×	18,4	»	»	= 21597,920	»	»
						Total	43907,760	mètres	cubes.

Ce cube total, divisé par 45,1, section du vide du tunnel, équivaut à un progrès annuel de 973 mètres, lequel est considérablement inférieur à celui réalisé dans les 3 années précédentes. Une comparaison faite avec les progrès obtenus dans d'autres années montre — bien que la galerie de direction ait été percée d'outre en outre le 29 Février 1880 et que le battage au large aussi ait été terminé au commencement de Septembre — qu'on n'a pas, comme on pouvait s'y attendre, réalisé une augmentation d'avancement dans les parties inférieures du diagramme. La raison en est dans le mode d'excavation en deux gradins de l'étage inférieur déjà décrit pour le côté nord et dans la pénurie d'ouvriers. Avec ce procédé, ce n'est qu'après que le gradin supérieur de la cunette a été établi sur une certaine longueur et qu'on y a posé la voie, que le strosse peut être attaqué d'une manière énergique. Au commencement de Décembre on a effectué à la pose de cette voie. Le progrès assez considérable réalisé dans le strosse date du mois de Décembre 1880 et le cube extrait dans ce mois correspond à 134 mètres de tunnel; l'avancement le plus faible a été de 64 mètres courants dans le mois de Septembre.

Pendant les mois de Janvier et de Février, la galerie d'avancement a été prolongée de 7533 N à 7167,7 S; en tout 377,4 mètres, à travers des roches qui, étant semblables des deux côtés du point de rencontre, peuvent être décrites ici en même temps.

La pâte principale se compose de gneiss micacé renfermant du mica brun et gris, beaucoup de quartz, de l'orthoclas en moindre quantité et fort peu de plagioclas. Les lamelles de feldspath quartzeux sont généralement plissées, écrasées en tiges irrégulières ou brisées sous forme de grains, de sorte que la structure parallèle est linéaire, confuse ou disparaît entièrement. Le mica est en même temps étiré, lacéré, enfoui entre les grains de la pâte principale; ce n'est qu'à la cassure principale qu'il apparaît en pellicules successivement disposées et quand il est en abondance, il donne à la roche l'aspect de de schiste micacé (7027 à 35; 82; 94; 7104 à 10 S). Au début de la décomposition, le mica brun devient vert dans les crevasses glaiseuses; quand la décomposition est plus avancée, il devient pâle et talqueux. Les faces de séparation obliques à la structure parallèle sont aussi revêtues de mica, souvent foncées par la présence du graphite, plissées et veinées; elles amènent une fausse stratification qui en général est beaucoup plus distincte que la structure parallèle.

Par la prédominance du feldspath, le gneiss micacé devient en beaucoup d'endroits analogue au gneiss (7700 à 8; 18; 39 N; 7035 à 38; 84 à 92; 7110 à 14; 17 à 35); dans quelques couches il se transforme en vrai gneiss. Dans ces dernières, les lamelles contournées de la pâte principale renferment des nodules de feldspath; le mica gris disparaît; des plaques de mica brun sont déposées entre les lamelles et des pellicules de ce même mica se trouvent agglomérées dans la pâte principale.

On trouve très fréquemment dans le gneiss micacé des veines étroites et des couches de 1 à 2 mètres d'épaisseur de gneiss à fins grains allant jusqu'au gneiss compacte dont la masse principale se compose de quartz ou d'eurite; elle est tachetée et rayée de différentes couleurs et devient lamelleuse par la présence de tendres écailles de mica brun. Ces dernières sont quelquefois si abondantes que la roche

prend l'aspect de grès micacé. Quelques veines de gneiss compacte prennent une couleur foncée et deviennent pesantes et tenaces par l'agglomération d'écailles de mica noir, d'aiguilles d'amphibole et de grains de fer oxydulé. Mais ce n'est qu'entre 7038 et 40 S que l'on voit la hornblende en telle abondance que les roches amphiboliques prennent naissance.

On trouve accessoirement dans les roches décrites: des pyrites magnétiques, le plus souvent dans des variétés de gneiss micacé mélangées à des écailles conchoïdales de mica gris et à du feldspath gris-bleu; du mica alcalin en pellicules transversales qu'on rencontre souvent sur les faces des crevasses; de la tourmaline en aiguilles noires et ténues. Les fissures de graphite sont parfois recouvertes d'une mince couche de spath calcaire.

Les dépôts de quartz suivent les couches ou sont coudés et courbés avec elles ou bien encore ils forment des boursoufflures et des zones irrégulières. La plupart de ces dépôts renferment du feldspath, de la chlorite, des grains siliceux et un peu de fer spéculaire; des géodes que l'on rencontre dans ceux de ces dépôts qui offrent le caractère d'amas ou de filons vers 7646; 67; 7718 N; 7104; 41 à partir de la tête sud, contiennent, à côté des minéraux susénoncés, du cristal de roche, du spath calcaire, de l'albite, un peu d'apatite et du rutile. Ces géodes qui sont restées libres sous une épaisseur de montagne de 1700 mètres, prouvent que les roches superposées ne sont point comprimées d'une manière égale par leur propre poids dans les vides situés à l'intérieur de la montagne.

Nous donnons ci-dessous la puissance des roches traversées:

Gneiss micacé avec dépôts de gneiss compacte, couches analogues au gneiss et au schiste micacé	environ	367,2	mètres,
Gneiss	»	8,0	»
Amphibole	»	2,2	»

Il est vrai que ces roches sont solides, saines en général et ne sont traversées que rarement par des crevasses glaiseuses, mais en beaucoup d'endroits elles sont fissurées et déchirées de sorte qu'elles s'écaillent, se brisent en morceaux et doivent être revêtues sur toute leur longueur.

Entre 7538 et 7540 à partir de la tête nord, des zones de quartz glaiseuses et dirigées N 83 O ⊢ 73 S et N 70 E ⊢ 75 S, forment la limite la plus méridionale des couches refoulées et disloquées qui entourent la mauvaise partie centrale.

A partir de 7533 à 38 les couches courent N 74 O ⊢ 75; mais entre les crevasses de limites ci-dessus énoncéss, elles sont renversées dans la direction N 45 E ⊢ 83 S. Suivent ensuite jusqu'à environ 7635 plusieurs plissements (dans le plan horizontal et vertical), dont les lignes médianes se trouvent à 7579; 96; 7609; 20; 35. Entre ces points est situé l'axe moyen de direction et de plongement: 40 E ⊢ 83 S; 61 E ⊢ 81 S; 21 E ⊢ 86 N; 17 O ⊢ 49 S; 8 E ⊢ 39 N et ces couches sont coupées plus d'une fois et successivement par le tunnel. Les couches de 7553 à 73 et à 89 sont coudées suivant une courbe dirigée au nord vers des crevasses béantes, inégales et plongeant du N E au S O. De 7635 à 7736 on n'aperçoit pas de plissement ou d'altération dans la stratification des couches; mais dans la direction il se produit des oscillations du NNE à l'ENE et vice versâ et le plongement devient perpendiculaire à 7635; 56; 61; 76; 7735, tandis qu'entre ces points il est successivement très incliné au sud et au nord. La direction moyenne dans cette partie est 42 E ⊢ 88 S. A 7736 et 42 il s'est produit des renversements et des refoulements contre des crevasses dirigées N 85 E ⊢ 70 N et 65 E ⊢ 80 S. A quelques mètres au sud de 7742 se trouve le point de rencontre, jusqu'auquel nous décrirons la stratification des couches du sud au nord.

