

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

Artikel: Signalisation et installations de sécurité
Autor: Desponds, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-55139>

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: 22.01.2025

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

Signalisation et installations de sécurité

par C. DESPONDS, ingénieur CFF,
chef de la section des installations de sécurité du
1^{er} arrondissement, à Lausanne.

656. 25

I. Introduction.

Ce qui caractérise les transports par rail ce sont la régularité et la sécurité, facteurs dépendant dans une très large mesure de la perfection des installations techniques.

Parmi ces dernières, la signalisation et les appareils d'enclenchement et de block jouent un rôle de premier plan et c'est ce qui explique pourquoi les Chemins de fer suisses et les C. F. F. en particulier ont été amenés à investir des sommes toujours plus importantes afin de perfectionner leurs installations de sécurité. Ces améliorations sont en outre dictées par l'augmentation de la vitesse des trains, d'une part, et la nécessité de retirer le rendement maximum des installations de voie existantes, d'autre part.

L'importance de ce dernier facteur est beaucoup plus grande qu'on ne pourrait le penser de prime abord. Diverses réalisations récentes, à l'étranger comme chez nous, ont montré qu'il était possible de renoncer à des extensions très coûteuses en équipant d'une manière judicieuse les lignes et les gares existantes (commande centralisée, block automatique, banalisation des doubles voies, postes à leviers d'itinéraire, etc.).

Les installations de sécurité modernes doivent satisfaire toutes les exigences de l'exploitation et assurer l'écoulement rapide du trafic. Leurs caractéristiques principales sont les suivantes :

a) Installations d'enclenchement :

1. La concentration sur un ou plusieurs appareils de faible encombrement des organes de commande des aiguilles et des signaux.

2. La réalisation entre ces organes de dépendances précises et complètes permettant de tracer rapidement des itinéraires rigoureux pour l'entrée et la sortie des trains, en éliminant toute fausse position d'aiguille.

Les dépendances doivent être établies de manière à permettre un nombre maximum de mouvements simultanés, en interdisant toutefois les mouvements dangereux pendant l'exécution d'un mouvement déterminé.

3. L'existence de dispositifs empêchant de recevoir un train sur un tronçon occupé par un ou plusieurs véhicules.

4. L'immobilisation des aiguilles occupées ou sur le point de l'être.

5. La possibilité de franchir sans réduction de vitesse les zones d'aiguillages les plus complexes des gares.

b) Installations de block :

1. Possibilité de régler rigoureusement la succession des trains de même sens en interdisant l'accès d'un tronçon occupé.

2. En voie unique, impossibilité d'expédier simultanément deux trains de sens contraire sur le même tronçon.

La présence des dispositifs que nous venons d'indiquer est évidemment d'autant plus nécessaire que la densité du trafic est plus élevée et la vitesse plus grande.

En Suisse, nous distinguerons quatre phases principales dans le développement des installations de sécurité : 1^o 1850-1895 ; 2^o 1895-1920 ; 3^o 1920-1935 ; 4^o 1935 à nos jours.

1. Période 1850-1895.

Durant cette période, les installations de sécurité sont quasi inexistantes. On trouve à l'entrée de certaines gares des signaux de protection constitués par des cibles tournantes à commande funiculaire. Aucun dispositif ne contrôle la

position des aiguilles, dont la manœuvre s'effectue à pied d'œuvre. Une sonnerie répète l'ouverture du signal.

Toutefois, en 1876 déjà, la Maison Hipp de Neuchâtel (aujourd'hui Favag) créait les premiers signaux électriques, dont un certain nombre sont encore en service aujourd'hui au 1^{er} et au III^e arrondissement ainsi que sur le réseau rhétique. Il s'agit de cibles tournantes actionnées par un contrepoids libéré par l'attraction de la palette d'un électroaimant.

Le commutateur de commande est complété par un voyant répéteur rouge en position d'arrêt et blanc en position d'ouverture. C'était là une innovation importante, particulièrement appréciée dans les régions de montagne où les fils de transmission mécaniques sont très exposés en hiver. Le point faible de ces signaux est l'insuffisance du moteur à contrepoids en cas de vent et la nécessité d'un remontage fréquent.

À la fin de cette période, quelques grandes gares furent dotées d'appareils centraux à manivelles pour la commande des signaux et des aiguilles principales. Aucun de ces appareils ne subsiste plus actuellement.

2. Période 1895-1920.

C'est à cette époque que furent créées la majeure partie des installations d'enclenchement mécaniques du réseau suisse. La plupart de ces appareils sont encore en service, sauf dans les gares où l'importance des extensions exécutées n'a pas permis de les maintenir. Parmi les installations les plus anciennes de la Suisse romande, citons celles d'Yverdon (1897), de Vevey, de Sion, de Sonceboz, de Glovelier ; celles des tronçons Yverdon-Neuchâtel et Palézieux-Fribourg, des lignes du Jura bernois, etc.

