

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 66 (1940)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Questions d'actualité ferroviaire: la vitesse des trains  
**Autor:** Marguerat, André  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-50645>

### **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:** 19.07.2025

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

# BULLETIN TECHNIQUE

## DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

**ABONNEMENTS :**

Suisse : 1 an, 12 francs

Etranger : 14 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 10 francs

Etranger : 12 francs

Prix du numéro :

75 centimes.

Pour les abonnements  
s'adresser à la librairie  
F. Rouge & C<sup>ie</sup>, à Lausanne.

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. —

**COMITÉ DE PATRONAGE.** — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève ; Vice-président : M. IMER, à Genève ; secrétaire : J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg* : MM. L. HERTLING, architecte ; A. ROSSIER, ingénieur ; *Vaud* : MM. F. CHENAUX, ingénieur ; E. ELSKES, ingénieur ; EPITAUX, architecte ; E. JOST, architecte ; A. PARIS, ingénieur ; CH. THÉVENAZ, architecte ; *Genève* : MM. L. ARCHINARD, ingénieur ; E. ODIER, architecte ; CH. WEIBEL, architecte ; *Neuchâtel* : MM. J. BÉGUIN, architecte ; R. GUYE, ingénieur ; A. MÉAN, ingénieur cantonal ; *Valais* : M. J. DUBUIS, ingénieur, à Sion.

RÉDACTION : D. BONNARD, ingénieur, Case postale Chauderon 475, LAUSANNE.

**ANNONCES**

Le millimètre sur 1 colonne,  
largeur 47 mm :  
20 centimes.

Rabais pour annonces  
répétées.

Tarif spécial  
pour fractions de pages.

Fermage des annonces :  
Annonces Suisses S. A.  
8, Rue Centrale (Pl. Pépinet)  
Lausanne

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE  
A. STUCKY, ingénieur, président ; G. EPITAUX, architecte ; M. IMER.

**SOMMAIRE :** *Questions d'actualité ferroviaire : La vitesse des trains*, par ANDRÉ MARGUERAT, ingénieur en chef adjoint au service de la traction du 1<sup>er</sup> arrondissement des CFF ; *La voie*, par M. JATON, ingénieur en chef au 1<sup>er</sup> arrondissement des CFF. — **NÉCROLOGIE :** *Auguste Boissonnas, ingénieur.* — *Société suisse des ingénieurs et des architectes : Procès-verbal de l'assemblée des délégués, à Zurich (suite et fin.)* — **BIBLIOGRAPHIE.** — **CARNET DES CONCOURS.** — **DIVERS.** — **SERVICE DE PLACEMENT.**

## Questions d'actualité ferroviaire <sup>1</sup>

### La vitesse des trains

par ANDRÉ MARGUERAT, ingénieur en chef adjoint au service de la traction du 1<sup>er</sup> arrondissement des CFF.

Aux yeux du profane, le mouvement d'un train, supporté et guidé par une voie de roulement stable, ne semble présenter à première vue aucune difficulté. Certains techniciens non spécialisés, qui s'intéressent aux questions ferroviaires d'actualité, prétendent même que l'on devrait élever encore les vitesses maxima appliquées aujourd'hui.

Cependant, la vitesse est pratiquement limitée par les caractéristiques usuelles du moteur, l'allure du véhicule, qui peut devenir instable, et la présence de courbes ou de points singuliers de la voie. Il est donc matériellement impossible de lancer un train à une très grande vitesse, s'il faut déjà freiner en plein démarrage pour ralentir et franchir une zone prochaine à vitesse réduite. Au point de vue du rendement de l'engin ou de la consommation d'énergie, du gain de temps et de la construction du véhicule, il serait irrationnel de prescrire une marche avec pointes de grandes vitesses, sans compter que les voyageurs ne priseraient guère cette succession extrêmement gênante et coûteuse d'accélération et de freinages.

La marche des trains est donc caractérisée par une vitesse aussi élevée et soutenue que possible, fixée d'après les rayons minima des courbes situées en pleine voie et les conditions de passage dans les gares. Il est préférable, en principe, de ne pas augmenter la vitesse sur un tronçon si la présence d'un point

singulier intermédiaire oblige à ralentir. Le gain de temps par rapport à la vitesse inférieure constante, qui tiendrait compte de ce ralentissement, est pratiquement nul. Il se monte à quelques secondes et sa réalisation coûte beaucoup d'énergie.

