

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 26 (1900)
Heft: 3

Artikel: Les joints des rails: état actuel de la question
Autor: Orpiszewski, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-21451>

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: 26.01.2026

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 ARCHITECTES. — PARAISSANT DEUX FOIS PAR MOIS
Rédacteur en chef et Editeur responsable : E. IMER-SCHNEIDER, Ingénieur-Conseil, GENÈVE, Boulevard James-Pazy, 8

SOMMAIRE : Note de la rédaction (*Béton armé*). — Les joints des rails, par M. Orpiszewski, ing. au J.-S. (avec 2 planches). — Réunion de l'Association des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale à Paris (*Suite et fin*). — Ferronnerie d'art à l'Exposition (avec illustrations).

NOTE DE LA RÉDACTION

Béton armé. — L'article de M. F. Schüle, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne, intitulé : *De l'encastrement des poutres et dalles en béton armé*, paru dans le numéro 2 du *Bulletin technique*, nous a valu une « lettre ouverte » de MM. J. Jaeger et Cie, de Zurich, représentants du système « Koenen », lesquels se prétendent lésés par l'article de M. le professeur Schüle.

Le ton général de la dite « lettre ouverte » et la publicité que ses auteurs ont cru devoir lui donner avant de nous l'adresser à nous-mêmes, nous dispensent de la publier dans nos colonnes.

L'étude purement objective dont notre honorable collaborateur a endossé toute la responsabilité en nous autorisant à la publier sous sa signature, peut évidemment susciter une polémique scientifique sur certaines questions, au sujet desquelles les opinions peuvent varier ; cette étude ne touche que des questions de principe ; l'auteur a laissé de côté, à dessein, la discussion spéciale de la voûte Koenen et des essais dirigés par M. le professeur Ritter. Nos lecteurs reconnaîtront certainement avec nous que M. Schüle n'y a, en aucune façon, introduit une « conclusion personnelle et malveillante » comme le prétendent les auteurs de la « *lettre ouverte à M. Imer-Schneider* ». Une bonne partie de cette dernière est du reste consacrée à la réfutation d'un article paru dans le *Moniteur de l'industrie et de la construction* avec lequel notre rédacteur en chef n'a aucun rapport.

La Rédaction.

LES JOINTS DES RAILS

Etat actuel de la question

Par J. ORPISZEWSKI, ingénieur au Jura-Simplon
(Planches 4 et 5)

Les rails sont, on le sait, assemblés bout à bout dans les voies à l'aide de deux pièces jumelles qui embrassent leurs extrémités et qu'on nomme éclisses. Ces éclisses, plates ou coudées, ne s'appliquent contre le rail que par deux faces inclinées sur l'horizontale, nommées portées,

dont l'une appuie sous le champignon du rail sur une surface de même inclinaison, et l'autre sur son patin. Le but de cette disposition qui fait des éclisses une sorte de coin, est de les faire toujours bien plaquer, en permettant de resserrer les boulons qui les relient à mesure que s'usent les portées. Mais l'usure n'est malheureusement pas régulière : les éclisses s'usent au milieu de la portée supérieure et aux extrémités des portées inférieures ; au bout d'un certain temps le serrage des boulons ne produit plus aucun effet. C'est là la raison pour laquelle la tendance actuelle est de diminuer beaucoup l'inclinaison de ces portées en donnant une forme plus carrée au champignon du rail ; de cette manière, au lieu de chercher à permettre le resserrage des éclisses contre le rail, chose que la pratique a démontré assez illusoire, on cherche plutôt à mieux soutenir le champignon ; la jonction des rails laisse cependant toujours bien à désirer encore.

Elle a pourtant une assez grande importance : la sécurité des trains n'entre pas ici directement en cause, toutes les compagnies de chemins de fer emploient des attaches suffisamment solides pour que la rupture d'une éclisse soit un fait extrêmement rare, même avec les fatigues auxquelles, de nos jours, sont soumises les voies. Mais on n'est pas arrivé encore à supprimer totalement le choc au passage des joints. Or ce choc est non seulement désagréable, il est encore nuisible à la voie et au matériel roulant, en outre chaque roue en passant sur chaque joint éprouve une résistance qui joue le rôle d'un véritable frein et se traduit naturellement par une dépense sensible de vapeur et de combustible. Sans vouloir nous lancer dans des calculs très hypothétiques pour la déterminer, il est incontestable que la suppression du choc au passage des joints produirait une économie très sensible des frais de traction. Mais la question est complexe : les effets dynamiques et d'une durée infiniment courte qui se produisent au passage des roues d'un rail sur le suivant, ne peuvent s'observer facilement et encore moins s'exprimer par des chiffres exacts dans les calculs ; on n'est au reste pas bien au clair sur ce qui se passe réellement ; la théorie est par conséquent impuissante à résoudre seule le problème et l'on est forcé de recourir aux essais qui nous amèneront, il faut l'espérer, un jour, à une solution pratique et à une théorie satisfaisante.

