

# Notice sur le chemin de fer du Gothard

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes**

Band (Jahr): **8 (1882)**

Heft 3

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-9511>

## **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.

## BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE

## DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

PARAISANT 4 FOIS PAR AN

Prix de l'abonnement annuel : pour la SUISSE, 5 fr.; pour l'ÉTRANGER, 5 fr. 50.

Pour les abonnements et la rédaction, s'adresser à M. Georges Bridel éditeur, place de la Louve, à Lausanne.

## NOTICE SUR LE CHEMIN DE FER DU GOTHARD

## II

Nous pouvons résumer en peu de mots ce qui concerne les formations géologiques.

Entre Immensee et Steinen, on rencontre les bancs de grès, de marne et de nagelfluh, qui forment le versant oriental si abrupt du Righi ainsi que le pan occidental du Rossberg; entre Steinerberg et Steinen, ainsi que d'Immensee à Rickenbach, ces couches sont recouvertes de débris de moraines. Le terrain qui sépare les pentes du Righi de celles du Rossberg, soit le col entre les lacs de Zoug et de Lowerz, est recouvert des débris du célèbre éboulement de Goldau, qui s'est produit en 1806. On rencontre encore d'anciens restes d'éboulements près de Steinen.

Les débris roulés par la Muotta, joints aux alluvions des torrents qui se précipitent du Rossberg et des Mythen, composent le sol entre Steinen et Brunnen.

Les parois de rochers calcaires, qui plongent dans le lac entre Brunnen et Fluelen, consistent en schistes marneux et en grès; ces couches appartiennent à la craie jurassique de la période tertiaire et se font remarquer par leurs couleurs variées ainsi que par leurs plissements curieux. Ces parois sont très défilées et leurs éboulements fréquents très dangereux; il a donc fallu protéger la voie d'une façon toute spéciale dans les rares endroits où elle passe à ciel ouvert.

L'éboulement assez considérable de Sisikon, arrivé en 1801 a été traversé en tunnel. Près de Fluelen, l'énorme cône de déjection du Grünbach remplit l'espace que laissent entre elles les parois du rocher. Le torrent, qui suit ici la paroi nord de l'escarpement, traverse la voie, sur une galerie, entre deux digues solides. Le versant sud du cône de déjection est complètement recouvert de végétation. Avant de pouvoir atteindre la vallée de la Reuss à Fluelen, il a fallu empiéter sur le lac pour contourner un rocher à pic dont le pied plonge dans l'eau.

Jusqu'à la plaine d'Andermatt dans la vallée d'Urseren, les montagnes qui bordent la vallée moyenne de la Reuss, appartiennent au massif du Finsteraarhorn. La roche est un gneiss granitique très dur, elle se métamorphose près de Meitschlingen en gneiss à paillettes micacées et en talc schisteux. Ces schistes composent les pentes de la vallée jusqu'à Erstfeld, pour céder ensuite la place à de puissantes assises calcaires appar-

tenant aux terrains jurassiques inférieurs; ces couches forment les parois à peu près verticales de la vallée. En plusieurs places, la vallée est recouverte de débris de moraines et de monceaux de pierres provenant d'éboulis.

Les dépôts glaciaires les plus remarquables se rencontrent près de Wasen; la voie les coupe plusieurs fois en tranchée.

Le grand tunnel traverse d'abord sur une longueur de 2300 mètres le gneiss granitique du massif du Gothard, avec couches de gneiss interposées; puis, sous la vallée d'Urseren, des couches de gneiss d'Urseren, alternant avec du cipolin, ainsi que des schistes noirâtres et du sericitgneiss; dans les 7400 mètres suivants on rencontre du gneiss et des schistes micacés, puis du gneiss qui passe insensiblement à la roche du hornblende, enfin de la serpentine et le gneiss quartzeux du massif du Gothard.

Les 3200 derniers mètres, sous le versant du Tessin, traversent des couches de gneiss micacé compacte, de schistes verdâtres, de hornblende, de schistes micacés calcaires, de dolomite, grauwaacke et de terrains de moraines.

