

# Le Génie civil. Revue générale des industries françaises et étrangères...

Le Génie civil. Revue générale des industries françaises et étrangères.... 1915/11/06.

**1/** Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

**2/** Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

**3/** Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

**4/** Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

**5/** Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

**6/** L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

**7/** Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter [reutilisationcommerciale@bnf.fr](mailto:reutilisationcommerciale@bnf.fr).

Rabut. L'effort maximum, dû au décintrement, relevé à la clef a été évalué à 14<sup>kg</sup> 5 par centimètre carré. En service, c'est-à-dire avec la surcharge, les pressions maxima sont évaluées à 12 kilogr. par centimètre carré aux naissances et à 10 kilogr. à la clef à la température du décintrement. Ces chiffres s'élèvent, le premier à 14 kilogr. et le second à 17 kilogr., quand la température monte de 10 degrés, tandis qu'ils s'abaissent un peu quand la température descend.

Dans les voûtes de 17 mètres, les pressions maxima peuvent atteindre 26 kilogr. aux retombées et 31 kilogr. à la clef. Ces chiffres sont très élevés, mais ils sont admissibles pour l'excellent granit avec lequel les maçonneries sont constituées.

Les variations de pression dues à des variations de température ont été calculées par M. Pigeaud, aujourd'hui professeur à l'École des Ponts et Chaussées. Il est intéressant de faire remarquer à ce sujet que les variations de température produisent souvent, dans les voûtes, des efforts très supérieurs aux surcharges : c'est ainsi qu'au pont de Morbegno (arc de 70 mètres) (1) les efforts par centimètre carré sont :

Pour un refroidissement de 34° . . . kilogr.	— 39	(tension)
Surcharge . . . . .	— 8,6	
Sous la charge permanente . . . . .	+ 29,5	(compression)
Efforts résultants . . . . .	— 18	

On a constaté, à Fontpédrouse, avec les appareils Manet-Rabut, que la courbe des pressions due au décintrement se rapproche de l'intrados, à la clef, et de l'extrados, aux reins.

Le béton de la dalle supérieure était au dosage de 0<sup>m</sup> 800 de gravillon, 0<sup>m</sup> 400 de sable et 300 kilogr. de ciment. Les poutrelles de la dalle ont été moulées à pied-d'œuvre et ont été munies d'étriers d'attente devant assurer leur liaison avec les nervures. Les hourdis, avec leurs nervures et la poutre de rive formant encasement du ballast et support du parapet, ont été coffrés et exécutés sur place.

Le montant total des dépenses du viaduc de Fontpédrouse s'est élevé à 553 655 francs. Étant donné le caractère particulier de cette construction, il nous paraît intéressant de donner la décomposition de cette somme :

1° Travaux sous la dalle en béton armé :		
Fouilles . . . . .	Fr.	12 309,62
Remplissage . . . . .		681,29
Maçonnerie à mortier (10 352 mètres cubes) . . . . .	349 611,02	
Chainage des tympans . . . . .	5 308,23	
Chapes et gargouilles . . . . .	2 213,54	
Cintres . . . . .	26 288,97	
Indemnité allouée à l'entrepreneur . . . . .	123 494,16	
TOTAL . . . . .	Fr.	519 986,83
		519 986,83
2° Dalle en béton armé :		
Béton (116 <sup>m</sup> 72 à 70 francs) . . . . .	Fr.	8 170,12
Acier (21 531 kilogr. à 0 fr. 65) . . . . .	13 995,31	
Enduit en ciment (220 mètres carrés à 2 fr. 50) . . . . .	550 »	
Coaltar (2 couches) (7 296 kilogr. à 0 fr. 25 et et 0 fr. 15) . . . . .	1 216,01	
TOTAL . . . . .	Fr.	23 931,44
		23 931,44
3° Garde-corps (11 456 kilogr. à 0 fr. 85) . . . . .		
		9 737,60
TOTAL GÉNÉRAL . . . . .	Fr.	553 655,87

La surface utile étant de 994 mètres carrés, le prix du mètre superficiel est de 556 francs. Quant au prix de revient par mètre carré de vide en élévation, il dépasse à peine 90 francs.

Le prix de la dalle en béton armé seule s'établit ainsi :

	Cube de béton.	Poids de fer.	Prix.
	mètre cube	kilogr.	fr.
Par mètre carré en plan . . . . .	0,117	21,6	24,1
Par mètre cube de béton . . . . .	»	184	205

On voit par les détails que nous venons de donner que le viaduc de Fontpédrouse constitue bien un type nouveau. Malgré le caractère économique que lui donne sa très faible épaisseur, compensée par des encorbellements inusités de la plateforme, cet ouvrage n'en présente pas moins, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, un caractère véritablement artistique. M. Séjourné attache, d'ailleurs, une grande importance à l'aspect architectural des ponts; dans

(1) Voir ce pont dans le *Génie Civil* du 24 octobre 1903 (t. XLIII, n° 26, p. 409).

son traité, signalé plus haut, il n'hésite pas à dire que « les ingénieurs doivent savoir l'architecture » et il formule ainsi les conditions à remplir pour l'architecture des ponts :

« Un pont doit être ou paraître ajusté à son objet, solide, clair, simple, bien exécuté, sans vains ornements. Il doit être adapté, non seulement aux lieux mais au climat, aux monuments voisins, à la lumière, à la couleur locales. »

On doit reconnaître que le viaduc de Fontpédrouse remplit bien toutes ces conditions, et constitue un ouvrage, non seulement curieux et unique en son genre, mais aussi de nature à réhabiliter l'art de l'ingénieur parmi les artistes trop enclins à prétendre que les ponts, quels qu'ils soient, ne peuvent qu'enlaidir les paysages dans lesquels ils se profilent.