De 7002 S à 7063 S elle est très confuse, elle disparaît même ; toutefois quelques veines de quartz et de gneiss compacte montrent que malgré un renversement et un refoulement vers la crevasse glaiseuse dirigée N 85 O ⊢ 80 N à 7055, elle court avec quelques oscillations insignifiantes N 71 E ⊢ 77 S. Puis elle s'écarte brusquement vers la crevasse N 75 O ⊢ 75 S et va jusqu'à 7086: N 14 E ⊢ 69 N. Ici se trouve la ligne médiane d'un plissement dont l'aile nord plonge vers le sud, tandis que sa direction oscille du NS à l'EO; direction moyenne 66 E ⊢ 79 S. A 7117 les couches s'écartent de nouveau brusquement vers une faille glaiseuse dirigée N 50 E ⊢ 75 S; à partir de là jusqu'à 7134 vers le nord, la structure parallèle est confuse; puis les couches se dirigent régulièrement N 39 ⊢ 19 E (en moyenne 29 E) et plongent vers le sud avec une forte pente jusqu'à 7158, puis ensuite vers le nord (en général 84 S) jusqu'à ce qu'elles soient refoulées à 7742 N vers la faille glaiseuse déjà indiquée et suivant une direction N 9 O ⊢ 79 O.

Il est prouvé par des stries de frottement ainsi que par la trituration des zones de quartz le long desquelles s'ouvrent un grand nombre de ces crevasses glaiseuses dont il a été question, que des mouvements de roche se sont réellement produits dans toutes ces crevasses vers lesquelles les couches s'écartent en se refoulant et se renversant.

La fausse stratification que nous avons déjà mentionnée plus haut se laisse voir surtout aux endroits où la structure parallèle (stratification) de la roche est confuse ou disparaît. Elle est causée par des fissures courant NNE et NNO à plongement rapide tantôt à l'est tantôt à l'ouest et se dirige en somme 11 O ⊢ 77 O. La couche de mica dont sont tapissées ces fissures est souvent visiblement plissée par des plis plongeant 70 N et les incrustations de feldspath quartzeux qui se sont déposées entre ces plis rendent plus difficile la distinction entre la vraie et la fausse stratification qui disparaît en veines rocheuses parfaitement déterminées, bien qu'il ne manque pas de crevasses dirigées dans le même sens qui contribuent pour beaucoup à la désagrégation en écailles de la roche. A côté de ces crevasses il faut mentionner des fissures d'écrasement qui coupent la stratification à angle aigu et désagrègent la roche; à cela contribuent aussi des crevasses dans beaucoup d'autres directions. Entre 7530 et 40 N la paroi ouest de la galerie de direction a dû être boisée et la galerie tout entière entre 7064 et 7072 S, 7119 et 7128 S.

Une roche disloquée et décomposée peut aussi transmettre des ondes sonores, pourvu qu'elle soit fortement comprimée; cela ressort du fait que dans la nuit du 24 au 25 Décembre 1879 on a cru entendre pour la première fois dans la galerie de Gœschenen l'explosion des coups de mine du côté d'Airolo, bien que l'épaisseur du massif à percer fût encore de 415 mètres et en partie déchiré du côté sud et que du côté nord aussi il fût décomposé et se trouvât dans la mauvaise partie centrale. Le 29 Décembre on a perçu à Gœschenen les premiers coups distincts d'Airolo à travers un massif de 394 mètres et depuis lors on les a entendus régulièrement de chaque côté.

Abstraction faite de quelques suintements, la galerie nord est restée sèche jusqu'à 7727. A partir de là jusqu'à 7742, l'eau sortait des crevasses de renversement déjà citées, d'une faille glaiseuse à 7733 et d'une zone de quartz écrasée à 7729. Au sud aussi du point de rencontre, à 7164 S il se produisit d'assez fortes filtrations dans les épontes de rognons de quartz, en outre quelques suintements et gouttes isolées seulement à 7064; 94; 7100; 18 S.

Le débit total des eaux sortant de la tête sud du tunnel a été:

Avant la rencontre des deux galeries:

Le 9 Janvier 1880 à partir de 7035 S :						211	litres	à 11°.8	mesurés	à 200 m	de l'entrée.
» 9 Février » » » » 7107 :						201	»				

Après la rencontre:

» 13 Mars	à partir du point culminant :					195	»	» 12°.3	»	» 200m	» »
» 22 Avril	» » » » » :					188	»	» 12°.3	»	» »	» »
» 21 Mai	» » » » » :					182	»				
» 11 Juin	» » » » » :					182	»	» 12°.5	»	» »	» »
» 3 Septembre	» » » » :					172	»	» 12°.7	»	» »	» »
» 8 Octobre	134	litres	à	12°.8		152,5	»	» 12°.4	»	» »	» »
» 28 »	171	»	»	11°.9							
» 6 Novembre	177	»				181	»				
» 17 »	184,5	»									
» 2 Décembre	173,5	»				172	»	» 12°.2	»	» »	» »
» 16 »	171	»	»	12°.2							
» 6 Janv. 1881	156	»	»	12°.0		155	»	» 11°.9	»	» »	» »
» 18 » »	155,5	»	»	11°.9							
» 27 » »	154	»	»	11°.8							
» 16 Févr. »						149	»	» 11°.9	»	» »	» »

En moyenne par seconde à partir du
13 Mars 1880 jusqu'au 16 Février 1881 173 litres à 12°,3 mesurés à 200 m de l'entrée.

Par contre il est sorti du tunnel en moyenne par seconde, peu avant la rencontre (du 10 Mars 1879 au 9 Février 1880) 237 litres à 12°.1. Le débit a donc diminué de 64 litres. On observe une diminution semblable en comparant le débit ci-dessus indiqué des mois de Janvier et Février 1880 avec celui des mêmes mois de 1881; soit 211—155 = 56 litres et 201—149 = 52 litres.

Les tableaux suivants donnent le résultat des observations de température faites sur les roches de la partie centrale du tunnel du Gothard entre 6714 N et 7000 S:

Point d'observation	Hauteur (au-dessus de la mer) du terrain au-dessus des thermomètres enfoncés	Hauteur de la montagne au-dessus des thermomètres enfoncés	Température du sol à la surface	Date de l'observation	Température moyenne de l'air pendant l'observation de la température de la roche	Température de la roche	Augmentation de la température à partir de la surface	Coefficient d'augmentation de température	Observations
6714 N	2560,5	1408,2	1,25*	13—15 Octobre 1879** .	29,2	29,36	28,11	0,0200	* Toutes les *températures du sol* sont calculées suivant une nouvelle formule ** Observation faite pendant la vérification de l'axe.
7291 N	2839,5	1684,0	0,13	29 Nov. 1879-2 Avril 1880*	30,8	30,46	30,33	0,0180	* 4 observations faites sous l'*Aelpetligrat.*
7393 N	2800,5	1644,8	0,31	13—15 Octobre 1879* .	28,3	30,26	29,95	0,0182	* Observation faite pendant la vérification de l'axe.
7453 N	2774,0	1617,8	0,63	2 Déc. 1879—2 Avril 1880*	30,8	30,36	29,73	0,0184	* 4 observations.
7635 N	2861,0	1703,6	0,08	21 Févr. — 14 Avril 1880*	30,6	30,05	29,97	0,0176	* 4 observations sous le *Kastelhorngrat.*
7041 S	2635,8	1477,9	1,06	11—15 Janvier 1880* .	29,4	30,53	29,47	0,0199	* Observations faites à 2 thermomètres pendant la vérification de l'axe.
7000 S	2652,0	1494,4	0,99	24 Janv. — 13 Mai 1880*	31,1	30,51	29,52	0,0198	* 5 observations.