La terrasse supérieure de la vallée du Tessin montre des restes de couches de dolomite; les flancs de la vallée consistent à gauche en schistes talqueux, à droite en schistes talqueux et calcaires.

La paroi de rochers de Stalvedro est composée de couches verticales de talc schisteux, de gneiss mêlé de talc, de quartzites et de schistes contenant des chlorites.

Dans la partie suivante, les montagnes qui bordent la vallée à droite se composent de talc schisteux calcaire, celles de gauche de gneiss. Plus bas que Fiesso, à l'endroit où le Tessin s'est frayé un passage à travers le mont Piottino qui, autrefois, barrait la vallée, les parois latérales sont formées de gneiss jusqu'au débouché de la vallée de Misox.

Le gneiss compact de la gorge du Dazio renferme des couches de roche schisteuse, riche en talc et de faible consistance. Cette dernière particularité a beaucoup facilité le travail d'érosion du Tessin près de Dazio-grande; elle a permis la formation du gradin qui existe en cet endroit et a causé la désagrégation d'une grande étendue de terrain près d'Osco, sur la rive gauche du Tessin.

Depuis le mont Piottino, en descendant la vallée, le gneiss se fend très facilement et fournit une très bonne pierre à bâtir. Là où la voie passe immédiatement à côté du rocher, les grandes fissures qu'il présente ont souvent nécessité des fondations difficiles, ou des murs en sous-œuvre pour soutenir des

parois suspendues en l'air et qui menaçaient de s'effondrer dans la vallée. Dans les environs des chutes de la Biaschina, la vallée renferme plusieurs restes de moraines; le plus considérable se trouve sur la rive droite, à côté de la chute, près de San Pelegrino. La voie passe en tranchée dans la dernière. Les talus de la ligne ont été beaucoup plus difficiles à consolider que ceux de la partie nord près de Wasen. Nous citerons encore quelques éboulements de rochers, déjà fort anciens, près de Calonico et de Bodio. On rencontre partout dans les Lémentines moyenne et inférieure de grands blocs erratiques ou provenant des éboulements, dont nous venons de parler.

La partie inférieure de la vallée du Tessin, est composée, jusqu'à la frontière suisse, de gneiss talqueux avec quelques couches de talc schisteux. La voie traverse ces formations dans tout son parcours le long du lac Majeur; sur le versant nord du mont Cenere, la ligne Bellinzona-Lugano est aussi construite sur ces mêmes terrains.

Au sud du col du mont Cenere, l'on trouve du gneiss; près de Lugano il s'y mêle des quartzites, des talcs schisteux et enfin de la dolomite de San Salvatore.

La ligne du Gothard a été divisée pour l'exploitation en plusieurs sections, d'après la pente admise pour les différentes parties. Dans le trajet Immensee-Erstfeld-Biasca-Dirinella, où la pente ne dépasse pas 10 ‰, des trains importants peuvent être remorqués par des machines légères; sur le parcours Erstfeld-Biasca, au contraire, les rampes s'élèvent jusqu'à 25 et 27 ‰ et des trains plus légers demandent des machines plus fortes. Les nouvelles machines à marchandises du Gothard ont 6 à 8 roues accouplées (poids utile 43 et 54 tonnes); elles remorquent sur les parcours de plaine, 380 et 500 tonnes; sur les parcours de montagne, on ne peut leur donner qu'une charge de 140 et 170 tonnes. Le rapport entre les rampes de plaine et celles de montagne a été calculé de telle sorte qu'une machine à marchandise de plaine puisse servir comme locomotive à voyageurs en montagne, et qu'un train remorqué en plaine par une seule locomotive, en demande deux dans la montagne.

