Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 37 (1911)
Heft: 24

Artikel: Le chemin de fer funiculaire du Niesen
Autor: Zehnder-Spörry, R. / Laplace, M.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-28886

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: 10.08.2025

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

37me Année. 25 décembre 1911. N° 24.

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 : Dr H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : *Le chemin de fer funiculaire du Niesen* (pl. 10), par MM. R. Zehnder-Spörry, directeur M. O. B. et M. Laplace, ingénieur. — *Chronique :* Nouvelles machines à vapeur. — *Le Pont Ch. Bessières, à Lausanne* (suite). — XIIe Congrès international de navigation. — Programme de concours pour l'étude d'un bâtiment destiné à l'Ecole de Commerce, à Lausanne. — Programme de concours pour l'étude de bâtiments destinés aux collèges classique et scientifique. — Société suisse des ingénieurs et architectes.

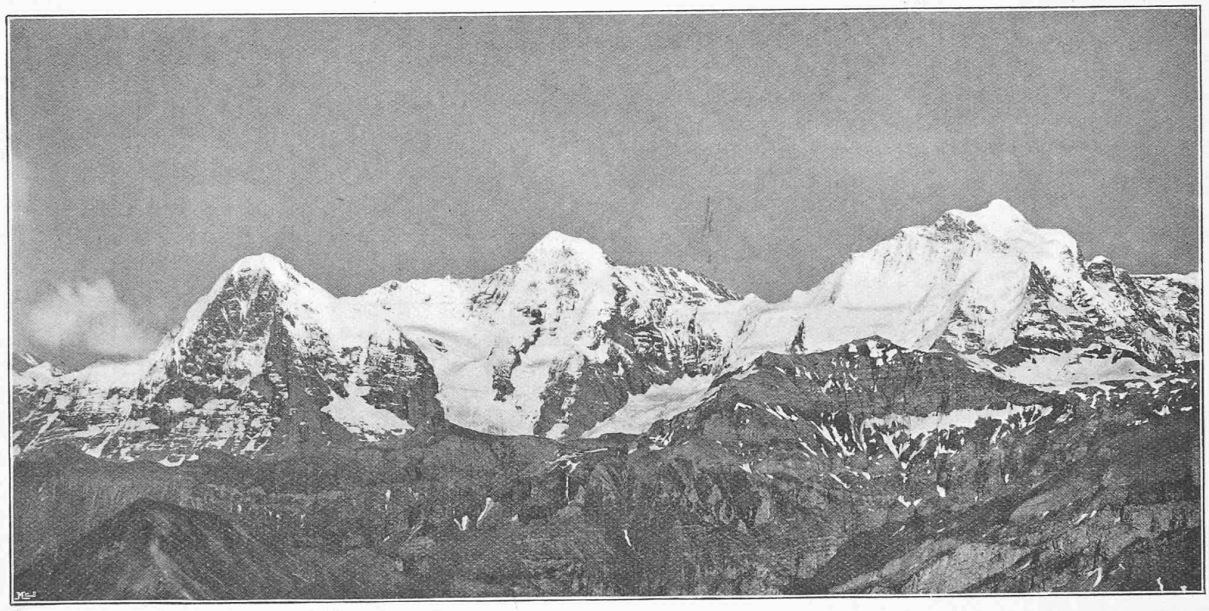


Fig. 1. — Les Alpes bernoises vues du Niesen.

Le chemin de fer funiculaire du Niesen[1]

par

MM. R. Zehnder-Spörry, Dir. M.O.B. et M. Laplace, ingénieur.

Bien que les chemins de fer funiculaires eussent été employés comme moyen de transport longtemps avant que la locomotive fût devenue la reine du rail, — la première ligne, à notre connaissance, où la traction par cable fut employée ayant été construite en 1788 pour desservir un canal des usines Ketley — près d'un siècle s'écoula avant que l'on inaugura en Suisse la construction des chemins de fer de montagne du système funiculaire, si développé actuellement.