Avant la rencontre la température moyenne de l'air était dans la galerie d'avancement:

Mois	Gœschenen					Airolo				
	Distance de l'entrée	au front d'attaque			en arrière du front d'attaque	Distance de l'entrée	au front d'attaque			en arrière du front d'attaque
		pendant la perforation	pendant le déblayage	en moyenne			pendant la perforation	pendant le déblayage	en moyenne	
Janvier	7533 à 7631	27,5	31,5	29,5	30,6	7002 à 7080,8	28,5	31,0	29,7	30,7
Février	7631 jusqu'au point de rencontre	26,6	29,9	28,3	*32,1	7080,8 jusqu'au point de rencontre	29,2	31,6	30,4	*31,0

* Le 29 Février avant la rencontre des deux galeries; beaucoup de monde et de lampes; observé à Gœschenen au thermomètre libre.

Bien que dans les derniers mois qui ont précédé la rencontre, on ait refoulé dans la galerie d'avancement un volume d'air bien plus considérable qu'auparavant, la température de l'air pendant la perforation n'a pu toutefois être abaissée que de $1^0,7$ au-dessous de la température de la roche et pendant le déblayage elle était égale à cette dernière. Pendant la dernière vérification de l'axe à Gœschenen le plus grand refroidissement obtenu dans la galerie où ne se trouvait personne, avec pleine ventilation, a été de $3^0.9$ à $6^0.3$, et pendant la dernière vérification à Airolo, on a remarqué que l'air qui s'échappait d'un tuyau entièrement ouvert de 5 centimètres, avait à l'embouchure une température de $26^0.0$; à 12 mètres de l'embouchure $26^0.5$, à 19 mètres $28^0.3$, pendant que l'air ambiant était à $29^0.4$. Vingt ouvriers travaillant au front d'attaque de la galerie d'avancement, y élèvent la température de $30^0.15$ à $31^0.2$, c'est-à-dire de $1^0.05$, en tenant compte des lampes et des explosions de dynamite. Avant la rencontre des deux galeries la température de tout le tunnel déblayé (côté sud) a été abaissée de $0^0.3$ au bout de 84 heures de ventilation et de $0^0.5$ au bout de 96 heures.

Sur le côté nord, l'influence de la ventilation naturelle (le courant d'air entrait à la partie inférieure et sortait à la partie supérieure) n'était plus sensible à 3000 mètres de la tête, sur le côté sud par contre on la remarquait encore entre 4000 et 5000 mètres de l'entrée. Tandis que l'air extérieur était au 24 Janvier 1880 à $-9^0.5$, on avait pendant la pleine activité des travaux, à 4270 mètres $28^0.5$, à 4970 $29^0.3$; les 14 et 15 Janvier il régnait aux mêmes points, malgré l'arrêt des travaux et la ventilation complète du tunnel, une température de $28^0.8$, $28^0.1$ et $29^0.9$, $29^0.5$, l'air extérieur étant à $-3^0.4$ et $-2^0.5$.

Depuis la rencontre, la température dans le milieu du tunnel est, selon la force, la direction et la durée du courant d'air, tantôt un peu plus élevée, tantôt un peu plus faible que celle qui régnait auparavant aux mêmes points de la galerie d'avancement. Elle était p. ex. le 4 Octobre 1880 entre 7000 N et 6300 S de $0^0.31$ plus élevée, le 10 Novembre 1880 entre 5745 S et 7640 N de $0^0.36$ plus élevée, le 14 Décembre 1880 entre 5700 et 7168 S de $1^0.97$ plus faible, le 28 Janvier 1881 entre 5600 S et 6760 N de $1^0.10$ plus faible que celle observée autrefois aux mêmes endroits en arrière du front d'attaque de la galerie d'avancement. C'est surtout en hiver que le courant d'air persistant du nord rafraîchit la température au delà du point culminant du tunnel vers le sud, tandis que le courant du sud réchauffe toujours la moitié nord du tunnel. Il ressort de 11 séries d'observations faites par la section de géologie qu'entre 5600 S et 6450 N (point central des différentes stations d'observations: 7146 S), la température moyenne de l'air a été de $29^0.83$ du 17 Mars 1880 au 28 Janvier 1881 (date moyenne des observations: 198 jours après la rencontre des deux galeries au 29 Février 1880), tandis qu'avant la rencontre, on a observé $30^0.24$ aux mêmes points en arrière du front d'attaque de la galerie d'avancement. L'abaissement total de la température est donc de $0^0.41$ en 198 jours, soit $0^0.75$ par an.

Suivant l'avis de notre géologue, l'abaissement annuel de la température augmentera d'une part après l'achèvement du tunnel, parce que le courant d'air sera plus considérable, que les travaux du tunnel tendant à réchauffer l'air auront cessé et qu'on ne mettra plus à découvert de nouvelles surfaces de roches chaudes; d'autre part il diminuera, parce que la différence entre la température du courant d'air et celle des parois du tunnel deviendra toujours plus faible. Si ces deux influences se balancent, il règnera au bout de 13 à 14 ans dans la partie culminante du tunnel du Gothard la même température moyenne que celle qui a été observée en 1879 vers la VIIme niche (milieu) du tunnel du Mont-Cenis, soit $20^0.3$. Comme au moment de la rencontre des deux galeries, la température de la roche

dans ce dernier entre 5000 S et 5200 N était d'environ $28^{0}.2$, il semblerait qu'il s'y est produit un abaissement moyen et annuel de la température de $\frac{28^{0}.2 + 20^{0}.3}{9} = 0^{0}.9$.

Les oscillations de la température et son abaissement successif dans le tunnel se font sentir beaucoup plus vivement près des têtes que dans la partie culminante. On a observé p. ex. entre 5407 et 5887 N :

courant d'air du nord du 15 au 19 Oct. 1880	: $0^{0}.50$	plus faible qu'autrefois	en arrière du front d'attaque de la galerie d'avancement
» » » » les 9, 11, 13 Déc. »	: $3^{0}.33$	» » »	
» » » » » 13 et 14 » »	: $3^{0}.90$	» » »	
alternativement courant du sud et du nord et absence de tout courant, les 9 Oct. et 9 Nov. 1880	: $0^{0}.64$	» » »	
» le 22 Décembre »	: $1^{0}.85$	» » »	
courant d'air du sud, du 15 au 19 Oct. »	: $0^{0}.30$	plus élevée »	
» » » » les 3 et 4 Janvier 1881	: $0^{0}.55$	» » »	
» » » » 4, 22, 24, 26, 28 » »	: $0^{0}.0$,	pas de différence.	