Lorsqu'une roue chargée passe sur un joint éclissé, il y a toujours, comme nous venons de le dire, un choc plus ou moins fort suivant l'état de la voie ; ce choc produit à la longue un débourrage des traverses voisines, par conséquent un mouvement des extrémités des rails, un frotte-

ment de ceux-ci contre les éclisses et par suite une usure qui va s'accentuant avec le temps et finit par déformer le joint; les joints deviennent *bas* comme on le dit. Il y a donc deux choses contre lesquelles il faut lutter dans les joints des rails : l'usure et le débourrage; l'un est la conséquence de l'autre et tous deux s'aggravent mutuellement : le débourrage occasionne un jeu, celui-ci l'usure, et plus le jeu et l'usure augmentent, plus s'accentue aussi le débourrage.

Au commencement des chemins de fer, on fit reposer les extrémités des rails sur une même traverse, c'est ce qu'on appelle le joint appuyé; mais bientôt on s'aperçut que cette traverse, sollicitée alternativement sur ses deux arêtes par la charge roulante, pivotait autour de son axe; que l'effet des éclisses, jouant le rôle de véritables leviers, augmentait encore ce mouvement, que le choc dû à l'inévitable différence de hauteur des deux rails successifs était très sensible et que pour toutes ces raisons on n'arrivait pas à maintenir le bourrage des traverses de joint; la voie était très dure, et toute augmentation de vitesse aggravait encore les inconvénients. On essaya donc de poser le joint en porte à faux entre deux traverses, c'est ce qu'on nomme le joint flottant. La voie devint incontestablement plus douce au roulement, mais le rail devant naturellement fléchir entre les deux traverses, ses extrémités devaient inévitablement aussi prendre un mouvement; aussitôt que ce mouvement avait acquis une certaine amplitude, l'usure et le débourrage des traverses se manifestaient de nouveau. On retombait donc dans les mêmes inconvénients, avec cette seule différence peut-être, c'est que dans le premier cas c'est plutôt aux chocs et au débourrage qu'était due l'usure et le desserrage des boulons, tandis que dans le second, c'est le mouvement produit par l'usure qui amène le débourrage. On chercha à empêcher le mouvement en maintenant mieux le serrage des boulons par des contre-écrous, des fiches, des rondelles élastiques, etc., et surtout on renforça les joints. On rapprocha les traverses le plus possible de manière à diminuer la flexion de l'éclissage, quelques compagnies, comme l'Est français par exemple, allèrent jusqu'à couper l'angle des traverses afin d'en permettre le bourrage malgré un intervalle d'environ 0^m30 ; mais on ne peut trop rapprocher les traverses de joint, non seulement à cause du bourrage qui est rendu plus difficile, mais parce qu'il faut une proportion entre les travées de joint et celles de la voie courante, sous peine d'avoir une voie trop dure et de favoriser précisément le débourrage. M. Ast a déterminé cette proportion (*Bulletin du congrès international des chemins de fer*, août 1892). Si nous nommons l les travées courantes et l' celles de joint, il faut avoir la proportion :

$$l' = \sqrt[3]{\frac{1}{4}l} \text{ ou } l' = 0,63l$$

Le rail, en effet, est une poutre continue reposant sur plusieurs appuis qui sont les traverses, il se relève devant la charge roulante et s'abaisse sous elle, il court pour ainsi dire, une vague devant le train; pour que la voie soit bonne, il la faut homogène, et, par conséquent, il faut qu'il n'y ait pas trop de différences entre les flèches positives et

négatives des travées. Puisqu'on ne peut pas trop diminuer la portée des travées de joint, il faut augmenter la résistance de l'éclissage; nommant I et I' les moments d'inertie du rail et de la paire d'éclisses, a et a' les distances de l'axe neutre du rail et de l'éclisse à la fibre la plus fatiguée et l et l' les portées des travées comme ci-dessus, il faudrait avoir :

$$\frac{l'}{l} = \frac{I a}{I a'}$$

Nous ne pouvons, dans ce travail sommaire, énumérer tous les types d'éclisses renforcées que les diverses administrations ont adoptées; nous en donnons seulement quelques exemples dans la planche ci-jointe. Le renforcement le plus répandu consiste à donner une aile inférieure plus ou moins développée à l'éclisse, d'où leur nom d'*éclisses-cornières* ou aussi d'*éclisses-arrêt*, parce que cette aile est généralement utilisée aussi pour embrasser les attaches du rail aux traverses et s'opposer ainsi au cheminement. Le défaut des éclisses-cornières est que, par suite de leur forme, le centre de gravité de leur section ne correspond pas avec les trous des boulons d'attache, il y a donc une mauvaise répartition de la matière au point de vue de la flexion. C'est ce qui a amené plusieurs compagnies, entre autres presque toutes les compagnies de chemins de fer autrichiens, à donner aussi à l'éclisse extérieure une aile supérieure (fig. 1, 2), parfois même cette aile sert au roulement de la partie extérieure du bandage des roues (fig. 3); de là au joint amortisseur (*Stossfangschiene*, fig. 4), il n'y avait qu'un pas. Le joint amortisseur, adopté par quelques compagnies allemandes et par les chemins de fer de l'Etat russe, n'a pas donné les résultats qu'on en espérait; il paraît que l'usure des bandages des roues les fait reposer uniquement sur le contre-rail extérieur et produit ainsi des chocs lorsque la roue revient sur le rail; les boulons étant fort longs, l'assemblage paraît aussi avoir plus de risques de se disloquer que d'autres.