3. Période 1920-1935.

C'est la période d'électrification des lignes principales et de certaines lignes de montagne du réseau des C. F. F. À cette occasion, les installations de sécurité furent nettement améliorées, surtout en ce qui concerne les signaux :

- Les disques tournants furent partout remplacés par des sémaphores à une ou deux ailes, permettant de signaler correctement les entrées en voie directe et en déviation. De nombreux signaux avancés furent installés.
- Les gares furent dotées de signaux de sortie (sémaphores à une ou deux ailes) et de signaux de passage direct.
- Les aiguilles prises en pointe furent munies de verrous de lames, permettant de les franchir sans réduction de vitesse (contrôle individuel de chaque lame). Ces verrous remplaçaient les anciens verrous de contrôle autorisant le passage à la vitesse de 75 km seulement.

Sur les lignes à voie unique, les signaux furent dans la règle déplacés à gauche à l'occasion de l'électrification.

C'est durant cette période que furent installés les premiers postes d'enclenchement électriques : Göschenen (1921), Biemme (1923), Bellinzona (1924), Thoun (1925), Delémont (1928), Bâle (port fluvial), Fribourg, Chiasso, Coire, Winterthour, Ziegelbrücke, Bern-Weiermanshaus, Lugano, pour ne citer que les gares les plus importantes.

Précisons aussi que les signaux lumineux furent utilisés, pour la première fois, sur une large échelle dans les gares de Winterthour et de Coire, tandis que les autres gares précitées étaient équipées avec des signaux mécaniques munis de moteurs électriques.

4. Période 1935-1947.

Cette période est caractérisée par la modernisation intensive des installations de sécurité en vue de permettre l'augmentation de la vitesse des trains et l'accroissement de la densité du trafic.

Durant la dernière décennie, les gares ci-après ont été dotées d'installations de sécurité modernes : Brugg, Zurich, Neuchâtel, Berne, Wilerfeld, Soleure, Berthoud, Liestal, Morges.

etc. Ces gares sont toutes équipées en signalisation lumineuse.

Sur les lignes secondaires, les installations de sécurité étaient rudimentaires, sinon inexistantes. L'introduction de la traction électrique, qui entraînait le remplacement des lignes aériennes par des câbles, permit de réaliser dans d'excellentes conditions des installations d'enclenchement modernes dans un très grand nombre de petites stations. Citons en Suisse romande les stations des lignes Yverdon-Payerne et Payerne-Lyss ; ce sera ensuite le tour du tronçon Palézieux-Payerne.

Les installations de block ont été largement développées et l'équipement des lignes principales à voie unique a tout particulièrement retenu l'attention.

Un gros effort a été fait pour améliorer la signalisation des grandes lignes. Cet effort porta essentiellement sur le remplacement des signaux avancés mécaniques par des signaux avancés lumineux, opération qui procura deux avantages considérables :

- 1° possibilité de signaler la voie déviée suffisamment tôt, et
- 2° allègement de la commande à distance, d'où diminution des dérangements.

Enfin, on introduisit, en 1929, le dispositif Signum d'arrêt automatique des trains pour parer aux graves conséquences de l'observation des signaux. La pose de ce complément eut pour effet la généralisation de la signalisation lumineuse et le déplacement des signaux avancés en vue d'obtenir un chemin de freinage suffisant.

II. La signalisation moderne.

Les principes directeurs en matière de signalisation ferroviaire sont les suivants :

1. Les signaux doivent donner avant tout des indications de vitesse et non des indications de direction.
2. Les couleurs de nuit et des signaux lumineux de jour ont partout la même signification, soit :
rouge = arrêt ; vert = voie libre ; orangé = ralentissement.
3. Les feux blancs ne peuvent être employés aux signaux principaux pour indiquer la voie libre. Ils doivent être réservés aux signaux secondaires, notamment aux signaux de manœuvre.
4. La couleur d'arrêt pour les signaux secondaires est le violet, lorsqu'on se sert d'un feu unique.

Notre signalisation lumineuse actuelle applique intégralement ces principes. C'est ainsi que le mécanicien d'un rapide sait, lorsque les panneaux lumineux ne présentent que des feux verts, qu'il peut circuler à la vitesse maximum. La présentation de deux feux orangés horizontaux (image d'avertissement) annonce l'arrêt (un feu rouge) au signal suivant. La combinaison d'un feu orangé avec un ou plusieurs feux verts annonce un parcours sur voie déviée.

Les indications de vitesse prenant toujours plus d'importance, on a été amené à différencier les différentes déviations possibles. Les déviations sur aiguilles de construction normale, imposant la réduction de vitesse à 40 km, sont signalées par un feu vert et un feu orangé aussi bien au signal avancé qu'au signal principal. Les déviations sur aiguilles de construction spéciale, à lames longues et à grand rayon (fig. 1) sont par contre signalées de la manière suivante :

Signal avancé : deux feux verts et un feu orangé disposés en triangle.

Signal principal : deux feux verts superposés.

Un grand pas en avant a été fait ces dernières années pour assurer la protection des mouvements de manœuvre. Nous voulons parler de la création des nouveaux signaux de manœuvre lumineux, dont les images sont constituées par l'allumage de rangées de lampes blanches disposées sur un panneau noir carré.