Le premier chemin de fer de ce type construit en Suisse fut le funiculaire Lausanne-Ouchy, ouvert à l'exploitation en 1877, soit il y a environ 34 ans. Sa rampe maximale ne dépassait pas 116 ‰ ; la longueur de la li- étant de 1500 mètres pour une différence de hauteur de 105 mètres en chiffres ronds, la rampe moyenne ressort à 71 ‰, et la différence de longueur du tracé suivant la pente et de sa projection horizontale n'est que de 6 mètres. Les installations de freinage des voitures, assez primitives, consistent en 4 sabots que le conducteur déclanche à l'aide d'une pédale et qui viennent se placer entre le rail et les roues.

Pour obtenir un freinage aussi efficace que possible, c'est-à-dire afin d'augmenter le cœfficient d'adhésion du sabot sur la table de roulement du rail, la surface inférieure du dit sabot est striée et doit être rafraîchie après chaque fonctionnement.

Cette ligne qui fut la première création en Suisse de la technique naissante des chemins de fer funiculaires, offre en outre un certain intérêt par son mécanisme de propulsion à turbines à eau et à vapeur, dont les énormes dimensions sont en contraste frappant avec les installations motrices relativement restreintes des funiculaires construits par la suite. Les machines du L.-O. sont restées du reste les seules de ce type en Suisse.

[1] Les renseignements contenus dans cet article sont dus en partie à l'obligeance de la Direction technique du Département fédéral des chemins de fer, à la Direction de l'exploitation du chemin de fer du Niesen, à l'entreprise J. Frutiger, à Oberhofen, et à la Rédaction de la *Schweizerische Bauzeitung*.