A. DUMAS,  
Ingénieur des Arts et Manufactures.

## CHEMINS DE FER

### LES CHEMINS DE FER EN ANGLETERRE

#### Historique. — Matériel. — Fonctionnement.

(Suite 1.)

**Signalisation.** — La signalisation anglaise est, la plupart du temps, d'ordre mécanique. Elle est établie, aux points de concentration, suivant les principes de Saxby et Farmer, dont les remarquables principes d'enclenchements réciproques ont été universalisés, peut-on dire, et étendus ultérieurement aux systèmes électriques.

En pleine voie, ce sont ordinairement des mâts dits sémaphores, comportant à leur partie supérieure une ou plusieurs palettes, qui constituent les signaux de section ou de block. La position horizontale de la palette d'arrêt absolu signifie l'arrêt pour le mécanicien. Des palettes répétitives de signaux subséquents sont montées sur le mât du signal d'arrêt lui-même ou sur un mât séparé. La forme et parfois aussi la couleur de cette palette, la fait distinguer de la palette d'arrêt absolu.

Toute voie de grande circulation est partagée en un certain nombre de sections, qui sont défendues par un signal d'arrêt absolu, conjugué la plupart du temps avec le signal suivant, de façon à bloquer la section, c'est-à-dire à empêcher deux trains roulant dans le même sens de se suivre à une distance inférieure à celle d'une section. C'est le block, que manœuvre un agent à chaque entrée de section, qui réalise l'enclenchement électrique du signal d'amont par le poste d'aval.

Pour empêcher l'erreur matérielle d'un signaliste d'aval, laquelle consisterait à libérer le block d'amont avant que le train n'ait passé devant son poste, on installe, ordinairement, une pédale mécanique ou électrique que le train au passage manœuvre, en permettant dès lors le déblocage du poste amont.

Les palettes tant d'arrêt absolu que de répétition sont groupées sur des mâts plus ou moins élevés, ou qui se subdivisent en forme de chandelier. Il existe aussi aux gares des passerelles de signaux, portant en majeure partie des palettes.

Généralement, l'abaissement de la palette signifie le passage, et l'horizontalité signifie l'arrêt.

Les palettes répétitives se distinguent des palettes d'arrêt absolu par la couleur, par la forme (oriflamme par exemple), etc.

La nuit, ce sont les couleurs des feux, qui indiquent les différences; parfois, aussi, la distinction se fait par le nombre de feux.

La manœuvre des palettes de pleine voie peut aussi s'opérer automatiquement. Plusieurs systèmes sont en usage. Au « North-Eastern Railway », le système automatique de Hall a été installé sur une section de ligne en 1911. Quarante postes automatiques étaient en service à cette époque.

Le système est combiné de telle sorte qu'en cas de « raté » les palettes se remettent d'elles-mêmes à l'arrêt.

La manœuvre automatique des signaux de pleine voie est une nécessité, lorsque l'intensité du trafic est telle que l'intervalle de temps entre deux trains qui se suivent dans le même sens est court; il est actuellement de 1 minute et demie au « Metropolitan District Railway », à Londres, où on a dû avoir recours à ce procédé.

Au « Central London Railway », la signalisation, manœuvrée

(1) Voir le *Génie Civil* du 30 octobre 1913 (t. LXVII, n° 48, p. 273).

mécaniquement avant 1914, comportait 63 sections de block; avec la signalisation automatique, le nombre de sections a été augmenté jusqu'à 71. La longueur maximum d'une des sections est de 1 805 pieds (550<sup>m</sup> 14) et la longueur la plus faible de 410 pieds (124<sup>m</sup> 96). La longueur moyenne est de 1 100 pieds (304<sup>m</sup> 79) (1).

Dans cinq des stations intermédiaires, entre Liverpool Street et Wood Lane, il y a en outre des bifurcations, dont la manœuvre est commandée par des signaleurs, mais en connexion avec les signaux automatiques de pleine voie.

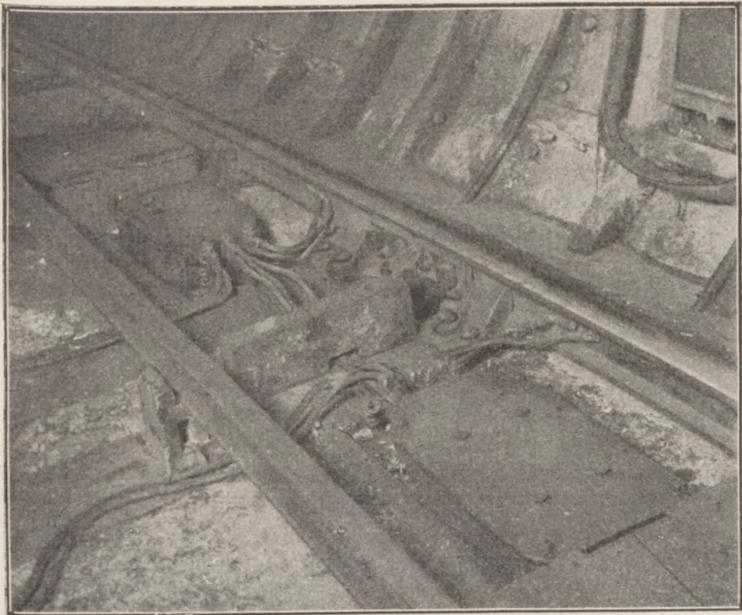


FIG. 8. — Bond, ou joint électrique inductif.

