

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 41 (1915)
Heft: 18

Artikel: Le chemin de fer funiculaire Sierre-Montana-Vermala
Autor: Zehnder-Spörry, R. / Laplace-Delapraz, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-31632>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.03.2025

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

Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES — PARAISSANT DEUX FOIS PAR MOIS

RÉDACTION : Lausanne, 2. rue du Valentin : D^r H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : *Le chemin de fer funiculaire Sierre-Montana-Vermala*, par MM. Zehnder-Spörry, directeur du M.-O.-B. et M. Laplace-Delapraz, ingénieur, (suite). — Concours pour la construction d'un Hospice des Vieillards et des Invalides, à Delémont. — Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. — *Bibliographie*.

Le chemin de fer funiculaire Sierre-Montana-Vermala.

Par MM. ZEHNDER-SPÖRRY, directeur du M.-O.-B.
et M. LAPLACE-DELAPRAZ, ingénieur.

(Suite)¹.

Tracé et développement de la ligne (Fig. 7 et 9)

La grande longueur de la ligne, qui mesure suivant la pente 4,225 km., fit adopter son fractionnement en deux tronçons de 2386 m. et 1839 m.

La gare C. F. F. de Sierre, à 108 km. de Lausanne, est à la cote 536,7 et la station inférieure du funiculaire à la cote 539,5. Il ne fut malheureusement pas possible de joindre les deux installations ou même de placer le départ de la ligne tout auprès de la gare C. F. F., car trois cents mètres de terrain absolument plat, parsemé d'habitations assez serrées, séparent la gare du versant de Vermala-Montana. La station inférieure a donc dû être rapprochée du pied de la montagne, en bordure de la route principale et à 200 m. environ au N.-O. de la gare.

La rampe initiale de la première section est de 13,2 % sur 535 m. environ, puis passe au 29,2 % par un raccorde-

ment concave de 2000 m. de rayon long de près de 300 m. La rampe de 29,2 % se maintient sur 120 m., puis nouveau raccordement, convexe cette fois ($r = 2500$) sur 140 m. aboutissant à du 23 % sur 280 m. où s'élargit l'évitement. Encore deux changements de pente convexes ($r = 2000$) réunis par 55 m. de rampe de 22,2 % et rampe de 21,2 % sur 312 m.; enfin, deux raccords successifs de 3000 et 2000 m. de rayon sur 133 et 368 m. de développement et la ligne atteint la station supérieure de la première section avec du 48,4 %, rampe maximum de la section inférieure.

En plan, sur une longueur totale de 2319 m., 1234 m. sont en alignement droit, le solde se répartit sur cinq courbes de 300, 400 et 500 m. de rayon; il faut encore y ajouter la courbe de 1200 m. de l'évitement dissymétrique de 41 m. de longueur utile avec raccordement aux deux extrémités en arc de 300 m. de rayon.

La station supérieure, St Maurice de Laques, où l'on change de voiture, est le point de départ de la deuxième section; c'est ici que sont placées les installations électriques de la section inférieure.

La deuxième section s'en détache donc à l'altitude de 1073,90 m. en rampe de 23,2 % sur 98 m. et passe par un raccordement concave ($r = 3000$) de 27 m. au 24,2 % sur 373 m.; deux changements de pente convexes ($r = 2500$) reliés par du 16,3 % adoucissent la rampe à 14,05 %. C'est

¹ Voir N° du 10 septembre 1915, page 192.