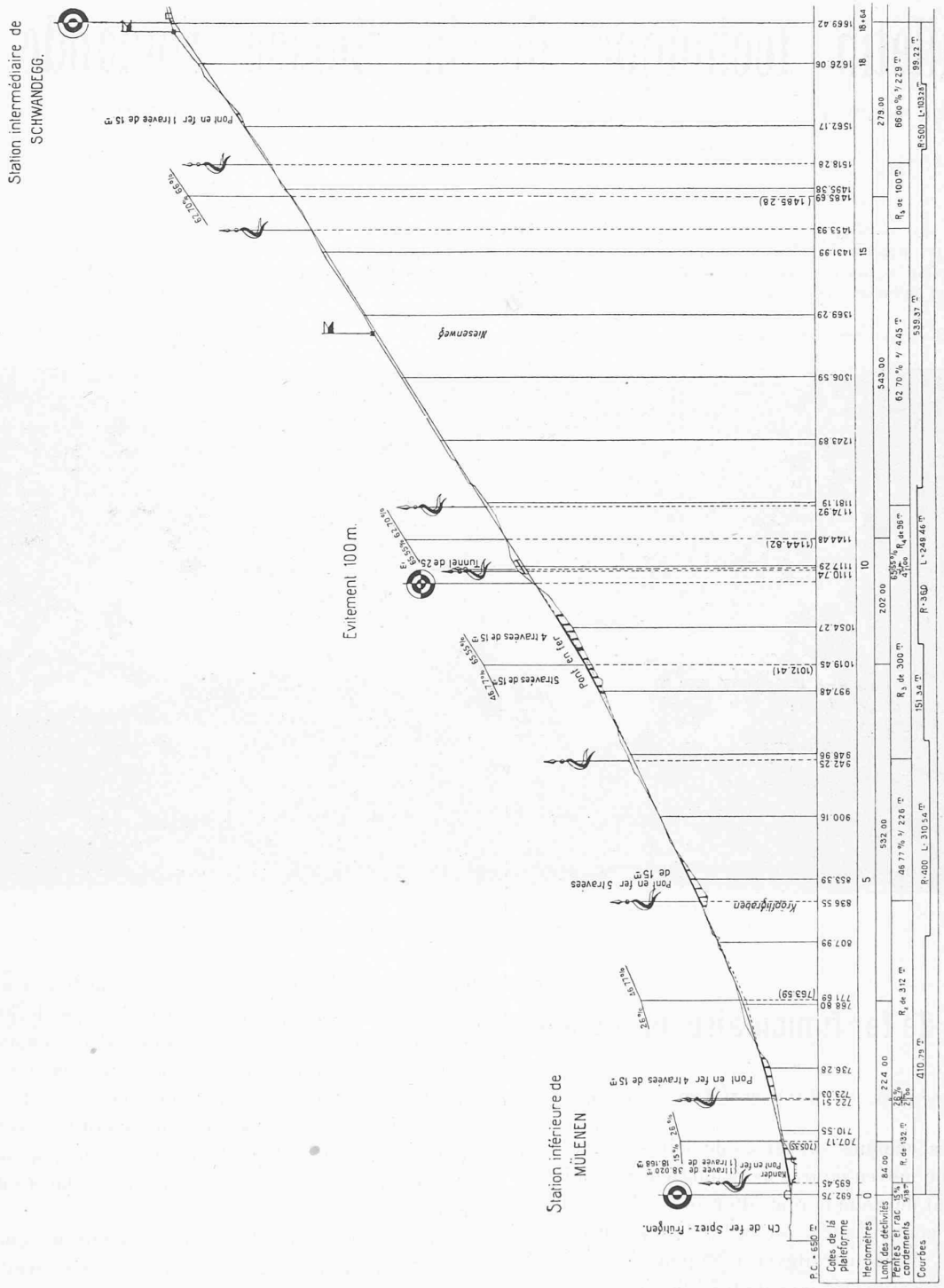


Fig. 2. — Profil en long. 1re section. — Echelle 1 : 10 000.

R_1, R_2 ... R_8 indiquent les raccordements paraboliques dont on trouvera les équations dans le texte

En 1879 apparut, à côté de son aîné, le chemin de fer Lausanne-Gare, exploité par la même société; sa rampe maximale n'était encore que de 130 ‰, mais celle du funiculaire du Giersbach ouvert à l'exploitation la même année atteignait déjà 320 ‰; puis vint, quatre ans plus tard, soit en 1883, la ligne Territet-Glion, dont l'inclinaison s'élevait à 570 ‰. Ces deux derniers funiculaires se distinguent principalement du L.-O. par un nouveau principe de construction et des organes moteurs d'un type tout différent; ils réalisent ainsi deux premiers et importants progrès. En effet, la force motrice de ces deux lignes est fournie par un contrepoids d'eau, les freins, notablement perfectionnés agissent par une roue dentée sur une crémaillière Riggenbach et le réglage de la vitesse s'opère de la voiture même au moyen d'un frein à main; enfin il n'est plus nécessaire de desservir la station supérieure, ses installations se réduisant aux poulies de renvoi et de guidage.

Mentionnons encore que l'ingénieur Riggenbach, d'Olten, le constructeur de la ligne Territet-Glion, afin de démontrer la sécurité absolue des installations, effectua