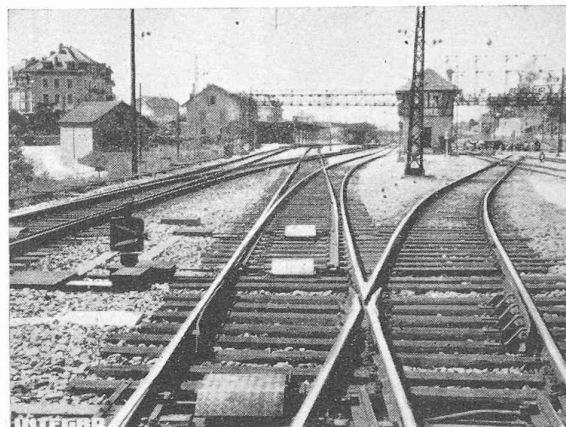


Fig. 1. — Gare de Renens : Aiguilles de grande bifurcation pour les lignes de Neuchâtel et de Vallorbe.

Une croix blanche verticale interdit à la manœuvre de dépasser le signal, tandis qu'une bande lumineuse oblique lui ordonne au contraire d'avancer. Une rangée horizontale de lampes blanches, image du signal de barrage, impose l'arrêt à tous les mouvements, trains ou manœuvres.

L'ordre de refouler est donné au moyen d'une rangée oblique de lampes vertes (cas des gares en cul-de-sac, Zurich, etc.).

Signalons enfin les signaux lumineux utilisés pour le débranchement des trains dans les grandes gares de triage. Ces signaux présentant des images semblables à celles dont nous venons de parler, il est superflu de s'y arrêter.

Précisons que la protection efficace des mouvements internes des gares importantes n'est possible qu'en munissant ces gares d'un nombre suffisant de signaux de manœuvre à caractère impératif.

III. Les installations d'enclenchement.

A. — Postes mécaniques.

Ces postes, encore en majorité sur le réseau suisse, tendent à disparaître progressivement à l'occasion des travaux d'extension des gares et de l'électrification des lignes. En effet, ils ne satisfont plus aux exigences d'une exploitation moderne et leur encombrement excessif entraîne presque toujours leur remplacement dès qu'il s'agit d'effectuer des transformations de quelque importance. Précisons que tous les appareils mécaniques installés en Suisse sont de provenance allemande. C'est dire que leur entretien pose actuellement des problèmes délicats et qu'il n'est possible de se procurer les pièces de rechange nécessaires qu'en tirant parti des anciens appareils.

Les premiers appareils centraux (fig. 5) comportent seulement des leviers pour la manœuvre des aiguilles et des manivelles pour la commande des signaux. Toute fermeture prématurée des signaux entraîne la libération prématurée des aiguilles avec les graves risques qui en découlent. Pour cette raison, la plupart des appareils mécaniques sont munis de leviers de parcours, dont le but est de fixer la position des aiguilles pour chaque itinéraire. Les signaux peuvent donc être refermés en tout temps sans que l'enclenchement des aiguilles soit modifié.

Le levier de parcours ne procure cependant une sécurité complète que s'il reste immobilisé même après la mise à l'arrêt du signal, sa libération ne se produisant que lorsque le train a franchi toutes les aiguilles du parcours. Cette condi-

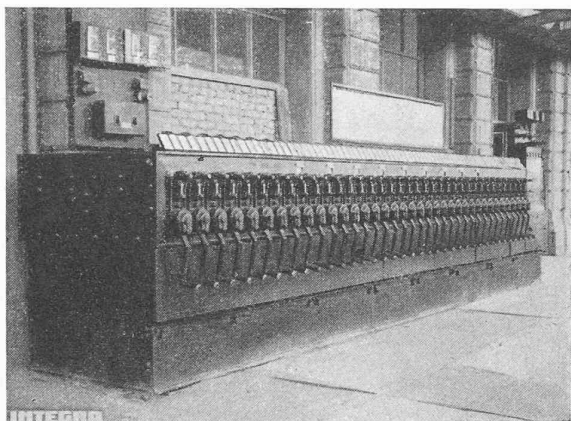


Fig. 5. — Ancien appareil central à manivelles, autrefois à Schaffhouse.

tion, réalisée dans tous les postes électriques et dans un petit nombre de postes mécaniques, se nomme enclenchement de transit. Pour les parcours de sortie, l'annulation du transit est réalisée automatiquement au moyen de sections de rails isolées, disposées à la pointe des aiguilles extrêmes. Après une entrée, le transit est par contre annulé par une touche particulière, que le chef de gare actionne dès que le train est arrivé sur sa voie de réception.

La commande des aiguilles se fait généralement par des transmissions funiculaires (fil d'acier de 5 mm), plus rarement par des transmissions rigides (tubes de 42 mm de diamètre). Les transmissions de signaux sont constituées par du fil d'acier de 4 mm.

Les aiguilles prises en pointe sont contrôlées de la manière suivante :

- a) par des verrous simples, conjugués avec la tringle de manœuvre de l'aiguille ; ou bien :
- b) par des verrous doubles, où la position de chaque lame est contrôlée par une tringle de verrouillage.

Le second dispositif, de beaucoup supérieur, est seul admis pour les aiguilles abordées à une vitesse supérieure à 75 km.

