

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 73 (1947)  
**Heft:** 14-15

**Artikel:** De quelques installations électriques des chemins de fer  
**Autor:** Borgeaud, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-55142>

### **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:** 15.03.2025

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

TABLEAU III. Comparaison entre différents trains légers.

Formation du train	Nombre de places			Poids du matériel en t.			Poids mort par place kg	Puissance spécifique CV/t
	2 <sup>e</sup> cl.	3 <sup>e</sup> cl.	total	Véhicule moteur	Véhicules remorqués	total		
Automotrice rapide RCe <sup>2</sup> / <sub>4</sub> + remorque légère BCF <sup>4</sup> . . . . .	16	102	118	35	22	57	483	9,4
Train automoteur rapide à 3 éléments RBCFe <sup>8</sup> / <sub>12</sub> . . . . .	30	192	222	127	—	127	572	18,0
Locomotive Ae <sup>3</sup> / <sub>6</sub> + 1 fourgon + 3 voitures (matériel lourd) . . . . .	48	156	204	95	132	227	1100	9,3
Fourgon automoteur rapide RFe <sup>4</sup> / <sub>4</sub> + 3 voitures légères en acier . . . . .	48	164	212	47	84	131	618	9,9
Locomotive Ae <sup>3</sup> / <sub>6</sub> + 1 fourgon-poste + 6 voitures (matériel léger en acier) . . . . .	96	328	424	95	192	287	678	7,3
Locomotive Re <sup>4</sup> / <sub>4</sub> + même composition que ci-dessus . . . . .	96	328	424	56	192	248	585	9,9
Locomotive Re <sup>4</sup> / <sub>4</sub> + 1 fourgon-poste + 1 wagon-restaurant + 8 voitures . . . . . (matériel léger en acier)	144	462	606	56	281	337	557	7,3

3. Les trains peuvent être remorqués par des locomotives moins puissantes, donc plus légères, moins coûteuses et fatiguant moins la voie.

Ce dernier avantage a été concrétisé par la création de la locomotive légère et rapide de la série Re<sup>4</sup>/<sub>4</sub>, qui permet de tirer tout le parti possible de l'allègement du matériel, comme le montre nettement le tableau III.

Le prix d'achat des voitures légères en acier était, avant la guerre, d'environ 25 % plus élevé que celui des voitures en acier du type lourd. Cette augmentation est due en bonne partie aux nombreuses améliorations apportées à la construction pour diminuer les frais d'entretien et augmenter le confort des voyageurs. En outre, l'emploi généralisé de la soudure électrique demande une main-d'œuvre spécialisée d'où une augmentation des frais de construction.

L'allègement du matériel peut être coûteux en soi, il n'en demeure pas moins que ses avantages sont assez réels pour le justifier. Relevons que, dans l'accident de Schupfheim, en automne 1943, deux voitures légères en acier ont fourni expérimentalement la preuve que ce matériel offre une très haute résistance aux efforts dynamiques en cas de collision et, par suite, une grande sécurité pour les voyageurs.

Le matériel roulant léger que nous venons d'examiner permet donc aux C. F. F. de réaliser pleinement les trois grandes conditions qu'ils se sont toujours imposées : la sécurité, la vitesse et le confort.

## De quelques installations électriques des chemins de fer

par A. BORGEAUD, adjoint à l'ingénieur en chef de la division des travaux du 1<sup>er</sup> arrondissement des C.F.F., à Lausanne.

621. 332. 3

### A. Le courant électrique de traction.

En 1888, le premier tramway électrique de Suisse circulait sur le tronçon Vevey-Montreux-Chillon d'une longueur de 10,5 km, en utilisant le courant continu, 500 volts. La décade suivante fut marquée par le développement rapide des tramways et des chemins de fer secondaires à traction électrique, les premiers utilisant principalement le courant continu et les seconds le courant triphasé. Si bien qu'au

début de notre siècle, le problème de l'électrification des chemins de fer à voie normale était fréquemment soulevé.

On entra dans la voie des réalisations en appliquant les systèmes les plus divers :

Chemins de fer à voie normale	Date de l'ouverture à l'exploitation élec.	Km	Genre de courant électrique
Orbe-Chavornay . . . . .	1894	4	C 660 V
Berthoud-Thoune . . . . .	1899	41	A <sub>3</sub> 750 V, 40 Hz
Fribourg-Morat-Anet . . . . .	1903	33	C 840 V
C. F. F. ; Simplon . . . . .	1906	22	A <sub>3</sub> 3300 V, 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> Hz
Seethal . . . . .	1910	55	A <sub>1</sub> 5500 V, 25 Hz
Lötschberg . . . . .	1910	14	A <sub>1</sub> 15000 V, 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> Hz
Martigny-Orsières . . . . .	1910	20	A <sub>1</sub> 8000 V, 15 Hz

C = courant continu.

A<sub>1</sub> = courant monophasé.

A<sub>3</sub> = courant triphasé.

Hz = hertz ou périodes par sec.