Dans le système automatique, la voie est divisée en sections de block, au moyen de joints à fort isolement.

Comme il est nécessaire que les rails porteurs servent de conducteurs de retour, et qu'en conséquence ils présentent aux joints la moindre résistance possible, il a fallu installer aux sections de block, comme le montre la figure 8, des « bonds » ou joints électriques inductifs. Chaque joint comporte une bobine de self, fixée dans une boîte en fonte placée dans la voie, qui s'oppose au passage du courant alternatif de signalisation parcourant les rails de section à section de block.

Dès qu'un essieu du train occupe la section, la résistance électrique du

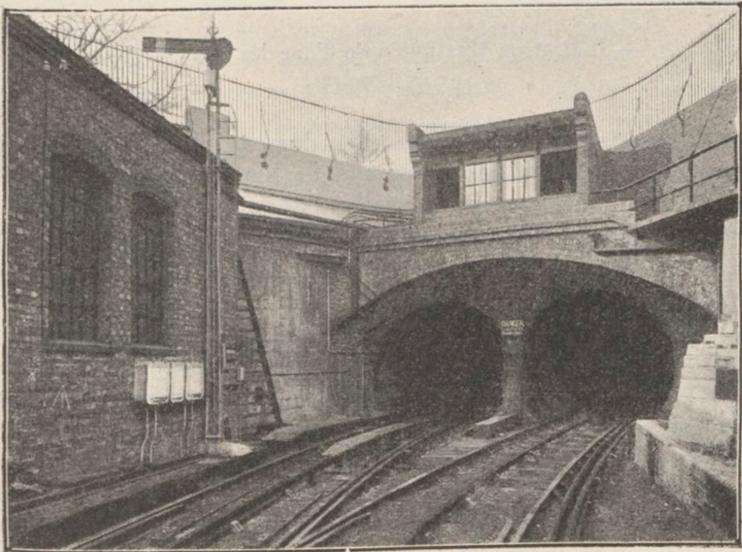


FIG. 9. — Signal d'arrêt, relai et boîte de résistance du London Road.

circuit extérieur de signalisation est réduite et l'attraction du relai de commande de la soupape d'air s'opère de manière à changer la position de la palette du signal ou la couleur du feu. Inversement, aussitôt la disparition des essieux du train, la résistance électrique du circuit extérieur augmente et la commande d'une autre soupape d'air s'opère, de façon à changer la position de la palette.

La figure 9 montre, à titre d'exemple, le signal d'arrêt, le « train-stop », le relai et les boîtes de résistance de London Road sur le Baker-Street and Waterloo Railway.

(1) Le « Metropolitan District Railway » et le « Central London Railway » sont des chemins de fer souterrains électriques, dont il sera parlé dans la deuxième partie de ce travail. Comme la question de la signalisation n'est pas rattachée directement au système de traction, il a paru préférable d'en dire quelques mots ici, pour ne pas devoir y revenir plus loin.

Tous les signaux, sauf deux, qui sont en plein air à Wood Lane, sont des signaux à feux, ne comportant aucun mécanisme. Chaque signal contient deux lentilles, la lentille supérieure est rouge ou jaune, si c'est un signal répéteur, et la lentille inférieure verte.

Les lampes placées derrière les lentilles sont alimentées sous des tensions différentes. Le circuit de la lampe du feu rouge est à une tension moindre que celui de la lampe du feu vert. De cette façon, en cas de court-circuit, le courant de la lampe du feu vert peut alimenter également la lampe du feu rouge, ce qui a seulement pour conséquence de donner du retard aux trains.

Un seul contact est utilisé, celui du feu vert; celui du feu rouge est continu, sauf qu'il est supprimé dès que le feu vert est allumé.

La disposition de sécurité est obtenue de la manière suivante : une des bobines du transformateur du signal est connectée en parallèle avec la lampe du feu rouge et l'autre bobine est connectée en série avec la lampe du feu vert. Quand la section de la voie est occupée, et, par conséquent, le circuit de la lampe du feu vert ouvert, le courant alimente la lampe du feu rouge. Le transformateur, qui est connecté en parallèle avec la lampe rouge, possède une impédance assez forte; de cette manière, il y passe fort peu de courant et l'illumination de la lampe rouge n'en est pas affectée. Quand la section de la voie est libre, le circuit du feu vert est fermé et le courant passe au travers du feu vert et du transformateur connecté en parallèle avec la lampe du feu rouge.