Les poulies de commande des verrous sont généralement insérées dans les transmissions des signaux d'entrée ou de sortie, mais certains appareils possèdent des leviers de verrou spéciaux enclenchés avec les parcours intéressés.

Les tolérances admises pour la position des lames d'ai-

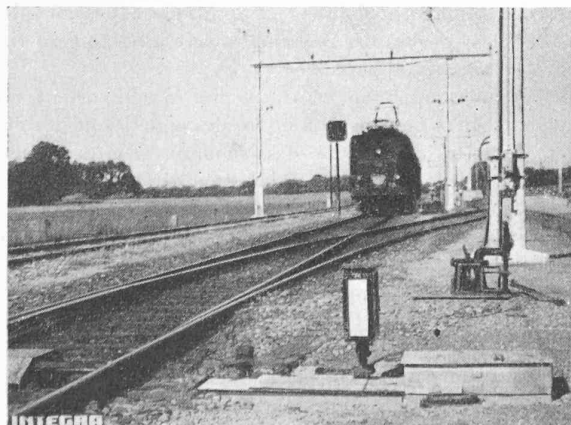


Fig. 4. — Moteur d'aiguille et signal avancé de sortie.

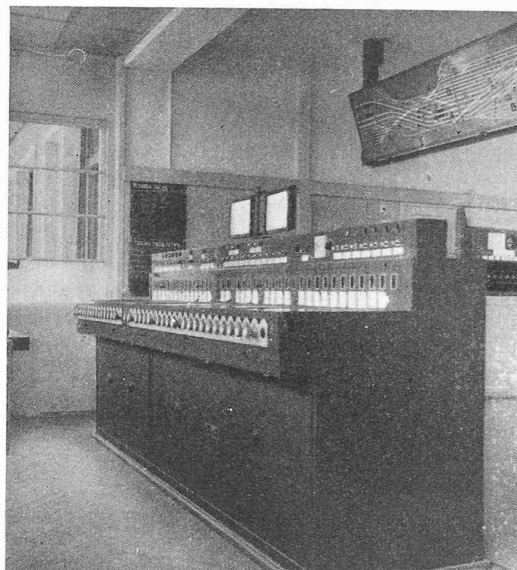


Fig. 2. — Poste directeur de Neuchâtel. Appareil Siemens classique.

gilles sont faibles. Un entrebâillement de plus de 2 mm de la lame appliquée contre le rail empêche déjà la mise à voie libre des signaux.

Les aiguilles des voies principales situées à plus de 100 m du poste de commande et prises en pointe par les trains sont immobilisées au moyen de pédales mécaniques de 12 m ou de rails isolés de 18 à 24 m. Les premiers de ces dispositifs, d'un réglage difficile et d'une longueur insuffisante pour certains véhicules, sont systématiquement éliminés au profit des seconds.

Il est possible de moderniser dans une certaine mesure les postes mécaniques en substituant des signaux lumineux aux signaux mécaniques. Comme ce remplacement exige presque toujours la pose de nouveaux câbles, les frais de l'opération sont relativement élevés et il faut examiner dans chaque cas s'il n'est pas préférable de remplacer toute l'installation. S'il ne s'agit que du remplacement des signaux avancés, on peut toujours tirer parti des câbles existants et le travail peut se faire économiquement, ce qui explique le grand nombre de signaux avancés lumineux déjà installés (fig. 4 et 13).

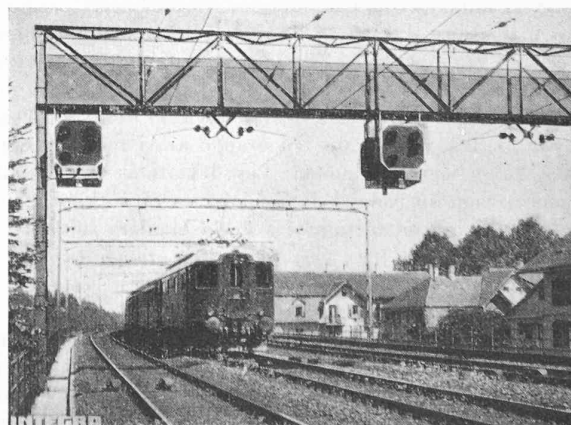


Fig. 13. — Signaux avancés d'entrée avec dispositif d'arrêt automatique.

B. — Postes électriques.

On trouve sur le réseau des C. F. F. quatre types d'appareils électriques :

1. Appareils système Siemens à un rang de leviers (classiques).
2. Appareils système Siemens à quatre rangs de leviers (grandes gares).
3. Appareils système Integra (Wallisellen) à un rang de leviers.
4. Appareils système Orenstein et Koppel (O. K.) à un rang de leviers.

1. Appareils Siemens classiques.

Ce type d'appareil, très utilisé aussi en Europe centrale, était l'appareil le plus répandu avant la guerre. Il porte des leviers d'aiguille (bleus), des leviers de parcours (verts) et des leviers de signaux (rouges) dont les axes horizontaux sont profilés pour permettre la réalisation des enclenchements mécaniques, visibles à la partie antérieure de l'appareil, derrière le couvercle vitré de la caisse des règles. L'appareil a l'aspect d'un pupitre. Au-dessus de chaque levier se trouvent les voyants permettant de contrôler les opérations (fig. 2).