La ligne secondaire Bellinzona (Giubiasco)-Chiasso a sur son versant nord une inclinaison de 26 ‰; du côté sud, jusqu'à Lugano, des pentes maximum de 21 ‰, enfin entre Lugano et Chiasso les rampes sont d'environ 17 ‰; cette ligne présente donc tous les caractères d'un chemin de fer de montagne et n'a pas permis une division en sections aussi avantageuses pour le trafic que la ligne principale.

Le trafic sur la ligne du Gothard a exigé la création de deux grandes stations sur le versant nord, Rothkreuz et Erstfeld et de quatre sur le versant sud; à savoir: Biasca, Luino, Bellinzona et Chiasso.

Les stations terminales de Rothkreuz, Luino et Chiasso servent de points de raccordement avec les lignes voisines. Les deux dernières sont en même temps stations de douanes internationales; la première sur territoire italien, la seconde sur sol suisse. La station de Rothkreuz relie la ligne du Gothard avec les chemins de fer venant de Lucerne, Aarau et Zurich; elle forme ainsi la véritable extrémité nord du chemin de fer du Gothard, bien qu'en réalité il se termine déjà à Immensee. Les stations

d'Erstfeld et de Biasca se trouvent au pied des rampes d'accès du grand tunnel. Bellinzona est le point de départ du trafic du mont Cenere.

En ce qui concerne le parcours de plaine, ainsi que l'embranchement Giubiasco-Chiasso, les conditions d'un trafic normal ont servi à déterminer le nombre des stations, de telle sorte que le service des trains dans les deux directions fût facile. Ces 140 kilomètres de voie ont 26 stations avec une distance moyenne entre elles de 5,4 kilomètres. Sur la ligne principale, la plus grande distance entre deux stations ne dépasse pas 8 kilomètres.

Sur la ligne de montagne Erstfeld-Biasca, l'établissement de stations intermédiaires n'a pas été si facile. D'un côté, si on voulait favoriser le plus possible le trafic, un nombre considérable de stations était nécessaire, surtout tant que la ligne n'avait qu'une seule voie; de l'autre, sur une ligne où des différences de niveau considérables avaient dû être rachetées en majeure partie en tunnel, la création de ces stations eût entraîné des frais considérables. Ces difficultés ont conduit à fixer 8 kilomètres comme distance maximum entre les points d'arrêt. La rampe nord a 4 stations sur une longueur de 29 kilomètres; la rampe sud en a 7 sur 46 kilomètres; ces points d'arrêt ont aussi été fixés de façon à pouvoir favoriser le trafic général.

Les données premières qui ont servi de point de départ pour la construction de la ligne sont en résumé les suivantes:

La voie adoptée présente l'écartement normal de 1<sup>m</sup>436. (Fig. 1.)

Les rampes maximum sont: dans les parcours de montagne 27, 26 et 25 ‰; dans les parcours de plaine 10 ‰.

Le rayon minimum pour les courbes est de 300 mètres; dans des cas exceptionnels, et pour les aiguilles principales, il descend à 280 mètres. Dans les stations intermédiaires, le minimum de distance utile sur la voie principale et la voie d'évitement est de 300 mètres. Les stations sont placées de telle sorte que l'arrivée puisse se faire toujours en ligne droite. Dans le tracé à double voie, l'écartement de leurs axes est de 3<sup>m</sup>5; les parcours de montagne ont été construits pour le moment pour une seule voie; cependant les terrassements ont été faits pour deux voies dans tous les endroits, où un élargissement eût été impossible ou trop coûteux pendant l'exploitation.

#### Profils en terre.

On ne s'est pas contenté de prendre en considération l'élargissement futur pour une seconde voie en certains points seulement, mais on a tracé les parcours de montagne, comme si l'on avait dû construire la double voie; sur ce premier projet on a découpé pour ainsi dire le tracé à simple voie et l'on a placé l'axe de ligne à simple voie à droite ou à gauche de l'axe de la ligne à double voie, en cherchant toujours à réaliser la plus grande économie possible de construction.

Les parcours de plaine sont partout organisés pour la simple voie. (Fig. 1 2.)

