

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 13 (1887)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Voies entièrement métalliques à l'étranger  
**Autor:** Meyer, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-13725>

### **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:** 01.04.2025

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

## BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE

## DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

PARAISANT 8 FOIS PAR AN

**Sommaire :** Voies entièrement métalliques à l'étranger, par J. Meyer, ingénieur. — Etude des chemins de fer funiculaires, par Alph. Vautier, ingénieur. (Première partie, avec planche, N<sup>o</sup> 7.) — Coefficients du travail du fer dans les ponts. — Façade du dôme de Milan.

VOIES ENTIÈREMENT MÉTALLIQUES A L'ÉTRANGER <sup>1</sup>

par J. MEYER, ingénieur.

Ce rapport très complet forme un volume petit in-folio de 144 pages, accompagné d'un atlas de trente-cinq planches de même format.

C'est ce qui a paru de plus complet sur cette importante question. M. Bricka a visité la Hollande, la Belgique, la région ouest de l'Allemagne, l'Angleterre, l'Autriche et la Suisse et recueilli auprès des ingénieurs de ces divers pays les renseignements les plus complets. Il relève avec M. Mathieu, ingénieur en chef de la Compagnie du Midi, que, déjà actuellement, les chemins de fer français consomment annuellement pour l'entretien, sans compter les travaux neufs, 900 000 traverses par an et que la France est déjà tributaire de l'étranger pour un nombre considérable de traverses ; il y a donc nécessité de suivre avec attention la substitution du métal au bois.

Il constate qu'en France, jusqu'à présent, la question des voies métalliques a fait peu de progrès. En Allemagne, Autriche et Hollande les premiers essais sérieux remontent à 1878 et les progrès ont été rapides depuis. Fin 1884, l'Allemagne avait 5217 kilomètres de voies entièrement métalliques, la Hollande 329 kilomètres, l'Autriche-Hongrie 44 kilomètres et la Suisse 184 kilomètres.

Il examine d'abord les voies sur longrines qui, à l'origine, avaient pris en Allemagne un développement considérable, surtout les types Hartwich, Haarmann, Hilf, Hohenegger, de Serres et Battig. Il se prononce en général contre les voies sur *longrines*, le poids est par mètre de voie supérieur aux voies sur traverses ; malgré tous les entretoisements adoptés il est difficile de maintenir rigoureusement l'écartement de la voie et l'inclinaison du rail, la voie est difficile à aplanir. A cause de ces difficultés, l'entretien de ces voies sur longrines est aussi plus cher que celui des voies sur traverses, à cause aussi des grandes difficultés de remplacement des longrines, surtout en courbe. Il donne donc la préférence aux voies sur traverses métalliques qui, à son avis, est le seul système de voies métalliques qui ait subi avec succès une expérience prolongée.

On peut aujourd'hui considérer ce succès comme complet et

<sup>1</sup> Rapport de mission au ministre des travaux publics, par M. Bricka, ingénieur en chef des ponts et chaussées et ingénieur en chef de la voie aux chemins de fer de l'Etat français. — Paris, imprimerie nationale, 1886.

la substitution du métal au bois ne dépend plus, en réalité, que du rapport de leurs prix.

Les traverses en métal présentent les avantages spéciaux aux supports transversaux : facilité de l'attachement, solidité de l'assiette, liaison parfaite des deux files de rails, commodité du bourrage, simplicité des remplacements partiels, absence de toute sérieuse sujétion dans les courbes, et avec le rail Vignole, presque universellement admis sur le continent, impossibilité du déversement du rail.

Les perfectionnements dans la métallurgie, la production à un prix équivalant au fer soudé, et par le procédé de déphosphorisation de Thomas et Gilchrist, de fer fondu et homogène (Flusseisen), ont résolu la question des voies entièrement métalliques. Il y a lieu, sans aucune hésitation, à préférer l'emploi de ce fer homogène au fer soudé.

M. Bricka examine ensuite les différents profils employés pour les traverses métalliques ; depuis le profil primitif de l'inventeur français Vautherin, dont les premiers essais ont été faits il y a vingt ans sur le réseau Paris-Lyon-Méditerranée<sup>1</sup>. Ce profil dérivé du fer zorès a été d'abord exécuté en trop faibles dimensions pour du métal aussi imparfait que le fer puddlé ou soudé, les traverses ne pesaient que 35 kg. l'une, n'avaient qu'une épaisseur de 7 mm. à la table et de 4 1/2 aux ailes, il a donné de mauvais résultats. On a eu ensuite le tort de se fonder sur cet insuccès pour rejeter la traverse métallique sans se donner la peine de rechercher un meilleur profil.