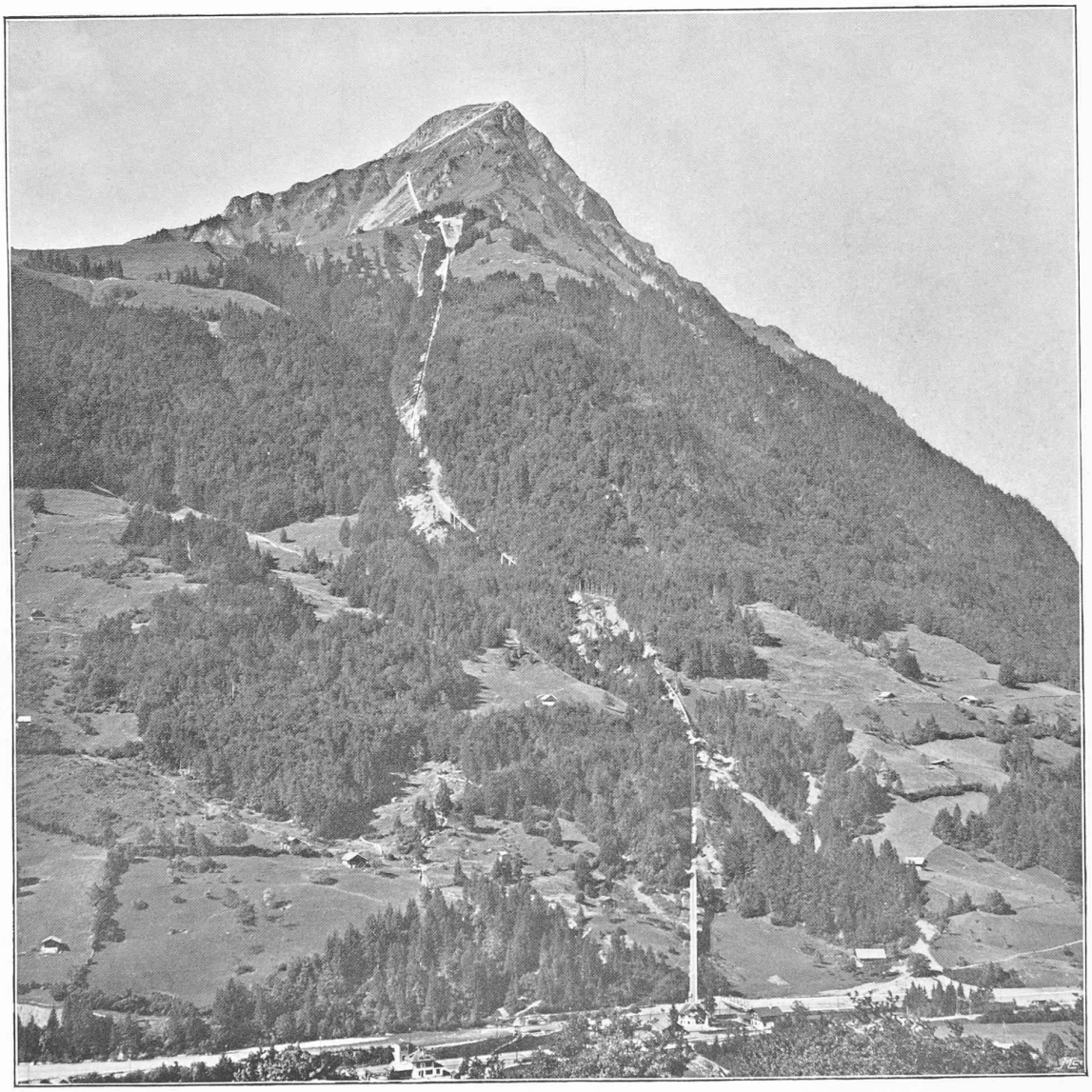


Photo Niklès, Interlaken.

MULENEN ET LE NIESEN

Vue générale du tracé.