#### Profils en rocher.

On a cherché à garantir la voie et le trafic contre les accidents, en faisant passer la ligne dans des points bien situés,

là où ce n'était pas possible, on a recouru à des travaux d'art. (Fig. 4.)

Suivant les cas, on traverse les espaces exposés aux avalanches, aux chutes de pierres ou ravinés par les torrents, au moyen de tunnels et de galeries de longueur suffisante; dans d'autres endroits, on passe en dessus au moyen de ponts élevés et de grande portée. On a aussi eu recours dans des places moins dangereuses à des parapets ou à des murs pour protéger la voie.

Des travaux de barrage et d'endiguement dans les couloirs des avalanches et dans les lits des torrents sont aussi en cours d'exécution ou projetés à plus ou moins longue échéance. (Fig. 5.)

#### Largeur de la plateforme.

La largeur normale de la ligne à la hauteur des rails est de 4 mètres dans les parcours de plaine, et de 4<sup>m</sup>20 en montagne. L'infrastructure de la voie a une largeur de 5<sup>m</sup>20 en plaine et de 5<sup>m</sup>40 en montagne. La profondeur des rigoles d'assainissement est de 0<sup>m</sup>70 sur une largeur normale de 0<sup>m</sup>30; dans les régions élevées où la neige est abondante, la profondeur va jusqu'à 2 mètres et la largeur à 3 mètres. Pour une inclinaison des talus de 1 m. sur 1<sup>m</sup>5, la largeur de la tranchée, à la hauteur de la voie, est de 7 mètres.

Cette largeur est réduite à 6<sup>m</sup>60, lorsque les parois de la tranchée sont formées par le roc et ont moins de 3 m. de hauteur; par contre, lorsque la tranchée est plus profonde, sa largeur inférieure va jusqu'à 9 mètres. Les figures 1, 2 et 3 donnent les profils normaux de la ligne de montagne.

En général, il y a eu compensation exacte entre les déblais et les remblais dans le terrassement. Dans les endroits où ce n'était pas possible, les tranchées ont été élargies, ou bien encore on a cherché à trouver des matériaux en renforçant les travaux de protection contre les inondations et les chutes de pierres. (Fig. 6 et 7.)

#### Talus.

Lorsque la nature et les fissures de la roche le permettaient, on a taillé les parois des tranchées à pic; d'ailleurs on a cherché à rendre les parois aussi propres que possible, sans suivre de règle spéciale pour l'inclinaison des talus. Dès que la roche était délitée, on construisait des talus à 1 : 1. Dans les sols formés de matériaux roulés, on a fréquemment employé la proportion 1 : 1.25; dans d'autres endroits, par exemple dans des moraines consistantes, le talus à 1 : 1 s'est très bien comporté. Les talus ont été souvent consolidés par des clayonnages afin d'obtenir un gazonnement rapide. Règle générale, on a employé le talus de 1 sur 1  $\frac{1}{2}$ .

#### Perrés et murs.

On a beaucoup employé, comme revêtement de parois de rochers escarpés et formées de matériaux délités, des murs d'épaisseur variable, maçonnés au mortier, ou plus rarement des murs de pierres sèches. Les fig. 4 et 5 donnent des exemples de ces dispositions.

Les talus des parties en remblai ont généralement une inclinaison de 1 sur 1,5; par exception, on trouve aussi 1 sur 1,25 dans les endroits où les matériaux de remblai consistent

en sable et en pierres roulées. Dans ce dernier cas, si la terre végétale manquait, tandis qu'il y avait abondance de pierres, on a construit un revêtement en pierres sur une épaisseur de 0<sup>m</sup>60 environ.

Lorsque le terrain ou la place disponible ne permettait pas l'établissement de talus de 1  $\frac{1}{2}$  à 1  $\frac{1}{4}$  (mais jamais pour économiser les matériaux) et, qu'au contraire, des pierres de *bonne qualité* existaient *en abondance*, on a construit des talus de 1 : 1 tout ou partie en pierre. Ces revêtements ont été souvent exécutés sans accident sur la ligne du Gothard jusqu'à une hauteur de 20 mètres. (Voir Fig. 6.)

