Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 46 (1920)
Heft: 25

Artikel: L'électrification des Chemins de fer Rhétiques
Autor: Lang, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-35821

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

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

46me année 11 Décembre 1920 N° 25

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. Demierre, ing. Paraissant tous les 15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *L'électrification des Chemins de fer Rhétiques.* — *Chronique des brevets* (suite et fin). — *Bâtiment d'Administration de la S. A. des Ateliers Piccard, Pictet & Cie, à Genève, devenu Hôtel des Délégations de la Société des Nations.* — *Congrès de la normalisation, à Lausanne.* — *L'emploi des calibres-étalons à combinaison au contrôle et à l'atelier.* — *L'électrification des chemins de fer français.* — *Nécrologie.* — *Calendrier des Concours.*

L'électrification des Chemins de fer Rhétiques.

par H. Lang, ingénieur de la *S. A. Kummler & Matter*, à Berne.

C'est en 1910 que la Compagnie des Chemins de fer rhétiques a pris la décision d'appliquer, à titre d'essai, la traction électrique à sa nouvelle ligne de Bevers à Schuls et de comprendre dans cette étape de l'électrification également les sections déjà existantes alors de Bevers à Saint-Moritz et de Samaden à Pontresina. Elle espérait que les expériences qu'elle ferait par l'exploitation électrique de ces tronçons, dont les conditions climatériques présentaient sous ce rapport des difficultés toutes spéciales, pourraient ensuite être mises à profit et fournir des indications précieuses pour l'électrification du reste de son réseau.

Fig. 1. — Viaduc de la Landwasser, près de Filisur.

Le système du courant monophasé à 10000 volts et 16 2/3 périodes à la seconde fut, après des études approfondies, reconnu comme celui qui était le plus recommandable pour le réseau des Chemins de fer rhétiques. Par le contrat passé ensuite avec la Société des Usines hydroélectriques de Brusio, celle-ci s'engageait à fournir au chemin de fer l'énergie électrique transformée dans la sous-station de Bevers en courant monophasé de la tension et du nombre de périodes indiqués ci-dessus. L'adduction du courant primaire (triphasé 23 000 volts et 50 périodes) à la sous-station depuis les usines génératrices à Campocologno et Robbia se fait par deux lignes à haute tension franchissant le col de la Bernina.

L'ouverture à l'exploitation de ces lignes électriques de l'Engadine put avoir lieu en juillet 1913. L'administration des Chemins de fer rhétiques a publié en 1915 une description imprimée des installations électriques de ces lignes et un compte rendu des premiers résultats obtenus avec ce mode de traction.

La traction électrique ne présentait, avant la guerre, que des avantages modestes comparée à la traction à vapeur. Il n'est pas étonnant dans ces conditions que l'exemple donné par les Chemins de fer rhétiques et, peu après, par la Compagnie Berne-Lötschberg-Simplon, n'ait pas été suivi immédiatement par de nombreuses autres compagnies. Puis vint la guerre mondiale avec le renchérissement sans cesse augmentant des prix de la houille et la pénurie grave des charbons. Le vif désir de tous les chemins de fer à vapeur de transformer leur système de traction, se heurtait tout d'abord à l'insuffisance de la capacité des usines électriques existantes ainsi qu'aux délais très longs que les fabriques demandaient pour la construction des véhicules moteurs. L'introduction rapide de la traction électrique n'était possible que sur des lignes voisines de lignes déjà électrifiées et dont les usines et véhicules moteurs pouvaient être mis à contribution.

La capacité de la sous-station de Bevers et le nombre des locomotives électriques des lignes de l'Engadine avaient été choisis pour suffire à un trafic très intense de ces lignes. Par suite de l'importante diminution du trafic, conséquence de la guerre, cette usine et ce parc de locomotives pouvaient donc sans autre servir également à la