Comme cependant toutes ces observations ont été faites dans les mois d'hiver, leur moyenne de $1^{0}.2$ pour l'abaissement total de la température au point désigné paraît trop élevée.

L'humidité absolue et relative de l'air du tunnel se modifie insensiblement comme la température: cette humidité influe encore plus que la haute température sur la santé et la puissance de travail des ouvriers. Avant la rencontre des deux galeries, l'air du côté sud à 2200 mètres de l'entrée était saturé de vapeur d'eau, du côté nord l'humidité relative à 2500 mètres était de 97 à 99,5. Ce n'est que pendant la perforation mécanique qu'elle tombait entre 87 et 97 au front d'attaque du côté d'Airolo.

Depuis la rencontre des deux galeries, les conditions d'humidité se sont égalisées des deux côtés du tunnel. Dans la partie centrale l'humidité relative oscille entre 98,5 et 100, moyenne 99 1/3; par un fort courant d'air du nord, la colonne de vapeur atteint presque la tête sud (le 19 Mars 1880 à 2070 mètres de la tête sud, l'humidité relative était de 100, le 10 Novembre 1880, à 40 mètres de la tête, 98; le 14 Octobre à 50 mètres de la tête, 100; le 11 Février 1881 à 170 mètres de la tête, 98), et par un fort courant d'air du sud, elle atteint la tête nord (le 15 Octobre 1880 à 50 mètres de la tête nord, humidité relative 100; le 11 Novembre 1880 à 50 mètres de la tête, 98,5), tandis que sur le côté d'où vient le courant, l'air semble sec jusqu'au point culminant du tunnel, bien que là aussi l'humidité relative soit de 98,5. L'air entrant dans le tunnel devient humide déjà à une courte distance de la tête. Le courant venant du nord, l'humidité relative a été de 93 (en dehors 86) le 15 Octobre 1880 à 50 mètres de l'entrée nord; le 10 Novembre de 84; le 11 Février 1881 de 80 à 200 mètres de la tête; le courant venant du sud, elle a été de 94,6 le 11 Novembre 1880 à 50 mètres de la tête sud. Bien que le volume de vapeur d'eau suspendue dans l'air entrant n'influe pas sensiblement sur celui contenu dans l'air de la partie centrale, on le remarque très bien dans le voisinage de la tête et comme avec un faible courant d'air, il s'établit sur les deux côtés du tunnel un autre courant pénétrant dans ce dernier à sa partie inférieure, l'air extérieur peut avoir souvent plus d'influence sur les conditions d'humidité près de l'entrée du tunnel que l'air du tunnel qui en sort en glissant sous la voûte.

Le courant d'air naturel à travers le tunnel dépend de la différence de pression atmosphérique sur les deux versants du Gothard, laquelle varie avec le baromètre, la température et l'humidité. Le courant

vient du côté où règne la plus forte pression et sa vitesse croît comme la racine carrée de la différence existant entre les pressions des deux versants.

La colonne d'air de 36 mètres de hauteur dans le tunnel peut accroître ou diminuer la vitesse du courant, selon qu'elle est plus légère ou plus lourde que l'air extérieur et selon que le courant se dirige du nord au sud ou vice versâ. La dilatation de l'air pénétrant dans le tunnel et s'y échauffant ainsi que les frottements de tous genres, sont autant d'obstacles à la circulation de l'air dans le tunnel. Ces frottements diminuent dans la mesure de l'avancement des travaux en pleine section et du revêtement du tunnel. C'est pourquoi, les mêmes conditions atmosphériques étant données, il entrera dans le tunnel achevé un volume d'air plus considérable que maintenant.

Du 1er Juillet 1880 au 1er Mars 1881 les conditions de pression, de température et d'humidité sur les deux côtés du tunnel ont été telles que pendant 48 jours sur 100 le courant était dirigé du nord au sud, pendant 27 jours du sud au nord et pendant 25 jours, absence de courant d'air ou alternatives à courts intervalles. Les mois les plus favorables ont été Décembre et Janvier, pendant lesquels le courant du nord a régné à raison de 65 %, celui du sud à raison de 19 % et pour 16 % il n'y avait pas de courant ou bien il variait fréquemment de direction.

Le jour de la rencontre des deux galeries, l'air circulait à 10 heures du matin et à 6993 mètres de l'entrée sud, à travers la galerie excavée sur une section de 6 à 7 mètres carrés, avec une vitesse de 0,15 mètre par seconde vers le sud (air refoulé et celui passant par le trou de sonde); après la rencontre (11 heures 12 à 14 minutes) la vitesse monta successivement à 0,24, 0,53, 1,2 mètre et atteignit 1,6 mètre à 3 heures 30 minutes après midi; puis elle tomba à 0,91, 0,46 mètre et devint 0 à 5 heures 15 à 30 minutes. A partir de ce moment il s'établit un courant d'air du sud qui à 6 heures du soir atteignit une vitesse de 0,65 mètre.

Les observations subséquentes de la section de géologie ont montré que de 10 à 50 mètres de l'entrée, la vitesse de l'air entrant oscille du côté sud entre 0 et 0,87 mètre et du côté nord entre 0 et 0,76 mètre. Mais comme le profil dans œuvre mesure 45,9 mètres carrés sur le côté nord et 40,7 mètres carrés seulement sur le côté sud, les vitesses maxima citées plus haut donnent à peu près les mêmes volumes d'air maxima entrant dans le tunnel, c'est-à-dire 34,9 mètres cubes du côté nord et 35,4 mètres cubes du côté sud. Après l'achèvement du tunnel, ces volumes augmenteront encore un peu, car les observations faites jusqu'ici montrent que pendant l'avancement des travaux d'excavation, la vitesse à la tête de l'air entrant s'est, en somme, déjà accrue. Si nous admettons un volume maximum de $\frac{34,9+35,4}{2}$ $= 35,15$ mètres cubes et les intervalles ci-dessus énoncés pour la direction du courant, nous obtenons un volume moyen de $(0,48 + 0,27) \times \frac{35,15}{2} + 0,25 \times 0 = 11,3$ mètres cubes et une vitesse moyenne du courant d'air dans le tunnel achevé de $\frac{11,3}{40,7} = 0,28$ mètre. Lorsque le courant d'air est faible, il se produit toujours à l'entrée un autre courant pénétrant par le bas, lequel, à une certaine distance de la tête, se renverse et sort avec celui qui se forme sous la voûte. Ce contre-courant peut conduire à des résultats tout à fait erronés sur la circulation de l'air et ne doit pas être négligé dans les calculs relatifs à la vitesse.

Dans les parties où le tunnel n'est pas entièrement excavé, la vitesse du courant d'air croît à mesure que la section diminue, mais non suivant une proportion continue, car à l'entrée des rétrécissements, l'air est refoulé, ce qui produit une légère compression et un échauffement de l'atmosphère. Ces refoule-

ments occasionnent aussi, en l'absence de courant d'air venant du dehors, de faibles courants locaux prenant diverses directions. Pendant que le 18 Novembre l'air entrait à Gœschenen avec une vitesse de 0,57 mètre et sortait à Airolo avec une vitesse de 0,63 mètre, la vitesse était dans la partie boisée à 7500 N de 5,37 mètres; elle a atteint toutefois un chiffre plus élevé encore dans cette partie.