Toutes les traverses proposées depuis dérivent du type Vautherin. On a généralement remplacé les tables inférieures horizontales par un bourrelet triangulaire qui forme couteau.

Il examine et décrit les divers types de traverses employés, qui sont représentées sur de nombreuses planches, les sections et attaches en grandeur naturelle, et résume comme suit les conditions que doit remplir une bonne traverse en métal :

1<sup>o</sup> Les traverses doivent être en acier doux (Flusseisen) à l'exclusion du fer puddlé qui, d'ailleurs, ne s'emploie presque plus.

2<sup>o</sup> Tous les profils consacrés par l'expérience sont dérivés de la traverse Vautherin ; avec sa forme primitive elle peut être employée dans le sable et le gravier fin ; dans le gros gravier et la pierre cassée, la suppression des tables inférieures est nécessaire ; le profil Berg et Marche (celui employé par la Compagnie S.-O.-S.) et le profil variable de M. Post (chemins néer-

<sup>1</sup> En 1870 également sur le réseau du Nord-Est suisse à Zurich.

landais, dérivé du profil Vautherin et de la modification à ce dernier proposée par M. Kùpfer, ingénieur du Gothard) lui paraissent les meilleurs. Le profil Haarmann (traverse à chapeau)  malgré le développement que son application reçoit en ce moment en Prusse ne lui paraît pas recommandable.

3° La largeur inférieure de la traverse ne doit pas être inférieure à 22 ou 23 cm.; sa longueur doit être d'au moins 2<sup>m</sup>50; elle doit être fermée à ses extrémités.

4° L'épaisseur du métal ne doit pas être inférieure à 7 ou 8 mm.; elle doit atteindre au moins 10 mm. sous le rail; elle peut être renforcée par une nervure longitudinale au milieu de la table supérieure (Berg et Marche) ou mieux, comme dans la traverse Post, par une saillie, obtenue au laminage, dans la partie sur laquelle s'appuie le patin du rail et dans les parties voisines. Il y a grand intérêt à augmenter cette épaisseur dans la mesure compatible avec une dépense raisonnable.

5° Les traverses courbes doivent être rejetées; la traverse droite lui paraît préférable aux traverses coudées; avec le rail Vignole, le procédé de l'usine de Hörde qui donne l'inclinaison au rail au moyen d'un renforcement de la table de la traverse est, à son avis, supérieur aux autres systèmes; à défaut de ce procédé l'emploi des selles (selles Heindl, plaque Haarmann ou selle des chemins de fer hollandais) lui paraît préférable à l'emboutissage (procédé Hoesch-Lichthammer.)

6° Le poids d'une traverse qui réunit les conditions nécessaires de stabilité ne peut pas descendre sensiblement au-dessous de 50 kg., mais M. Bricka pense qu'on a, en général, trop cherché à le réduire au minimum et qu'il conviendrait de le porter de 55 à 60 kg. et peut-être même au delà sur les lignes importantes.

7° Le meilleur système d'attache, avec le rail Vignole, est à son avis, le crapaud Rùppel ou l'attache Heindl; mais tous les systèmes décrits par lui peuvent être considérés comme donnant de bons résultats.

8° Le seul système de voies à coussinets qu'il connaît est le système Webb (London and Nord Western Railway), dans lequel le coussinet est formé de trois pièces d'acier estampées solidement et rivées sur la traverse; ce système donne d'assez bons résultats. Il y aurait intérêt à essayer l'emploi des coussinets en fonte (cet essai va se faire sur les chemins de fer de l'Etat français); mais l'emploi des traverses métalliques fait disparaître, à peu près entièrement, les avantages du coussinet et l'assemblage du rail Vignole avec ces traverses est plus facile et moins coûteux que celui du rail à double champignon.

9° Toutes les traverses métalliques sont laminées et percées au poinçon; on peut admettre que leur prix ne se relèvera pas au-dessus de 160 à 170 fr. la tonne; le petit matériel coûte environ 250 à 350 fr. la tonne.

10° La voie sur traverses métalliques est au moins aussi stable que la voie sur traverses en bois; elle n'est pas plus dure que cette dernière et elle résiste mieux en cas de déraillement.

11° La durée des traverses métalliques peut être évaluée à au moins trente ans, soit plus du double de celle des traverses en bois de chêne. En partant de cette donnée on peut admettre

que l'emploi des traverses métalliques pesant de 55 à 60 kg. (celles employées sur le réseau de la Compagnie de la S.-O.-S. pèsent 45 kg.) n'est pas plus onéreux que le prix des traverses en chêne, lorsque celles-ci coûtent 5 fr. 50 c. la pièce et que celui du métal est de 150 fr. la tonne (il n'y a pas un an on le payait 125 fr.); si l'on admet que la voie Vignole sur traverses métalliques offre les mêmes avantages que la voie à coussinets sur traverses en bois, cette dernière est notablement plus coûteuse alors même qu'on augmenterait dans une forte proportion le poids des traverses métalliques.