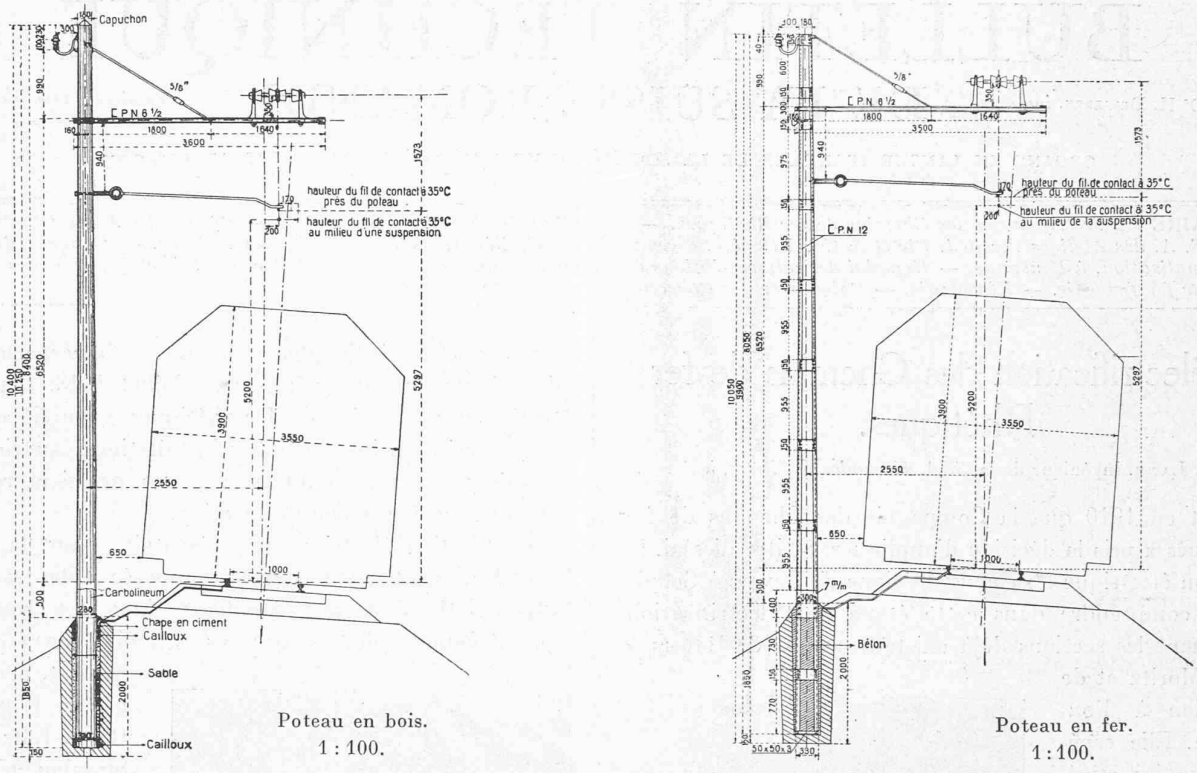

Fig. 2. — Poteau à console à ciel ouvert avec fondation identique.

traction électrique d'une plus grande partie du réseau rhétien. L'administration de cette Compagnie poursuivit donc avec énergie la construction des installations électriques de ses lignes et, malgré tous les obstacles qu'elle rencontrait en ce qui concerne l'achat des matériaux, elle réussit à livrer à l'exploitation électrique en avril 1919 déjà, la section de Bevers-Filisur. En octobre 1919, soit sept mois seulement après l'adjudication, le tronçon de Filisur à Thusis était également électrifié. Sur la ligne Filisur-Davos la traction électrique fut substituée à la traction à vapeur en janvier 1920, et à la fin de l'année 1920 les lignes Thusis-Coire-Landquart et Davos-Klosters seront équipées pour la traction électrique. Celle-ci sera introduite sur ces lignes, ainsi qu'entre Klosters et Landquart au cours de l'année 1921. A ce moment, tout le réseau rhétique sera alors électrifié, à la seule exception de la ligne de Reichenau à Disentis, c'est-à-dire 227 km. sur une longueur totale de 277 km.

Nous donnons ci-après une brève description des installations électriques des sections Bevers-Filisur-Thusis-Landquart et Filisur-Davos-Klosters.

Données principales: Ecartement des rails : 1 m. ; déclivité maximale 35 ‰.

Longueurs d'exploitation :

Bevers-Filisur	31 km. 240,	dont en tunnel	11 km. 330
Filisur-Thusis	23 km. 175	»	»	4 km. 538
Thusis-Landquart	41 km. 181	»	»	— —
Filisur-Davos	21 km. 944	»	»	4 km. 212
Davos-Klosters	14 km. 689	»	»	— km. 335

Rayon minimal des courbes en pleine voie . . .	100 m.
Rayon minimal des courbes aux aiguilles . . .	80 m.
Vitesse maximale de marche	45 km. h.

Hauteur minimale du fil de contact au-dessus du champignon du rail :

En pleine voie	5200 mm.
Aux passages sous les ponts ou en tunnel . .	4150 mm.
Aux stations	5800 mm.
Aux passages à niveau	5500 mm.

Eu égard aux conditions climatériques tout spécialement défavorables, il était tout indiqué d'utiliser la suspension caténaire du fil de contact et un dispositif de réglage automatique de l'effort de traction de la ligne aérienne. Les deux systèmes de suspension caténaire avec ou sans fils auxiliaires ayant été installés sur les lignes de l'Engadine, c'est en faveur du dernier système, plus simple et ayant donné d'excellents résultats qu'on se décidait pour la construction des nouvelles lignes.