Seite / page

leer / vide / blank

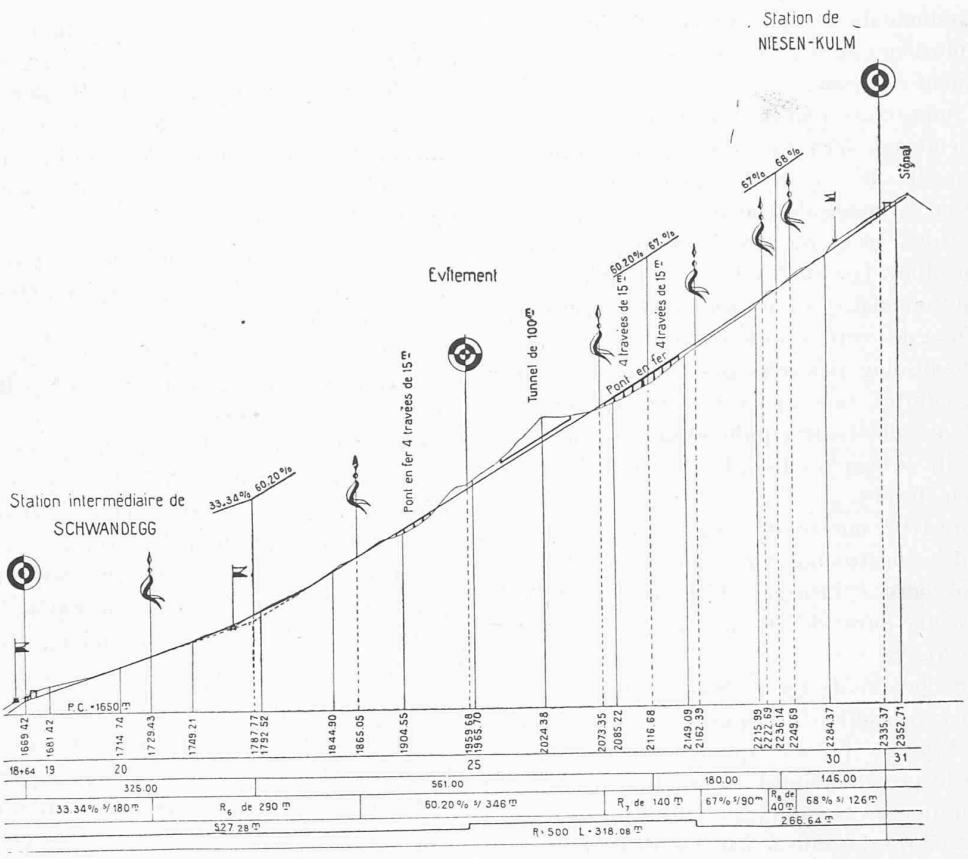
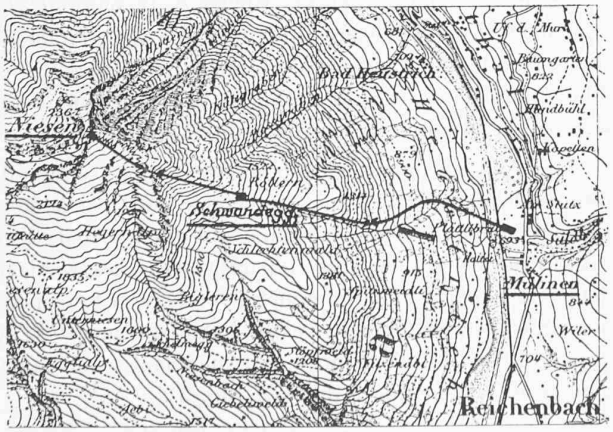


Fig. 3. — Profil en long de la IIe section.

deux fois la descente, le cable étant détaché de la voiture, à l'aide du seul frein à air comprimé dont les véhicules étaient primitivement munis.

Dans la suite furent construits les funiculaires du Gütsch (1884), de Marzili (1885), Lugano-Stazione (1886), Bienne-Macolin (1887), etc., auxquels fut appliqué le même système de freinage par roue dentée et crémaillière Abt ou Riggenbach.

A cette époque (1888) se place la première application de l'énergie électrique à la traction des funiculaires : c'est au chemin de fer du Burgenstock, de 580 ‰ de rampe maximale et employant encore pour frein de secours la crémaillère Abt que fut réalisée cette innovation.



Reproduit avec l'autorisation du Service topographique fédéral.

Fig. 4. — Tracé. — 1 : 25 000.

Le nombre des funiculaires suisses qui n'était alors que de 8 ascendit à 26 en 1900 et la longueur totale des lignes passa, durant la même période, de 6,3 à 24,5 km. En 1909 la statistique accusait 37 funiculaires ayant ensemble plus de 32 km. de développement et le nombre des voyageurs transportés atteignait 6 1/2 millions. Depuis lors, d'autres lignes ont encore été ouvertes à l'exploitation et plusieurs sont actuellement en construction ou en projet.