En 1901 déjà, à l'assemblée générale de l'Association suisse des électriciens, le Dr E. Tissot proposa de pousser l'étude de l'électrification des chemins de fer principaux et de créer dans ce but une commission spéciale. Cette commission fut formée en 1904 avec l'appui des C. F. F. et du Département fédéral des chemins de fer ; elle étudia le problème dans tous ses détails et ses rapports furent rédigés par le professeur Dr W. Wyssling.

En 1906, elle publia un premier rapport sur l'énergie nécessaire à la traction électrique, en 1909 un autre sur le choix de la fréquence et, en 1912, elle présenta son rapport final sur le choix du système, accompagné d'un devis. Ses conclusions disaient en substance : En tenant compte des conditions particulières aux C. F. F. et spécialement celles de la ligne du Gothard, le système le plus adéquat à la traction des chemins de fer principaux réside dans l'emploi d'un courant monophasé d'une fréquence d'environ 15 périodes par seconde avec une tension à la ligne de contact de 15 000 volts.

Comme on désirait que la fréquence du courant de traction soit un sous-multiple de la fréquence du courant industriel, on hésitait entre 13 <sup>1</sup>/<sub>3</sub> et 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz, car on n'avait pas encore décidé si le courant industriel aurait 40 ou 50 Hz, ce qui explique l'expression « environ 15 périodes par seconde » employée par la commission.

Dès lors, les chemins de fer suisses à voie normale furent électrifiés en appliquant à la ligne de contact un courant alternatif monophasé d'une fréquence de 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz.

Il y a une dizaine d'années, il ne manquait pas d'esprits critiques pour regretter ce choix. Par suite de l'application des redresseurs à vapeur de mercure, la traction par courant continu devenait moins onéreuse et la légèreté de l'équipement électrique de ses véhicules moteurs semblait l'avantager au point de vue de la traction des trains légers. Le système par courant monophasé semblait handicapé par la commutation imparfaite de ses moteurs à collecteurs et la lourdeur de son équipement.

Or, entre temps, la locomotive à courant monophasé a bénéficié d'améliorations qui ressortent des chiffres suivants se rapportant à des machines de plus de 2000 CV.

Année	Système à courant		
	continu kg/CV	triphase kg/CV	monophasé kg/CV
1913	13-21	21-23	22 -28
1945	10-12	—	9,5-12

En ce qui concerne le poids spécifique, les locomotives à courant monophasé n'ont donc plus rien à envier à celles à courant continu, et la qualité de leurs moteurs a été fortement améliorée en ce qui concerne la commutation.

On peut donc affirmer encore aujourd'hui que le système de courant choisi est celui qui convient le mieux aux points de vue technique et économique, et aux conditions spéciales des C. F. F.

Ce choix a provoqué l'établissement d'un réseau complet de distribution distinct de celui de l'industrie. Les possibilités techniques de couplage des deux réseaux sont très limitées. Il existe bien à Seebach un groupe Scherbius de 7000 kW permettant des échanges d'énergie entre le réseau des Forces motrices du nord-est (N. O. K.) et celui des C. F. F., mais cette transformation est peu économique et limitée à de faibles puissances.

Actuellement, les mutateurs permettent de transformer du courant triphasé à 50 Hz en courant continu et inversement ; on est donc amené à se demander si les mutateurs ne permettraient pas la transformation statique du courant triphasé en courant monophasé, en passant par la forme intermédiaire du courant continu.

Par des considérations théoriques, on peut constater que l'on n'est pas encore près de la solution de ce problème. En effet, à charge constante, la puissance fournie, transmise ou absorbée par un organe à courant continu est constante dans le temps. Pour un courant alternatif monophasé, cette puissance est pulsante, varie comme  $\sin^2 \omega t$ , s'annule et passe par un maximum 100 fois par seconde dans le courant industriel et  $33\frac{1}{3}$  fois par seconde dans le courant de traction. En courant triphasé, on démontre que la somme des puissances développées par les trois phases sinusoïdales et symétriques est absolument constante.

Ceci explique la transformation facile du courant continu en courant triphasé et inversement. Si l'on veut passer du courant continu au courant monophasé ou inversement, il faudra mettre en action un réservoir capable d'emmagasiner et de restituer de l'énergie  $33\frac{1}{3}$  fois par seconde. De tels réservoirs peuvent actuellement être constitués par des circuits magnétiques (selfs) ou des condensateurs. Dans l'état actuel de la technique, ces organes sont encore trop volumineux ; il suffit pour s'en rendre compte d'en considérer le volume dans un appareil de radio de 100 watts, où on les appelle « cellule de filtrage », pour se rendre compte de ce qu'ils deviendraient quand il s'agit de puissances de plusieurs dizaines de mégawatts.

L'utilisation d'un réseau de distribution monophasé distinct est donc encore justifiée à l'heure actuelle.

## B. La distribution du courant à 15 kV.

Nous ne parlerons pas de la production et du transport à grandes distances, afin de nous limiter à des installations plus spéciales du chemin de fer. Nous prendrons le courant déjà transformé à la tension de 15 kV, dans la sous-station.