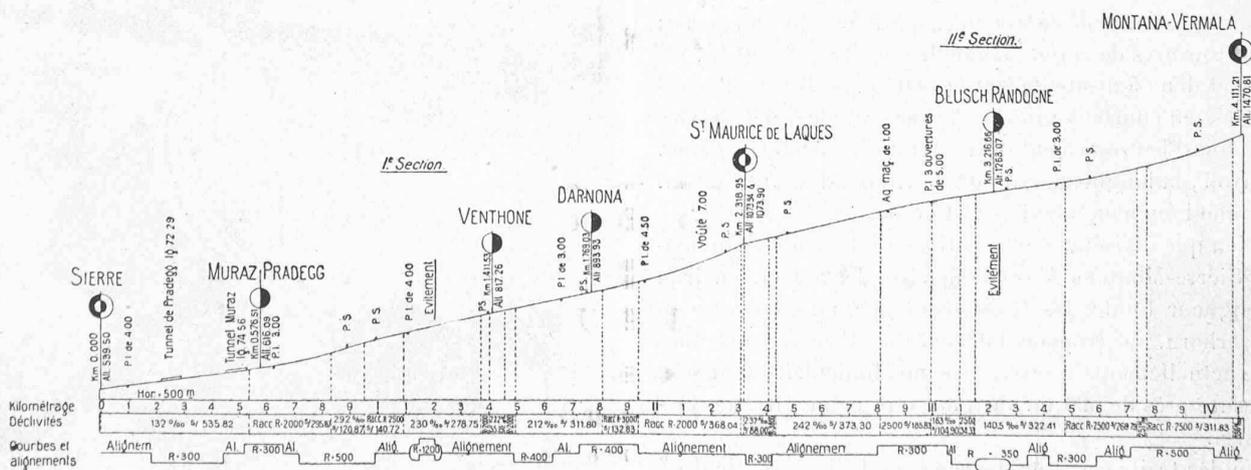


Fig. 9. - Profil en long des deux sections. — 1 : 25.000.

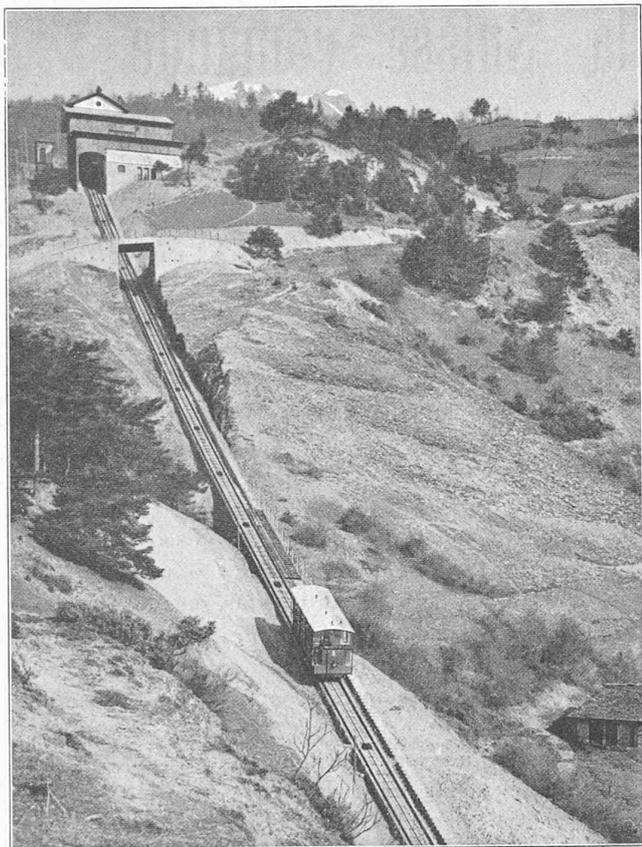


Fig. 10. — Station de St-Maurice de Laques.

sur cette rampe, longue de 322 m., que se trouve l'évitement, dissymétrique aussi; il coïncide avec la halte de Randogne. Cette station, située au km. 3,216, à la cote 1263, est la seule halte intermédiaire du tronçon supérieur. Au km. 3,475 nouvel arc de raccordement ($r = 2500$) pour passer à la courte rampe de 25,1 %, puis dernier changement de pente sur 312 m. qui se termine en rampe de 39,6 % au moment d'atteindre, au km. 4,111 (cote 1470,81) le terminus de Montana-Vermala, station motrice de la deuxième section.

Les $\frac{7}{12}$ environ de ce tronçon supérieur sont en courbe; il y a trois arcs de cercle à gauche de 300 et 350 m. de rayon et deux à droite de 300 et 500 m. L'axe de l'évitement est en courbe à gauche de 360 m. de rayon et les deux voies de croisement décrivent des courbes de 250 m. de rayon; la longueur utile de l'évitement est de 22 m. pour une longueur totale de 124 m. 86.