Ligne de contact en pleine voie et aux stations.

Les prix exhorbitants des fers rendaient impossible l'emploi général de pylônes métalliques et on était forcé de s'en tenir pour la ligne en pleine voie à l'emploi de poteaux en bois de mélèze moins coûteux et qu'il était possible de se procurer sans difficultés dans notre propre pays. Le mélèze croissant très lentement dans les régions des hautes montagnes est très résistant, même alors qu'il n'a pas été imprégné. La construction des socles en béton

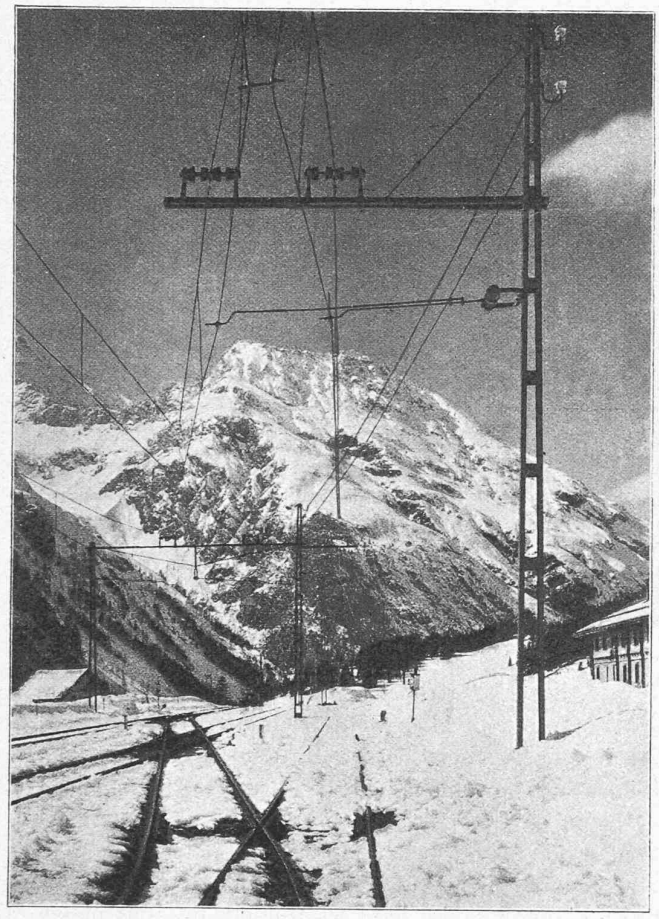

Fig. 3. — Poteaux en fer, console droite, avec deux isolations.

fut faite de façon à permettre facilement un remplacement futur éventuel des poteaux en bois par des poteaux en fer à une époque où la baisse des prix du fer justifierait éventuellement une pareille mesure.

Le pied du poteau en bois a été logé dans le creux de la fondation en béton ; à son extrémité inférieure le poteau a été calé dans le socle au moyen de pierre, comme à la partie supérieure de ce socle ; le vide qui restait a été rempli de gravier et sable bien damé. Le massif en béton servant ainsi de pied au poteau fut ensuite couvert d'une chape en ciment. Lorsqu'il est nécessaire de procéder au remplacement du poteau, il suffit de démolir ce revêtement, de sortir le poteau et d'y fixer le nouveau de la même façon. Des poteaux métalliques furent posés uniquement dans les stations d'une certaine importance et ayant plus de deux voies parallèles ainsi qu'aux endroits où l'extrémité d'un fil de contact est haubanée. Aux endroits exposés aux avalanches, les poteaux ont été protégés par des éperons ou contreforts en bois ou en béton armé (fig. 2 à 5.)

Les supports de la ligne de contact se composent de deux fers à ⊏ et d'une tringle supérieure inclinée. Les fers à ⊏ sont du PN 6½, lorsqu'il s'agit de supports droits ou de supports recourbés qui ne servent qu'à la fixation latérale du fil de contact en courbe ; pour les supports recourbés, porteurs de la ligne de contact, c'est le PN 8, qui a été employé. Les supports des lignes Thusis-Landquart et Davos-Klosters furent galvanisés au feu. Les supports transversaux passant par-dessus 2, 3, 4 ou même 5 voies, ont été construits au moyen de deux fers à ⊏ des NP 8, 12 ou 14 reliés ensemble, mais légèrement écartés l'un de l'autre et renforcés au moyen de fermes. La distance entre les poteaux est de 60 m. dans les alignements ; dans les parties où la voie se trouve en courbes, la distance a été réduite pour qu'une largeur de 400 mm. seulement de l'archet de contact soit mise à contribution pour la prise de courant. Malgré une largeur totale de 1340 mm. de l'archet on était obligé de s'en tenir à cette faible largeur utilisable en raison des fortes et inévitables irrégularités de la superstructure.