On a essayé, surtout en Amérique, divers systèmes d'*éclisses à pont* (fig. 5 à 10) auxquelles on peut assimiler l'éclisse de l'Etat badois qu'a adoptée le Gothard (fig. 11) et celle de Bochum (fig. 12). Quoique très solide, cette disposition présente aussi ses inconvénients; les rails ne peuvent être laminés avec des dimensions rigoureusement exactes, il en résulte que leur hauteur varie souvent jusqu'à plus d'un millimètre, et qu'il est matériellement impossible d'obtenir un affleurement parfait des surfaces de roulement des champignons si l'on fait affleurer celles inférieures des patins, on ne peut donc éviter des chocs et c'est précisément ce qu'on doit chercher à écarter.

Quelques essais ont été faits dernièrement dans d'autres directions, ils sont néanmoins de trop courte durée pour qu'on puisse se prononcer aujourd'hui à leur sujet.

Nous citerons en premier lieu le *Blattstoss* des chemins de fer allemands (fig. 13), c'est un perfectionnement d'une idée déjà appliquée jadis en 1835, du joint à trait de Jupiter et du joint oblique, qu'on a abandonnés tous deux par suite de leur trop rapide usure, et pour le second de la difficulté à le garder bien aligné, car les extrémités des rails

Fig. 1

Grand-Duché de Bade.

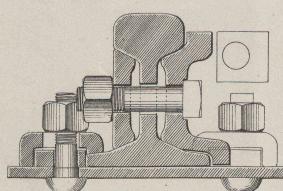


Fig. 2

Chemins de fer N.-O. Autrichiens.

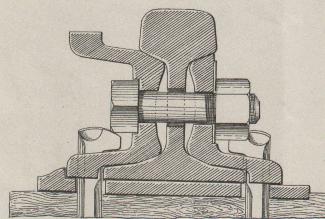


Fig. 3

Chemins de fer Saxons.

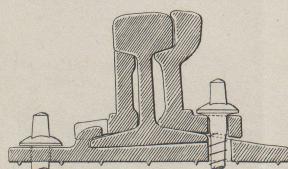


Fig. 5

Eclisse à pont Connell.

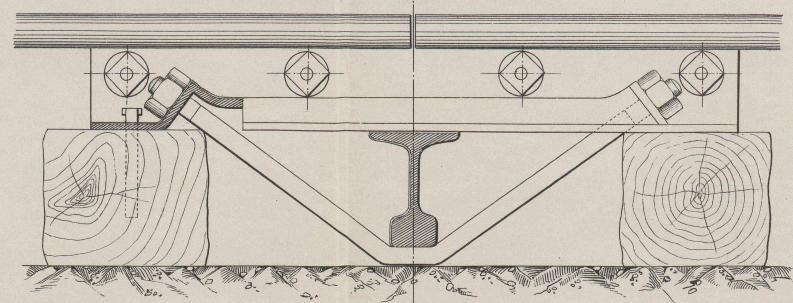


Fig. 7

Eclisse à pont Baum.

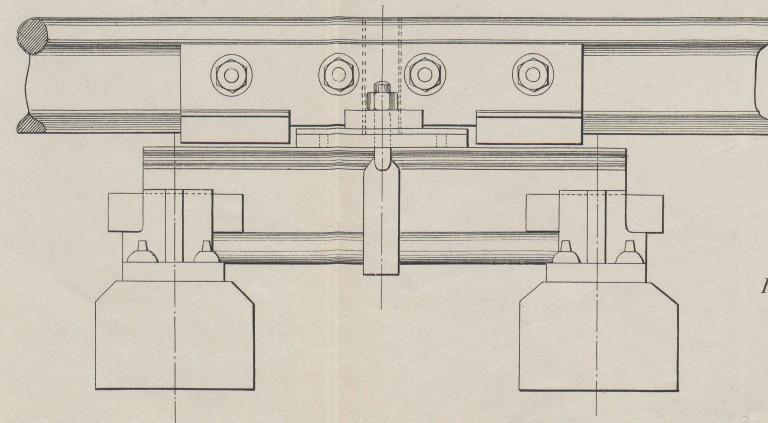
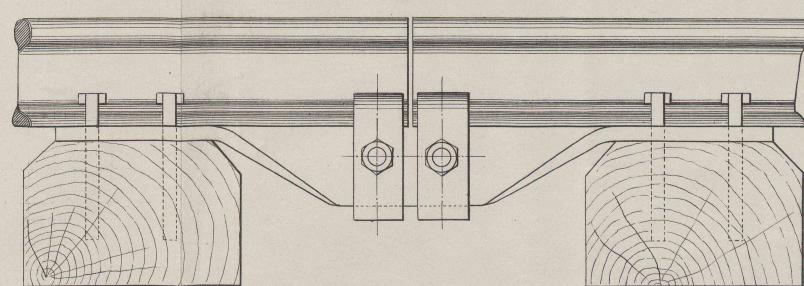


Fig. 6

Eclisse à pont Roth & Schüler.