Les résultats de la perforation mécanique pendant les deux mois de Janvier et de Février sont résumés dans le tableau suivant:

Aperçu des résultats de la perforation mécanique

dans la galerie d'avancement à Gœschenen.

N°	Objet	Janvier (31 jours)	Février (28 jours)
	Front d'attaque à la fin de chaque mois . . . . . m.	7080,8	7167,7
1	Progrès mensuel . . . . . »	78,8	86,9
2	Progrès journalier, moyen, par 24 h . . . . . »	3,04	3,11
3	» » maximum . . . . . »	4,68	4,38
4	Section moyenne du front d'attaque . . . . . mq.	7,14	6,82
5	Longueur des trous foncés, par escouade . . . . . m.	90,50	89,70
6	La même par 10 m de galerie . . . . . »	11,48	10,32
7	Longueur des trous éclatés, . . . par escouade . . . . . »	78,8	86,9
8	» brute d'un trou foncé, . » . . . . . »	1,24	1,11
9	» effective d'un trou éclaté, » . . . . . »	1,08	1,07
10	» restante des trous, . . . » . . . . . »	3,10	0,697
11	» » » » pour chacun . . . . . »	0,160	0,034
12	» totale des trous percés . . . . . »	1753	1811
13	La même par 10 m d'avancement de la galerie . . . . . »	223	208
14	Temps employé . . . . . heures et minutes	622h 50′	670h 20′
15	» perdu . . . . . » »	125h 10′	11h 40′
16	» total employé à la perforation . . . . . » »	327h 50′	342h 20′
17	» » pour décharger les mines, déblayer, etc. . . . . » »	295h	328h
18	» employé par perforation . . . . . » »	4h 29′	4h 13.5′
19	» » » jeu de mines . . . . . » »	4h 2′	4h 3′
20	» » » perforatrice pour percer un mètre . . . . . minutes	50	60
21	Nombre des postes de perforateurs	73	81
22	Le même par 10 m de galerie	9,26	9,32
23	Nombre des postes de mineurs	73	81
24	» » trous perforés	1414	1635
25	Le même par 10 m de galerie	179,4	188,1
26	Moyenne des trous par poste	19,37	20,18
27	Nombre de fleurets changés	4806	5148
28	Le même par 10 m de galerie	609,90	592,40
29	Nombre total de perforatrices (moyenne en service)	328,5	432,54
30	Le même par poste	4,5	5,34
31	Nombre de perforatrices changées	18	22
32	Le même en %	5,48	5,09
33	Pression de l'air en atmosphères absolues { minimale	2,00	2,00
	moyenne	2,63	2,54
	maximale	3,20	3,33
34	Température moyenne à la perforation, en degrés centigrades	29,2	29,4
35	» » au déblayage, » »	30,1	31,8

En ce qui concerne les travaux exécutés dans les différentes sections du diagramme, il a été percé jusqu'au 29 Février 1880 165,7 mètres dans la galerie d'avancement du côté sud, de sorte que la longueur totale de celle-ci à partir de l'entrée du tunnel de direction se monte à 7167,7 mètres, tandis qu'elle est de 7744,7 du côté nord. Cette différence en moins pour le côté sud date en grande partie des années 1877 et 1878 et a été causée principalement par la partie peu consistante de 4540 à 4720. La roche des parties traversées dans la dernière année consistait en un gneiss micacé facile à extraire, compacte dans la galerie d'avancement, mais qui, malgré l'angle très ouvert de direction et de plongement, a nécessité néanmoins, pour éviter les éboulements, un boisage dans l'élargissement en calotte.

Ce dernier a été terminé, comme sur le côté nord, au commencement de Septembre, car dans cette partie du diagramme on a plus avancé en 8 mois que pendant l'année entière de 1879, ce qu'il faut attribuer à l'emploi sur une plus grande échelle de la perforation mécanique en calotte après la rencontre des deux galeries.

La voûte a suivi l'élargissement en calotte à la distance de projection des blocs par les mines et comme cet élargissement a marché rapidement pour le motif susénoncé, la voûte aussi a pu être revêtue d'une manière correspondante. L'avancement annuel a été de 1775,4 mètres et le progrès le plus considérable a été réalisé en Octobre avec 276,8 mètres courants. A la fin de l'année la voûte était entièrement achevée jusqu'à la limite des sections à l'exception de 163 mètres entre 4858 et 5318 qu'on avait admis auparavant comme devant rester sans revêtement.

Les travaux du côté sud étant exécutés dans toutes leurs parties de la même manière que du côté nord, le gradin supérieur de la cunette du strosse a ici aussi suivi de près le revêtement en voûte; ce n'est que dans les parties solides, devant rester sans revêtement, que la cunette a été excavée indépendamment de la voûte. Dans la roche dure et tenace, la cunette du strosse devait toujours précéder la voûte, vu que celle-ci était trop exposée aux éclats projetés par les violents coups de mines qui ont nécessité, surtout du côté nord, la reconstruction de plusieurs parties lors de l'application de la perforation mécanique. Pour éviter ces dégâts, on a employé la plupart du temps la perforation à la main dans le gradin supérieur de la cunette du strosse; le gradin inférieur par contre a été lui aussi excavé en partie au moyen de la perforation mécanique. Le progrès réalisé atteint 1159,6 mètres courants; à la fin de l'année il restait donc encore à achever 677,6 mètres jusqu'à la limite des sections, tandis que d'après le programme la cunette du strosse aurait dû, comme l'on sait, être achevée le 1er Juin.

L'abatage du strosse a avancé de 1173,8 mètres et fin Décembre il restait encore 1312,4 mètres à exécuter. Si le progrès ne s'accentue pas davantage, il est à prévoir que cette partie du diagramme ne sera pas terminée dans l'année courante. Mais tous les travaux du tunnel sont organisés en connexion les uns avec les autres et l'abatage du strosse dépend de la cunette. Au commencement de Décembre on a réalisé des dispositions destinées à assurer un progrès plus que double dans la cunette et dans le strosse.

Pour les mêmes raisons le revêtement des piédroits a très peu progressé comme du côté de Gœschenen: il n'a été revêtu que 367,8 mètres courants du piédroit est, et 1046,8 mètres du piédroit ouest.

Relativement aux moyens d'extraction, il est à mentionner qu'une fois qu'on eut commencé au début de l'exercice à excaver la cunette en deux gradins, la rampe entre 4970 et 5110 qui faisait communiquer la plate-forme avec le seuil de la calotte et qui existait déjà depuis le commencement de l'année, fut utilisée jusqu'au 30 Juin. L'étage supérieur de la cunette ayant été poussé à ce jour jusqu'à 5900 et le gradin inférieur jusqu'à 5300, les deux rampes entre 5308 et 5408 et entre 5783 et 5858 qui réunissaient la plate-forme au seuil de la calotte furent mises en exploitation. Durant le second semestre,

le gradin supérieur de la cunette se trouva assez avancé pour que la rampe supérieure pût être transportée le 9 Décembre entre 6383 et 6483. Le nombre des trains de déblais qui sont sortis journellement du tunnel et pour lesquels on disposait de 2 locomotives à air et d'une locomotive à vapeur, s'est élevé à 12 en moyenne, rarement à 11.