### Lignes d'alimentation et lignes auxiliaires.

Dans chaque sous-station, deux à quatre disjoncteurs de groupe à déclenchement par courant maximum, alimentent chacun un certain secteur de lignes de contact, dénommé « groupe » de lignes de contact. Comme les sous-stations ont été construites à proximité des nœuds du réseau ferroviaire, les lignes d'alimentation reliant une sous-station aux points les plus rapprochés de chacun des groupes qu'elle alimente sont généralement très courtes, et sont fixées aux mêmes supports que les lignes de contact. En Suisse romande, une exception est constituée par la ligne d'alimentation qui descend le Dézaley, de Puidoux à Treytorrens près Cully, et alimente les deux groupes de lignes de contact Treytorrens-Lausanne et Treytorrens-Villeneuve.

Ces lignes d'alimentation sont constituées par de la corde de cuivre de 95 mm<sup>2</sup> ou d'aluminium de 120 ou 150 mm<sup>2</sup>.

Les deux lignes de contact d'un tronçon à double voie sont alimentées séparément. Bien que normalement couplées en parallèle, ces deux lignes peuvent être séparées en cas de perturbation, ce qui permet d'assurer le trafic sur la voie restée saine, ou même d'alimenter les lignes de contact de la voie interrompue au delà du point infranchissable par suite d'accident ou de travaux d'entretien des lignes de contact.

Pour pouvoir faire bénéficier de ce dernier avantage les lignes à simple voie à alimentation électrique unilatérale, on monte fréquemment le long de la ligne de contact unique, un conducteur dénommé « ligne auxiliaire » placé sur les mêmes supports. Il est constitué par des mêmes cordes de cuivre ou d'aluminium que les lignes d'alimentation.

On laisse une distance verticale de 2 m entre les lignes d'alimentation ou auxiliaires et celles de contact, afin que ces dernières puissent être entretenues sans danger au-dessous des premières restées sous tension.

### Lignes de contact.

Commençons par rappeler une définition donnée par la Commission électrotechnique internationale : Une ligne *caténaire* est une ligne aérienne de contact dans laquelle les fils de contact sont suspendus à un ou plusieurs câbles porteurs longitudinaux.

Actuellement, presque toutes les lignes de contact des C. F. F. sont des lignes caténares, car seul ce système donne un bon contact à toutes les températures et à toutes les vitesses. La figure 1 montre une ligne de contact sans câble porteur, donc non caténaire, telle qu'on en a monté dans quelques gares de triage ; les supports sont implantés tous les 30 m et des fils de suspension obliques soutiennent le fil de contact 10 m de part et d'autre du support. Ce système est actuellement abandonné, car, par les grandes chaleurs, le fil de contact se distend d'une manière telle que des déraillements de pantographes surviennent de temps à autres.

La ligne caténaire a été exécutée en portées normales de 60 et 100 m. Avec le système de la portée de 60 m, la ligne est supportée et retenue latéralement en alignement tous les 60 m. Avec le système de la portée de 100 m, elle est supportée tous les 100 m et retenue latéralement en alignement tous les 50 m ; on a donc une alternance de supports portants et de supports de retenue latérale (fig. 2).

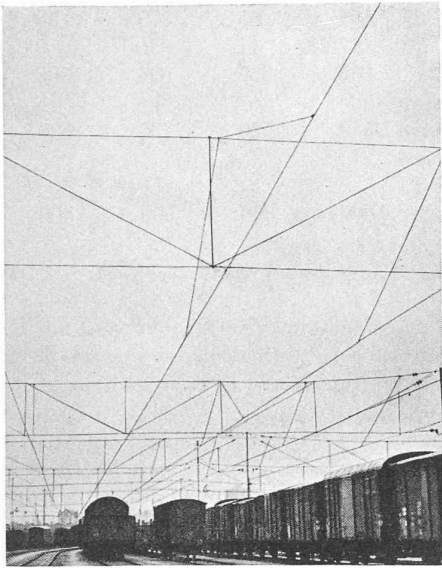


Fig. 1. — Ligne de contact sans câble porteur dans une gare de tirage.

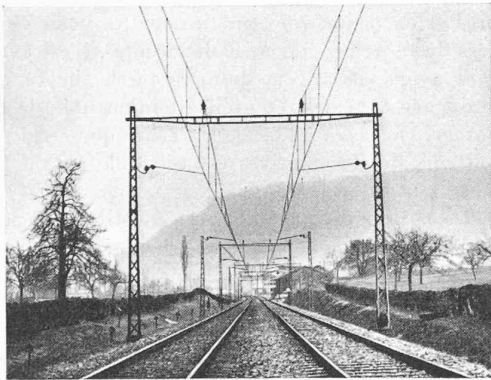


Fig. 2. — Ligne caténaire à portée de 100 m.