Entre toutes les Préalpes, la pyramide géante du Niesen de forme si caractéristique, d'où l'on découvre toute la région alpine du Mythen au Mont-Blanc, devait nécessairement attirer l'œil de l'ingénieur en mal de construction.

En effet, Spiez, situé tout au pied, tête de ligne des chemins de fer Spiez-Frutigen-Lötschberg-Simplon et du Simmenthal-Montreux, gare importante de la Thunerseebahn et débarcadère des bateaux à vapeur du lac de Thoune est en passe de devenir une de nos stations d'étrangers les plus fréquentées ; donc tous les éléments de rentabilité semblaient réunis pour assurer le succès d'une ligne de montagne du fond de la vallée au sommet du Righi bernois.

Il y a 16 ans déjà que fut élaboré un premier projet de chemin de fer à crémallière au Niesen, partant de Wimmis à l'entrée du Simmenthal, mais les expériences malheureuses faites au Rothorn et à la Schynige-Platte firent

abandonner ce système de trction qui aurait occasionné une dépense dc plusieurs millions et nécessité une exploitation excessivement coûteuse.

Les progrès importants réalisés par la suite dans la technique des chemins de fer funiculaires, progrès brièvement résumés en tête de cet article, firent naître l'idée d'adapter au Niesen ce mode de construction malgré l'énorme hauteur à gravir et le très grand développement de la ligne qui en résultait. Les études démontrèrent la possibilité d'établir un funiculaire, vu la forme relativement favorable de la montagne ; cette solution offrait les avantages d'une sécurité absolue, des dépenses de construction et d'exploitation réduites, une capacité de transport relativement élevée, une marche tranquille et sans à-coups et grâce à la simplicité de l'exploitation, la possibilité d'appliquer des taxes peu élevées.

Le 20 décembre 1902, un comité d'initiative, à la tête duquel se trouvait le constructeur bien connu de nombreux chemins de fer spéciaux, J. Frutiger, d'Oberhofen, obtint la concession pour une durée de 80 ans, d'un chemin de fer funiculaire au Niesen.

La Société du chemin de fer du Niesen fut fondée le 30 avril 1905 et la construction du funiculaire fut confiée à l'entrepreneur Frutiger précité, qui établit d'une manière exemplaire le projet définitif d'exécution de cette ligne si riche en difficultés techniques de tous genres. La direction des travaux fut dévolue à MM. Fr. Frutiger, ingénieur, et Spring, conducteur de travaux.

La comparaison des données caractéristiques suivantes du funiculaire du Niesen avec les chiffres correspondants du L.-O. démontrent de façon frappante les progrès considérables accomplis dans la construction des chemins de fer funiculaires depuis 1877 jusqu'à nos jours :

	1re section	2e section
Longueur d'exploitation de la ligne mesurée horizontalement	m. 1856.95	m. 1212.18
Longueur d'exploitation de la ligne mesurée suivant la rampe	2111.75	1388.65
Longueur totale (d'exploitation) mesurée horizontalement	m. 3069.13	
Longueur totale (d'exploitation) mesurée suivant la rampe		3500.40 m.
Hauteur de la station inférieure		693.65
» » » intermédiaire		1669.42
» » » supérieure		2335.83
Différence de niveau	975.77	666.41
» » » totale	m. 1642.18	
Rampe moyenne (rapportée à la longueur d'exploitation)	52,6 %	55 %
Rampe moyenne (pour la ligne entière)	53.4 %	
Rampe maximale	66 %	68 %
Durée du trajet	30'	20'
» totale du trajet (y compris 5' d'arrêt à la station intermédiaire)	55'	

Il résulte clairement de cet exposé que le funiculaire du Niesen est une œuvre grandiose dans sa conception et ses dimensions; la première section à elle seule avec sa différence de niveau de 976 m., l'emporte non seulement de 251 m. sur le funiculaire du Harder qui détenait jusqu'alors le record suisse de la hauteur gravie avec 725 m., mais bat encore de 124 m. le record mondial détenu par la Hendelbahn avec 852 m. de différence de hauteur entre ses points extrêmes.