Tous les signaux d'arrêt du Central London Railway sont pourvus du « train-stop » automatique (fig. 10) qui a pour objet de

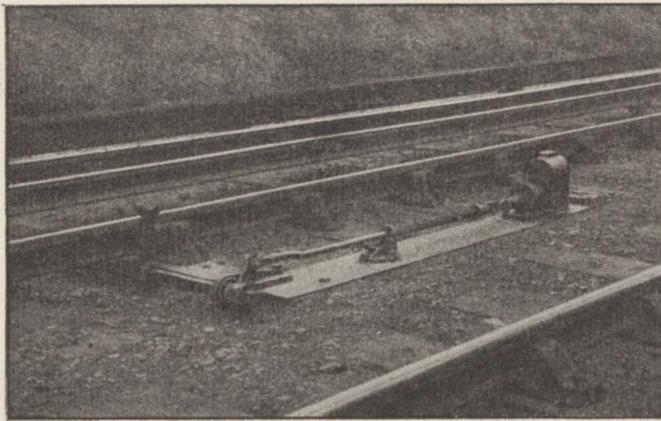


FIG. 10. — Train-stop automatique.

produire l'arrêt automatique des trains, franchissant un signal à l'arrêt. Pour cela, un cylindre à air, commandé électriquement, en même temps que le signal, fait émerger, lorsque le signal est à l'arrêt, un levier que rencontre un pendule, fixé à la première voiture du train et qui actionne une valve d'air comprimé, en relation avec le frein.

La ligne du « London Central Railway » comporte 47 signaux automatiques, 53 semi-automatiques, 13 répéteurs et 80 « train-stops ».

Sur les autres lignes de l'Underground Railway Company de Londres : Metropolitan District Railway, Baker Street and Waterloo Railway et Great Northern Piccadily and Brompton Railway, la même signalisation a été appliquée partiellement dès 1903, pour s'étendre ultérieurement à tous les réseaux.

Aux bifurcations, les aiguilles sont actionnées par l'air comprimé, tout comme les signaux. La commande en est assurée par un signaleur, dont les leviers à enclenchements réciproques contrôlent les positions des aiguilles et des signaux.

La figure 11 montre l'intérieur de la cabine de Earl's Court East à Londres, du District Railway. On y voit les petits leviers, le bâti des barres d'enclenchement mécanique et le diagramme lumineux de la position des trains.

Le bâti de signalisation comporte :

- 10 leviers, qui commandent 23 signaux;
- 9 leviers, qui commandent 16 aiguilles et 6 barres et verrous d'enclenchement;
- 2 leviers débloquent Earl's Court West;
- 2 leviers contrôlés par Earl's Court West;
- 23 leviers de travail;
- 4 leviers en réserve, et
- 27 barres de bâti.

Le diagramme lumineux, qui donne tant d'aisance au signaleur, consiste dans de petites lampes placées derrière le tableau trans-

parent, en divers endroits des voies. Elles sont intercalées dans le circuit des relais et relèvent la présence des trains dans les sections des voies.

Il y a intérêt à diminuer à l'entrée des gares le nombre de palettes des sémaphores et à les remplacer par des indicateurs de routes. Cette pratique tend à s'étendre maintenant en Angleterre, au dire de M. W. C. Acfield, ingénieur du Midland Railway.

D'une conférence faite par le susdit, au début de 1915, à l'Institution of Electrical Engineers de Londres, il ressort que le nombre de leviers d'aiguilles et de signaux manœuvrés à la main est d'environ 310 000 pour le Royaume Uni, et le nombre de signaux manœuvrés à main, approximativement de 171 000. Le nombre de signaux manœuvrés par une puissance mécanique est de 4 000, et le nombre total de signaux et d'aiguilles manœuvrés mécaniquement est de 5 600 environ.

Ces chiffres ne concernent pas les signaux et appareils de voie manœuvrés automatiquement par les trains en circulation sur les voies.

Cette statistique montre aussi que la manœuvre mécanique des aiguilles



FIG. 11. — Intérieur de la cabine de Earl's Court East, à Londres.

et des signaux ne fait que commencer à se répandre. Toutefois, à côté des concentrations importantes d'appareils de voie, manœuvrés à la main, telles que : Euston Station : 282 leviers (cabine n° 1) et 288 leviers (cabine n° 2); Cannon Street Station : 243 leviers; York Station : 295 leviers, il y a des cabines dans lesquelles les manœuvres des signaux et des aiguilles se font mécaniquement, par exemple à la station de Glasgow Saint-Enoch, où 488 leviers de cabine sont manœuvrés par l'air comprimé, et à la station de Glasgow Central, où 374 leviers sont manœuvrés mécaniquement, par l'air comprimé.

Les signaux et les aiguilles sont mus par l'air comprimé, qui pousse les pistons. La commande de l'air est assurée par des soupapes contrôlées par un courant électrique à basse tension.

En corrélation avec la signalisation, il y a dans les gares des indicateurs d'itinéraires des trains. La figure 12 représente l'indicateur Westinghouse, d'une des gares du Metropolitan District Railway de Londres, qui indique les itinéraires de trois trains qui vont se suivre.

Au lieu d'air comprimé qui agit sur un piston connecté à l'aiguille, au train-stop ou au signal, on utilise l'électricité, que l'on fait agir sur un moteur. Des systèmes automatiques ou commandés sont installés, soit en pleine voie, soit aux bifurcations et aux concentrations.

La British Pneumatic Railway Signal Co a installé récemment, sur le réseau du Great Central Railway à Immingham Docks, six

cabines comportant un total de 372 leviers qui font manœuvrer des aiguilles et des signaux uniquement par le courant électrique.

Le système employé au Great Central Railway, qui a d'ailleurs beaucoup de ressemblance avec ceux qui sont employés sur les voies belges, est en usage à New-York, au Grand Central Terminal du New-York Central and Hudson River Railroad, au C. and N. W. Terminal à Chicago, etc.