La distance de 50 à 60 m entre deux retenues latérales est un maximum. Sinon, la flèche dans le plan horizontal du fil de contact, provoquée par le vent, occasionnerait des déraillements de pantographes trop fréquents. Il est arrivé

que dans des régions particulièrement exposées à des ouragans violents, on ait dû, après coup, augmenter le nombre des retenues.

La figure 3 donne le principe d'une caténaire à portée de 100 m. Le câble porteur est fixé rigidement à chaque support; il ne peut donc pas se déplacer longitudinalement et les variations de température font varier sa flèche; pour du câble porteur en acier et une portée de 100 m la flèche varie de 3,32 m à 2,96 m entre +35° C et -25° C.

Le fil de contact, par contre, n'a sa position longitudinale bien déterminée qu'en des points espacés d'environ 1300 m et dénommés « points fixes ». Ces points fixes sont constitués par deux brins d'acier de 6 mm Ø montés obliquement entre le câble porteur et le fil de contact, et liés rigidement à chacun d'eux (fig. 3). 650 m de part et d'autre du point fixe, le fil de contact est tendu par des contre-poids maintenant sa tension constante, à une valeur déterminée par la section du fil (fig. 4). Ce fil s'allonge quand la température croît et se déplace longitudinalement d'environ 65 cm entre -25 et +35° C près du tendeur. Il faut donc que les bras de retenue latérale et les fils de suspension permettent ce mouvement. Les bras de retenue sont simplement articulés à leurs extrémités. Les fils de suspension désignés par la lettre A dans la figure 3 prennent une position légèrement oblique à gauche ou à droite, selon que la température s'abaisse ou s'élève; pour les fils désignés par B, cette inclinaison serait trop forte et modifierait la traction du fil de contact; on permet alors à la partie inférieure du fil de suspension de se déplacer le long d'une tige horizontale dénommée balladeur. On voit que dans la portée I il n'est pas nécessaire de placer de suspension type B, alors qu'il faut en monter deux dans les portées II et III, et quatre dans les portées IV à VI, les déplacements longitudinaux du fil de contact devenant de plus en plus amples, à mesure qu'on s'éloigne du point fixe.

Si le fil de contact est dans le même plan vertical que le câble porteur, on a une caténaire verticale, dans le cas contraire une caténaire inclinée.

La caténaire verticale est la première qui soit venue à l'esprit des constructeurs; elle fut la règle pendant de longues années. Son calcul et son réglage sont relativement simples, les réglages dans les plans verticaux et horizontaux étant à peu près indépendants l'un de l'autre (fig. 2).

Le problème de la caténaire oblique ne se posa vraiment que lorsqu'on électrifia des lignes à simple voie au tracé sinueux. Alors qu'auparavant le câble porteur n'avait d'autre

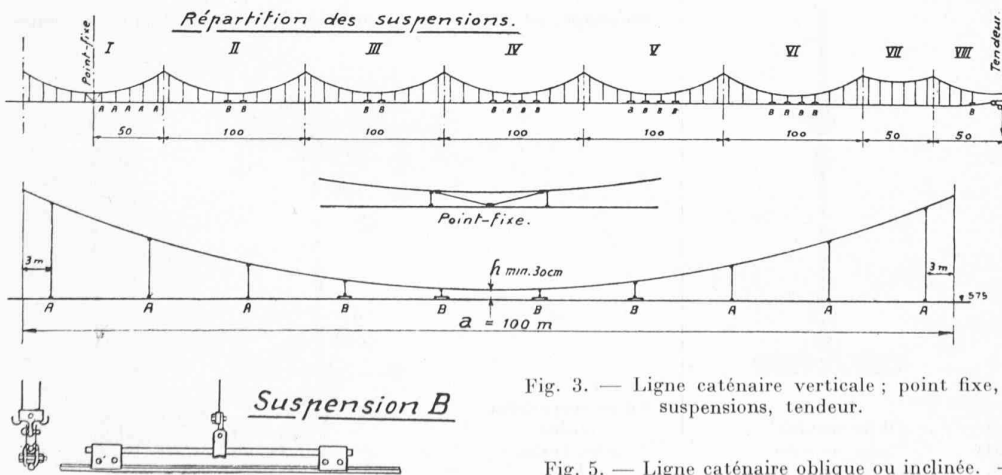
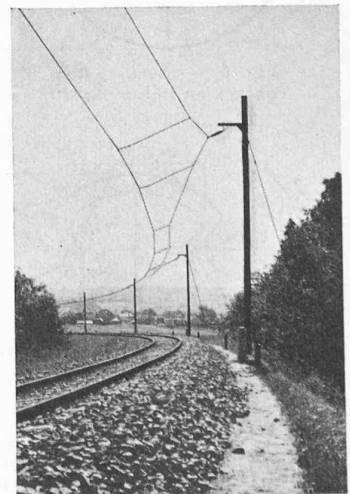


Fig. 3. — Ligne caténaire verticale; point fixe, suspensions, tendeur.