On songea tout d'abord, vu les difficultés rencontrées en ce qui concerne l'acquisition des isolateurs à remplacer par une isolation simple l'isolation double qui avait été employée pour les lignes de l'Engadine. Réflexion faite, on renonça cependant en raison des expériences faites, et dans le but d'augmenter la sécurité de l'exploitation à une simplification de ce genre qui aurait réduit au tiers le nombre des isolateurs nécessaires. L'isolation des points d'appui et de fixation latérale du fil de contact fut ainsi de nouveau composée par deux isolateurs à cloche et un isolateur diabolo. Dans le but de prévenir la combustion des poteaux en bois, tous les supports métalliques furent soigneusement reliés aux rails au moyen d'un fil de fer.

La Compagnie des Chemins de fer rhétiques, désireuse de s'enquérir de toute expérience utile en vue de la future électrification des autres parties de son réseau, décida d'équiper par des isolateurs en verre le tronçon de Davos-Dorf à Davos-Platz. La fabrique fournissant ces isolateurs a réussi à en construire un modèle dont les dimensions concordent parfaitement avec celles des isolateurs en porcelaine.

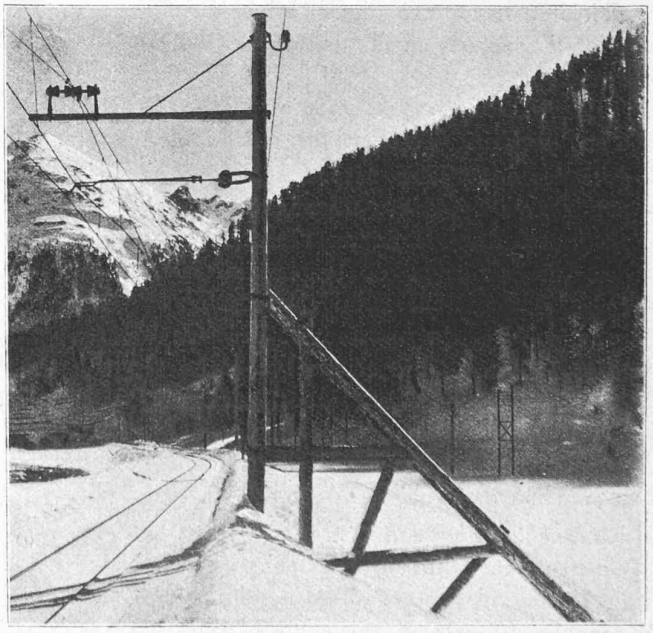

Fig. 4. — Protection des poteaux contre les avalanches.

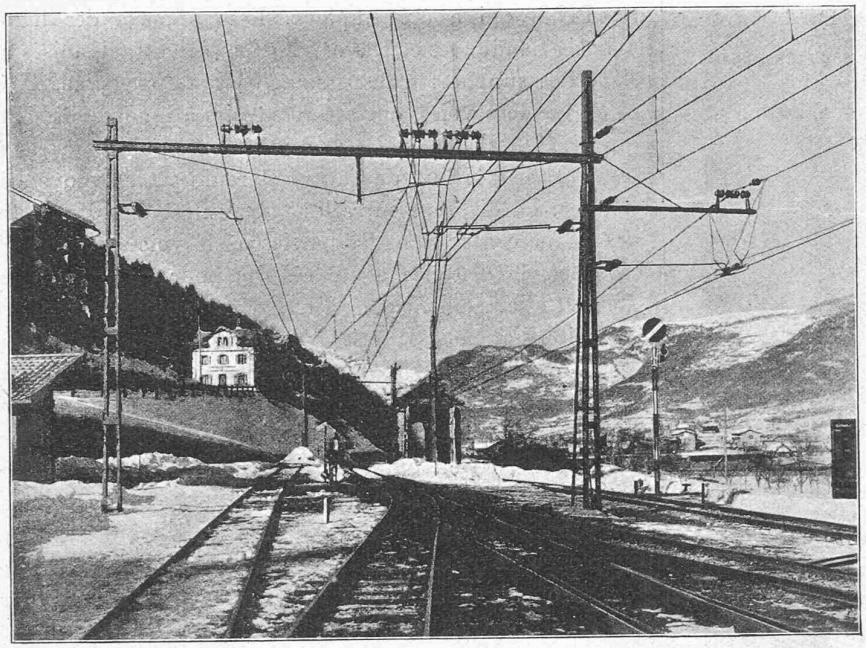

Fig. 5. — Gare de Thusis. Ligne de contact sur aiguilles.