Le signal d'arrêt absolu est, en général, répété sur les lignes principales, de telle sorte qu'en temps de brouillard sa vue en soit beaucoup facilitée. Mais, indépendamment de ces signaux de répétition, et aux approches des gares surtout, l'usage de pétards d'avertissement pendant les temps de forte brume est généralisé. De cette manière, la sécurité de la circulation est rendue très grande et, jusqu'à un certain point, la rapidité de la circulation.

Pour rendre la circulation en chemin de fer rapide et sûre, même lorsque l'atmosphère rend la vue des signaux de voie très difficile, on a imaginé des répéteurs de signaux de voie sur les locomotives.

La Compagnie du Chemin de fer du Nord français a pris une initiative dans ce sens et a généralisé le système Lartigue depuis une vingtaine d'années, mais le système n'est qu'une aide pour le mécanicien, qui ne peut pas s'y fier complètement.

L'État Belge, avec la minutie qu'on lui connaît, a suivi de très



FIG. 12. — Indicateur Westinghouse d'une des gares du Métropolitain de Londres.

près les essais effectués dans ce sens dans les différents pays, en même temps qu'il a soumis pendant de longues années, à toutes les épreuves, les appareils du système César. Celui-ci a donné des résultats tels, qu'il y a cinq ans l'État Belge l'adoptait définitivement et l'appliquait à 65 locomotives et à 88 postes de la ligne de Bruxelles à Liège.

L'essentiel est d'avoir un appareil dont les indications ne sont jamais que positives (arrêt) en cas de « raté ». Cette réalisation-là n'est pas aisée, parce qu'il faut éliminer du mécanisme les éléments qui sont sujets à des dérangements, tels sont : les sources d'électricité dans la voie, les tringles mécaniques, les crocodiles courts ou de forme peu appropriée, etc.

En Angleterre, la répétition des signaux, ou « cab-signalling », a encore peu de partisans. Ce n'est que dans ces dernières années que trois ou quatre Compagnies (Midland Railway, Caledonian Railway, North Eastern Railway, Great Western Railway) ont mis sérieusement à l'essai certains dispositifs qui s'inspirent, les uns du « crocodile de Lartigue » du Nord français et les autres de principes différents.

Une opinion assez généralement répandue est qu'il serait dangereux de retirer aux mécaniciens et aux signaleurs une partie de leur responsabilité, et qu'il vaut mieux avoir confiance dans le sentiment de responsabilité dont sont imprégnés ces agents, que dans celui — nécessairement beaucoup moins développé — d'une multitude d'ouvriers électriciens chargés de l'entretien des contacts électriques des signaux de la voie et des répéteurs sur les locomotives. A l'objection que les dispositifs répéteurs actuels ont été perfectionnés par rapport aux anciens, en ce sens qu'ils montrent eux-mêmes s'ils sont en bon ordre de fonctionnement et que

le train s'arrête s'ils ne le sont pas, les partisans de l'ancienne école répondent qu'il est inadmissible que les milliers d'hommes d'affaires, qui prennent chaque jour le train, et pour lesquels toute minute de retard est une perte d'argent, puissent être retenus en route, parce qu'un simple contact électrique mal fait arrêterait le train.

En réalité, cette objection-là est fort peu importante, et il est aisé d'en faire bonne justice. Le répéteur de locomotive est un *aide souverain*, quoi qu'on en dise, qui ne fait pas tomber la moindre des responsabilités, soit du signaleur, soit du mécanicien, mais au contraire *surveille* ces agents, lorsque l'on adjoint, comme c'est souvent la coutume en France, l'enregistreur de signaux.

Les Anglais rejettent volontiers les dispositifs qui comprennent un signal en miniature placé sous la marquise de la locomotive et reproduisant les indications des signaux de la voie; un appareil acoustique leur semble moins sujet à critique. Ils estiment que le mécanicien, ayant devant lui le signal-miniature, ne se donnerait plus la peine de regarder constamment la voie et ne verrait plus les obstacles qui peuvent accidentellement encombrer celle-ci.

Il faut ajouter qu'en Grande-Bretagne diverses circonstances spéciales créent des difficultés à l'usage des « cab-signals ». C'est ainsi que, sur certaines lignes, la présence de l'auge en tôle du dispositif bien connu Ramsbottom, pour l'alimentation en eau pendant la marche, ou la présence d'un rail de retour de courant sur les lignes parcourues par des locomoteurs électriques, empêche la fixation de la rampe du crocodile au milieu de la voie ou, tout au moins, la gêne considérablement.

Certaines Compagnies, pour faire les essais de cab-signals, ont disposé la rampe à côté de la voie; cela nécessite évidemment le dédoublement du frotteur.

Des difficultés de l'espèce ne sont pas très sérieuses en elles-mêmes, mais le deviennent par le fait du grand nombre de trains — nombre qui croît d'ailleurs de plus en plus pour augmenter le confort des longs voyages — qui circulent d'une extrémité du pays à l'autre, en passant sur le réseau de trois ou quatre Compagnies différentes.

Pour que l'usage des cab-signals se généralisât, il faudrait donc que les nombreuses Compagnies qui se partagent le réseau ferré de la Grande-Bretagne se missent d'accord sur la préférence à donner à un type d'appareil déterminé. Aussi peut-on dire qu'il s'écoulera encore plusieurs années avant l'adoption, quelque peu étendue, du cab-signalling, et les essais actuellement en cours dans quelques Compagnies peuvent être considérés comme des recherches préliminaires à la proposition d'un même système général.