Bien que divisé en deux sections seulement, le funiculaire Sierre-Montana-Vermala dépasse de 200 m. environ la longueur totale des trois sections du funiculaire du Stanzerhorn. Le tronçon inférieur possède le plus long câble actuellement en service sur nos funiculaires suisses; il mesure près de 300 m. de plus que celui du Muottas-Muraigl.

Un des traits caractéristiques de cette ligne réside dans le grand nombre de raccordements, tant convexes que concaves, du profil en long, ainsi que dans ses sinuosités ac-

centuées; il est clair que ces deux facteurs exercent une influence défavorable sur les conditions de traction.

55 % environ du développement total de la ligne est en courbe; ce chiffre atteint le 62 % pour la seule section supérieure et même le 80 % pour la moitié supérieure du second tronçon, de l'évitement à la station de Montana-Vermala. On ne trouve des tracés aussi sinueux que sur quelques funiculaires suisses, tels ceux du Braunwald, dont 51 % est en courbe, de la Madonna del Sasso (54 %), du Cassarate-Monte Bré (57 %) et du court funiculaire Territet-Mont Fleuri qui atteint le 68 %.

Le rayon minimum des courbes est de 300 m.; seul fait exception l'évitement de la section supérieure dont les voies sont en courbe de 250 m. de rayon.

Aux différences d'altitude entre stations de 534,40 m. pour le premier tronçon, et de 396,87 m. pour le second correspondent les rampes moyennes de 23,1 et 21,6 %; les rampes maxima sont de 48,4 % sur la première section et de 39,6 % sur la seconde. La hauteur totale gravie est donc de 931,27 m. et la pente totale moyenne ressort à 22,6 %.

Les haltes intermédiaires sont au nombre de quatre, à part la station de transbordement de St Maurice de Laques: ce sont dans l'ordre:

Muraz-Pradegg	au km. 0,576	altitude 616 m.
Venthône	» » 1,411	» 817 »
Darnona	» » 1,769	» 894 »
Blüsch-Randogne	» » 3,217	» 1263 »

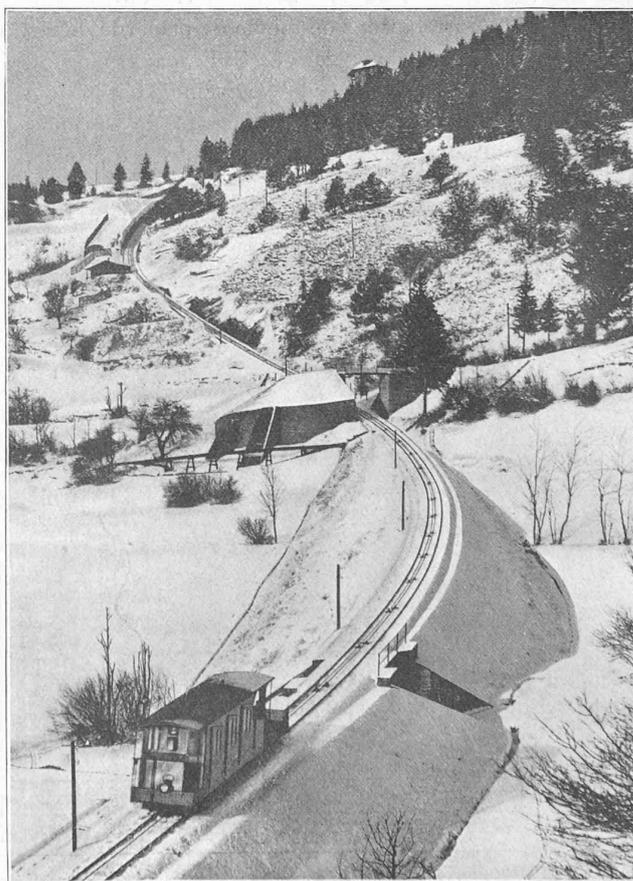


Fig. 11. — Seconde section. — Partie supérieure.

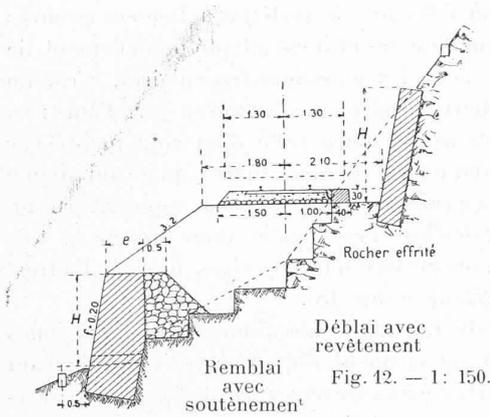


Fig. 12. — 1: 150.