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

dans la galerie d'avancement	0 mètre cube
dans les autres parties en exécution . .	66,292 mètres cubes
dans le tunnel achevé	226,567 » »
en tout	292,859 mètres cubes

tandis que pendant le mois de Décembre la quantité d'air refoulé en moyenne par jour était de 91,164 mètres cubes, soit le 31 % du vide excavé. Le nombre des lampes allumées en même temps a été en moyenne de 418, brûlant par jour 293 kilogrammes d'huile. La consommation de dynamite s'est élevée à 158 kilogrammes par jour, le chiffre moyen des ouvriers occupés journellement à 1198 et celui des animaux de trait à 27 par 24 heures.

Comme résumé des travaux exécutés pendant l'année au *tunnel du Gothard dans son ensemble,* le tableau ci-après montre dans quelle mesure il a été satisfait au programme fixé dans la convention additionnelle du 21/25 Septembre 1875:

Désignation des travaux	Etat des travaux au 31 Décembre 1879			Progrès en 1880			Etat des travaux au 31 Décembre 1880		
	D'après programme	En réalité	Différence	D'après programme	En réalité	Différence	D'après programme	En réalité	Différence
Galerie d'avancement	14920	14535,0	— 385,0	0	377,4	+ 377,4	14920	14912,4	— 7,6
Battage au large . .	13920	12970,1	— 949,9	1000	1902,2	+ 902,2	14920	14872,3	— 47,7
Cunette du strosse .	13670	10659,1	—3010,9	1250	2784,0	+1534,0	14920	13443,1	— 1476,9
Strosse	12752	9528,1	—3223,9	2168	2297,0	+ 129,0	14920	11825,1	— 3094,9
Voûte	13100	10713,3	—2386,7	1820	3268,4	+1448,4	14920	13981,7	— 938,3
Piédroits	12580	9027,7	—3552,3	2340	1259,0	—1081,0	14920	10286,7	— 4633,3

Comme il a été reconnu, lors de la rencontre des deux galeries, que le tunnel est de 7,6 mètres plus court qu'il n'avait été calculé, tous les arriérés au 31 Décembre doivent être diminués de ce chiffre. Le reste de 40,1 mètres pour le battage au large concerne la mauvaise partie centrale que l'entreprise ne veut attaquer que lorsque la cunette du strosse aura été terminée des deux côtés jusqu'à ce point.

Ainsi qu'il ressort du tableau précédent, les arriérés à la fin de l'année sont considérables, surtout dans la partie inférieure du tunnel, alors que ce dernier aurait dû être achevé dans son ensemble au 1er Octobre 1880; on est donc amené à se demander à quelle époque on peut prévoir que le tunnel sera terminé. Questionnée à ce sujet d'une manière sérieuse, l'entreprise a déclaré que le tunnel serait entièrement fini au 30 Septembre 1881, pourvu qu'il n'arrive rien d'extraordinaire dans la mauvaise partie centrale, ce qui du reste n'est point du tout probable.

Pour arriver à ce résultat il suffit de pousser les travaux d'abatage comme cela s'est fait en Décembre; par contre le revêtement des piédroits doit être activé beaucoup plus énergiquement que cela n'a eu lieu jusqu'à présent. Rien ne s'oppose du reste à ce que l'on force ce genre de travail.

Dans le rapport du 23 Juin 1880 que nous avons présenté à l'Assemblée générale, nous avons mentionné le différend pendant entre l'entreprise L. Favre et notre Société relativement au payement des travaux de reconstruction au kilomètre 2800 côté nord. Dans la cinquième convention additionnelle du 5 Mai 1879, les parties contractantes s'étaient réservé d'en appeler à un tribunal arbitral aux fins de fixer le prix du mètre courant, lequel tribunal serait nommé par le Conseil fédéral dans le cas où les parties ne pourraient s'entendre sur sa composition.

Le Conseil fédéral s'est trouvé déjà en 1879, dans le cas de composer ce tribunal. Mais au cours des tractations, il survint bientôt un désaccord entre les parties relativement à la compétence du tribunal arbitral. A la suite d'un jugement préalable rendu par ce dernier, nous fûmes obligés de soumettre au Tribunal fédéral la question de compétence. Celui-ci n'entra pas en matière sur notre requête mais nous réserva expressément le droit de soumettre à son jugement définitif la question de compétence après que le tribunal arbitral aurait rendu son verdict.

L'entreprise L. Favre demandait au point de vue matériel que le tribunal arbitral imposât à la Société l'obligation de payer les frais des deux reconstructions plus un bénéfice légitime et même qu'il annulât le jugement arbitral de 1878 sur les frais de la première maçonnerie. Nous nous sommes opposés à cette demande en nous appuyant sur diverses erreurs commises par l'entreprise et sur les dispositions des conventions.

Le tribunal arbitral nous a transmis son verdict en Février 1881. Ce dernier ne fixe pas les prix, par contre il établit en principe que le jugement relatif à la première maçonnerie est valable, mais qu'en revanche la Société doit supporter le total effectif des frais de la première et de la seconde reconstruction, toutefois sans tenir compte d'un bénéfice légitime.

Nous en avons appelé auprès du Tribunal fédéral contre ce jugement qui a été pris à la majorité de deux voix contre une.

Une autre question qui nous a occupés à plusieurs reprises, est celle de l'achèvement du grand tunnel. A teneur de l'art. 7 de la Convention principale de 1872 et de l'art. 5 de la première convention additionnelle, il n'est pas douteux que l'entreprise L. Favre ne soit tenue en droit d'achever les travaux pour le 30 Septembre 1880. Les clauses de ces conventions n'ont jamais été modifiées en quoi que ce soit et la cinquième convention additionnelle du 5 Mai 1879 démontre clairement qu'à ce moment encore on s'en tenait au délai prévu.

L'art. 7 de la Convention principale renferme la clause suivant:

« La Compagnie du Gothard paiera cinq mille francs de prime à M. Louis Favre pour chaque jour » de gagné; par contre, M. Louis Favre subira une retenue de cinq mille francs pour chaque jour de » retard, pendant les premiers six mois et de dix mille francs pour chaque jour de retard, durant » les seconds six mois. Au bout de l'année, M. Louis Favre sera dépossédé et son cautionnement » (art. 8) deviendra la propriété de la Compagnie du Gothard. »

En Avril 1880, alors qu'il fut certain que le délai ne pourrait pas être observé, l'entreprise s'adressa à nous dans le but d'entamer des négociations relatives à une prolongation de terme. Nous lui répondîmes qu'il n'y avait pas lieu pour nous d'entrer en matière sur une modification de nos conventions et qu'en ce qui concerne les retenues spécifiées à l'art. 7, nous nous réservions le libre exercice de nos droits selon les mesures et l'attitude qu'adopterait l'entreprise.