L'introduction des trains rapides légers et des flèches rouges a permis de déroger dans une certaine mesure au dogme de la vitesse constante, devenu classique sur les grands réseaux. Ces nouveaux engins à masse réduite et à puissance d'accélération élevée sont à même de ralentir et d'accélérer rapidement. Il vaut alors la peine de fixer leur vitesse d'après les conditions de la plus grande partie du tronçon et de prescrire le cas échéant des ralentissements en pleine voie, dans les gares ou à proximité de celles-ci.

Le train rapide léger cherche à imiter rationnellement l'automobile dont la marche est caractérisée par de nombreux ralentissements et reprises de vitesses élevées. L'expérience montre cependant qu'il ne faut pas abuser de ce rythme changeant. Au 1<sup>er</sup> arrondissement des CFF, nous recherchons plutôt la suppression des points singuliers impliquant les minima de vitesse et nous fixons une vitesse uniforme en harmonie avec ces points améliorés, quitte à renoncer aux avantages virtuels des pointes. Il en résulte une grande simplification de la conduite des trains rapides, surtout de nuit et par temps de brouillard, au bénéfice de la sécurité.

Examinons de plus près les causes des réductions de vitesse.

*L'état de la voie* est déterminant. On distingue l'ancienne pose de voie, sur ballast rond, et la nouvelle pose, dite renforcée, sur ballast cassé, disposé en un lit épais, très perméable à l'eau. La pose renforcée comprend si possible des rails longs et surtout un nombre élevé de traverses. L'expérience a démontré que les grandes vitesses exigeaient à la longue une voie extrêmement robuste, c'est-à-dire des joints aussi éloignés que possible et un travelage renforcé, pour éviter les déformations dangereuses et des prestations d'entretien trop coûteuses. Sur voie renforcée, en alignement, les maxima de

<sup>1</sup> Nous publions sous ce titre l'essentiel de trois conférences faites à Lausanne devant les membres de la *Société vaudoise des ingénieurs et des architectes* (section S. I. A.) et de l'*Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs*. Ces conférences ont été présidées par M. F. Chenaux, ingénieur, directeur du 1<sup>er</sup> arrondissement des Chemins de fer fédéraux et président de la S. V. I. A. Elles ont été données également à Genève, devant les membres de la *Section genevoise de la Société suisse des ingénieurs et des architectes*. (Réd.).

vitesse atteignent respectivement 100 km/h pour les trains directs normaux, 110 km/h pour les trains rapides et 150 km/h pour les rames et les flèches rouges.

Sur voie non renforcée, ces maxima sont respectivement de 90, 100 et 130 km/h.

Il peut se présenter que la vitesse maximum en alignement soit limitée par la résistance insuffisante du sous-sol. Tel est, par exemple, le cas d'un tronçon de voie situé entre Eclépens et Chavornay, dans les marais de Bavois. L'expérience a démontré qu'il fallait y réduire la vitesse des trains à 80 et celle des flèches rouges à 110 km/h.

La vitesse est surtout limitée dans les courbes par le risque de déraillement et l'effet de la force centrifuge sur les voyageurs.

La valeur de la *force centrifuge* exercée sur un mobile, qui décrit une trajectoire curviligne, est égale au produit de la masse par l'accélération centrifuge ou centripète. L'expression  $\frac{V^2}{R}$  est équivalente à l'accélération centripète qui est appliquée au mobile et à ses occupants lors d'une déviation de la voie droite. Le produit de cette accélération radiale par la masse du mobile donne la valeur de la force centrifuge exercée sur le mobile ou de la force centripète qui le fait dévier.

Or la vitesse tolérée des trains dans les courbes varie proportionnellement à la racine carrée du rayon de la courbe. Il en résulte que le train est soumis quel que soit  $R$  à la même force centrifuge; l'expression  $\frac{V^2}{R}$  est une constante ou à peu près.

$$V \text{ (km/h)} = k \cdot \sqrt{R \text{ (m)}}.$$

Le coefficient  $k$  prend en général la valeur moyenne de 4,5.