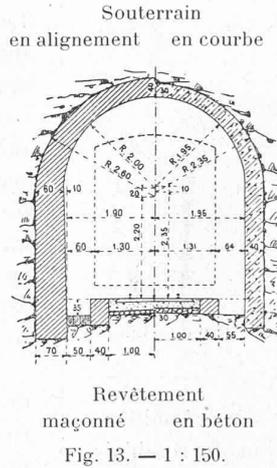


Fig. 13. — 1: 150.

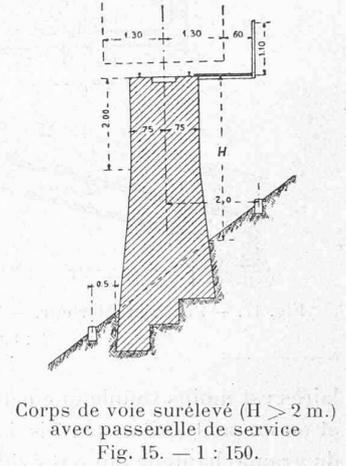


Fig. 15. — 1: 150.

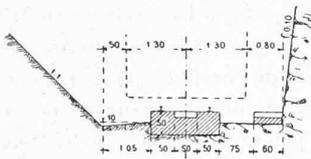
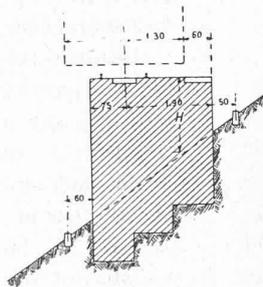


Fig. 14. — Infrastructure d'une maçonnerie. — 1: 150.



Corps de voie maçonné (H > 2 m.) avec escalier de service. Fig. 16. — 1: 150.

Fig. 12 à-16. — Profils-types.

Infrastructure.

La largeur normale de la plateforme est de 3,60 m. ; il reste donc 50 cm. d'espace libre de part et d'autre du gabarit des voitures qui mesure 2600 mm. dans sa plus grande dimension transversale (fig. 12). En tranchée, toutefois, la plateforme a été élargie à 4,20 m. pour faciliter le déblaiement des neiges. Aux évitements, l'espace ménagé entre les voitures qui se croisent est de 60 cm., de même qu'entre la paroi des véhicules et les piédroits des souterrains; l'ouverture des tunnels est donc de 3,80 m. en alignement et de 3,90 m. dans les courbes; la clef de voûte est à 4,40 m. au-dessus des traverses (fig. 13). Sur les secteurs avec murette garde-ballast la largeur de la plateforme au niveau des traverses a été ramenée à 2,80 m. et à 1,50 m. sur infrastructure maçonnée (fig. 14). Un passage de service a été ménagé le long de la voie; il consiste, suivant le type de plateforme adopté et la raideur de la rampe, en un sentier de 60 à 80 cm. de largeur libre, une passerelle reposant sur les traverses ancrées dans la maçonnerie et prolongées en porte à faux ou encore en un escalier pratiqué dans le corps de voie maçonné (fig. 12 à 16).

La partie inférieure de l'infrastructure des deux sections (sur la première du km. 0,007 au km. 2,034, sur la seconde du km. 2,322 au km. 3,887) est en ballast. De gros blocs de béton servant d'ancrage à la superstructure assurent la fixité de la voie. Ces blocs, larges de 1,80 m. sur

2,85 m. de long, sont espacés tous les 100 m. en moyenne.. La voie y est reliée par trois traverses qui s'appuient sur des fers I N° 9 scellés dans le bloc normalement à la voie. Des fourrures en bois dur entre fers I et traverses répartissent la pression et évitent toute déformation. La surface supérieure des blocs d'ancrage est arasée au niveau de la plateforme et recouverte de ballast, de sorte que l'infrastructure reste homogène et offre partout l'élasticité requise. Cependant, en cours d'exploitation, on put constater que la rampe maximum pour infrastructure en ballast ne devrait pas dépasser 20 %; au delà, le corps de voie maçonné est préférable. Les chemins de fer à crémaillère présentent pourtant fréquemment des rampes jusqu'à 25 % avec infrastructure en ballast et, dans ce système, la force de traction prend constamment appui sur la superstructure même, tandis que seul le freinage de secours produit un effet comparable dans le système funiculaire. Cette inégalité qui semble paradoxale s'explique par les considérations suivantes :