Le câble porteur en fer a une section de 40 mm². Comme pour les lignes déjà électrifiées en 1913, on avait prévu l'emploi d'un fil de contact en cuivre d'un profil en forme de 8 et d'une section de 100 mm². Ce profil ne pouvant cependant être obtenu, c'est le profil américain utilisé par les *C. F. F.* qui fut choisi en dernier lieu. La section du fil de contact est de 90 mm² pour les voies principales et de 70 mm² pour les autres voies. C'est également en raison des difficultés de pouvoir pendant la guerre se procurer certains matériaux, que toutes les brides-pinces et les pièces de raccordement furent faites en fer galvanisé au feu, bien qu'autrefois on n'employât dans ce but que presque exclusivement des pièces en bronze.

Le fil de contact est tendu au moyen d'un dispositif automatique combiné avec des contrepoids, dispositif breveté par la Compagnie des Chemins de fer rhétiques. Afin de limiter l'inclinaison des fils verticaux de suspension, la course des contrepoids du dispositif en question est également limitée. Dès que ceux-ci buttent contre l'arrêt à la fin de la course, le fil de contact cesse de se déplacer davantage et l'effort de traction dans le fil augmente alors en proportion de la baisse de température.

Ligne de contact dans les tunnels. Deux constructions différentes de suspension de la ligne de contact furent appliquées dans les tunnels en raison de la différence existante entre les profils du tunnel de l'Albula et celui des tunnels en rampe. L'isolation est double pour les deux constructions et la distance entre les points de suspension reste invariablement fixée à 20 m. Un fil en cuivre de 10 mm. de diamètre est substitué au câble porteur en fer et les fils verticaux de suspension sont remplacés par des brides en tôle. Il était sans autre permis de renoncer dans les longs tunnels au dispositif de réglage automatique de la ligne de contact, les variations de la température dans ces tunnels étant peu sensibles. Le passage du niveau de la ligne de contact dans les tunnels à celle de la ligne aérienne des tronçons à ciel ouvert se trouvant, comme nous l'avons déjà dit, à une hauteur plus grande au-dessus du rail, se fait au moyen d'une inclinaison de 1 : 100 (fig. 6 à 8).

Ligne d'alimentation. Une ligne de renfort connectée en parallèle avec le fil de contact, était nécessaire afin de maintenir la chute de tension dans des limites admissibles et pour augmenter la sécurité de l'exploitation. Partout où cela pouvait se faire, le fil d'alimentation de renfort de 50 mm² a été posé sur les poteaux de la ligne de contact. L'installation de ce fil nu d'alimentation n'étant pas permise dans les tunnels, on était obligé de faire passer la ligne d'alimentation par-dessus ceux-ci et de construire sur ces parcours une ligne d'alimentation

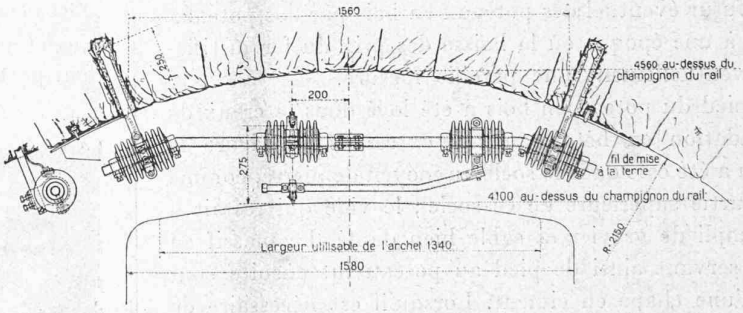

Fig. 6. — Point d'appui en tunnel en rampe. — 1 : 25.