Le dispositif utilisé, depuis plusieurs années, sur quelques lignes du Great Western Railway est décrit ci-après. Il satisfait aux principaux desiderata à exiger des cab-signals, à savoir :

- 1° Un avertissement (de préférence acoustique) au mécanicien lui faisant savoir qu'il approche d'un signal, que celui-ci soit « à l'arrêt » ou « au passage ».
- 2° Cet avertissement acoustique doit être différent pour le « danger » et pour le « passage ».
- 3° L'avertissement : « danger » doit être, autant que possible, indépendant de connexions électriques, soit dans la voie, soit sur la locomotive, et doit être donné même si un dérangement se produit dans les connexions électriques.
- 4° Absence d'organes mobiles dans la voie, tels que des rampes mobiles actionnées mécaniquement par le signaleur; des organes de l'espèce ayant, par suite de chocs éventuels, de projections de pierres au passage du train, etc., donné lieu jadis à de nombreux mécomptes.
- 5° Un moyen quelconque, dont il reste trace, doit être prévu pour indiquer que le mécanicien a été dûment averti.
- 6° Le dispositif doit fonctionner aussi bien sur une ligne à simple voie, celle-ci étant donc parcourue par les trains dans les deux sens, que sur une ligne à double voie.
- 7° Le frein fonctionnerait automatiquement, après quelques instants, dans le cas où le signal serait au « danger ».

Le dispositif du Great Western est utilisé pour les signaux à distance. Il comprend (fig. 13 à 15) le contact fixe A, pièce en acier de section 1, d'environ 15 mètres de longueur, dont la partie centrale dépasse d'environ 100 millimètres le niveau des rails et qui est fixée sur les traverses à 350 mètres du signal à distance, au milieu de la voie, par l'intermédiaire de pièces de bois suffisamment isolantes.

Ce contact fixe est relié par un fil électrique et un interrupteur I au levier de manœuvre commandant le signal dans la cabine de signalisation.

Dans la cabine, le circuit est complété par une batterie B d'environ 18 éléments Leclanché et un retour à la terre. L'interrupteur est attaché au levier contrôlant le signal, de telle sorte que, lorsque le levier est mis « au passage », la batterie électrique est connectée au contact fixe A, tandis que pour le levier « à l'arrêt » la batterie est coupée du contact fixe. Le contact fixe n'est donc électrisé que quand le signal est au passage, et dans les autres cas, — que le signal soit à l'arrêt ou qu'une connexion électrique soit défectueuse, ou que la batterie elle-même ne soit pas en bon état, — le contact fixe reste neutre.

L'appareil monté sur la locomotive comprend une pièce de contact C, une sonnerie électrique S, un petit accumulateur électrique D et une soupape V contrôlée électriquement branchée sur la conduite générale du frein et faisant fonctionner une sirène et le frein (dans la disposition primitive cette partie contrôlée électriquement ne consistait qu'en un sifflet).

La pièce de contact est fixée à l'arrière ou à l'avant de la locomotive et descend, par la gravité aidée d'un ressort, jusqu'à environ 65 millimètres du niveau des rails; elle peut être soulevée verticalement, ce qui se fait quand elle vient en contact avec l'extrémité inclinée du contact fixe de la voie. Ce mouvement vers le haut est utilisé pour ouvrir un interrupteur J, attaché à la pièce de contact et en relation avec la soupape V de telle sorte que, lorsqu'il est ouvert, — sauf le cas ci-après, — le courant primaire que montre le schéma de la figure 13 est supprimé, l'armature de l'électro-aimant se détache, l'air est admis à travers la sirène et la valve de frein à la conduite générale (1) et les freins sont appliqués. Cela se produit quand le train passe sur un contact fixe non électrisé. Le mécanicien peut supprimer le bruit de la sirène et l'action des freins à l'aide d'une manette M prévue dans ce but et montrant ainsi qu'il a pris connaissance du signal « danger » (fig. 14).

Si, au contraire, le signal est « au passage », l'interrupteur de la cabine de signalisation est fermé, le contact fixe est électrisé, et la pièce de contact de la locomotive, dès qu'elle touche le contact fixe, permet l'établissement d'un courant que nous nommerons courant secondaire, qui empêche la soupape de s'ouvrir et qui actionne la sonnerie électrique S. Ce signal acoustique persiste jusqu'à ce que le machiniste pousse un bouton qui coupe le circuit de la sonnerie (fig. 15).

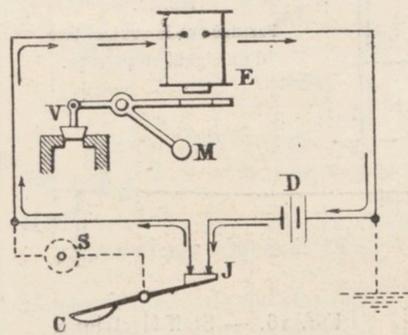


FIG. 13. — Dispositif répéteur du Great Western Railway (régime normal en pleine voie).

Près de l'endroit où se tient le mécanicien est montée une boîte qui contient l'électro-aimant E, parcouru en temps normal par le courant d'un petit accumulateur porté par la locomotive et dont l'armature fait partie intégrante du levier qui actionne la soupape V. Près de cet électro-aimant se trouve un petit modérateur de vapeur dont le but est de couper automatiquement l'accumulateur du circuit de la locomotive, lorsque celle-ci n'est pas sous pression; de cette façon, le circuit primaire sur la locomotive est ouvert et toute perte de courant est évitée lorsque la machine n'est pas en service.