Le point de départ de la ligne est situé près de la station de Mülenen de la ligne Spiez-Lötschberg-Simplon à la cote 693 m. 65. La voie d'abord en alignement traverse, peu après le départ, la Kander sur un pont à treillis à deux ouvertures très inégales de 38 m. 02 et 18 m. 168 ; au km. 4.108 le tracé s'incurve à gauche en un arc de cercle de 400 m. de rayon sur 310 m. de longueur à peu près, puis un second alignement de 151 m. précède une courbe à droite d'un rayon de 360 m. et de 250 m. de développement. 540 m. plus loin, le terrain nécessite encore une troisième et dernière courbe (R = 500; D = 103) dont le point tangent supérieur est situé 100 m. au-dessous de la station intermédiaire de Schwandegg (1669 m. 42 a. d. m.)

La seconde section est en majeure partie en ligne droite, elle comporte une seule courbe de 500 m. de rayon qui, prenant naissance au milieu de l'évitement, se développe sur 318 m. de longueur dans la partie supérieure du tracé. La station terminus de Niesenkulm atteint 2335.83 m. a. d. m. Les courbes des deux sections sont sans dévers, vu la faible vitesse des véhicules (1 m. 25 à la seconde) fig. 4.

L'étude aussi soigneuse qu'approfondie du projet a permis l'élaboration d'un tracé presque parfait au point de vue théorique et qui s'adapte néanmoins de façon remarquable au relief de la montagne, de sorte que, malgré la hauteur gravie considérable et la grande longueur qui en est la conséquence (longueur totale 3500 m. 40, longueur de construction 3527 m. 10), un profil en long des plus favorables a pu être établi pour les deux sections.

Le seul inconvénient du tracé choisi réside en la différence de longueur des deux sections, la première étant de 720 m. plus longue que la seconde, d'où il résulte des temps de parcours différents sur les deux sections. Cet état de choses qui n'exerce du reste que peu d'influence sur la faculté de transport du funiculaire n'a pu être modifié, l'emplacement de la station de transbordement étant fixé par la situation de la croupe de Schwandegg.

Le profil en long accuse pour la première section des rampes de 15 à 66 % et pour la seconde de 33.34 à 68 %. Les huit changements de rampe que comporte la ligne sont raccordés par des arcs de paraboles à axes verticaux déterminés par l'équation générale ci-dessous fournissant pour une abscisse donnée (c'est-à-dire la distance dès l'origine de la section) l'ordonnée correspondante, soit la cote d'un point quelconque P du tracé (fig. 5).

$$y = y_o + b + c$$

Or y_o est la cote de T_o le point tangent inférieur de l'arc de parabole.

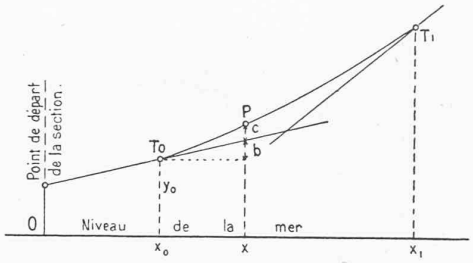


Fig. 5.

b est la hauteur au-dessus de T_o de la projection de P sur la tangente initiale.

c est la hauteur dont s'élève la parabole au-dessus de la tangente initiale au point cherché.

Soient donc : x_o l'abscisse de T_o ;
x » de P ;
n_o l'inclinaison en % de la tangente initiale ;
n l'inclinaison en % de la tangente supérieure ;
enfin l la longueur horizontale de l'arc de parabole, on obtient :

$$b = n_o (x - x_o)$$

$$c = \frac{n - n_o}{2\,l} (x - x_o)^2$$

d'où :

$$y = y_o + n_o (x - x_o) + \frac{n - n_o}{2\,l} (x - x_o)^2$$

En introduisant les valeurs on obtient pour les 8 raccordements :