Le levier d'aiguille possède un voyant blanc de concordance. A chaque manœuvre de l'aiguille, le voyant passe au rouge et une sonnerie tinte jusqu'à ce que la position de l'aiguille corresponde à celle de son levier. En d'autres termes, le voyant blanc présenté signifie que le courant de contrôle circule ; le voyant rouge, que ce courant est interrompu.

Le levier de parcours possède deux verrous d'immobilisation, l'un pour la manœuvre à gauche et l'autre pour la manœuvre à droite. Le voyant bleu signifie que le levier est bloqué (normal ou renversé) et le voyant blanc qu'il est libre.

Le levier de signal possède un cran-parcours (rotation à 45°) et un cran-signal (rotation à 90°). A chacun de ces crans correspond un électro-verrou et un voyant particulier.

Ces deux verrous totalisent toutes les conditions exigées pour l'ouverture des signaux, soit : aiguilles en position correcte et contrôlées, parcours préparé, voie inoccupée, etc.

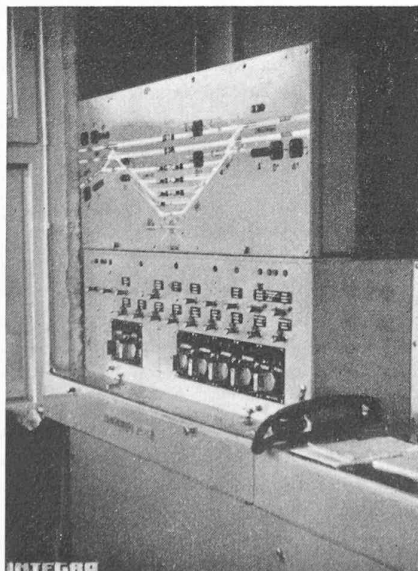


Fig. 3. — Poste directeur de Palézieux.
Appareil électrique système Integra/Wallisellen.

Tous les contacts et tous les relais ainsi que les têtes de câbles sont logés dans le pupitre même.

2. Appareils Siemens à quatre rangs de leviers.

Ces appareils n'entrent en considération que pour les grandes gares. On les trouve à Zurich, Neuchâtel, Berne et Bâle (cinq appareils de ce type).

Il s'agit d'appareils à deux étages : l'étage supérieur est celui du pupitre de commande et des enclenchements mécaniques. A l'étage inférieur se trouvent les relais, les contacts de leviers et les boîtes d'extrémité de câbles. Cette disposition permet de concentrer trente-deux leviers (4 × 8) sur un élément de pupitre de 0,90 m alors que l'appareil classique, de capacité égale, a une longueur triple. L'entretien est grandement facilité puisque tous les organes électriques essentiels sont accessibles sans déranger l'agent de service.

Les voyants sont remplacés par des lampes ayant une fonction semblable. Les leviers, analogues à ceux des appareils classiques, sont à axe vertical en sorte que l'appareil a l'aspect d'une table surmontée d'une galerie portant les organes accessoires (touches, lampes, commutateurs divers, indicateurs de voies, etc.).

Les postes équipés de cette manière permettent de commander des zones étendues, où la signalisation est très complète et où l'on a fait un large emploi des circuits de voie (voir ch. IV). Tous les appareils de ce type sont conjugués avec un tableau de voies lumineux.

3. Appareils Integra (Wallisellen).

Ces appareils, de construction suisse, ont été créés en 1940 et appliqués tout d'abord aux gares de la ligne du Brünig. Ils sont caractérisés par leur faible encombrement et par l'absence de leviers de parcours. Ces organes sont remplacés par des touches de sélection de voies en liaison avec des relais dépendant à la fois des touches précitées et des leviers de signaux.

De plus, les appareils Integra ne comportent aucun enclenchement mécanique : toutes les dépendances sont réalisées électriquement et les leviers sont munis à cet effet d'électro-verrous d'immobilisation empêchant toute manœuvre intempestive des aiguilles ou des signaux.

L'appareil a la forme d'un pupitre. Les leviers, à axe horizontal, possèdent des lampes de contrôle disposées comme suit :

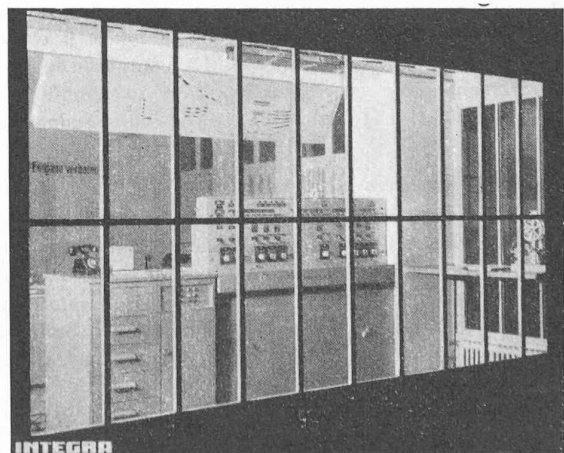


Fig. 6. — Poste directeur de Schaffhouse.
(Appareil Integra.)