D'abord, sur un funiculaire, la voie est moins rigide que sur un chemin de fer à crémaillère qui possède en plus des deux files de rails une crémaillère axiale. Ensuite la position relative exacte des deux files de rails et des abouts des rails d'une même file a une importance primordiale pour un funiculaire moderne avec freins à mâchoires, car il est indispensable que, lors du fonctionnement, les dites mâchoires ne rencontrent aucun obstacle en glissant sur les faces latérales du rail. Enfin le tracé des funicu-

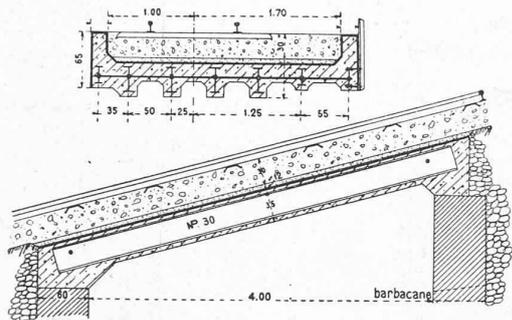


Fig. 17. — Passage inférieur. — Type pour ouverture de 4 m. 1 : 80.

lares est moins souple que celui des lignes à crémaillère et on ne peut éviter parfois la construction de remblais de grande hauteur qui ont évidemment une influence défavorable sur la stabilité de la voie.

Travaux d'art.

Les travaux d'art édifés sur la ligne sont assez nombreux. Ce sont d'abord deux souterrains de 72 et 74 m. de longueur; le premier à « Pradegg », du km. 0,219 au km. 0,291, l'autre à « Muraz », du km. 0,453 au km. 0,527; puis cinq passages supérieurs sur la première section et quatre sur la seconde, dont un de 20 m. d'ouverture; cinq passages inférieurs sur le premier tronçon et deux sur le second tronçon, dont le plus important est un pont de 19 m. d'ouverture en trois travées. Tous les ponts sans exception sont en poutrelles métalliques noyées dans le béton (fig. 17). Un ouvrage voûté de 7 m. au km. 2,17 et un petit aqueduc au km. 3,95, complètent cette énumération.

Superstructure.

La superstructure a été entièrement livrée par la succursale *Fonderie de Berne* des usines de *L. de Roll*,

Le rail adopté est du type à tête conique breveté par la fonderie de Roll à Berne. Ce système a fait ses preuves depuis de longues années et il est adopté actuellement de façon générale pour les nouveaux funiculaires. C'est un rail d'acier à deux faces planes inclinées vers l'âme; sa section est assez semblable à celle d'un coin monté sur pied, d'où le nom de « Keilkopfschiene » qu'on lui donne en allemand. Ces rails, de 10 m. de long, reposent par un large patin sur des traverses en acier doux lorsque la voie est sur ballast, ou sur des fers cornières lorsque l'infrastructure est maçonnée (fig. 18).

L'éclissage du rail laisse absolument libres les joues du champignon où viennent s'appuyer les mâchoires du frein. Le rail est fixé aux traverses par des plaques de serrage avec en sus une éclisse supplémentaire toutes les quatre traverses. L'écartement normal des traverses est de 96 cm. et de 40 cm. aux abouts des rails.

Les traverses sur ballast ont 1,80 m. de long et pèsent 15,5 kg. par m., soit 31 kg. la pièce. Les fers cornières employés sur infrastructure maçonnée, dont quatre par longueur de rail sont munis de boulons d'ancrage de 60 cm. de long, mesurent 1,50 m. de longueur et pèsent 14,8 kg. par m., soit 22,2 kg. par fer. Le rail pèse 27,2 kg. par m., son moment résistant est de 105,832 cm³. Les éclisses ont 570 mm. de long et portent quatre boulons. Lors de la pose, il faut, comme on l'a vu plus haut, veiller à ce que les rails soient exactement placés dans le prolongement de leur file; il est nécessaire aussi d'entretenir soigneusement les abouts des rails afin d'éviter que les freins ne tombent et bloquent le convoi au passage déflectueux.