Fig. 5. — Ligne caténaire oblique ou inclinée. →



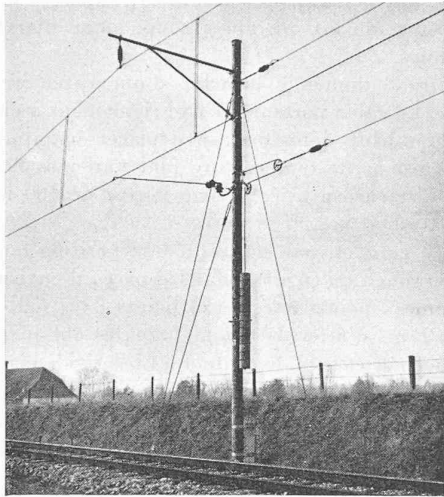


Fig. 4. — Tendeur à contre-poids.

fonction que de maintenir le fil de contact à une hauteur déterminée, on le fit participer à la tâche de retenir latéralement ce fil de contact dans les courbes (fig. 5), ce qui permit de réduire le nombre des bras de retenue et d'économiser des supports et des isolateurs. On conçoit sans peine que le calcul et le réglage d'une telle ligne soient plus difficiles.

Une difficulté particulière réside dans le fait que le câble porteur, avant d'être chargé par le fil de contact, se tient dans un plan vertical et a une forme totalement différente de celle qu'il aura une fois le montage terminé. Pour tourner cette difficulté, on calcule aujourd'hui la flèche du câble porteur non chargé, flèche qu'on applique avant le tirage du fil de contact.

Le fil de contact a une forme donnée par la figure 6 qui se rapporte à un fil de 107 mm<sup>2</sup>. Avant la guerre qui vient de se terminer, on n'utilisa que du fil de cuivre ayant l'une des caractéristiques suivantes :

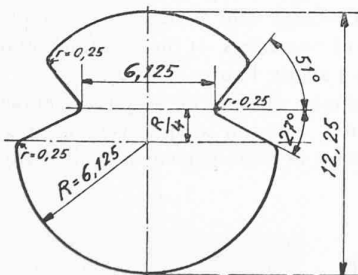


Fig. 6. — Section d'un fil de contact en cuivre de 107 mm<sup>2</sup>.

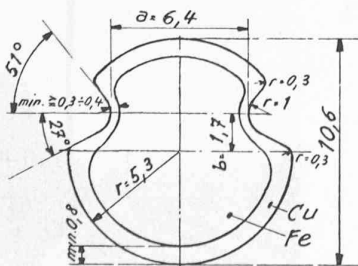


Fig. 7. — Section d'un fil de contact bimétallique, dit 80 mm<sup>2</sup>, comportant 36 mm<sup>2</sup> de cuivre et 41 mm<sup>2</sup> de fer.

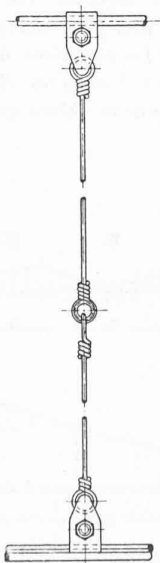


Fig. 8. Fil de suspension simple avec articulation à bœlle.

Section . . . .	107	85	70	55	mm <sup>2</sup>
Diamètre . . .	12,25	11	10	9	mm
Poids . . . . .	953	757	624	508	kg/km
Résistance à la traction	3440	2720	2230	1820	kg
Traction normalement appliquée .	600	600	500	400	kg
Résistance électrique .	0,166	0,210	0,255	0,313	ohm/km

Les fils de contact de 107 et 85 mm<sup>2</sup> sont montés en pleine voie et sur les voies principales des gares, le premier sur les tronçons à grand trafic et le second sur les lignes moins importantes.

Les fils de 70 et 57 mm<sup>2</sup> équipent les voies secondaires des gares. Le fil de 57 mm<sup>2</sup>, trop faible et trop vite usé, n'est plus tréfilé ; au fur et à mesure qu'il sera usé, on le remplacera par du fil de 70 mm<sup>2</sup>.

Pendant la récente guerre, il fallut électrifier certaines lignes malgré la pénurie de matériaux divers. Pour économiser du cuivre, on posa le fil de contact représenté par la figure 7, composé d'une âme en fer enrobée d'une couche de cuivre d'environ 0,8 mm d'épaisseur. Alors que ce fil bimétallique de 80 mm<sup>2</sup> était monté sur les voies principales des gares et en pleine voie, on tira sur les voies secondaires des gares du fil de fer galvanisé de 80 mm<sup>2</sup>. C'est avec plaisir que nous avons déroulé la dernière torche de ce fil de fer que le zingage a bosselé et qu'il est impossible de redresser au montage. On verra à l'usage si l'usure que ce fil provoque aux frotteurs des locomotives est tolérable ou s'il faudra le remplacer par du cuivre.

Le câble porteur est généralement constitué par une corde de sept fils d'acier zingué ayant une section totale de 50 mm<sup>2</sup>. Sa flèche est déterminée de façon qu'il soit sollicité par une traction de 500 à 600 kg.