Dans les endroits, où l'on trouvait de bons matériaux, on a construit avec beaucoup de soin et avec un fruit de 1 :  $\frac{2}{3}$  des murs à pierre sèche; ces murs remplacent avantageusement la maçonnerie au mortier et ont jusqu'à 10 mètres de hauteur. (Voir Fig. 7.)

Ce système a été rarement employé; il fallait, en général, pour éviter des murs trop élevés et, à cause de la pente prononcée du terrain, choisir un fruit moins prononcé.

La règle était de donner aux murs de soutènement un fruit de  $\frac{1}{5}$ ; cependant, dans plusieurs cas, il a paru plus avantageux de les construire verticaux; on pourra remarquer sur la ligne du Gothard, proportionnellement plus de murs verticaux qu'on n'en trouve généralement sur les autres voies ferrées. (Voir Fig. 8.)

### III

#### Ponts et viaducs.

Lorsque ces murs devenaient trop élevés, il a paru avantageux de les éviter. Ce principe a motivé la construction de nombreux viaducs, dont les arches ont une portée qui varie entre 7 et 14 mètres. (Fig. 9.)

On a aussi fréquemment employé ces séries d'arcs dans des endroits où la voie passait sur des terrains présentant seulement quelques effleurements de roc comme points d'appui; d'autrefois on évitait ainsi la fondation, à grande profondeur, de murs de soutènement sur des pentes d'éboulis. (Fig. 10.)

En général, on a donné la préférence sur d'autres systèmes à des viaducs construits complètement en maçonnerie.

La Fig. 11 en donne un exemple et représente un petit viaduc, construit pour remplacer un ponceau, que la pente abrupte de la montagne rendait inexécutable. La Fig. 12 montre la disposition de ponceaux à têtes renforcées, sous des remblais très considérables.

Cependant, dans le cas de conditions défavorables pour la fondation des piles, ou de hauteurs trop grandes, on dut choisir de grandes portées et employer le fer pour le tablier du pont.

Aussi rencontrons-nous un nombre assez considérable de ponts et viaducs à système combiné, arches en pierre et travées en fer.

Le viaduc sur le Kerstelenbach (Fig. 13) offre un exemple de ce système.

Les principes qui ont guidé dans la construction des ponts en fer sont les suivants: système simple et s'adaptant le mieux possible aux conditions locales; assemblages rationnels et solides et emploi des qualités de fer courantes. (L'espace nous

manque pour donner des détails sur les constructions en fer ; notre intention est du reste de concentrer l'intérêt sur des questions d'ensemble et non point d'entrer dans des spécialités.)

### Tunnels.

Dans les parcours de plaine, on a admis pour les tunnels un profil à une seule voie de 5<sup>m</sup>40 de hauteur et 5 mètres de largeur de vide. La *Fig. 14* donne le profil type de ces tunnels à simple voie. La roche traversée était généralement consistante ; les failles nombreuses qui la sillonnent, ont obligé à faire un léger revêtement ; le type 1<sup>er</sup> est celui qui a été le plus généralement employé. Ce revêtement est fait en maçonnerie de moellons ; il a 0<sup>m</sup>40 d'épaisseur à la clef et 0<sup>m</sup>50 dans les pieds-droits. La maçonnerie adhère immédiatement à la roche de la montagne.

En montagne, on tint compte, pour l'établissement des tunnels, du rélargissement futur pour la double voie.