Les galets supportant le câble se composent de deux disques en tôle d'acier réunis par une janté concave en fonte; on peut ainsi remplacer facilement la gorge usée par le frottement du câble. Le diamètre de gorge des

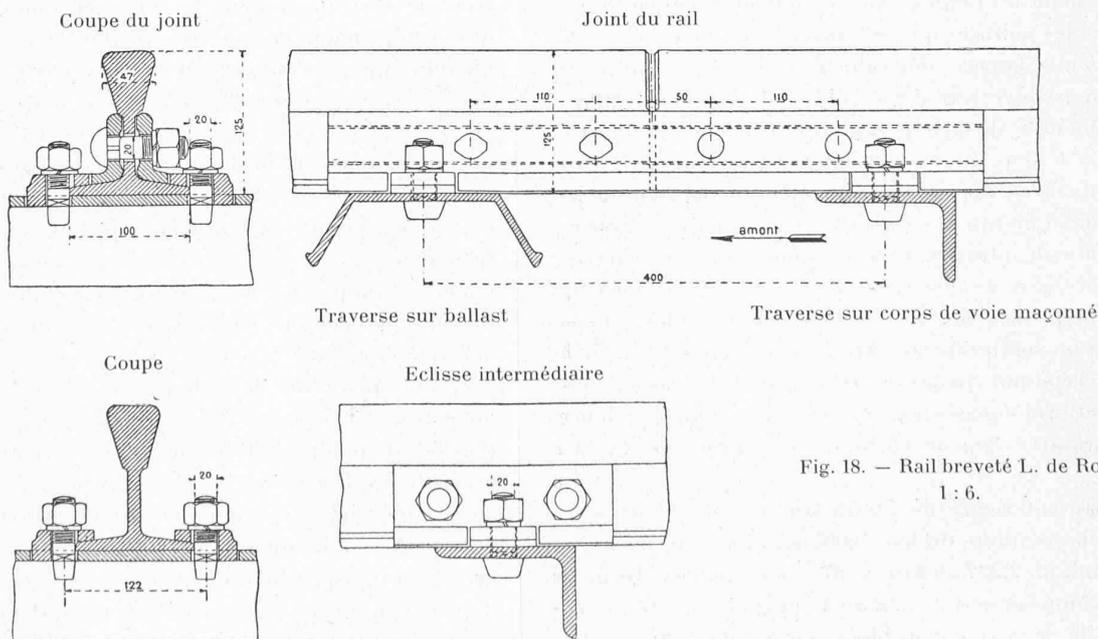


Fig. 18. — Rail breveté L. de Roll. 1 : 6.

galets droits est de 30 cm.; il pèsent 18 kg. Les galets obliques ont 42 cm. de diamètre et pèsent 51 kg. L'axe des galets est fixe; il est monté sur des étriers en fer plat qui s'appuient sur les deux traverses adjacentes. Le graissage est assuré par des graisseurs Stauffer à huile consistante. La distance entre galets est de 11 à 13 m. en alignement droit, de 7,8 à 8 m. en courbe et de 6,1 à 9 m. aux évitements. Dans les changements de pente convexes les galets se rapprochent jusqu'à 7 m. Les fosses à galets sont convenablement asséchées, ce qui est important pour la conservation du câble et des galets.

La superstructure au complet, rails, traverses et galets, avec tous les organes de fixation, pèse en moyenne 95,73 kg. par m. de voie sur lit de ballast et 87,09 kg. sur corps de voie maçonné.

Aux stations de Sierre, St-Maurice de Laques et Montana-Vermala on a ménagé des fosses à révision sous la voie supportée par des fers à I.