Sur les voies parcourues régulièrement par des locomotives à vapeur, cas qui devient de plus en plus rare, on a utilisé du câble porteur constitué par de la corde de bronze ou par un fil bimétallique acier/cuivre massif.

Les fils de suspension furent d'abord construits selon figure 8, mais l'on ne tarda pas à constater une usure rapide des boucles des fils de suspension. Après quelques tâtonnements, on les remplaça par des suspensions selon figure 9 où le fil de suspension peut coulisser dans le tourillon pos. 5 au passage de la locomotive, alors que normalement la bille pos. 14, solidaire du fil, repose sur ce même tourillon.

Les pylônes, construits d'abord en période de crise et de chômage, se présentèrent premièrement sous forme de cons-

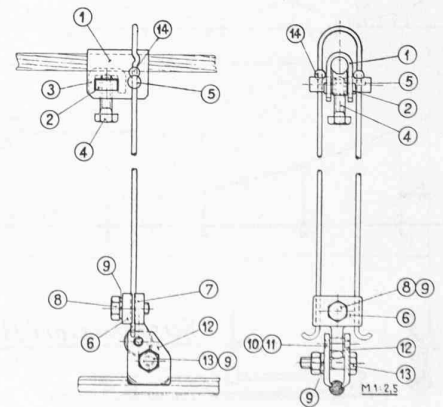


Fig. 9. Fil de suspension double avec appui à bille.



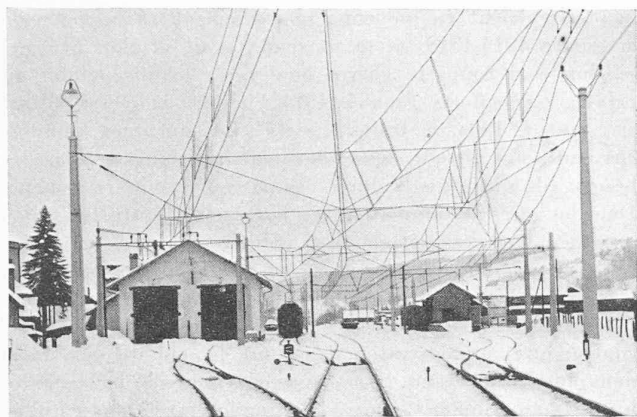


Fig. 11. — Lignes de contact supportées par des mâts en béton précontraints.

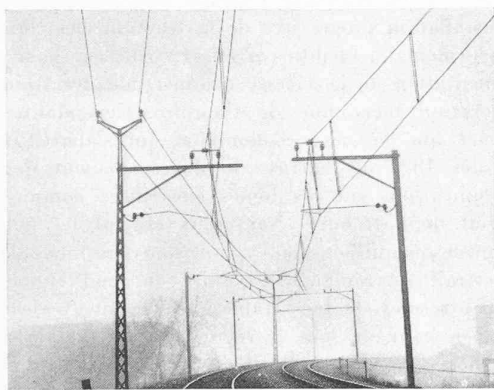


Fig. 10. — Ligne primitivement en simple voie et équipée de pylônes en treillis, puis doublée d'une seconde voie avec pylônes en poutrelles differdange.

tructions en treillis, solution permettant d'occuper une main-d'œuvre indigène nombreuse et ne consommant que peu de fers profilés importés. D'abord rivées, ces constructions furent ensuite soudées afin d'en permettre le zingage, plus durable que la peinture. Par la suite, les poutrelles à profil en double T à larges ailes (Differdange) constituèrent une solution plus économique qui s'imposa. La figure 10 montre une ligne qui fut d'abord à simple voie et équipée de pylônes en treillis, puis, au moment de la construction de la deuxième voie, on monta des poutrelles comme supports de la deuxième ligne de contact.

La récente pénurie de matières premières obligea les chemins de fer à utiliser des supports en bois montés sur des socles en béton (fig. 4 et 5) ; et lorsque la résistance du bois était insuffisante, par rapport aux efforts appliqués, il fallut utiliser des mâts en béton (fig. 11). Tant pour les socles que pour les mâts, l'Office de guerre pour l'industrie et le travail imposa la précontrainte des armatures afin de diminuer encore la consommation de fer.

Les *isolateurs* furent l'objet de nombreuses expériences plus ou moins heureuses. Nous nous bornerons à examiner le cas des *isolateurs* supportant le câble porteur, les *isolateurs* des retenues transversales et ceux d'amarrage ayant subi un développement parallèle.

L'isolation de support peut être simple ou double. La figure 10 montre des isolations doubles, c'est-à-dire qu'entre le câble porteur et le joug ou la console de support, on inter-

pose deux isolations successives, tandis que la figure 2 montre l'isolation simple du câble porteur.