On employa donc de prime abord deux profils différents : le premier, haut de 6<sup>m</sup>10 et large de 8<sup>m</sup>20, pour les tunnels de peu de longueur et pour ceux qui, percés dans un roc peu compact, avaient besoin d'un revêtement à peu près complet ; le second, haut de 6<sup>m</sup>45 et large de 8<sup>m</sup>20, pour les tunnels plus longs et construits dans une roche dont la dureté était hors de doute. Ce dernier profil a été cependant quelquefois employé pour la simple voie, en lui donnant une largeur de 5 mètres dans le milieu et la grande hauteur, de façon à pouvoir trouver la place nécessaire pour les étayements en cas de rélargissement du tunnel pendant l'exploitation. Ce dernier profil a été construit dans un roc dur qui ne demandait pas de revêtement.

Dans les roches moins résistantes, la calotte de la voûte était maçonnée, ou tout au moins la place était faite pour pouvoir voûter plus tard. Lorsque la roche était tout à fait mauvaise, le profil complet était déblayé et voûté de suite ; d'autres fois, l'axe de la voie était dévié sur l'un des côtés, et une des moitiés du strosse n'était pas déblayé et servait de contrefort naturel. Ce dernier moyen d'économiser sur le cube des déblais et la maçonnerie, a été aussi souvent employé dans le profil le plus bas. La *Fig. 15* donne une vue d'ensemble des différents types de tunnels à double voie.

Le grand tunnel, comme aussi les tunnels de la vallée du Tessin, datent de la première époque de construction de la ligne du Gothard et font exception à la règle. Ces tunnels ont un profil à double voie et sont complètement revêtus de maçonnerie. Le profil du grand tunnel est large de 8 mètres et haut de 6. La *Fig. 16* donne le profil adopté en dernier lieu dans la roche compacte. Les *Fig. 17* représentent les profils en terrains compressibles.

### Endiguements et protection des rives.

Les travaux d'endiguement et de protection de la ligne consistent en perrés à joints réglés sur les talus des digues et en enrochements au pied des perrés. (*Fig. 18.*)

Ces perrés commencent à 1 mètre au-dessus des plus hautes eaux et descendent jusqu'au sol solide, souvent aussi profond que les enrochements. La surface supérieure des pierres

a 2 mètres de largeur et se trouve à la hauteur des hautes eaux moyennes. La grosseur des pierres fut fixée au double des plus gros cailloux roulés par les torrents. Le lit des ruisseaux, qu'il fallait faire passer par-dessus ou par-dessous la voie, a été pavé avec le plus grand soin. Le fond en est horizontal (en coupe) et les talus peu inclinés.

On a du reste toujours cherché avec soin à renforcer les travaux d'endiguement en profitant de tous les points d'appui naturels qu'offrait le terrain.

### Maçonneries.

Les différents travaux d'art à ciel ouvert ont été construits en maçonnerie de moellons très soignée. Dans les endroits où l'on n'avait pas de belles pierres sous la main, on employa des pierres d'appareil pour les voûtes de grande portée, ainsi que pour la construction des retombées des voûtes et des chaînes d'angle. Pour l'exécution, une maçonnerie parfaitement homogène sur toute son épaisseur était rigoureusement exigée. On ne demandait pas une taille plus soignée pour les parties apparentes et, du reste, aucune extrafaçon n'était accordée.

Dans les tunnels à double voie, le revêtement des pieds-droits est construit en maçonnerie de moellons, la voûte, au contraire, est faite en pierres appareillées.

### Ballast.

L'épaisseur du ballast est de 0<sup>m</sup>35 à 0<sup>m</sup>40, suivant le tassement plus ou moins probable des terrassements de la voie ; ce qui nécessite des recharges successives et augmente l'épaisseur de la couche de ballast. Dans les tranchées cette épaisseur a été dès l'abord fixée à 0<sup>m</sup>50. La largeur en est, à la hauteur de l'arête inférieure des rails, de 3<sup>m</sup>40 dans les lignes de plaine et de 3<sup>m</sup>60 dans les parcours de montagne. Dans les endroits où le ballast est composé de petits matériaux, on le place sur une couche de cailloutis de 0<sup>m</sup>15 à 0<sup>m</sup>20 d'épaisseur.