Le dévers de la voie compense partiellement l'effet de la force centrifuge. Il se calcule en Suisse au moyen de la formule empirique réglementaire  $d \text{ mm} = 700 \frac{V \text{ (km/h)}}{R \text{ (m)}}$ . La Direction générale des CFF vient d'ordonner des essais basés sur la formule plus favorable  $d \text{ (mm)} = 8 \frac{V^2 \text{ (km/h)}}{R \text{ (m)}}$  que nous adopterons. Dévers maximum 150 mm.

Il est aisé de démontrer que le dévers  $d$  contre-balance une partie de l'accélération centripète égale à :  $9,81 \cdot \frac{d}{1500}$  (fig. 1).

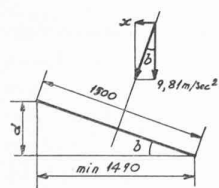


Fig. 1.

Pour augmenter la vitesse dans les courbes, le profane suggérerait tout naturellement d'accroître le dévers, ce qui est irréalisable pratiquement en raison de la circulation des trains lents, de la surcharge des roues intérieures, respectivement de la décharge des roues extérieures, et des difficultés des raccordements verticaux. Nous ne pouvons rien modifier au tracé de la voie.

Si nous analysons le tableau des vitesses dans les courbes, nous verrions que la valeur de  $k$  varie de 4,79 (75 km/h) à 3,98 (150 km/h) selon la catégorie de trains. Retenons le cas le plus intéressant des flèches et rames rouges, soit des véhicules à bogies construits spécialement pour les grandes vitesses.

Admettons qu'on veuille élever la vitesse respectivement de 25 à 50 %, ce qui revient à remplacer l'expression fondamentale

$$V = 4,79 \div 3,98 \sqrt{R} \text{ par } V = 6 \sqrt{R}.$$

L'accélération centripète deviendrait, en tenant compte des unités pratiques :

$$\frac{V^2}{R} = \frac{k^2}{12,96} = \frac{6^2}{12,96} = 2,78 \text{ m/sec}^2$$

et l'accélération centripète non compensée par le dévers :  $1,79 \text{ m/sec}^2$  ( $6\sqrt{245,94} \text{ km/h}$ ) à  $2,46 \text{ m/sec}^2$  ( $6\sqrt{1420,226} \text{ km/h}$ ).

Nous savons par des expériences faites sur route, en Allemagne, qu'un véhicule bien conçu et ses voyageurs peuvent supporter une accélération centripète maximum de  $3,6 \text{ m/sec}^2$ , mais qu'il est préférable de ne pas aller au delà de  $1,8 \text{ m/sec}^2$ .

Il faut donc se résoudre à deux possibilités :

1. Le dévers est augmenté uniformément à 150 mm, ce qui aurait pour résultat de limiter l'accélération centripète non compensée à  $1,79 \text{ m/sec}^2$ .

2. La vitesse est déterminée de façon que l'accélération centripète non compensée ne dépasse pas  $1,8 \text{ m/sec}^2$  en fonction des dévers existants.

En raison de difficultés d'ordre pratique, nous estimons que la deuxième solution s'impose et nous pouvons établir le tableau des nouvelles vitesses dont voici les deux valeurs extrêmes à titre d'exemple :

$R = 245 \text{ m}$ ,  $d = 150 \text{ mm}$ ,  $V = 94 \text{ km/h}$  au lieu de  $75 \text{ km/h}$ .

$R = 1420 \text{ m}$ ,  $d = 68 \text{ mm}$ ,  $V = 204 \text{ km/h}$  au lieu de  $150 \text{ km/h}$ .

Considérons le *risque de renversement*.

Imaginons une charge d'essieu verticale dont le centre de gravité est situé à la distance  $h$  du plan de roulement (fig. 2).

La masse correspondante, que nous supposons concentrée en ce point, est soumise à l'effet de l'accélération centrifuge non compensée de  $1,8 \text{ m/sec}^2$ . La résultante de la charge et de la force centrifuge représente la force de renversement. Appelons  $x$  la distance entre le point d'application de cette force sur le plan de roulement et l'axe vertical de l'essieu. Il est aisé de démontrer que  $x = 0,18 h$ . Pour  $h = 1,5 \text{ m}$ , ce qui est excessif dans le cas d'une automotrice à centre de gravité bas,  $x = 27 \text{ cm}$ .