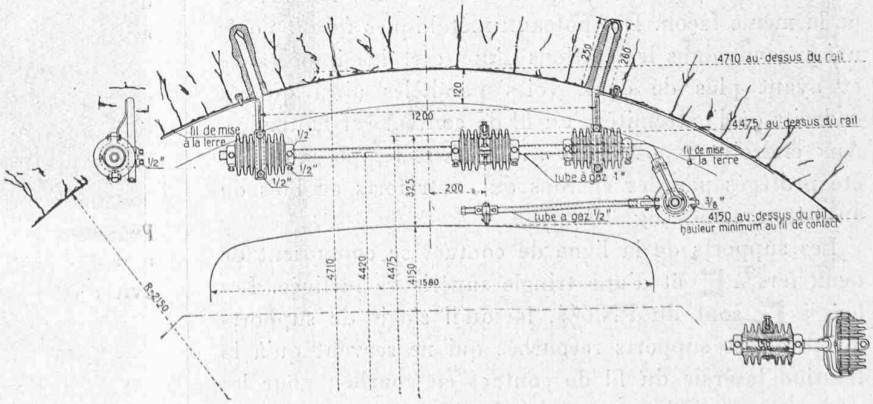

Fig. 7. — Point d'appui de la ligne de contact dans le tunnel de l'Albula. — 1 : 25.

complètement indépendante. Il fut parfois assez difficile de trouver, pour cette ligne d'alimentation, dans les terrains souvent sauvages et accidentés, un tracé permettant son contrôle aussi en plein hiver. Dans les parties où l'on se heurta, sous ce rapport, à de trop grandes difficultés, on en vint à la seule solution possible, la pose des câbles à haute tension isolés dans les tunnels, câbles fixés dans un canal en bois contre la paroi du tunnel. Ce fut fait, entre autres, pour le passage du tunnel de l'Albula.

Dispositifs de déclenchement. Dans le but de pouvoir maintenir la circulation des trains sur certains tronçons, même en cas de dérangements survenus ou de travaux de réparation à la ligne de contact sur des sections voisines, il était nécessaire d'installer dans toutes les stations des interrupteurs permettant le déclenchement des fils de contact, dans les stations d'une certaine importance, même le déclenchement des fils d'alimentation. Il est aussi possible de séparer les ligne de contact de chaque station du reste de la ligne. La disposition des appareils de déclenchement fut simplifiée dans la mesure du possible. On se décida pour l'installation d'interrupteurs à corne posés dans certaines stations, en plein air sur des échafaudages spéciaux, et logés dans d'autres stations à l'intérieur d'abris maçonnés. Des petits bâtiments de distribution de ce genre ont été placés aux portails des tunnels de l'Albula, à Spinas et à Preda ainsi qu'à Wiesen et Solis, c'est-à-dire à toutes les stations où la ligne aérienne passe en câble pour traverser les souterrains. Dans certaines autres stations comme Filisur et Davos-Platz, on a également installé des maisonnettes pour les interrupteurs eu égard aux conditions climatériques. Les appareils parafoudres ont été disposés dans les mêmes bâtiments. Dans les stations, où il n'en existe pas, les appareils parafoudres se trouvent dans des caisses en tôle.

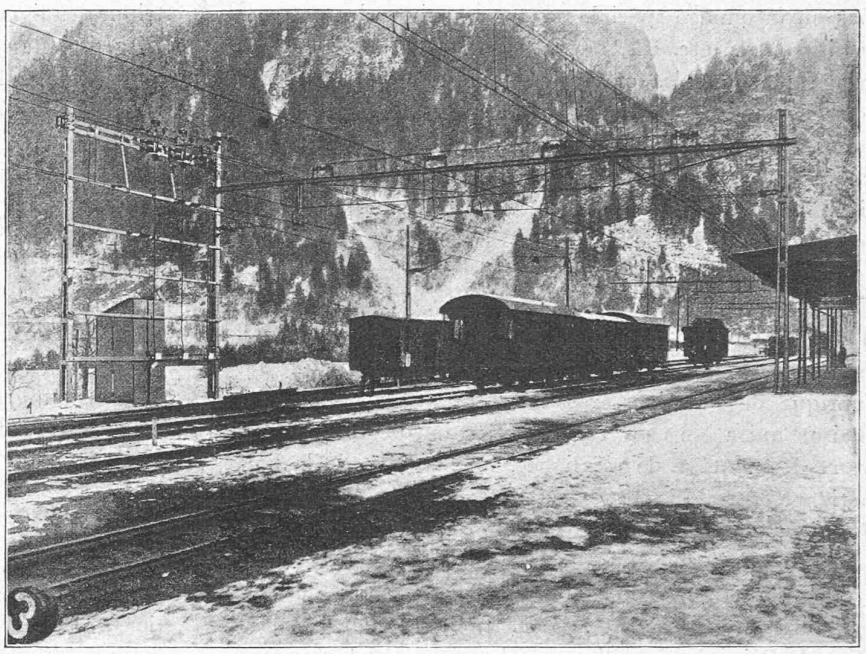

Fig. 9. — Gare de Thusis. — Poste des déclencheurs, poteaux en fer.