Dans les parcours où l'on avait de bons matériaux sous la main, le ballast a été enfermé entre deux banquettes de pierres de 0<sup>m</sup>50 de largeur. (*Fig. 19.*)

La largeur du ballast n'a du reste été rétrécie nulle part, même le long des murs de soutènement et des murs en ailes des ponts. Cette règle donne pour la moitié de la largeur en couronne, à la hauteur du dessous des rails, 2<sup>m</sup>20, 2<sup>m</sup>30, 2<sup>m</sup>50, 2<sup>m</sup>60, 2<sup>m</sup>85, 2<sup>m</sup>95, suivant que la banquette, les murs de soutènement maçonnés au mortier ou à pierre sèche, ou des murs en ailes s'élèvent jusqu'à cette hauteur.

### Voies et rails.

La superstructure de la ligne du Gothard consiste en rails d'acier (voir *Fig. 20* et *21*) du poids de 36,6 kilos par mètre courant. La hauteur des rails est de 130 mm, la largeur de la semelle est de 110 mm., le champignon a une largeur de 60 mm., et une hauteur de 30 mm. jusqu'au raccordement avec les surfaces latérales obliques. Les rails ont une longueur de 8 mètres. Les dimensions des traverses sont de 2<sup>m</sup>5 longueur, 0<sup>m</sup>24 largeur et 0<sup>m</sup>15 épaisseur ; elles sont espacées dans les parcours de plaine de 0<sup>m</sup>91 à 0<sup>m</sup>93, en montagne de 0<sup>m</sup>80 à 0<sup>m</sup>83. Dans ces derniers parcours on a employé exclusive-

ment des traverses de chêne et de mélèze, en plaine des traverses de pin.

Sur le versant nord, les traverses sont imprégnées au chlorure de zinc, sur le versant sud au sublimé corrosif.

Toutes les stations en montagne, ainsi que quelques stations en plaine, sont alimentées d'eau. Presque partout on a profité de la pression naturelle de l'eau des sources ou des ruisseaux amenée au moyen de canalisations. Dans deux cas seulement il a fallu recourir à l'emploi de pompes avec moteur à eau.

Les bâtiments n'ont été, pour le moment, exécutés qu'en très petite partie seulement. Les maisons de garde n'ont été construites que dans les points où il fallait pourvoir au logement du personnel de la voie, tout comme aussi dans les passages à niveau les plus importants.

Toutes les stations seront pourvues d'un poste central pour le service des aiguilles en relation avec les signaux d'arrivée et de départ; dans la plupart ces travaux ont été déjà exécutés. Pour le moment, toutes les stations sont pourvues de signaux d'avertissement.

Il a fallu enclorre partout la ligne; cette précaution a été motivée par l'habitude du pays de laisser paître le bétail en plein air.

Lucerne, mai 1882.

E. GERLICH, *ingénieur.*

(Traduit par H. VERREY, architecte.)

## LA PRODUCTION D'AIR COMPRIMÉ

### POUR LE SERVICE DE PARIS

Le traité passé en juillet 1881 avec la ville par la Compagnie générale des horloges pneumatiques pour la distribution et l'unification de l'heure sur toute l'étendue de Paris commence à recevoir son exécution.

Déjà, dans notre feuilleton du 31 octobre 1881, nous disions que la production de tout l'air comprimé nécessaire pour l'alimentation des neuf réseaux horaires en lesquels la Compagnie se propose de diviser la surface de Paris, serait concentrée dans une usine centrale.

Or, la construction de cette usine vient d'être terminée, et le matériel nécessaire pour le service de quatre de ces réseaux s'y trouve déjà installé.

L'usine dont il s'agit est située rue Saint-Fargeau, en haut de la rue de Ménilmontant. Elle couvre une superficie de 6200 mètres carrés, sur lesquels 400 sont occupés par la salle des machines, 120 par la salle des générateurs, 320 par l'emplacement des réservoirs d'air comprimé, et 400 par les divers ateliers et magasins.