Coupé.

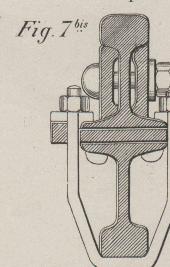
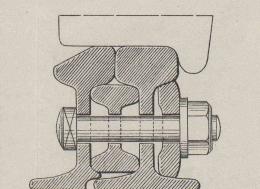
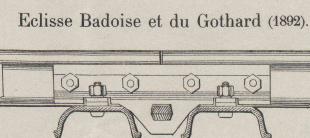
Fig. 7^{bis}

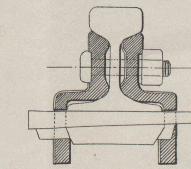
Fig. 4

Joint amortisseur (Stossfangschiene).

Fig. 11



Coupé.



Eclisses à pont Américaines

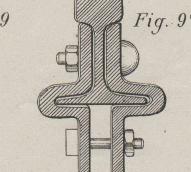
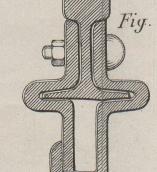
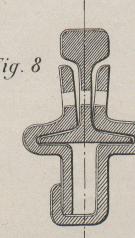


Fig. 9

Fig. 9^{bis}

Les joints des Rails, par J. Orpiszewski, ingénieur.

Seite / page

leer / vide /
blank

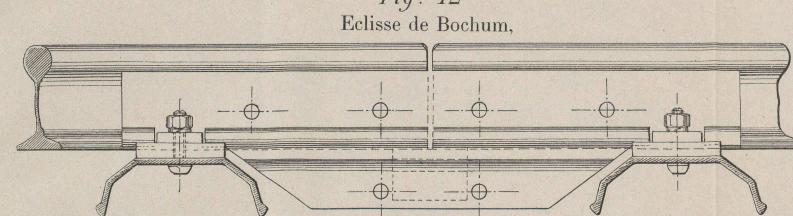


Fig. 12
Eclisse de Bochum.

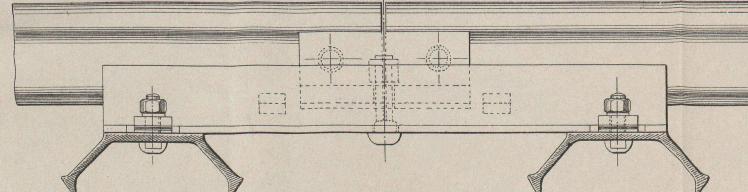


Fig. 10
Eclisse à pont.

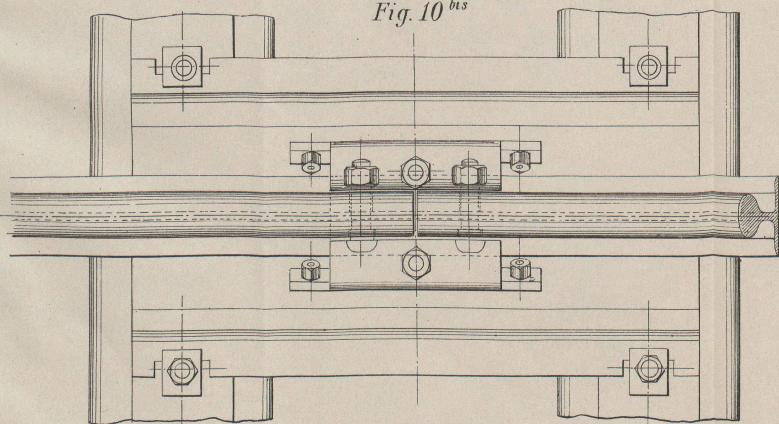


Fig. 10 bis

Fig. 12 bis
Coupe.

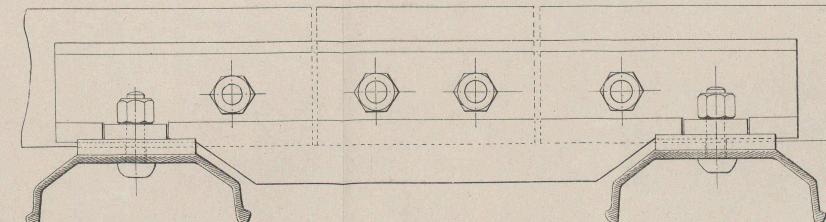
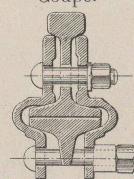


Fig. 13
Blattstoss, Chemins de fer Allemands.