L'appareil contenu dans la boîte est complété par un relais polarisé. Celui-ci facilite l'emploi du dispositif sur les lignes à simple voie. Dans ce cas, on électrise positivement les contacts fixes de la voie correspondante à un sens de marche et négativement ceux correspondant au sens de marche opposé, et cela se fait par le signaleur à l'aide du « staff » électrique, comme l'indique schématiquement la figure 16.

C'est ce « cab-signal » qui est jusqu'à présent le plus utilisé en Grande-Bretagne; il a donné pleine satisfaction et le Great Western Railway en a fait l'application, jusqu'à ce jour, sur environ 290 kilom. de longueur de voie et sur 90 locomotives. Une rapide extension de son emploi est prévue. Il est également à l'essai sur quelques locomotives du Midland Railway.

Cette dernière Compagnie a mis également à l'essai, au début de 1914, un « cab-signal » basé sur un principe tout différent et appelé « Railophone ». Aucun contact matériel n'existe entre les installations de la voie et la locomotive.

On y utilise l'induction d'un courant alternatif monophasé à basse tension (100-200 volts) et de fréquence modérée (100-200 périodes) sur une grande bobine placée autour du cadre de la locomotive; à l'aide d'un relais résonateur de construction spéciale, des signaux peuvent ainsi être transmis, sans interruption, à un train en marche. Le circuit primaire parcouru par le courant à basse tension consiste dans un câble souterrain posé dans tout le réseau de la voie que l'on parcourt. Un champ d'induction électrique existe ainsi le long de la ligne et les trains circulent constamment dans ce champ. A l'approche d'un signal « à l'arrêt », le champ inductif

(1) Le frein à vide est en usage au Great Western.

est déplacé par la manœuvre du signaleur, et un signal d'arrêt positif est donné au train. Dès que le train a été autorisé à dépasser le signal, il entre de nouveau dans le champ inductif et le signal de la locomotive est au passage.

Un tel système a évidemment le grand avantage de supprimer toute connexion ou tout contact électrique; il se prête aussi à la transmission des messages téléphoniques d'une cabine de signa-

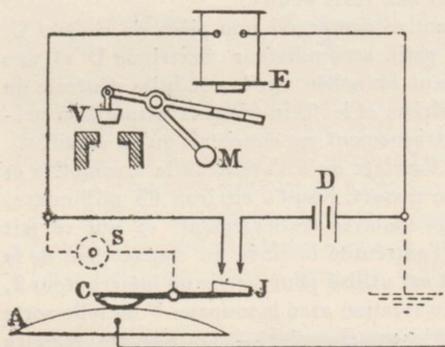


FIG. 14 et 15.  
Fonctionnement  
du répéteur  
du Great Western Railway,  
au passage d'une locomotive.

FIG. 14.  
Passage sur le contact fixe  
d'un signal à l'arrêt.

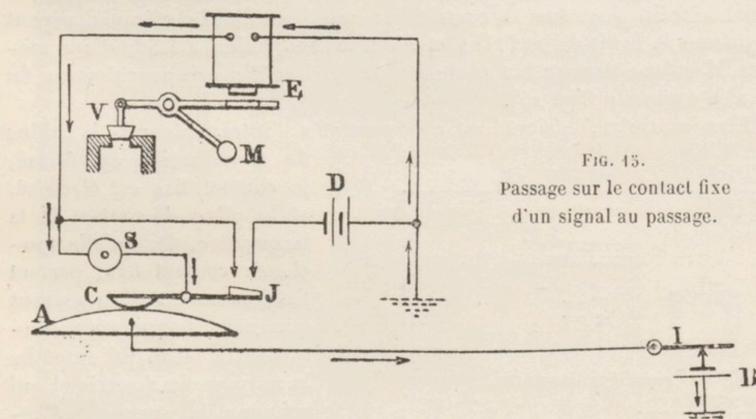


FIG. 15.  
Passage sur le contact fixe  
d'un signal au passage.

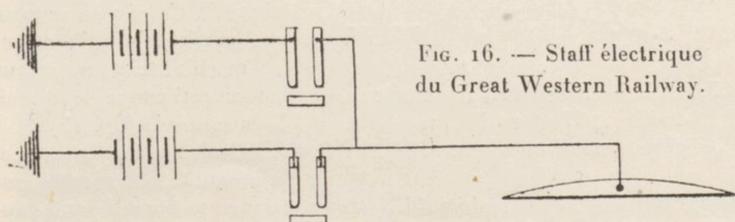


FIG. 16. — Staff électrique  
du Great Western Railway.

lisation à un train en marche. Par contre, il nécessite l'installation d'une source d'énergie assez puissante pour produire le champ d'induction.

Aucun détail n'a été publié jusqu'ici quant au résultat des essais. Il est certain que, si ce dispositif donnait toute satisfaction, il pourrait être étendu à tous les signaux et amener une certaine révolution dans la communication, qui existe actuellement entre les signaux et les trains.

De son côté, le North Eastern Railway a appliqué à 36 de ses locomotives un appareil acoustique actionné électriquement et pourvu, en plus, d'indicateurs de la position du signal et de la direction à suivre.

Le Lancashire et Yorkshire Railway essaie aussi un répéteur, dont les détails sont gardés secrets et qui comporte des crocodiles placés à l'extérieur des rails.