12° Les traverses peuvent être posées avec toute espèce de ballast; celui-ci doit être perméable, sans quoi l'entretien devient plus onéreux qu'avec la voie sur traverses en bois, mais il n'est pas besoin de sable ou de gravier exceptionnellement pur, ni de pierre cassée avec un soin particulier.

13° Un bon éclissage des rails au moyen d'éclisses cornières en acier paraît plus nécessaire avec la voie sur traverses métalliques qu'avec la voie sur traverses en bois.

14° Lorsque la voie sur traverses métalliques est établie dans de bonnes conditions, la main-d'œuvre d'entretien ne coûte pas plus cher qu'avec la voie sur traverses en bois; elle est même très probablement plus économique.

L'exposé qu'a fait M. Bricka et qui repose sur des faits qu'il a constatés avec le plus grand soin, démontre que les idées qui ont cours actuellement parmi les ingénieurs français au sujet des traverses métalliques sont pour la plupart erronées et il estime qu'il ne peut y avoir aucun doute au sujet des résultats que donnerait, en France, l'emploi des traverses métalliques au point de vue de la sécurité de l'exploitation et de la tenue de la voie.

Les expériences que nous avons faites sur le réseau de la Suisse-Occidentale, où nous employons ces traverses depuis cinq ans et dont nous aurons à la fin de 1887 environ 80 km. de voie sur traverses métalliques nous ont amenés aux mêmes résultats que M. Bricka a indiqués. Nous nous réservons de revenir sur ce point et de communiquer plus tard nos résultats d'expériences.

M. Bricka décrit ensuite dans la seconde partie les dispositions adoptées en Bavière, dans le grand-duché de Bade, les chemins de fer Louis de Hesse, pour la pose des changements de croisements de voie sur traverses en métal.

Dans la troisième partie, il décrit les principaux systèmes de voies métalliques usités en Allemagne, en Hollande, en Suisse et en Autriche.

Il constate avec étonnement que la Belgique est le seul pays où les essais faits récemment dans ce sens et sur une grande échelle aient abouti à un rejet complet de ce système, qui a donné d'excellents résultats et se répand beaucoup ailleurs, en Allemagne et en Hollande surtout. Il croit que la véritable cause de l'insuccès des tentatives faites en Belgique doit être cherchée dans les conditions où elles ont été faites. Les ingénieurs belges n'ont essayé les voies métalliques qu'à leur corps défendant à la suite d'une agitation provoquée dans le pays par les représentants de l'industrie métallurgique pendant la crise qui a sévi en 1877 sur l'industrie des fers; il a fallu une intervention du parlement pour amener des essais qui ont été faits sur une échelle beaucoup trop grande (plus de 150 km. à la fois). L'expérience n'avait du reste pas encore

conduit aux types perfectionnés qui existent aujourd'hui et le fer employé était de qualité détestable.

L'agitation de 1877 s'est renouvelée en 1884 pour les mêmes motifs, et à la suite d'une interpellation au parlement une importante adjudication va être faite. Les ingénieurs n'en restent pas moins hostiles aux voies entièrement métalliques. Toutefois des missions faites en Allemagne, sans faire disparaître les idées préconçues, les ont rendues moins absolues.

Sur les chemins de fer algériens on avait également placé, en 1867-1868, cent mille traverses du type Vautherin, primitif de Fraisons de 35 kg., type qui, nous l'avons dit, a été reconnu défectueux et trop faible. Néanmoins elles se sont assez bien comportées et depuis dix-huit ans les remplacements ont été peu nombreux. En 1885 on a de nouveau placé 20 000 traverses en acier du type Hilf de 44 kg. (semblables à celle de la S.-O.-S.) bien supérieures aux premières employées.

M. Bricka donne ensuite dans les annexes un tableau de la situation des voies métalliques en Allemagne, Hollande, Autriche et en Suisse à fin 1884, et un tableau des moments d'inertie des principaux profils de traverses.

Puis un tableau comparatif du prix par mètre courant de voies sur traverses en bois et en métal sur les chemins de fer hollandais, et un tableau des prix payés par divers chemins de fer en 1884, pour les traverses métalliques.