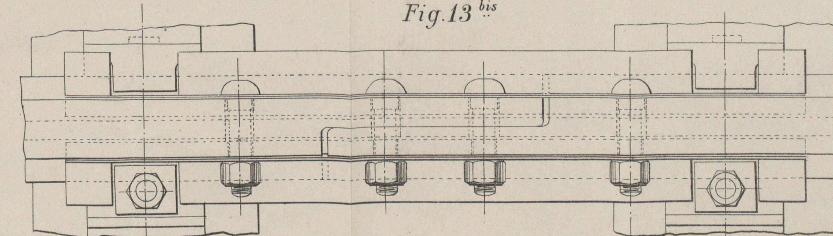


Fig. 13 bis

Fig. 14

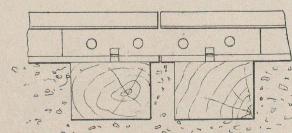


Fig. 16

Joint Système Puzyna.

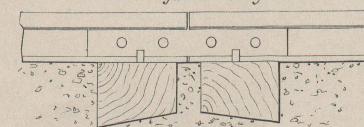
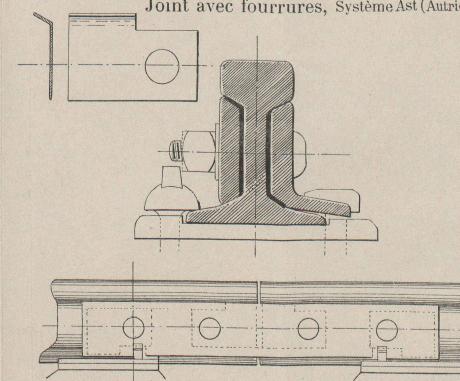


Fig. 15

Joint avec fourrures, Système Ast (Autriche).



Lith. J. Chappuis, Lausanne.

Les joints des Rails, par J. Orpiszewski, ingénieur.

Seite / page

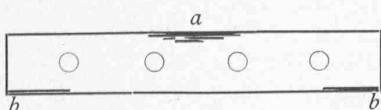
leer / vide /
blank

avaient une tendance à se déplacer latéralement en glissant l'une contre l'autre (1). Dans le *Blattstoss* l'âme du rail est renforcée, les extrémités sont fendues verticalement par le milieu sur une certaine longueur, appliquées l'une contre l'autre et éclissées; il ne se présente ainsi à la charge roulante que deux demi-joints successifs au lieu d'un seul. Le roulement est très doux; on doit seulement, pour pouvoir faire cet assemblage, augmenter l'épaisseur de l'âme et par conséquent inutilement le poids du rail, puisque l'âme, résistant surtout aux efforts tranchants, est toujours assez forte. En outre, on affaiblit les extrémités des rails, or, c'est précisément par leurs extrémités que les rails périssent. Cette voie est plus chère que celles d'autres types, résisterait-elle mieux? Ou la partie intérieure qui reçoit surtout la charge des roues ne se brisera-t-elle pas plus facilement, particulièrement dans les courbes? Nous l'ignorons encore.

Une autre méthode cherche à réunir dans la pose les avantages du joint en porte à faux à ceux du joint appuyé: elle consiste à placer côté à côté les deux traverses de joint qu'on ne peut ainsi bourrer que d'un seul côté (fig. 14). Le mouvement de bascule, reproché au joint appuyé, serait sensiblement diminué, puisque les deux traverses sont indépendantes et que la charge n'agit guère que sur l'une de leurs arêtes; comme elles peuvent s'abaisser successivement, le choc provenant de la dénivellation des rails ne serait pas plus sensible que dans les joints en porte à faux, enfin la flexion serait limitée par l'enfoncement des traverses dans le ballast, et par conséquent le jeu et le frottement des éclisses et des rails qui en résultent, réduits au minimum. Cette pose essayée d'abord, si nous ne faisons erreur, en Amérique, ainsi que celle des joints avec trois traverses accolées, n'a pas encore fait ses preuves; elle vient d'être adoptée cependant par le chemin de fer de Vienne à Varsovie à la suite des belles expériences que M. Wasiutinski a exposées dans le volume de novembre 1898 du *Bulletin du Congrès international des chemins de fer*.

Il est un autre ordre d'idées vers lequel, à notre connaissance du moins, peu d'inventeurs se sont dirigés jusqu'à ce jour, mais qui nous paraît juste: il consiste à prendre des dispositions qui permettent de réparer les effets de l'usure et du débourrage.

Nous avons dit plus haut que les éclisses s'usent au milieu de la partie supérieure en *a* et aux extrémités de la portée inférieure en *b* et *c*; une fois que l'usure s'est prononcée, l'éclisse n'appuyant plus aux points nécessaires, elle ballotte malgré le serrage des boulons. Pour corriger ce défaut, M. Ast a introduit à la K. Ferdinand-Nord-Bahn d'Autriche des fourrures en tôle mince ou en fers feuillards (fig. 15) qui rachètent cette usure (*Bulletin du congrès international des chemins de fer*, mai 1895) à mesure que ces



(1) M. Ulliac, ingénieur à Neuchâtel, cherche à parer à cet inconvénient en taillant seul le champignon obliquement, l'âme et le patin, coupés d'équerre, pouvant buter l'une contre l'autre, l'inconvénient du glissement latéral se trouve écarté.

fourrures s'usent à leur tour on les remplace par de plus épaisses.