J. CARLIER,  
Répéteur du Cours de Chemins de fer  
à l'Université de Liège.

(A suivre.)

H. DEDROOG,  
Ingénieur au Chemin de fer  
de l'Etat belge.

## ÉLECTRICITÉ

### LA STATION CENTRALE D'ÉLECTRICITÉ de Moscou.

LA SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE DE MOSCOU. — La station centrale d'électricité de Moscou appartient à la Société d'éclairage dite de 1886. Cette Société, fondée par l'ingénieur Siemens, suivant les lois russes, a des origines nettement allemandes; elle doit à cette particularité d'avoir attiré sur elle, dès le début de la guerre, l'attention des pouvoirs publics, et d'avoir soulevé des controverses sans fin au sujet de la vraie nationalité de ses dirigeants. Nous nous

proposons de résumer brièvement son histoire financière et d'étudier avec plus de détails les diverses phases du développement de la centrale de Moscou, qui est l'une de ses plus importantes usines.

La Société fut constituée, en 1886, sur les bases d'une Société par actions; son capital initial s'élevait à 1 million de roubles (2 666 000 francs) divisé en 2 000 actions de 500 roubles qui se trouvaient, pour la plupart, entre les mains de banques allemandes. Les débuts de la Société furent difficiles, les dividendes étaient insignifiants sinon inexistantes et le capital primitif, qui avait été accru progressivement jusqu'à atteindre 8 millions de francs en 1889, dut être réduit en 1894. Ces difficultés n'arrêtèrent pourtant pas le développement de la Société qui établit bientôt deux filiales importantes à Pétersbourg et à Moscou, et obtint, dès 1895 dans cette dernière ville, la concession de l'éclairage public. Cette concession n'était pas, à vrai dire, un monopole, car la ville se réservait le droit d'établir des stations ou de traiter avec d'autres concessionnaires. Mais, en fait, la clause restrictive ne joua jamais, car l'unique demande de concession formulée en 1911 par un Belge, M. Faine, échoua définitivement au commencement de la guerre.

La Société de 1886, après avoir absorbé ou ruiné les petites centrales qui étaient susceptibles de lui faire concurrence, eut le véritable monopole de l'éclairage et de la force motrice à Moscou.

En 1896, elle avait émis pour 16 millions d'actions nouvelles, dont la majeure partie avait été acquise par des banques suisses; en 1898, un consortium de banques suisses et allemandes, ayant à sa tête la Société suisse d'Industrie électrique de Bâle, lui consent une avance de 21,3 millions de francs, remboursée en 1904 par une émission de 24 millions d'actions privilégiées. Enfin, en 1914, elle procède à une nouvelle augmentation de capital en émettant pour 26,6 millions de nouvelles actions. Les dividendes s'élèvent progressivement: de 5,8 % en 1904, ils passent à 8,675 % en 1913. Cette même année les recettes brutes atteignent 7 millions de roubles (18,6 millions de francs).

La guerre a donc trouvé la Société d'éclairage de 1886 dans une situation extrêmement florissante, mais, comme nous l'avons dit plus haut, les difficultés ont surgi pour elle du fait des hostilités, à cause de la nationalité douteuse de ses dirigeants, et en raison de l'extrême importance que présentent ses centrales pour les besoins de la défense nationale.

Il paraît bien établi, à l'heure actuelle, par diverses enquêtes, que malgré les protestations d'actionnaires se disant suisses, l'affaire est en majeure partie allemande, et qu'elle doit, par suite, subir la loi commune qui place sous séquestre les biens des nationaux ennemis. D'ailleurs, la dernière commission réunie à Pétersbourg pour statuer sur la question est allée plus loin dans cette voie en suggérant la liquidation de la Société de 1886. Mais le gouvernement n'a pas encore sanctionné cette proposition.

LE DÉVELOPPEMENT DE LA CENTRALE DE MOSCOU. — Importance actuelle de l'usine. — Les controverses que nous venons de rappeler brièvement n'ont eu d'ailleurs aucune influence sur le fonctionnement des usines de la Société. La centrale de Moscou a même pris, par suite de la guerre, une importance considérable. En effet, beaucoup d'usines utilisées pour l'armement et situées dans les régions envahies ont été transférées à Moscou où elles utilisent l'énergie électrique de la centrale pour assurer la marche de leurs machines. D'autre part, la population de la capitale russe s'est accrue, par suite de l'exode des populations de l'ouest, d'un million de réfugiés environ, et cet accroissement s'est traduit par une demande plus grande de l'énergie pour l'éclairage. Nous allons donc examiner, d'après une étude de M. Kirpitchnikoff parue dans l'*Electritchestvo*, quels sont les moyens dont dispose la centrale de Moscou pour faire face à ces besoins nouveaux, mais nous rappellerons au préalable les différentes transformations que l'usine a subies.

Ancienne station sur la Dmitrovka. — L'activité de la Société d'Éclairage électrique de 1886 commença à Moscou en avril 1887 par la conclusion, avec la municipalité de cette ville, d'un contrat qui donnait à la Société le droit de poser une canalisation électrique souterraine sous les voies publiques. Le tarif suivant fut établi: 5 kopeks (13,3 centimes) par hectowatt-heure pour les applications techniques et 6,5 kopeks (17 centimes) pour l'éclairage, avec un tarif décroissant pour un nombre d'heures d'utilisation supérieur à 600.