La ligne du Gothard, qui fut la première à être électrifiée, fut munie d'emblée de l'isolation double. On crut par la suite réaliser une simplification et une économie en introduisant l'isolation simple ; on utilisa des *isolateurs* semblables aux *isolateurs* de supports de la figure 2 mais avec deux cloches seulement. Des oiseaux causèrent de fréquents courts-circuits entre le câble porteur et la construction métallique, rendant l'exploitation électrique des plus précaire. Il fallut remplacer ces *isolateurs* par d'autres à trois cloches, ce qui constitue l'isolation simple renforcée, ou par des isolations doubles.

Lorsqu'on introduisit la caténaire inclinée, on suspendit le câble porteur au moyen d'*isolateurs* dits « Motor » (fig. 4 et 5). Combinée avec des fils de protection contre les oiseaux, cette solution a donné de bons résultats.

### C. Télécommunications.

Le règlement suisse de la circulation des trains sur les chemins de fer à voie normale (C. F. F. ou autres) prescrit encore la transmission télégraphique de certains changements dans la circulation des trains. Ceci implique le maintien des circuits et appareils télégraphiques, alors que de nombreux autres pays, comme la France, les ont abandonnés.

Le télégraphe a subi peu de modifications depuis son introduction au chemin de fer. Avant l'électrification, les circuits télégraphiques ne comportaient chacun qu'un fil aérien, le retour s'effectuant par la terre. La traction électrique fit disparaître les lignes aériennes et l'on modifia légèrement les appareils pour les adapter à la transmission bifilaire.

On introduisit l'appel sélectif dans les grands bureaux de télégraphe par le montage de relais produisant un appel lorsqu'ils reçoivent de la ligne une série d'un nombre déterminé de « points » consécutive à un courant constant de huit secondes.

Le téléphone suivit aux chemins de fer un développement un peu différent qu'aux P. T. T. Ce qui lui fut particulier, ce fut l'emploi de circuits à batterie locale sur lesquels les appareils de toutes les gares d'un tronçon étaient branchés en parallèle, l'appel de chaque gare consistant en un signal « Morse » transmis par la sonnerie et retentissant simultanément dans toutes les gares du tronçon. Ces circuits existent toujours, mais sont de moins en moins utilisés, par suite de la concurrence que leur fait le téléphone automatique. Ces circuits constituent maintenant des réserves.

Le chemin de fer ne connut pas le système à batterie centrale et commutation manuelle, mais passa immédiatement au téléphone automatique. Les chemins de fer suisses utilisèrent le système à sélection décimale directe, plus simple que ceux comportant des enregistreurs d'impulsion. Ce fait avait son importance pour rendre le téléphone automatique compréhensible au personnel d'entretien des installations à courant faible, mais non spécialisé dans la téléphonie automatique.

N'étant pas handicapés par les problèmes de la tarification et par la coexistence de plusieurs systèmes sur leur réseau, les C. F. F. purent introduire immédiatement la sélection automatique à distance, d'autant plus qu'ils peuvent exiger de leurs employés la composition d'indicatifs interurbains plus compliqués que ceux en usage aux P. T. T. Aujourd'hui, on peut téléphoner entre deux gares quelconques du réseau C. F. F.

Dès le début de la dernière guerre, on s'aperçut que le

télégraphe n'avait pas un débit suffisant pour assurer le trafic de correspondance entre le Directeur militaire des chemins de fer et les Directeurs des groupes d'exploitation. On posa entre ces organes de commandement des liaisons par téléscripteur qui rendirent d'éminents services ; on les a étendues depuis à presque toutes les gares où siège un répartiteur de matériel (de wagons) ; l'annonce des wagons disponibles et leur acheminement sur leurs gares d'utilisation sont ainsi facilités ; malheureusement le réseau des câbles souterrains n'est pas assez fourni pour étendre ce moyen de télécommunication à d'autres gares importantes.

## L'horaire

par F. SAUVAGEAT, inspecteur d'exploitation  
à la Direction générale des Chemins de fer fédéraux, à Berne.

656. 222. 5

L'horaire revêt une importance essentielle dans la vie culturelle et économique du pays. Judicieusement conçu, il permet à l'ouvrier comme à l'homme d'affaires et à l'écolier comme aux habitués des théâtres et des concerts de se déplacer dans les meilleures conditions de rapidité et de confort aux heures les plus favorables. Mais l'horaire, qui règle aussi le rythme de l'échange des marchandises et du ravitaillement du pays, est la clef de voûte de l'exploitation ferroviaire. En effet, c'est de sa structure que dépend l'activité et l'organisation de la plupart des services du chemin de fer. Il conditionne leurs tâches et influence au premier chef le développement des installations de la voie et des gares, tout en étant tributaire à son tour de l'ampleur de ces installations et des améliorations du matériel roulant.

### Evolution de l'horaire des trains de voyageurs.

Il est utile de rappeler ce qu'était l'horaire au début de l'ère du chemin de fer. A cette époque, les compagnies privées faisaient circuler un nombre restreint de trains, généralement le minimum fixé par la concession, c'est-à-dire deux à cinq paires de trains par jour, selon les lignes. Le service des trains directs était embryonnaire et se résumait à une navette entre Genève et Zurich/Bâle ; la vitesse commerciale de ces trains était inférieure à celle d'un omnibus actuel. Il est vrai que la plupart des localités étaient desservies. Mais, en ce temps-là, les exigences étaient modestes ; la densité de la population et les besoins de se déplacer étaient bien différents de ce qu'ils sont aujourd'hui.