Dans le courant du mois d'Août, l'avocat de l'entreprise a intenté par devant le Tribunal fédéral une action concluant par les demandes suivantes:

1) Que la Société doive tenir compte du temps qui, pendant les travaux du grand tunnel, a été perdu par suite des ordres de la Société et des circonstances énumérées dans la plainte.

2) Que ce temps soit fixé à 780 jours, dans ce sens toutefois que ce chiffre pourra être réduit par le Tribunal.

L'entreprise cherche à motiver sa demande en prétendant que la Société, c'est-à-dire la Direction technique, a procédé d'une manière défectueuse à plusieurs égards, et en prétextant des cas de force majeure ainsi que des faits de nature diverse, comme p. ex. la crise financière de la Société.

De notre côté nous avons contesté à différents points de vue l'exactitude de ces allégations et décliné toute responsabilité pour les dits cas de force majeure tels que p. ex. les mauvaises parties et la haute température dans le tunnel. Dans la forme, nous avons opposé qu'au point de vue de procédure, nous n'avions nullement l'obligation d'entrer en matière sur une demande de prolongation de délai.

Au commencement de Novembre, c'est-à-dire lors du payement des acomptes mensuels pour le mois d'Octobre, nous aurions pu, aux termes de l'art. 7 de la Convention principale, opérer la première retenue de fr. 5000 par jour. Avant d'exécuter cette grave mesure, nous avons fourni à l'entreprise L. Favre l'occasion de nous présenter des propositions aux fins de régler *tous les différends* pendants entre elle et notre Société. Il était parvenu à notre connaissance que des personnes influentes appartenant à l'entourage de l'entreprise étaient disposées à procéder à un arrangement à l'amiable de *toutes les contestations* et nous crûmes devoir prêter la main à une solution de ce genre.

L'entreprise se déclara prête à entrer en matière sur un examen plus complet de la question en ajoutant toutefois qu'elle attendait en première ligne qu'il ne fût opéré aucune retenue pour le mois d'Octobre. Une entente survint à ce sujet en ce sens que le payement intégral serait effectué pour ce mois, cela toutefois sans préjudice des droits des deux parties, ce qui serait constaté par l'entreprise sur la quittance également.

Nous dirons tout de suite ici que depuis le mois de Novembre tous les payements mensuels ont été effectués sans retenue et que les quittances portent toutes la déclaration susmentionnée, savoir que la question de droit demeure intacte.

Dans le courant de Décembre et de Janvier ont eu lieu à plusieurs reprises des conférences à ce sujet entre notre Société et l'entreprise, lesquelles semblaient devoir aboutir à un résultat. On parvint à s'entendre sur les points principaux à une question près, il est vrai importante, et l'on était tombé d'accord sur une proposition émanée de l'entourage de l'entreprise et tendant à charger le Conseil fédéral du soin de trancher le différend. Mais les héritiers de M. L. Favre se refusèrent définitivement à accepter cette dernière solution, et l'on dut considérer les tractations en vue d'un arrangement comme ayant, jusqu'à nouvel ordre, échoué. La suite de cette affaire ne peut figurer dans ce rapport, vu qu'elle ne rentre pas dans l'exercice de 1880. Nous ajouterons seulement que le 12 Mars 1881 le Tribunal fédéral a rendu son jugement sur notre opposition au point de vue de procédure dans l'action de l'entreprise relative à une prolongation de délai et qu'il a débouté cette dernière de sa demande. Au point de vue matériel la question n'a pas encore reçu de solution.

Les deux *caisses de malades* des sections de Gœschenen et d'Airolo sont gérées d'après le règlement spécial pour le grand tunnel, qui, après de longues transactions, a été institué les 18 Avril 1874 et

28 Juin 1875 entre l'entreprise L. Favre et nous. Au commencement de l'exercice, ces caisses ont été mises à contribution dans une large mesure, parce que précisément à cette époque la maladie dite des mineurs, causée surtout par la haute température dans le tunnel, a obligé un grand nombre d'ouvriers à retourner dans leur pays. Ces malades ont reçu dans la règle l'argent nécessaire à leur voyage et une somme destinée à subvenir aux frais de traitement qu'exigeait leur état. Italiens pour la plupart, ils sont entrés dans les hôpitaux de leur pays et s'y sont fait soigner. Il est peut-être arrivé que dans la répartition de ces secours aux malades et aux blessés, on n'a pas toujours tenu juste compte des circonstances. Il en est résulté qu'en Italie et jusque dans le sein de l'Assemblée nationale, des plaintes se sont fait entendre sur ce qu'il ne serait pas pourvu d'une manière convenable aux soins à donner aux ouvriers blessés ou devenus malades à la suite de leurs travaux dans le tunnel. Le Gouvernement italien s'adressa au Conseil fédéral suisse en le priant de lui faire savoir :

1° comment et d'après quels principes la caisse de malades et de secours fondée dans l'intérêt des ouvriers du grand tunnel est administrée et fonctionne.

2° si les prescriptions de cette caisse trouvent leur application entière et régulière vis-à-vis des ouvriers italiens devenus incapables de travailler ou des familles de ceux qui ont perdu la vie en travaillant au tunnel.

Sur une invitation du Conseil fédéral, nous lui avons envoyé les matériaux nécessaires pour juger de la question, à savoir les statuts et comptes des caisses et les listes des secours accordés en cas de maladies ou d'accidents. Nous avons accompagné ces documents d'un rapport circonstancié en faisant ressortir que le règlement de la caisse de secours impose à l'entreprise des obligations qui dépassent la mesure prescrite par la loi.

Le Conseil fédéral chargea de plus M. le Dr Sonderegger à Saint-Gall de faire une enquête sur les conditions sanitaires de Gœschenen et d'Airolo. Le rapport, qui a été imprimé dans le Correspondenzblatt pour les médecins suisses, dit textuellement: « En somme, l'entreprise me parait remplir convenablement » ses obligations au point de vue de la police sanitaire, sauf en ce qui concerne l'hôpital d'Airolo. » Quant à ce dernier, on se plaint de sa construction défectueuse et du manque de propreté.

Le Département fédéral des chemins de fer nous a transmis encore le projet d'une convention à passer entre l'entreprise et nous, aux termes de laquelle les contestations qui pourraient s'élever entre les ouvriers malades ou blessés et la Commission de la caisse de malades, seraient réglées par une personne de confiance; mais l'entreprise a refusé d'entrer en matière sur une entente de ce genre.

La Direction a été souvent priée par les Autorités ou par des particuliers d'obtenir des Commissions de caisses de malades des secours en faveur d'ouvriers malades ou blessés ou bien de familles d'ouvriers décédés et il va sans dire que nous avons volontiers prêté notre intervention dans ce but. Nous pouvons par contre constater que jusqu'à aujourd'hui, il n'est pas encore arrivé qu'un ouvrier blessé sur les chantiers du grand tunnel ait invoqué la protection du tribunal.