Leviers d'aiguilles :

à gauche, une lampe blanche de déblocage s'allumant lorsqu'on appuie sur le levier, si ce dernier n'est pas enclenché. A droite, la lampe blanche de concordance (circuit de contrôle).

Leviers de signaux :

à gauche, une lampe blanche pour le cran-aiguilles, et à droite une lampe verte pour le cran-signal.

L'emploi des touches de sélection de voies permet de limiter à deux seulement le nombre de leviers de signaux dans une station en voie unique ayant un nombre de voies quelconque : chacun des leviers commande le signal d'entrée et le signal de sortie d'un des côtés de la station. La rotation (90° à gauche ou à droite) s'effectue dans le sens de marche des trains.

Pour les petites stations des lignes secondaires récemment électrifiées, on a pu se contenter d'appareils à dix ou à quinze leviers, dont la longueur n'est que de 1,14 m respectivement 1,61 m et la largeur de 0,45 m y compris l'armoire à relais accolée derrière l'appareil. Cet encombrement très réduit a permis de placer les appareils dans les bureaux, à portée immédiate du chef de gare.

Lorsqu'on désire appliquer l'appareil contre la façade de la gare, les relais peuvent être placés dans un autre local ou dans une armoire indépendante.

Les touches sont disposées au-dessus des leviers. L'appareil est toujours surmonté d'un tableau de voies lumineux servant à la répétition des signaux, au contrôle des parcours établis (petits transparents blancs sur les voies intéressées), au contrôle de l'état libre ou occupé des voies principales, de l'occupation des aiguilles isolées, à celui de la fermeture des barrières, etc. Dans la partie supérieure du tableau on a logé les instruments de mesure indiquant la présence des divers courants utilisés.

Il existe en Suisse plus de cent appareils de ce type. Citons en Suisse romande ceux de Payerne, Palézieux, Yvonand, Estavayer, Avenches, etc.

La figure 3 représente l'appareil du poste directeur de Palézieux. Les six leviers de gauche remplacent les douze manivelles de l'appareil mécanique démolé. Ces leviers servent non seulement à réaliser la concordance avec ceux du poste d'aiguilleur, mais permettent la manœuvre directe des signaux. Relevons que la sélection des parcours est géographique, les touches étant disposées sur chacune des voies en cause du tableau lumineux.

La figure 4 montre un moteur d'aiguille de la gare d'Avenches avec le canal recouvrant la tringle de commande et celle de la lanterne. L'appareil de la figure 6 est celui du poste directeur de Schaffhouse. La comparaison de son encombrement avec celui de l'appareil mécanique de la figure 5, auquel il a été substitué, se passe de commentaires.

4. Appareils Orenstein et Koppel (O. K.).

Pour être complet, il faut mentionner aussi ce type d'appareil, installé dans quelques gares d'une certaine importance : Chiasso, Coire, Fribourg, Zollikofen, etc. Il s'agit d'appareils allemands, dérivés du type A. E. G., où les organes mécaniques sont très développés, ce qui augmente l'encombrement des leviers et rend l'entretien plus délicat. Les caractéristiques de ces appareils sont :

1. La combinaison électro-mécanique d'un levier de parcours et de deux leviers de signaux, servant à établir deux parcours et à manœuvrer le ou les signaux intéressés.
2. Le contrôle séparé de la position droite et de la position déviée des aiguilles, grâce à deux voyants juxtaposés.

IV. Les circuits de voie (C.V.).

Nous abordons là un des éléments les plus importants de la technique ferroviaire actuelle, car aucune installation de sécurité moderne ne se conçoit plus sans circuits de voie.

Ce sont, comme on le sait, des circuits électriques à courant faibles utilisant les rails de la voie comme conducteurs, en vue d'obtenir :

1. Le contrôle permanent de l'état libre ou occupé d'un tronçon de voie ou d'une aiguille.
2. L'immobilisation automatique d'une aiguille occupée ou dont un véhicule s'approche.
3. L'enclenchement à l'arrêt d'un signal donnant accès à un tronçon occupé.

Les deux files de rails devant être isolées l'une de l'autre, il est indispensable que la voie à équiper soit posée sur traverses en bois. Lorsqu'il s'agit de tronçons de faible longueur, on peut maintenir les traverses en fer, à condition d'isoler un des rails en interposant des selles isolantes sous le patin et des taquets isolants sous les plaques de serrage (voies 4 et 6 de la gare de Lausanne par exemple).

Le problème diffère selon le genre du courant de traction : Si ce courant est continu (Chemins de fer français et italiens) les C. V. sont nécessairement à courant alternatif. Si au contraire le courant de traction est alternatif, on utilise ou bien des C. V. à courant continu, ou bien des C. V. à courant alternatif dont la fréquence est supérieure à celle du courant de traction. Cette dernière solution nécessite la pose de connexions inductives (impédances) aux extrémités des C. V. afin de laisser passer le courant de traction et d'empêcher le passage du courant de signalisation d'un C. V. au C. V. voisin.