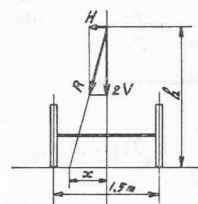


Fig. 2.

Le risque de renversement existe dès que le point d'application de la force de renversement sort de la base de sustentation, c'est-à-dire dès que  $x$  est égal ou supérieur au demi-écartement des roues, soit à  $75 \text{ cm}$ . La sécurité limite peut donc être définie par le chiffre 1. Plaçons-nous dans des conditions très défavorables et supposons même que le centre de gravité soit déplacé de  $10 \text{ cm}$  vers l'extérieur par suite de la flexion des ressorts de suspension.

$$\text{Sécurité } s = \frac{0,75 - 0,10}{0,27} = 2,4.$$

Le risque de renversement n'est donc pas à retenir.

Pour qu'il y ait risque,  $x$  devrait atteindre la valeur de  $65 \text{ cm}$ . Cela correspondrait à l'accélération centrifuge non compensée de  $4,25 \text{ m/sec}^2$  et au coefficient  $k = 7,42$ . Cette valeur de  $k$  signifie par exemple que dans une courbe de  $580 \text{ m}$  de rayon, il faudrait circuler à  $179 \text{ km/h}$  pour créer le risque minimum de renversement.

En réalité, la vitesse ne doit pas dépasser actuellement  $110 \text{ km/h}$ , ou  $145 \text{ km/h}$  selon notre projet. La marge garantit largement la stabilité.

Considérons le *risque de déraillement*.

Imaginons un point de contact du boudin et du rail (fig. 3). Désignons  $V$  = charge verticale de la

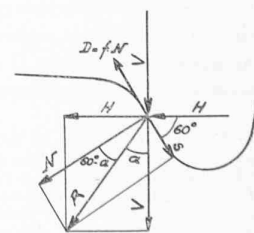


Fig. 3.

roue.  $H$  = pression horizontale du boudin contre le rail.  $R$  = résultante.  $R$  se décompose en un effort normal  $N$  et un effort tangentiel de sécurité  $S$  qui s'oppose au soulèvement de la roue.  $f$  = coefficient de frottement.  $N$  donne lieu à un effort de frottement  $D$  opposé à l'effort de sécurité  $S$ . Le risque de déraillement existe dès que  $D = S$ . Il est aisé de démontrer que dans ce cas  $H = V \cdot k$  où  $k$  est un facteur dépendant du coefficient de frottement  $f$ . En cas de sablage,  $f$  et  $H$  peuvent certainement dépasser les valeurs normales de  $f = 0,167$  et  $H = 1,21 V$  et atteindre  $f = 0,25$  et  $H = 1,03 V$ . Pratiquement, il faut admettre que le danger de déraillement existe dès qu'il y a égalité entre la charge de la roue et la pression horizontale du boudin.

En fait dans une courbe, la roue directrice attaque le rail extérieur dangereusement. Il y a risque d'escalade, vu que le boudin appuie à l'avant du point de contact de la roue sur le rail. Le boudin de la roue extérieure doit faire glisser les deux roues du même essieu transversalement pour forcer l'inscription en courbe. Il doit vaincre à cet effet le frottement transversal entre roues et rails. Il en résulte que la pression  $H$  du boudin contre le rail extérieur est au moins égale aux efforts de frottement des deux roues sur les rails.  $H = f \cdot V + f \cdot V = 2 f V$ . Sur des rails secs,  $f = 0,25$  et  $H = 0,5 V$ . La pression du boudin est égale à la moitié du poids de la roue.

Nous avons vu que le tableau des nouvelles vitesses prévoit une accélération centripète ou centrifuge non compensée de  $1,8 \text{ m/sec}^2$ , qui donne naissance à la force centrifuge

$$F = \frac{2 V}{9,81} \cdot 1,8 = 0,37 V$$

laquelle vient s'ajouter à la pression horizontale  $H$  du boudin créée par le frottement transversal.

$$H + F = 0,5 V + 0,37 V = 0,87 V.$$

Il est vrai que la roue extérieure menacée sera toujours surchargée par l'effet de la force centrifuge non compensée sur la caisse du véhicule, mais on peut démontrer que cette influence ne constitue pas une garantie suffisante.