Il donne : un tableau des prix des traverses en bois, en France. Divers renseignements sur le matériel roulant, le trafic des chemins de fer. Les marchés sur série de prix des travaux d'entretien de la voie aux chemins de fer du grand-duché de Bade. Les relevés des frais d'entretien des voies sur traverses en bois et en métal des chemins de fer néerlandais, soit en 1884, 143 fr. 78 c. pour les traverses en bois et de 71 fr. 46 c. à 602 fr. 99 c. par km. pour les traverses métalliques, et en 1883 de 447 fr. 60 c. par km. pour les traverses en bois et de 210 à 687 fr. pour les traverses métalliques; la série des prix pour les travaux d'entretien du chemin de fer Central-Suisse.

Les cahiers des charges du Nord-Est suisse pour la fabrication des traverses métalliques.

Une note sur les méthodes employées en Belgique, Allemagne et Autriche sur l'injection des bois et leur prix de revient.

Une note sur les traverses de types nouveaux expérimentées récemment en France et en Belgique. Celles de l'Est français où l'on a placé sur un fer spécial des blocs de bois sur lesquels le rail est fixé. Il trouve que rien, dans les expériences faites avec les attaches, ne justifie l'interposition d'un bloc de bois entre le rail et la traverse.

La traverse *Sévérac* essayée par la Compagnie du Nord et formée d'un fer à double T avec semelle rivée; le poids en est de 57 kg.

La traverse *Bernard* essayée sur le chemin de fer du Nord belge, d'un poids de 105 kg.

La traverse de *Paulet et Lavalette* composée de deux cornières jumelées entre lesquelles sont rivés des coussinets en fonte qui reçoivent les rails, traverses simples de 75 kg. et traverses doubles ou de joint de 131,5 kg. essayées sur les chemins de fer de l'Etat français.

Le remarquable rapport de M. Bricka constitue le document

le plus important qui existe sur les voies métalliques, l'étude peut en être recommandée à tous les ingénieurs qui s'occupent de cette importante question.

## ÉTUDE DES CHEMINS DE FER FUNICULAIRES

par ALPH. VAUTIER, ingénieur.

### CHAPITRE PREMIER

#### Historique et classification.

Depuis plusieurs années les constructeurs de voies ferrées ont cherché les moyens de desservir un grand nombre de localités laissées de côté par le réseau des lignes à grand trafic. Il en est résulté la création de chemins de fer secondaires de divers systèmes.

La locomotive ordinaire à simple adhérence permet de circuler à petite vitesse sur des lignes dont la pente atteint 4 à 5 ‰. On l'emploie même sur la ligne de l'Uetliberg près Zurich sur des pentes de 7 ‰.

En munissant la locomotive d'une roue motrice dentée agissant sur une crémaillère fixée à la voie, M. l'ingénieur N. Riggenschach a donné le moyen de franchir, à petite vitesse, des rampes atteignant 30 ‰ et des tracés sinueux de grande longueur.

La traction par câble ou par chaîne, ou *système funiculaire*, permet de remorquer des wagons sur les rampes les plus fortes et de desservir ainsi, par le tracé le plus court, des localités à peine accessibles aux routes ordinaires. Nous nous proposons de formuler les conditions qu'on doit rechercher dans un projet de chemin de fer funiculaire, puis nous examinerons quelques-uns des engins qui leur sont spéciaux.

Avant d'entrer en matière, jetons un coup d'œil rapide sur l'histoire de ce système de traction.

Selon toute probabilité, des câbles ou des chaînes ont été employés très anciennement dans les exploitations de mines ou de carrières et ont été appliqués au service des voies de bois qui ont prélué à l'invention des chemins de fer. La première mention que nous ayons trouvée de l'emploi de la traction funiculaire au transport de voyageurs et de marchandises, est celle d'un plan incliné à 2 ‰ de pente qui faisait partie de la première ligne de chemin de fer à locomotives ouverte entre Liverpool et Manchester en 1830.

Les locomotives de cette époque ne gravissaient guère que des pentes de 1 ‰, ce qui motivait l'emploi d'un câble et d'une machine fixe.

Dès lors, on établit un grand nombre de plans inclinés desservis par un câble ou par une chaîne, mais on se méfiait de leur sécurité. Perdonnet, après avoir parlé de ceux de Liège, de Styring-Vendel et de quelques autres qui existaient en 1860, remarque qu'il ne convient pas de dépasser une pente de 3 à 4 pour cent, lorsqu'on veut effectuer au moyen d'un câble un transport de voyageurs.

Grâce aux progrès considérables qui ont été faits dans la fabrication des câbles et à l'emploi de l'acier tréfilé, on est devenu plus hardi et la traction funiculaire est employée actuellement pour le service des voyageurs sur des pentes vertigineuses.

Sans chercher à dresser un catalogue des chemins exécutés