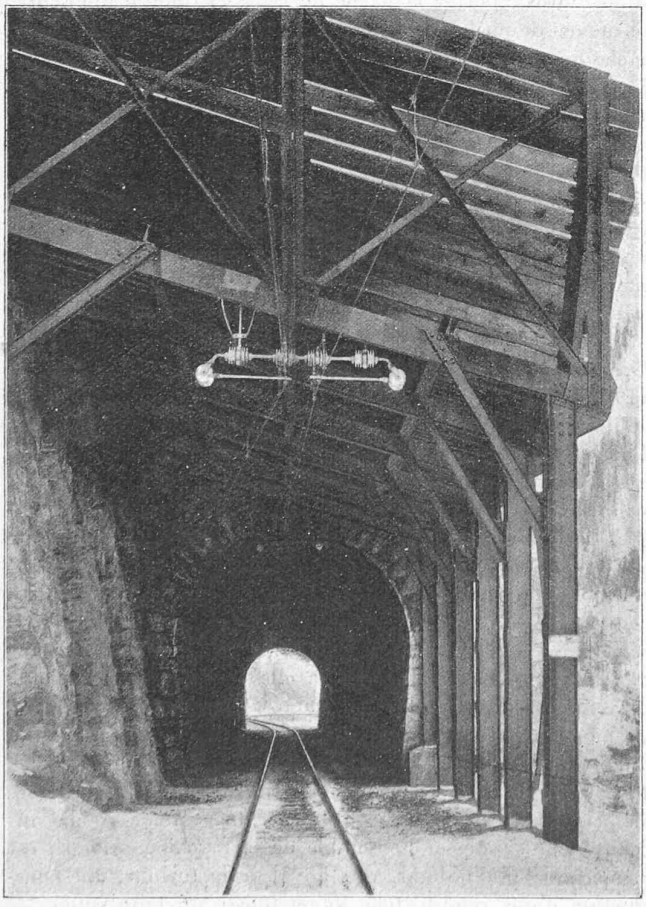

Fig. 8. — Sectionnement en galerie.

L'installation électrique de la maisonnette de distribution générale à Filisur est tout particulièrement complète, en raison de son importance spéciale. Cette station de distribution générale n'ayant pu être placée à proximité immédiate du bâtiment de la gare, un dispositif de manœuvre à distance pour actionner les interrupteurs automatiques s'imposait (fig. 9).

Ligne de retour. Les rails, utilisés pour le retour du courant sont reliés par un éclissage électrique se composant d'un fil de fer galvanisé fixé aux deux extrémités des rails au moyen de cônes. Ces derniers, soudés au début aux fils de fer, ont, dans la suite, été remplacés par des cônes fendus. Dans le tunnel de l'Albula on a employé, comme joints électriques, des fils en cuivre pour éviter le danger de la rouille.

* * *

La Compagnie des Chemins de fer rhétiques a procédé elle-même à l'achat de tous les matériaux ne demandant

pas un façonnage spécial, tel que le cuivre, les poteaux, les isolateurs, etc. Elle faisait exécuter en outre, par son propre personnel les fondations en béton pour les poteaux, le scellement des boulons dans la voûte des tunnels et les nombreux travaux de modifications à ses lignes à faible courant. Les supports et les poteaux métalliques de la ligne de contact ont en outre été fabriqués en partie dans les ateliers des Chemins de fer rhétiques.

Toutes les autres pièces de l'équipement des lignes électriques des tronçons Bevers-Filisur, Filisur-Thusis et Thusis-Landquart ont été construites et livrées par la *S. A. Kummler & Matter*, entreprises électriques et fabrique de machines, à Aarau ; c'est également cette maison qui a été chargée de l'exécution de tous les travaux de montage de ces lignes. Le montage de la ligne aérienne entre Filisur et Klosters a été adjugé à la maison *Baumann, Kœlliker et C*ie, *S. A.* pour l'industrie électrotechnique, à Zurich. Ces deux fournisseurs ont dû par les contrats d'adjudication prendre l'engagement de faire collaborer aux travaux l'Association des maîtres-serruriers de Coire, les installateurs électriciens et les peintres du canton des Grisons.

La Direction des Chemins de fer rhétiques s'est prononcée très favorablement et en paroles élogieuses à l'égard des livraisons et travaux des deux maisons chargées des installations électriques. La direction des travaux avait été confiée à M. *Dürler*, ingénieur en chef pour l'électrification des Chemins de fer rhétiques.

Toutes ces installations sont une preuve que les organes compétents de la Compagnie avaient à cœur de créer la plus grande sécurité d'exploitation en évitant cependant toutes dépenses inutiles. Les dépenses de construction ressortent à environ 64 000 fr. par km. de ligne pour les sections Bevers-Filisur-Thusis et Filisur-Davos. Sont compris dans ce prix les frais pour toutes les modifications à la voie, les frais de déplacement des lignes à faible courant du chemin de fer, ainsi que la contribution aux mesures de sécurité appliquées aux installations du téléphone fédéral.