M. Jebens (*Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens*, no 5, 1884) propose de donner aux éclisses une surépaisseur au milieu et aux extrémités, ce qui reviendrait à fraiser les parties intermédiaires; on pourrait de cette manière resserrer avec efficacité de temps en temps les boulons d'attache. M. Zimmermann propose, dans le même but, de doubles éclisses se superposant en faisant ressort (*Bull. du congrès int.*, mai 1897) avec lesquelles un serrage progressif des boulons maintiendrait le joint et, en outre, un éclissage du patin. A part celle de M. Ast, nous ignorons si les autres dispositions ont été appliquées d'une façon un peu étendue, mais elles paraissent compliquées, coûteuses et par conséquent peu pratiques.

M. Puzyna, à Varsovie (*Rev. techn.*, no 21, 15/17 mai 1899), cherche à lutter contre le débourrage seulement. Pour cela il propose des traverses jumelles de section trapézoïdale (fig. 16); l'effet de la charge se transmettant obliquement au ballast, tendrait à le comprimer contre la traverse suivante. Nous ignorons aussi si la pratique a confirmé cette prévision.

On a enfin proposé, sans avoir encore osé le faire sur les chemins de fer, une disposition appliquée seulement jusqu'à présent, sur une assez large échelle, il est vrai, aux voies de tramways, ce serait le soudage des rails à l'électricité. Il est clair que si l'on arrivait à supprimer totalement les joints, quitte peut-être à employer par place des appareils spéciaux pour la dilatation, ce serait la meilleure des solutions. Tout le monde a pu remarquer, en effet, que lorsqu'on passe sans arrêt avec un train express aux traverses de petites stations ou de haltes, le martelage, souvent si désagréable des joints, cesse totalement sur ce parcours, pour reprendre de plus belle au delà. C'est que grâce à l'action des freins continus adoptés presque partout, les rails sont peu à peu entraînés et serrés les uns contre les autres dans les stations; l'intervalle laissé primitivement entre eux, pour le jeu de la dilatation, se trouve supprimé et la surface de roulement devient continue comme s'ils étaient d'une seule pièce; il faudrait pouvoir en faire autant sur la voie courante.

Les règlements de toutes les compagnies de chemins de fer prescrivent les dimensions des intervalles à laisser entre les rails en se basant sur leur libre dilatation aux températures du pays. Chez nous en Suisse on va généralement de -20° à $+55^{\circ}$ centigrades, car le métal exposé au soleil est susceptible de prendre une température supérieure à celle de l'air ambiant. Mais il n'y aurait aucun inconvénient à lui faire subir un certain effort du chef de la dilatation, et d'abaisser quelque peu la limite supérieure de la température à laquelle on admet un intervalle nul pour la pose. Pour fixer les idées, prenons par exemple le rail type II, proposé par l'Association des chemins de fer suisses; il a 12 m. de longueur, pèse 36 kg. par mètre courant, et a une section de 4580 mm^2 . Supposons que nous en posions une longueur sans joints de dilatation à $+20^{\circ}$ et voyons ce qu'il en adviendrait s'il atteignait une température de $+55^{\circ}$,

L'acier se dilate de $\frac{1}{80000}$ par unité de longueur et degré de température; il prendrait donc pour une différence de température de $55^\circ - 20^\circ = 35^\circ$ un allongement de :

$$\frac{12 \times 35}{80000} = 5,25 \text{ mm.}$$

L'allongement par unité de longueur, dû à un effort, s'exprime par :

$$\lambda = \frac{Pl}{\omega E} \text{ d'où nous tirons}$$

$$P = \frac{\lambda \omega E}{l}$$

Nous avons dans le cas particulier :

$$\lambda \text{ allongement du rail} = 5,25 \text{ mm.}$$

$$\omega \text{ section du rail} = 4580 \text{ mm}^2.$$

$$E \text{ coefficient d'élasticité} = 20000 \text{ par mm,}$$

$$l \text{ longueur du rail} = 12,000 \text{ mm.}$$

$$P \text{ effort donnant l'allongement } \lambda.$$

Effectuant les calculs, nous trouvons pour un rail

$$P = 40075 \text{ kg.}$$

soit une compression de 8,7 kg. par mm^2 à l'extrémité du rail, effort qui s'ajoute dans le champignon à la compression due à la flexion et vient diminuer d'autant la tension du patin. Or l'acier des rails ayant une résistance à la compression de 60 à 80 kg. par mm^2 , cette augmentation de 8,7 kg. n'aurait rien que de très admissible. Mais en réalité cet effort est bien moindre : nous l'avons calculé comme si le rail pouvait se dilater librement, tandis qu'il est tenu par ses attaches aux traverses et celles-ci retenues par le ballast. Avec la pose sur traverses en bois le rail peut, jusqu'à un certain point, glisser sous les crampons ou les tirefonds qui le fixent aux traverses, mais dans la pose sur traverses métalliques en auge renversée, avec des attaches consistant en plaques de serrage et boulons, mode adopté généralement partout pour les traverses en fer, au bout de fort peu de temps le rail se trouve grippé sur ses traverses; pour se mouvoir donc il doit entraîner avec lui, avec les traverses, toute une couche de ballast de 12 m. de longueur et de 2^m30 de largeur, soit de 27,60 m^2 . Nous ne possédons malheureusement pas de données expérimentales suffisantes qui nous permettent de calculer l'effort nécessaire pour vaincre cette résistance; mais nous pouvons remarquer que si l'adhérence de deux couches de ballast ou de pierre cassée de 27^m60 qu'on devrait faire glisser l'une sur l'autre représente une valeur de 0, kg²⁹ seulement par cm^2 , elle absorberait à elle seule tout l'effort de cette dilatation.