En Suisse, on a adopté les C. V. à courant continu, avec isolation d'une seule file de rails, l'autre étant nécessaire au retour du courant de traction. La figure 7 montre le montage classique de la source de courant et du relais de voie ainsi que l'action de ce dernier sur le verrou d'immobilisation et les lampes de contrôle. On conçoit aisément que tout véhicule ou essieu occupant en un point quelconque le tronçon isolé met en court-circuit la source de courant et le relais de voie, d'où désexcitation forcée de ce relais.

La tension normalement utilisée, fournie par une batterie chargée en tampon, est de 12 volts. Les relais de voie peuvent être des relais de signalisation ordinaires lorsque la longueur des C. V. ne dépasse pas quelques dizaines de mètres. Pour les C. V. de plus de 100 m on se sert exclusivement de relais spéciaux blindés dont les caractéristiques sont soigneusement étudiées pour tenir compte des variations de l'isolement de la voie (fig. 8).

L'application des C. V. s'impose chaque fois que les mauvaises conditions de visibilité ou l'absence de moyens d'entente peuvent être la cause d'incidents graves, par exemple dans les cas suivants : Vérification de l'inoccupation de zones invisibles depuis le poste (exemple Neuchâtel, côté Yverdon) ou contrôle du dégagement du signal limite de garage en queue d'un train (stations de croisement en voie unique).

Dans les grandes gares, où les manœuvres sont intenses et où un déraillement est susceptible de provoquer de graves perturbations du trafic, la généralisation de l'emploi des C. V. est devenue une impérieuse nécessité. Il ne faut, en effet, pas perdre de vue que les aiguilles ne sont pas enclenchées avec les signaux de manœuvre, mais seulement avec les signaux réglant la circulation des trains. En l'absence de C. V., on s'expose donc à tourner une aiguille sous un véhicule ; on risque aussi une prise en écharpe, une aiguille pouvant être

manœuvrée sans que son signal limite de garage ait été dégagé par les véhicules précédents.

La figure 9 montre une aiguille simple isolée à gauche. On remarquera les fourrures isolantes du bras de calage, de la tringle de contrôle de lame et de la barre d'écartement.

Les tableaux de voie lumineux sont le corollaire indis-

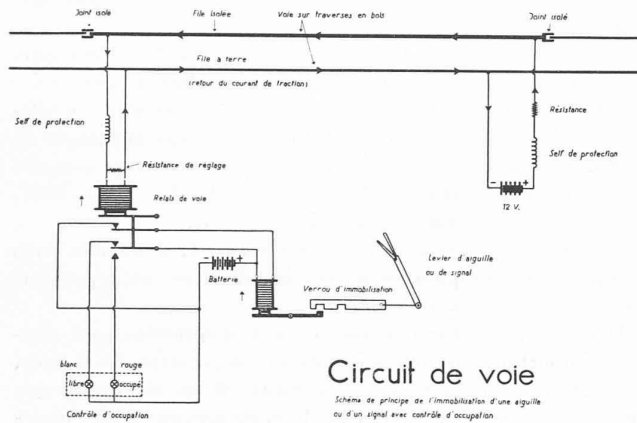


Fig. 7. — Circuit de voie

Fig. 8.
Relais de voie
blindés.
(Poste 1 de
Neuchâtel.)

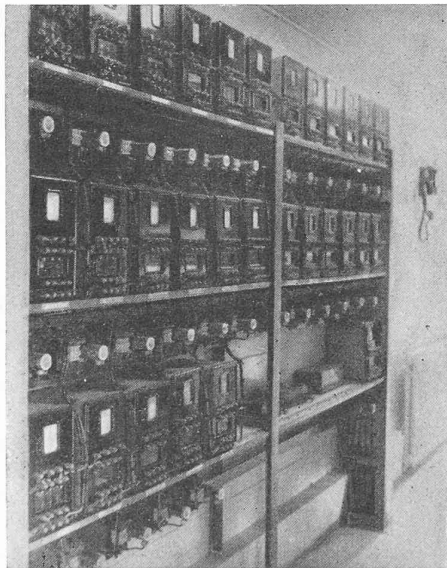
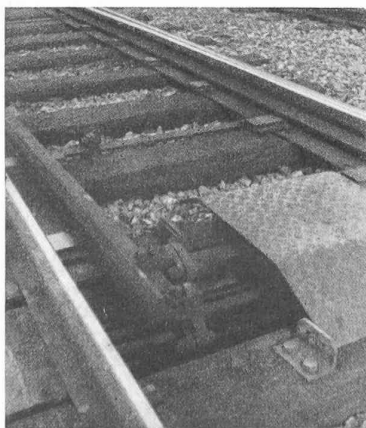


Fig. 9.
Aiguille simple
isolée à gauche.



pensable des zones isolées afin que l'agent du poste puisse constamment vérifier l'état des voies. On se contente généralement de contrôler l'état occupé : il y a une lampe jaune par C. V. d'aiguille, s'allumant dès que l'aiguille ou sa section de protection est occupée. Pour le contrôle des voies de gare, il est prévu une lampe blanche et une lampe rouge par voie. Des flèches lumineuses blanches et rouges répètent l'état libre ou occupé des sections de block.