Les calculs et l'expérience montrent ainsi clairement qu'il serait dangereux de vouloir augmenter les vitesses actuelles dans les courbes, car la circulation s'effectuerait avec une sécurité insuffisante, voisine de 1.

Deux facteurs créent le risque de déraillement : l'effort de glissement transversal dû à l'angle d'attaque de la roue directrice, et la force centrifuge non compensée. Comme on n'est pas maître du second facteur, la force centrifuge, il saute aux yeux qu'on peut annuler ou atténuer fortement le premier facteur, l'effort de glissement transversal, en réalisant la commande radiale de l'essieu avant. L'essieu arrière du nouveau bogie prendra forcément une position convergente qui n'offrira aucun danger, attendu que la roue extérieure ne peut pas cisailer le rail. Le guidage des roues avant ne présente en lui-même rien de nouveau et il suffit d'imiter l'automobile. La question est à l'étude actuellement. Son examen nous entraînerait hors du cadre de ce bref exposé.

D'une façon générale, au point de vue de la vitesse dans les courbes, il faut reconnaître que les véhicules ferroviaires existants ont atteint une limite d'utilisation qui ne variera pas sensiblement dans le prochain avenir. La vitesse des trains normaux, des trains rapides légers, et des véhicules automoteurs rapides (flèches rouges) ne doit pas dépasser les maxima actuels dans les courbes, sinon la sécurité serait compromise. Seul un véhicule nouveau, conçu d'après les données que nous venons d'esquisser, permettra de dépasser largement les limites des vitesses actuelles dans les courbes et de favoriser ainsi un nouvel essor des relations rapides.

Il reste encore à mentionner quelques particularités du domaine des courbes.

Considérons le passage des *branchements* en position de voie déviée. Les aiguilles ordinaires en déviation se franchissent à la vitesse de 40 km/h, en raison du faible rayon de courbure. On a créé des aiguilles modernes à longues lames, capables d'être franchies en déviation à la vitesse de 60 et même de 80 km/h. Ces branchements spéciaux représentent un très grand progrès.

Les vitesses élevées exigent impérieusement un *régla*ge soigné de la voie. Les courbes doivent être piquetées, repérées et mises en place. Les raccordements paraboliques, qui relient les alignements et les courbes, revêtent une importance particulière. Ils constituent l'une des meilleures garanties de la stabilité de marche. Dans une courbe piquetée et en place, les flèches rouges et les trains rapides légers peuvent circuler à la vitesse des trains normaux majorée de 10 respectivement de 5 km/h.

La *répartition du surécartement* dans les courbes doit aussi retenir l'attention de l'ingénieur de la voie.

Si la voie exige actuellement un réglage précis, la *ligne de contact* mérite des soins aussi attentifs et constants, de façon à éviter les pertes de tension et les arcs aux grandes vitesses.

La vitesse des trains dépend des déclivités. Elle est illimitée sur les rampes, les paliers et les pentes jusqu'à 10 ‰. Sur les pentes plus accentuées, les maxima à ne pas dépasser sont fixés par une *ordonnance fédérale*.

La vitesse des trains dépend aussi du *conditionnement des freins*. Les trains directs sont munis de deux freins : le frein automatique pour provoquer l'arrêt en tout temps et qui fonctionne en cas de rupture d'attelage ou en cas d'usage du frein d'alarme ; le frein modérable non automatique pour régler la vitesse sur les pentes. Ce frein se desserre en cas de rupture d'attelage ou d'éclatement d'un boyau d'accouplement.

Les trains omnibus sont munis du frein automatique seulement et les trains marchandises du frein automatique, adapté à la longueur et à l'hétérogénéité des trains de marchandises. On l'appelle frein-marchandises.

Les vitesses maxima autorisées pour les différentes déclivités et catégories de trains sont fixées par une ordonnance fédérale.