Cette adhérence sera naturellement assez variable, et dépendra essentiellement de l'état d'entretien et du bourrage de la voie. L'expérience des voies de tramway a cependant démontré à plus d'une reprise qu'elle est toujours bien réelle, car dans les voies soudées, lorsque des ruptures viennent à se produire, les intervalles que prennent les extrémités des rails de part et d'autre de la rupture, n'atteignent jamais la valeur que devrait donner la température du moment; et sur les chemins de fer aussi, il est rare de trouver en pleine voie des joints nuls, même par les plus grandes chaleurs, ce qui prouve bien qu'une très notable

partie de l'effort de dilatation se trouve absorbée par la résistance due au grippement des surfaces en contact.

L'hypothèse du rail comprimé dans le sens de son axe sans aucune torsion n'est guère admissible: il tendra à prendre une flèche, soit dans le sens horizontal, soit dans le sens vertical. Examinons donc aussi ce cas.

Sous l'influence de la force P le rail supposé, comme précédemment, fixé à ses extrémités et s'allongeant d'une valeur c de 12 m. à une valeur l de 12^m00525, formerait un arc dont la flèche peut être donnée par l'expression

$$f = \sqrt{\frac{3(l^2 - c^2)}{4}}$$

$$\text{d'où } f = 0^m 153.$$

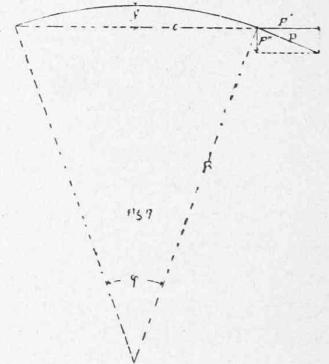
La force P peut se décomposer en deux composantes : l'une (fig. 17) agissant dans le sens de la voie P' et l'autre perpendiculaire à celle-ci qui produit la flexion et dont la valeur sera

$$P'' = P \sin \frac{\varphi}{2}$$

En effectuant les calculs, nous trouvons pour P'' 4080 kg. pour les deux rails, soit 2040 par file. Mais le rail n'est pas, nous l'avons vu, entièrement libre. Si l'on n'admet pas, avec raison au reste, un encastrement complet de ses extrémités par l'éclissage, ce qui réduirait les flèches à 0^m051 et l'effort pour les deux files de rails à 1365 kg., on doit admettre cependant un encastrement partiel; l'effort P'' sera donc compris entre les valeurs de 4080 et de 1365 kg. Or nous avons vu que le grippement du ballast devait entraver de beaucoup le mouvement du rail dans le sens longitudinal sous l'influence d'une force bien plus considérable que P'' ; la même résistance s'opposera encore bien mieux à toute flèche horizontale; il suffirait au reste pour cela de charger un peu les têtes des traverses. Reste la flèche verticale, le rail se soulèverait; mais pour se soulever, il faut qu'il arrache du ballast dans lequel elles sont prises toutes les traverses, dans le cas particulier avec 16 traverses par longueur de 12 m. un poids de 1764 kg. sans compter celui du ballast, et de 2844 si les traverses sont en bois; il est peu probable que cela puisse arriver sur une voie en bon état d'entretien.

Ces quelques chiffres nous montrent donc que la plus ou moins complète suppression des intervalles laissés entre les rails pour leur dilatation serait théoriquement sans grands inconvénients, et nous savons qu'elle présenterait beaucoup d'avantages. Il est clair qu'en prenant de plus grands écarts de température, nous obtiendrions des efforts plus considérables, mais ils resteront cependant dans des limites admissibles avec le métal employé actuellement pour les rails.

Nous avons choisi dans cet exemple une température



de — 20°, parce que dans nos climats on ne pose guère de voies à des températures de beaucoup inférieures; au reste, rien n'empêche de se fixer d'autres limites.

Remarquons en outre que dans l'expression de la valeur de la force P , à laquelle il s'agit de s'opposer, la longueur de voie l se trouve au dénominateur et l'allongement λ qui lui est proportionnel pour une même température au numérateur; il en résulte que cette force P ne croît pas avec la longueur de voie considérée, tandis que croissent les résistances; on s'opposera donc d'autant plus facilement à l'allongement, que la longueur de voie sera plus grande; et l'on peut même déterminer, théoriquement seulement il est vrai, une longueur dont le poids et le frottement seuls fassent équilibre à l'effort de dilatation.