La salle des machines est disposée pour recevoir deux moteurs à vapeur d'une force de 120 chevaux chacun. Ces moteurs à vapeur appartiennent au système Farcot à quatre tiroirs: ils sont organisés de façon à pouvoir marcher à volonté, soit à basse pression et à condensation, soit à haute pression et à échappement libre; ils sont, en outre, à détente variable, réglée automatiquement par le moteur lui-même, selon la résistance qu'il a à vaincre et le travail qu'il a à produire; de telle sorte que leur marche ne nécessite absolument aucune surveillance.

Les moteurs à vapeur dont nous parlons actionnent des compresseurs d'air du système Sautter-Lemonnier. Moteurs et compresseurs appartiennent, au reste, aux types les plus perfectionnés qui existent actuellement.

L'air comprimé s'emmagasine, par l'effet du refoulement exercé par les compresseurs, dans dix grands réservoirs ayant chacun 35 mètres cubes de capacité.

Sur ces dix récipients, huit servent d'*accumulateurs* pour l'air comprimé, ou, si l'on préfère, de magasins de réserve; la pression y est normalement de 6 kg. par centimètre carré: cela signifie que l'air emprisonné dans chacun de ces huit récipients, s'il était ramené à la pression atmosphérique, occuperait un volume six fois plus grand, c'est-à-dire d'environ 210 mètres cubes, ou bien que cet air est six fois plus dense que l'air libre et pèse six fois plus que lui à volume égal. Ces réservoirs accumulateurs sont alimentés directement par les compresseurs.

Les deux récipients restants sont des réservoirs *distributeurs*; la pression y est seulement de 2 à 3 kg. par centimètre carré.

Ces deux récipients distributeurs sont en relation, d'une part, avec les réservoirs accumulateurs par l'intermédiaire d'un régulateur automatique de pression chargé d'y maintenir celle-ci dans cette limite de 2 à 3 kg.; ils sont en relation, d'autre part, par une conduite souterraine placée dans les égouts des voies publiques, avec les réservoirs particuliers des neuf stations centrales correspondant aux neuf réseaux horaires pneumatiques de Paris.

En réalité, le plan d'installation du service horaire pneumatique étendu à toute la ville, comporte deux conduites partant de l'usine productrice de l'air comprimé: l'une pour la rive droite de la Seine, comprenant cinq réseaux, et l'autre pour la rive gauche, qui en possède quatre. Ces conduites sont en fer et ont 8 centimètres de diamètre intérieur; leur étanchéité est absolue, même pour des pressions s'élevant à 12 atmosphères, c'est-à-dire à plus de 12 kg. par centimètre carré. Or la pression dans ces conduites d'air comprimé n'est normalement que de 2 à 3 kg. par centimètre carré; cette pression est naturellement la même que celle des deux sortes de récipients auxquels les conduites en question servent de trait d'union, à savoir, d'une part, les grands réservoirs distributeurs de Saint-Fargeau, et, d'autre part, les récipients de réserve des neuf stations centrales disséminées dans Paris.

Ces récipients de réserve des stations centrales, alimentés de la sorte par les grands réservoirs distributeurs de l'usine productrice de l'air comprimé, sont ainsi comme autant de dépendances de ces grands réservoirs, comme autant de prolongements de ceux-ci jusque dans les stations centrales.

Le récipient de réserve d'air comprimé de chaque station centrale est, par l'intermédiaire d'un régulateur automatique de pression, relié, dans cette station, à un récipient dit à *faible pression*, parce que la pression n'y est que de 1 kg. 7 à 1 kg. 8, alors qu'elle atteint, comme nous venons de le dire, 2 à 3 kg. dans le récipient de réserve correspondant.

Ce récipient à faible pression, pour chaque station centrale, est mis toutes les minutes en communication avec le réseau canalisé qu'elle dessert, par l'ouverture d'un tiroir commandé par l'horloge directrice installée dans cette station et réglée