Les trains rapides sont munis d'un frein automatique perfectionné dont l'action est renforcée aux vitesses élevées de façon à réaliser un freinage extrêmement puissant aux grandes vitesses, freinage qui diminue et redevient normal aux environs de 40 km/h, afin d'éviter l'enrayage et le glissement des roues aux faibles vitesses précédant l'arrêt.

Les véhicules moteurs électriques ne peuvent circuler isolément ou en tête des trains de faible longueur, sur les fortes pentes, que s'ils sont armés d'un frein électrique.

Les vitesses maxima de passage dans les gares dépendent des *installations de sécurité*. Les parcours préparés pour les trains immobilisent les aiguilles à franchir dans la bonne position et les aiguilles dites antagonistes en position de protection, de façon à isoler le parcours du train des itinéraires des manœuvres sur les voies adjacentes. L'enclenchement des aiguilles avec les signaux d'entrée, de passage et de sortie permet seul de franchir ces ouvrages sans réduction de vitesse. Lorsque les aiguilles sont abordées par la pointe à grande vitesse, elles doivent être munies de verrous de lames spéciaux, combinés avec la commande des signaux, qui garantissent la position exacte de chaque lame lorsqu'on peut ouvrir les signaux qui en dépendent.

Il faut en outre que les *signaux* avancés ou annonciateurs soient situés à une distance suffisante du signal principal qu'ils

précédent. Cette distance correspond au parcours d'arrêt sur la déclivité du tronçon considéré et pour la vitesse maximum autorisée, de façon que le mécanicien puisse arrêter son train, en cas de brouillard épais, avant le signal d'arrêt.

On procède graduellement au remplacement des signaux mécaniques par des signaux lumineux montrant la même image le jour et la nuit. Ces signaux modernes sont susceptibles aussi de donner plusieurs indications, conformément aux exigences des grandes vitesses. En approchant d'une gare, le mécanicien est renseigné par des feux puissants sur la position du signal d'entrée ; celui-ci indiquera si le parcours s'effectue par voie directe ou déviée, c'est-à-dire sans ou avec réduction de vitesse. Le signal de passage prévient le mécanicien des conditions de sortie de la gare en annonçant l'ouverture ou la fermeture du signal de sortie et le passage par voie déviée ou voie directe. Le parcours d'un train forme ainsi un tout homogène, verrouillé, dont l'image du tracé est traduite par les feux des signaux.

La *sécurité* de marche est garantie par le dispositif à pédale sur chaque locomotive, lequel provoque l'arrêt d'urgence dès que le mécanicien tombe en défaillance. Il existe aussi un appareil d'arrêt automatique sur chaque locomotive et au droit de chaque signal avancé, appareil qui provoque également l'arrêt d'urgence si le mécanicien franchit un signal avancé fermé à son insu.

La mise en marche des trains rapides légers a nécessité d'importantes *améliorations du matériel roulant*. Je ne puis que mentionner les voitures légères en acier<sup>1</sup> dont la douceur de marche et la stabilité sont unanimement reconnues. Ces qualités sont dues à la longueur du véhicule, au châssis surbaissé, aux deux étages de ressorts et aux amortisseurs verticaux et transversaux.

Les locomotives adaptées à ces trains rapides ont été soumises à de nombreuses courses d'essai avec relevés oscillographiques. Il en est résulté la modification radicale de la suspension par le déplacement de certains balanciers longitudinaux ainsi qu'une transformation complète des dispositifs de centrage du bogie et de l'essieu bissel, afin de réaliser des efforts de centrage très élevés. De cette façon, la tenue en marche est remarquablement stable en alignement et en courbe. Le braquage de la machine et le lacet générateur de chocs dangereux sont considérablement amortis.

Nous vouons tous nos soins à l'étude de l'inscription des locomotives et autres véhicules en courbes, au moyen des diagrammes elliptiques d'inscription.

Le *carénage des véhicules* n'est pas encore très poussé en Suisse, mais il faut l'envisager dès qu'on veut circuler rationnellement à plus de 100 km/h. Je rappelle les formes aérodynamiques des flèches et rames rouges ainsi que des voitures légères en acier.

Les locomotives sont régulièrement pesées sur des balances spéciales, afin de vérifier la répartition du poids et de régler la suspension dont dépend en grande partie la tenue en marche.