Pendant nombre d'années, on s'était borné à développer lentement les relations par trains omnibus. Cependant, en prévision de la nationalisation des cinq principales compagnies (J. S., N. O. B., S. C. B., V. S. B. et G. B.), les relations directes furent améliorées à la fin du siècle dernier. Il serait difficile de dire dans quelle mesure le vote populaire du 20 février 1898, qui, par 386 634 voix contre 182 718, s'exprimait en faveur du projet de rachat, a été influencé par l'amélioration des horaires.

Les avantages de la régie par l'Etat s'affirment dès le début dans le développement marqué de l'horaire des trains de voyageurs. Les C. F. F. cherchent en effet à tenir compte le mieux possible des intérêts et des besoins de l'économie nationale.

Le peuple suisse a eu l'occasion, au cours de la guerre de 1914 à 1918, de juger de la valeur d'un horaire bien développé et de ce que signifie pour le pays un retour aux communications ancestrales. Lors du rachat des compagnies, 16,7 trains par

ligne circulaient en moyenne journalièrement ; à la veille de la guerre 1914-1918, cette moyenne avait atteint 23,1.

D'un seul coup, la guerre bouleversa l'édifice établi au prix de longs efforts. En août 1914, l'horaire de guerre entra en vigueur. Plus de trains directs ! Les quelques omnibus circulant sur chaque ligne devaient satisfaire à tous les besoins, de sorte que la durée des parcours était très longue. Dans les gares de bifurcation les battements entre les trains correspondants étaient souvent démesurés.

La vie économique se trouva en grande partie paralysée. Dès que la situation le permit, l'horaire de guerre fut remplacé. Mais l'insuffisance des importations de combustible contraignit l'administration à réduire le nombre des trains dans une forte mesure. C'est durant la période du 2 décembre 1918 au 7 juillet 1919 que la réduction fut la plus sensible, le transport des voyageurs ayant été suspendu les dimanches et jours de fête générale. La moyenne journalière des trains tomba à cette époque à 8,5 par ligne. Puis graduellement, au fur et à mesure de l'accroissement de nos importations de charbon, on réadapta l'horaire aux besoins du trafic.

L'installation progressive de la traction électrique sur les lignes principales facilita ces efforts. Elle eut pour avantage l'augmentation de la vitesse commerciale des trains et une amélioration bienvenue de l'horaire. Cependant, on peut regretter que la crise économique qui s'abattit sur notre pays dès 1930 ait entravé le développement des grandes communications sur les lignes électrifiées comme on était en droit de l'attendre. Nombreux étaient les habitués du chemin de fer qui pensaient que le nouveau mode de traction permettrait de remanier l'horaire de fond en comble, en d'autres termes de faire table rase des méthodes d'exploitation en honneur sous le régime de la traction à vapeur. Mais, hélas, ils durent déchanter et se faire à l'idée d'une lente évolution plutôt qu'à celle d'une révolution.

Ce n'est point notre rôle de juger si cette manière de faire fut la bonne. Toutefois, l'expérience des dernières années, bien qu'elle soit trop brève pour permettre un jugement impartial et sûr, semble montrer que l'on a trop lésiné avant la guerre sur certaines améliorations pourtant bien légitimes. Quoi qu'il en soit, cette ère d'hésitations et de tâtonnements, justifiés par les conjonctures économiques difficiles de l'époque, est révolue.

Le graphique (fig. 1) montre que malgré la diminution constante du trafic entre 1930 et 1936, les prestations kilométriques annuelles ont augmenté continuellement.

Ce sont les essais faits avec les premières automotrices rapides, utilisées en service régulier à partir du 15 mai 1935,

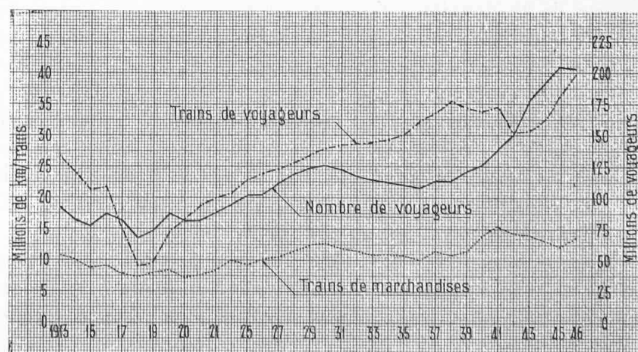


Fig. 1. — Evolution du mouvement des voyageurs et des prestations kilométriques des trains de voyageurs et de marchandises de 1913 à 1946.

Sur l'axe des abscisses, lire en 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> position 21 et 23 au lieu de 20 et 21.