1re section :

$$y_1 = 695{,}45 + 0{,}15\,(x - 18) + \frac{0{,}11}{264}\,(x - 18)^2$$

$$y_2 = 723{,}03 + 0{,}26\,(x - 152) + \frac{0{,}2077}{624}\,(x - 152)^2$$

$$y_3 = 942{,}25 + 0{,}4677\,(x - 690) + \frac{0{,}1878}{600}\,(x - 690)^2$$

$$y_4 = 1113{,}36 + 0{,}6555\,(x - 994) - \frac{0{,}0285}{192}\,(x - 994)^2$$

$$y_5 = 1453{,}93 + 0{,}6270\,(x - 1535) + \frac{0{,}033}{200}\,(x - 1535)^2$$

2e section :

$$y_6 = 1729{,}43 + 0{,}334\,(x - 2044) + \frac{0{,}2686}{580}\,(x - 2044)^2$$

$$y_7 = 2073{,}35 + 0{,}602\,(x - 2680) + \frac{0{,}068}{280}\,(x - 2680)^2$$

$$y_8 = 2222{,}69 + 0{,}67\,(x - 2910) + \frac{0{,}01}{80}\,(x - 2910)^2$$

Quelques arcs de raccordement se trouvant être en même temps en courbe, la ligne décrit en ces points une courbe gauche (fig. 2 et 3). *(A suivre.)*

CHRONIQUE

Nouvelles machines à vapeur.

Nous avons décrit ici[1] les nouvelles machines à vapeur à « flux continu » du professeur Stumpf et nous avons insisté sur l'économie qu'elles permettent de réaliser. Ces derniers temps, ces machines ont fait l'objet de discussions nombreuses et on en est même arrivé à soutenir que leur excellent rendement était dû, en grande partie, non pas au principe même du flux continu mais bien à certains détails de construction qu'elles ont en commun avec d'autres types, en particulier celui de *van den Kerchove*.

Voir N° du 10 février 1911, page 28.

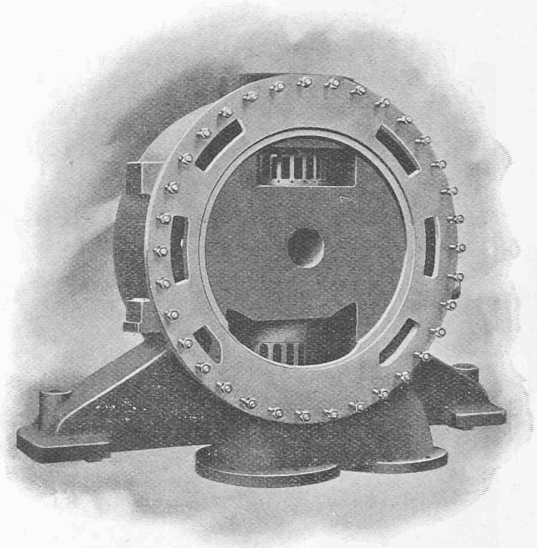


Fig. 2. — Vue d'une tête de cylindre Kerchove avec enveloppe de vapeur.

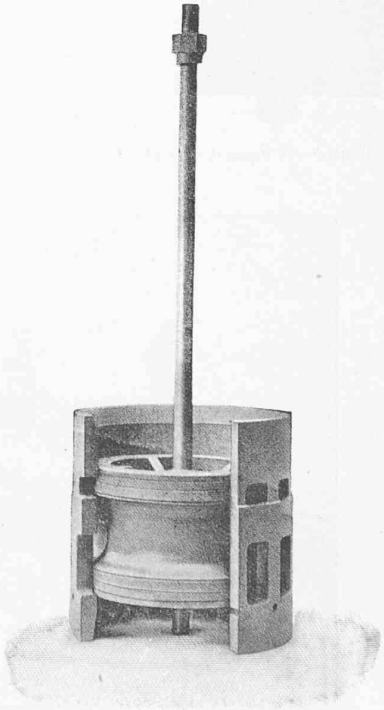


Fig. 3. — Piston-valve.