\* \* \*

Je devrais vous dire quelques mots de la résistance au roulement, de l'effort de traction, de la puissance des véhicules moteurs, des accélérations et décélérations, des parcours de démarrage et d'arrêt, de la consommation d'énergie et des pertes par ralentissement, du réglage des archets pour les grandes vitesses et de la lutte contre les parasites radiophoniques, mais le temps m'oblige à ne vous présenter que cette sèche énumération.

<sup>1</sup> Voir l'article intitulé : « Les nouvelles voitures légères en acier des CFF, *Bulletin technique* du 9 octobre 1937. (Réd.). »

Il aurait été intéressant d'effleurer avec vous la question des grandes relations ferroviaires dans le monde, mais je devrais pour cela enfreindre la consigne présidentielle et votre bienveillante patience.

La Suisse est un petit pays, qui possède un réseau ferré sinueux et accidenté. Les possibilités des grandes vitesses y sont restreintes et l'obtention de modestes progrès n'en a que plus de prix.

### La voie

par M. JATON, ingénieur en chef au 1<sup>er</sup> arrondissement des CFF.

#### *Composition de la voie.*

Nous utilisons actuellement aux CFF des rails d'acier du type Vignole de 46 kg au m. La plupart des voies de circulation des trains en sont équipées. Seules quelques lignes secondaires possèdent encore des rails de 35 kg, qui, au fur et à mesure des réfections de voie, sont remplacés par des rails de 46 kg. Dans les tunnels, sous l'effet d'une oxydation accrue par l'humidité de l'air et, dans ceux où existe encore la traction à vapeur, par l'action des gaz sulfureux, l'usure des rails est sensiblement plus rapide qu'à l'air libre ; aussi y utilise-t-on un rail d'un profil plus fort et pesant 49 kg. Les longueurs des barres ont été poussées successivement, depuis que les CFF existent, de 12 à 15 m, puis 18 m, puis 24 m. Certaines usines sont à même de fournir actuellement des barres de 36 m, mais c'est encore l'exception. Cette tendance à l'allongement des barres a son explication dans la nécessité de diminuer le nombre des joints, qui constituent le point faible de la voie.

Les rails reposent, soit sur des traverses bois, soit sur des traverses métalliques. Sur l'ensemble du réseau, il existe environ un tiers de traverses bois pour deux tiers de traverses fer. Certains s'étonnent de ce que nous n'utilisions pas davantage de traverses bois. Les raisons en sont que les traverses fer offrent un meilleur ancrage latéral dans le ballast que celles en bois, avantage très appréciable sur nos lignes à forte sinuosité, que leur durée moyenne est au moins le double et que leur coût, tout au moins jusqu'à ces derniers mois, est moindre. Il faut remarquer en outre que, si notre pays est riche en résineux, il l'est beaucoup moins en bois dur, chêne et hêtre. La meilleure essence pour les traverses est incontestablement le chêne, tandis que le pin, et le sapin encore moins, offre une résistance mécanique insuffisante et une durabilité très minime, malgré l'imprégnation.

Au fur et à mesure que les charges par essieu et les vitesses augmentaient, il a fallu augmenter le nombre des traverses. Nous en mettons actuellement 21 par longueur de 12 m et 41 par longueur de 24 m. Ceci représente un travelage très serré ; il ne pourrait guère l'être plus sans rendre difficile le bourrage du ballast sous les traverses. Il faudrait donc, si l'on devait un jour augmenter la charge maximum par essieu de nos locomotives, qui est de près de 20 t, non plus resserrer le travelage, mais adopter un type de rail plus lourd.

Je ne vous décrirai pas les différents types d'attache du rail sur la traverse ; cela m'entraînerait trop loin. Je dirai par contre deux mots de la jonction d'un rail à l'autre, dans la même file. Elle se fait au moyen d'éclisses métalliques dont le type standard actuel a 4 trous de boulons, une longueur de 0 m 45, une section à peu près rectangulaire de 26 cm<sup>2</sup> et un poids de 9 kg. La pose standard actuelle comporte un joint reposant sur une traverse double.

J'ai dit plus haut que le joint des rails constituait le point faible de la voie. Il s'y produit toujours un choc au passage d'une roue, choc plus ou moins fort, suivant l'ouverture du