Les câbles, tous deux de tors allongé suivant la même direction, ont été établis sur les données suivantes :

	Câble N° 1 (Première section)	Câble N° 2 (Deuxième section)
Diamètre	3,07 cm.	2,96 cm.
Ame	en chanvre	en chanvre
Poids par m. : $p =$	3,14 kg.	2,88 kg.
Nombre de torons	6	6
Nombre total de fils	96	96
Nombre de fils composant l'âme d'un toron	7	7
Nombre de fils au pourtour d'un toron	9	9
Longueur du pas des torons	28,7 cm.	29,6 cm.
Section métallique effective.	3,59 cm ²	3,23 cm ²
Effort total de rupture	48,75 t.	44,45 t.
Effort unitaire de rupture	13,6 t/cm ²	13,75 t/cm ²
Allongement du câble avant la rupture	3,12 %	3,01 %
Le travail de déformation par cm ³ de fils oscilla aux essais de rupture entre les limites	0,36-0,49	0,28-0,49

La tension maximum normale en exploitation, lorsque les voitures sont en pleine charge, s'établit comme suit :

Tare de la voiture	6200 kg.
50 voyageurs et un conducteur	3825 »
Tare du wagonnet à marchandises (sans tra- verse de grue)	1265 »
Poids total du convoi	11290 kg.

Première section : La rampe maximum de 48,4% se trouve immédiatement aux abords de la station supérieure, par conséquent seule la composante $G(\sin \alpha + \omega)$ est à considérer, ce qui donne, en admettant une résistance au roulement moyenne du convoi de 8 kg/t :

$$11290 \times 0,440 = 4960 \text{ kg. soit arrondi } 5000 \text{ kg.}$$

Au km. 0,85, en dessous du raccordement vertical, sur la rampe de 29,2% on obtient une tension du câble légèrement inférieure :

	Kilog.
Composante du poids du convoi : $11\ 290 \times 0,289 =$	3260
» » du câble : $3,14 \text{ kg/m} \times 400 \text{ m.}$	
de dénivellation	= 1260
Résistance des galets et du câble : $(0,008 p. \times L +$	
$+ 0,03 t) \times 1,05$	= 200
Total.	4720

Le coefficient de sécurité du câble ressort donc à environ : $\frac{48\ 750}{5\ 000} = 9,75$, tandis que l'ordonnance fédérale sur la matière n'exige qu'un coefficient de 8.

Deuxième section : La position la plus défavorable du convoi est ici aussi à l'arrivée à la station supérieure, en rampe de 39,6% :

	Kilog.
Composante du poids du convoi : $11\ 290 \times 0,376 =$	4250
» » du câble : environ 50 m. \times	
$\times 2,88 \text{ kg./m.} \times 0,368$	= 53
Résistance des galets et du câble : environ	7
Total.	4310

Lorsque le convoi se trouve sur la pente de 24,2% au départ de St Maurice de Laques, on obtient pour la tension du câble le résultat suivant :

	Kilog.
Composante du poids du convoi : $11\ 290 \times 0,246 =$	2780
» » du câble 1800 m. $\times 2,88 \text{ kg./m.}$	
$\times 0,22$	= 1140
Résistance des galets et du câble : environ	180
Total.	4100

Coefficient de sécurité : $\frac{44\ 450}{4\ 310} =$ environ 10,3.

Le travail annuel moyen du câble est de 11 200 câble-kilomètres, soit environ 103 000 t km. pour la première section et 9400 câblekilomètres, soit 86 500 t km. pour la deuxième section, en tenant compte de la charge utile et de la tare du convoi descendant. Remarquons à ce propos que le travail moyen de tous les câbles de funiculaires suisses jusqu'à leur remplacement est de 40 700 câblekilomètres. (A suivre).

Concours pour la construction d'un Hospice des Vieillards et des Invalides à Delémont.

Rapport du Jury.

Le Jury s'est réuni une première fois à Delémont le 25 avril 1914 pour discussion et élaboration du programme définitif du concours avec les deux membres délégués du Conseil d'administration de l'hospice, M. le président Louis Viatte, avocat à Delémont et M. le vice-président, puis pour visiter le terrain affecté à la construction du dit hospice.

Il s'est réuni une seconde fois pour l'examen et le jugement des projets de concours les 17 et 18 mai courant, sous la présidence de M. l'architecte E. Prince, dans la chapelle de Mont-Croix à Delémont où les projets étaient exposés.

Le Jury a tout d'abord pris acte du fait que M. le président du Conseil d'administration de l'hospice, M. L. Viatte,