

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 39 (1913)  
**Heft:** 5

## Inhaltsverzeichnis

### **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:** 14.03.2025

**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<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : Note sur le profil d'équilibre des chemins de fer funiculaires, par H. Chenaux, ingénieur. — Concours d'idées pour l'aménagement des quais entre la Promenade du Lac et le Port Noir, à Genève. — Convention du Gothard. — Société suisse des ingénieurs et architectes : procès-verbal de l'assemblée des délégués, du 14 décembre 1912, à Olten (suite et fin).

## Note sur le profil d'équilibre des chemins de fer funiculaires.

par H. CHENAUX, ingénieur.  
Professeur à l'Université de Lausanne.

Dans les chemins de fer funiculaires à mouvement alternatif, et surtout dans les plans inclinés à contrepoids d'eau, la question du profil en long a une importance toute spéciale.

Si l'on fait abstraction des périodes de démarrage et d'arrêt, il est clair que le profil idéal est un profil tel que le système soit en équilibre dans toutes ses positions; dans ce cas, le mouvement est uniforme sans l'intervention des freins et la dépense de force motrice est réduite au minimum.

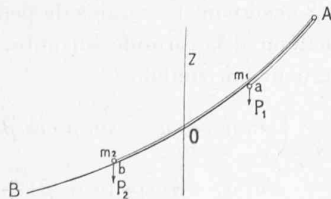
Pratiquement, les conditions locales rendent le plus souvent un tel tracé irréalisable; mais on doit s'en rapprocher le plus possible.

M. A. Vautier<sup>1</sup> est le premier qui ait traité le problème d'une façon générale; il a notamment fait voir, moyennant une hypothèse approchée, que le profil d'équilibre est une parabole à axe vertical, et ses formules ont été adoptées sans autre par les divers auteurs qui se sont occupés de cette question.

Il s'agit maintenant de démontrer qu'en réalité c'est la cycloïde, et non la parabole, qui répond aux conditions du problème, lorsqu'on admet, comme M. Vautier, que les résistances passives sont constantes.

1° *Voyons d'abord qu'elle sera la forme du profil quand on néglige les frottements.*

Soient deux points matériels  $m_1$  et  $m_2$ , de poids  $P_1$  et  $P_2$ , glissant sans frottement sur une courbe fixe  $AB$ ; ces deux points sont reliés par une chaîne pesante, inextensible et parfaitement flexible, glissant sans frottement sur la



<sup>1</sup> A. Vautier. Etude des chemins de fer funiculaires. Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes. Lausanne 1887.

courbe  $AB$ , et passant sur une poulie infiniment petite placée en  $A$ .

*Quelle doit être la courbe  $AB$  pour que l'équilibre soit indifférent ?*

Soit  $z = \varphi(s)$  l'équation de la courbe, l'origine étant en  $O$ , point de croisement, et l'axe des  $z$  dirigé vers le haut;  $s$  désigne l'arc de la courbe, compté positivement de  $O$  vers  $A$ .

Appelons  $\sigma$  l'arc compté à partir de  $O$  jusqu'au point matériel  $m_1$ , situé en  $a$ .

La position du système est connue dès qu'on donne  $\sigma$ .

Comme on le voit, il s'agit d'un système pesant, à liaisons complètes; il y a donc une seule équation d'équilibre; il suffira d'écrire, par exemple, que la variation de la hauteur du centre de gravité du système est nulle lorsqu'on imprime à ce dernier un déplacement  $\delta\sigma$ .

Lorsque les deux points matériels se croisent en  $O$ , les deux brins de la chaîne s'équilibrent; donc  $P_1 = P_2 = P$ .

En appelant  $p$  le poids de la chaîne par mètre courant, il viendra :

$$-P \varphi'(\sigma) \delta\sigma + P \varphi'(-\sigma) \delta\sigma + [\varphi(\sigma) - \varphi(-\sigma)] p \delta\sigma = 0$$

ou bien :

$$\varphi'(\sigma) - \varphi'(-\sigma) = \frac{p}{P} [\varphi(\sigma) - \varphi(-\sigma)].$$

La fonction  $\varphi$  n'est donc pas complètement déterminée; il faut et il suffit qu'elle satisfasse à la relation ci-dessus; on pourra, par exemple, se donner arbitrairement le profil en amont de  $O$  et l'on déterminera à l'aide de cette relation le profil correspondant en aval (voir à ce sujet : C. Meissner, Bestimmung des Profils einer Seilbahn, Schw. Bauzeitung, 1909; dans cette étude, l'auteur n'envisage que le cas des liaisons sans frottements).

2° *Profil d'équilibre dans le cas où l'on tient compte des résistances passives.* Au point de vue pratique, c'est le seul qui nous intéresse.

Les résistances passives comprennent essentiellement des frottements; nous admettrons qu'elle peuvent se réduire à une force tangentielle d'intensité constante  $R$ .

Dans ce qui va suivre, nous allons supposer qu'il s'agit d'un funiculaire à contrepoids d'eau; soit  $P_1$  le poids de la voiture descendante, y compris le poids de l'eau, et  $P_2$  le poids de la voiture montante.

La somme des travaux des forces étant nulle, nous