La question n'est cependant pas assez mûre encore, et les essais pas assez nombreux, sauf en Amérique, paraît-il, ni assez concluants, pour préconiser formellement la suppression totale des intervalles de dilatation d'une manière générale; il serait prudent d'attendre le moment où des expériences méthodiques auront démontré que cette mesure ne présente pas peut-être d'autres inconvénients auxquels on n'a pas songé. Mais on peut néanmoins fort bien admettre jusqu'alors, une certaine compression modérée dans les rails, comme nous l'avons dit plus haut, et surtout supprimer totalement les joints de dilatation là où les rails ne sont pas exposés aux rayons du soleil, par exemple, dans les tunnels et les tranchées toujours à l'ombre. Sur les ponts métalliques, qui se dilatent déjà eux-mêmes, quoique moins que les rails, il est vrai, et pour lesquels le martellement des joints constitue une vibration assurément très nuisible à leur conservation, pourquoi ne pas profiter aussi de leur mouvement propre? S'ils sont un peu longs, mieux vaut placer à leurs extrémités des appareils de dilatation spéciaux et serrer les joints sur le tablier.

En adoptant une diminution des joints de dilatation, il faudra aussi prendre quelques précautions dans les travaux de voie pendant les grandes chaleurs; enlever, par exemple, quelques éclisses et faire croiser les extrémités des rails avant de débarrasser, pour éviter qu'en se détendant brusquement, la voie ne blesse les hommes appelés à y travailler.

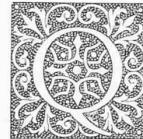
Si la question d'une bonne liaison des rails entre eux n'est pas définitivement résolue, nous avons cependant pu constater dans cette revue sommaire que les essais faits ont néanmoins donné des résultats positifs. Nous savons que moyennant une certaine proportion entre les travées, le joint flottant vaut mieux que le joint appuyé, que de fortes et longues éclisses proportionnées aux efforts qu'elles ont à subir, des intervalles de dilatation aussi faibles que possible, et surtout un bon entretien, principalement avec les voies neuves, avant qu'elles aient pris de mauvais plis, retarderont longtemps l'inévitable moment où l'usure et ses conséquences commenceront à se manifester; mais quant à l'éviter complètement, à obtenir un joint qui dure autant que le reste du rail, ce n'est pas encore en notre pouvoir avec ce que nous connaissons aujourd'hui.

Lausanne, 30 décembre 1899.

Réunion de l'Association amicale des anciens Élèves de l'École polytechnique fédérale (E. e. P.)

à Paris, 5-9 Juin 1900.

(Suite et fin)



QUELQUES privilégiés — on n'en admettait qu'une dizaine — avaient pu admirer dès mardi matin, 5 juin, les merveilles de l'Opéra.

Les amateurs d'art plus tranquille avaient été admis de leur côté à visiter la manufacture nationale des Gobelins et les utilitaires avaient parcouru, sous l'aimable conduite de M. l'ingénieur Jess, les usines électriques de la Compagnie parisienne de l'air comprimé, au quai Jemmapes.

Le mercredi 6 juin, il n'y eut pas moins de sept excursions par groupes : les gens vertueux qui furent prêts à partir de bonne heure virent l'usine élévatrice de Colombes, dont M. l'ingénieur en chef Launay, directeur de l'assainissement de Paris, leur fit les honneurs.

Le groupe nombreux des ingénieurs de chemins de fer visita en détail la nouvelle gare d'Orléans au quai d'Orsay, l'hôtel Terminus de la Compagnie et la nouvelle ligne électrique à voie normale qui, suivant les quais de la rive gauche, relie la nouvelle gare terminus à l'ancienne gare d'Orléans, place Valhubert. Ils entendirent avec un vif intérêt les explications très détaillées que leur fournissaient avec une inépuisable bonne grâce M. l'ingénieur principal Sabouret et M. l'ingénieur de Labrosse, dont l'énergie patiente et hardie a réalisé ce tour de force, d'établir un large faisceau de voies en souterrain, en contrebas du lit de la Seine, sous des immeubles habités, et même sous les bureaux d'une administration de l'Etat sans déranger celle-ci de sa sereine tranquillité. Les nombreuses passe-bagages et rampes mobiles, la décoration et le confort de l'hôtel moderne excitèrent l'étonnement et l'admiration de tous; puis une locomotive électrique remorquant un train ordinaire, à voie normale, mena ensuite le groupe ravi à l'ancienne gare d'Orléans, où il put assister au changement de machine, voir les installations électriques et contempler ce phénomène assez bizarre d'un ancien pignon terminus formant l'entrée d'une galerie qui pénètre aujourd'hui dans le cœur de la capitale.

Le même jour, après midi, les architectes s'en furent au Palace Hôtel, avenue des Champs-Elysées.

En même temps, les ingénieurs qui avaient su se contenter d'un repas bref et frugal se réunissaient dans le palais du Génie civil, au Champ de Mars, où M. l'ingénieur d'Abramson, ancien élève de l'Ecole polytechnique de Zurich, commissaire impérial du ministère