Nous croyons devoir encore mentionner avec reconnaissance les dons qui nous sont parvenus de diverses sociétés et de particuliers à l'occasion de la percée du tunnel du Gothard en faveur des ouvriers blessés ou tués pendant la construction du tunnel; ces dons atteignent le chiffre de fr. 1072. 05. Cette somme a pu être augmentée de fr. 1480, produit de la vente des médailles restées disponibles qui ont été frappées pour les ouvriers en commémoration de la percée du tunnel du Gothard. Le montant total de fr. 2552. 05 a été, conformément à sa destination, réparti par les caisses de malades de Gœschenen et d'Airolo entre les blessés ou malades les plus nécessiteux, soit entre les familles des ouvriers décédés.

En ce qui concerne les autres entreprises de construction, nous avons, au commencement de l'exercice, élaboré des statuts qui se rattachent, pour les clauses principales, à nos anciens statuts du 30 Juin 1873. Les diverses caisses de malades qui, avec notre aide, se sont constituées durant l'année 1879, ont établi leurs règlements en conformité des statuts normaux et les ont soumis à notre approbation. Sur toute la ligne il a été passé avec les administrations d'hospices des conventions relatives à l'utilisation de ces derniers, ou bien il a été construit des hôpitaux spéciaux.

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															
	Immensee-Fluelen		Fluelen-Gœschenen		Tunnel du Gothard Tête nord		Tunnel du Gothard Tête sud		Airolo-Biasca		Cadenazzo-Dirinella		Giubiasco-Lugano		Total		Immensee-Fluelen		Fluelen-Gœschenen		Tunnel du Gothard Tête nord		Tunnel du Gothard Tête sud		Airolo-Biasca		Cadenazzo-Dirinella		Giubiasco-Lugano		Total	
	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	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	.	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	4	4	2	1	5	2	.	.	.	1	9	.	.	.	2	3	18	7
Chute d'objets, matériaux	1	.	2	5	.	2	.	12	3	6	1	.	1	.	8	25	4	.	6	7	.	4	.	10	7	7	8	.	3	1	28	29
Explosions:																																
1. Blocs lancés par les mines	1	.	2	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	4	2	.	.	2	1	.	3	.	2	1	1	.	.	1	.	4	7
2. Forage d'anciens trous de mines	.	.	.	5	.	.	.	2	.	3	.	.	.	2	.	12	1	.	7	2	.	.	.	1	1	9	.	.	.	6	9	18
3. Mines parties trop tôt	.	1	1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	3	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2
4. Mines parties trop tard	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	3	.	1	.	.	1	.	.	.	1	4
5. Explosion de capsules	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	1	.	.	.	.	12	1
Accidents pendant le transport:																																
1. Ecrasement sous les wagons et locomotives	.	.	.	.	.	3	1	4	.	.	.	.	.	.	1	7	.	.	1	1	.	5	.	2	.	2	.	.	.	1	1	11
2. Déraillements, collisions et renversements de wagons	.	.	1	1	.	1	.	.	2	1	.	.	1	.	4	3	1	1	6	.	.	.	.	.	1	2	2	.	4	8	14	11
3. Chutes et sauts à bas de trains de matériaux	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
4. Ecrasement entre wagons, etc.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	3	1	.	6	1	.	1	.	1	2	1	.	.	1	1	10	5
Eclats de pierre lancés par les mines	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1	.	.	.	.	1	.	2	3	.	.	.	1	6	5
Accidents causés par les perforatrices et autres machines	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	2	.	.	.	1	1	1	.	.	.	1	4	5
Asphyxie par vapeurs de dynamite	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Attentat	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.
en tout à ciel ouvert	3	.	9	.	1	.	1	.	11	.	1	.	2	.	28	.	13	.	37	.	.	.	1	.	37	.	11	.	11	.	110	.
en tout en tunnel	.	1	.	14	.	9	.	19	.	15	.	.	.	4	.	62	.	6	.	17	.	18	.	19	.	27	.	.	.	22	.	109
Total général	4		23		10		20		26		1		6		90		19		54		18		20		64		11		33		219	
Nombre d'ouvriers occupés en moyenne par jour	1796		3578		1547		1476		3803*		643		1615		14458		1796		3578		1547		1476		3803		643		1615		14458	
Il y a donc eu 1 blessure sur ouvriers	449		155		154		74		146		643		269		160		94		66		86		74		60		58		49		66	
ou d'une manière générale 1 accident sur	46 ouvriers																															

Un dernier procès de quelque importance relatif aux décomptes avec un entrepreneur des lignes tessinoises de plaine, a reçu sa solution du Tribunal fédéral en ce sens que notre Société a été condamnée à payer une somme assez considérable au delà du montant du règlement de compte définitif fixé par notre Direction technique. Cette somme n'est toutefois qu'une fraction relativement faible du chiffre que réclamait l'entrepreneur.

Une difficulté de peu de gravité concernant un décompte avec un autre entrepreneur des lignes tessinoises de plaine a été, au commencement de 1881, aplanie en ce qui concerne les points essentiels en faveur de notre Société.

Tous les procès relatifs à la construction de ces lignes de plaine sont donc terminés.

VI. Exploitation.

A. Situation générale.

1. Lignes directes.

Pendant l'exercice qui nous occupe on a entrepris et achevé les travaux préparatoires en vue des *tarifs futurs* du transport des voyageurs et marchandises pour le trafic interne du chemin de fer du Gothard, et un rapport y relatif a été présenté aux hautes Autorités fédérales. De plus des négociations ont eu lieu avec quelques Administrations suisses et étrangères intéressées au trafic du Gothard, au sujet de l'introduction de tarifs directs pour les marchandises, et du choix principalement d'un système de tarifs pour le trafic entre l'Allemagne et l'Italie ainsi que pour le trafic entre les stations du chemin de fer du Gothard et certaines stations des autres Administrations suisses d'une part et quelques Administrations sur territoire étranger d'autre part.

Ces travaux préparatoires pour l'établissement des tarifs ont été exécutés sur les bases suivantes:

En ce qui concerne d'abord le *trafic des voyageurs*, les taxes pour le trafic dans son ensemble du chemin de fer du Gothard ont été, en tenant compte des dispositions concessionnelles pour chaque ligne isolée et de celles du Traité international du 15 Octobre 1869, fixées à un taux correspondant approximativement à celui des taxes des autres lignes suisses. Par contre il sera perçu sur les sections de montagne avec pente de 15 ‰ et au delà une surtaxe qui est admise par les concessions et par le Traité international susdit et qui couvre à peu près l'augmentation des frais d'exploitation sur ces sections. Le rabais sur les billets d'aller et retour est fixé au 20 % du double de la taxe pour course simple. De plus il a été introduit un tarif d'abonnements à prix réduits; seront appliqués aussi pour le trafic interne et direct du Gothard les tarifs et les règlements institués par la conférence des Administrations de chemins de fer suisses pour les *écoles et sociétés*, pour la location de *voitures à voyageurs* spéciales et pour le *transport de malades*.

Pour le transport des *bagages* et d'*animaux vivants* on a adopté les taxes des autres lignes suisses avec les surtaxes correspondantes sur les sections de montagne.

Quant au *trafic des marchandises*, les tarifs internes et directs du Gothard seront établis sur la base de la classification des marchandises du 1er Juin 1872, laquelle est appliquée déjà pour le trafic interne et direct des chemins de fer de la Suisse orientale et pour le trafic direct de ces derniers avec