Il est évident que l'alimentation en énergie électrique de tout le réseau relié aux usines de Brusio par la ligne à haute tension franchissant le col de la Bernina n'est pas sans rencontrer de sérieux aléas. C'est pour cette raison que les Chemins de fer rhétiques se proposaient de se faire fournir à l'avenir le courant par les trois usines de Bevers, Thusis et Küblis. Les conventions y relatives sont du reste déjà signées.

Le parc actuel des locomotives électriques, au nombre de quinze, a suffi pour maintenir le service sur les lignes exploitées actuellement à l'électricité. Six nouvelles locomotives, chacune d'une puissance de 1000 chevaux ont été commandées au printemps de 1920.

Si la Compagnie des Chemins de fer rhétiques avait attendu que la question assez complexe de la fourniture du courant fût résolue, et que les locomotives actuellement en construction eussent été livrées, elle n'aurait pu livrer, il y a plus d'une année déjà, à l'exploitation électrique ses lignes de Thusis à Davos et de l'Engadine. La Direction de la Compagnie mérite donc tous les éloges pour avoir réalisé, grâce à sa persévérance et à son initiative, d'importantes économies au profit de cette entreprise.

CHRONIQUE DES BREVETS

(Suite et fin) [1]

Ces divers aspects de la question sont examinés et servent, en quelque sorte, de base aux brevets suisses Nos 76,731, 77,591 et 76,842 de la société *The British Westinghouse Electric and Manufacturing Co. Ltd, à Londres* (25 août, 5 novembre et 5 septembre 1917) que nous allons analyser brièvement.

Par le premier de ces brevets l'inventeur protège une construction de turbine à vapeur à flux axial avec coffre d'échappement muni de nervures internes au moins approximativement parallèles entre elles. Selon la revendication de ce brevet les nervures en question s'étendent en travers de la partie (moitié) inférieure du coffre d'échappement dans une direction ne s'écartant que peu de plans verticaux et axiaux. En outre la turbine est supportée sur ses fondations au moyen de pieds prévus aux extrémités du coffre d'échappement. Sous réserve de quelques observations que nous aurons l'occasion de formuler ci-dessous, nous notons que dans les points signalés de la revendication de ce brevet se trouve résumé tout un programme de construction. En effet, comme le remarque d'ailleurs l'inventeur dans le texte de sa description détaillée, on a coutume, dans les turbines de dimensions relativement faibles, de supporter la bâche de celles-ci (moitié inférieure) au moyen de pieds faisant corps soit avec les extrémités de la bâche même qui constituent le logement des paliers (turbines du type Parsons ou Curtis-Parsons, p. ex.), soit au moyen de pieds venus de fonte avec le corps principal de la bâche (type classique des turbines multiples à action). Pour des turbines de plus grandes dimensions ce mode de fixation étant insuffisant, on a eu recours au système suivant de montage : on a fait supporter la bâche de la turbine par la plaque de base au moyen d'un système de pieds prévus sur les côtés de la bâche même, par exemple au coffre d'échappement et à l'extrémité opposée de celle-ci, ou encore en un emplacement situé vers la moitié de la longueur de la bâche et aux deux (éventuellement à une) extrémités de ladite. Mais le premier des moyens rappelés de supporter les bâches de turbines, lorsqu'il s'agit de grandes unités travaillant avec des pressions d'échappement faibles et nécessitant par conséquent des coffres d'échappement de l'ordre de grandeur que nous savons, a l'inconvénient de mal soutenir la bâche nécessairement longue. Le second — qui évite l'inconvénient signalé — présente par contre celui d'entraîner des dimensions d'encombrement considérables surtout en largeur, sans compter d'autres inconvénients dus à l'accès difficile de certaines pièces. Pour éviter l'un et l'autre de ces défauts, l'inventeur propose une solution en somme fort simple : elle consiste à renforcer le coffre d'échappement, ou plus exactement sa moitié inférieure, au moyen des nervures longitudinales déjà mentionnées se prolongeant dans les empattements de fixation de la bâche à la plaque de base, de façon à constituer, au moyen du coffre même et des pieds qui le continuent, un système rigide suffisant pour supporter l'ensemble de la machine. Alors il est même possible d'obtenir, vers l'aval de la turbine, une construction d'une rigidité telle qu'on puisse lui faire supporter

[1] Voir *Bulletin technique* du 27 novembre 1920, page 281.