Chaque levier d'aiguille isolée possède en outre une lampe blanche conjuguée avec son verrou d'immobilisation : si l'aiguille est libre (C. V. inoccupé) le verrou s'excite et la lampe s'allume dès qu'on presse le levier, ce qui permet de renverser ce dernier. Ce même verrou électrique est utilisé pour obtenir l'enclenchement de l'aiguille pour l'entrée ou la sortie des trains dans le cas d'appareils sans dépendances mécaniques (voir ch. III, B 3).

En cas d'avarie aux C. V., on fait usage de dispositifs d'annulation plombés ou munis de compteurs.

V. Les installations de block.

Le block de ligne manuel ou automatique a pour but de régler d'une manière absolue la succession des trains entre les gares. Sur les lignes à double voie, ce résultat est obtenu en immobilisant à l'arrêt le signal de sortie d'une gare jusqu'à ce que le train ait atteint la gare suivante et se trouve sous la protection du signal d'entrée de cette dernière gare. Lorsque ces conditions sont remplies, il est possible d'envoyer un deuxième train sur la ligne.

Sur les lignes à voie unique, les conditions sont aggravées puisqu'il faut non seulement régler la succession des convois, mais empêcher d'envoyer deux trains à la rencontre l'un de l'autre. Mais revenons au cas d'une ligne en double voie :

En block manuel, on utilise des dispositifs électriques nommés jeux de block, chargés d'établir les dépendances avec les signaux intéressés. Ces signaux peuvent être mécaniques ou lumineux.

L'appareillage est tel que le signal de sortie peut être mis à voie libre une seule fois et que les agents sont matériellement obligés d'effectuer les opérations de blocage, puis de déblocage avant que le signal puisse être ouvert à nouveau. Pour augmenter la sécurité, le train opère la fermeture du signal de sortie et se couvre ainsi lui-même automatiquement.

Certains réseaux étrangers (S. N. C. F. par exemple) ont adopté le block permissif, système où les trains peuvent entrer sous certaines conditions dans une section encore occupée. En Suisse, on préfère s'en tenir au block absolu.

Sur les tronçons très chargés, aux abords des grandes gares, la densité du trafic exige une augmentation importante du débit des lignes et l'on a recours au block automatique (B. A.). Les lignes sont alors divisées en tronçons ou sections de block de longueur sensiblement égale, à l'entrée desquelles on place un signal de block. C'est ainsi que la ligne Zurich-Oerlikon comprend cinq sections de block et la ligne Lausanne-Renens deux sections. Comme il s'agit de lignes à double voie, il faut multiplier ces chiffres par deux pour obtenir le nombre maximum de trains pouvant circuler simultanément entre les gares précitées. Le B. A. peut être réalisé de deux manières différentes :

1. Au moyen des circuits de voie.
2. Au moyen de compteurs d'essieux.

Le premier système, préférable au second, n'est réalisable que si la voie est posée sur traverses en bois. On est forcé de recourir au second dans le cas de traverses métalliques et dans les longs tunnels.

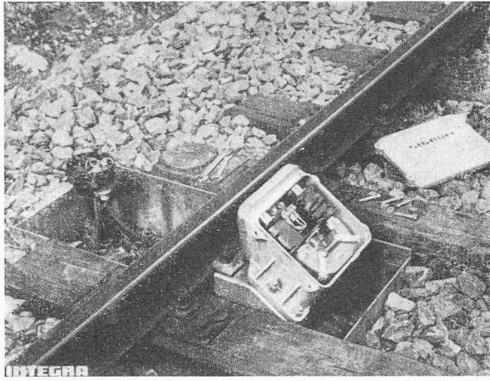


Fig. 10. — Pédale électro-magnétique pour le comptage des essieux.

Les deux procédés permettent de contrôler si la voie est libre, ce qui est la condition essentielle. Il en existe une deuxième, qui est ce que l'on appelle la condition de block ou enclenchement de continuité: cet enclenchement rend les signaux de block consécutifs solidaires les uns des autres, de telle manière que le signal donnant accès à une section ne puisse pas être mis à voie libre si le train occupant la section suivante n'est pas couvert par le signal protégeant cette dernière.

Le fonctionnement des C. V. a été décrit au chapitre IV, ce qui nous dispense d'allonger.

Le comptage des essieux, comme son nom l'indique, consiste à compter les essieux à l'entrée et à la sortie de la voie parcourue par le train. Si le comptage donne le même résultat aux deux endroits, on en conclut que la voie est libre.

Les compteurs utilisés sont des compteurs électriques actionnés par des pédales électro-magnétiques (fig. 10). Le passage des roues au voisinage de la pédale produit une variation du champ magnétique donnant naissance à un courant induit suffisant pour actionner un relais très sensible. Ce relais transmet au compteur les impulsions qu'il reçoit. On peut ainsi enregistrer le passage de chaque essieu, même si la vitesse est très élevée (140 km à l'heure).

L'appareillage est notablement plus compliqué et délicat que dans le cas des C. V. mais fonctionne néanmoins d'une manière satisfaisante.

Le B. A. Lausanne-Renens, dont la disposition est représentée sur la figure 11, fonctionne avec des compteurs d'essieux dans le sens de Lausanne à Renens et avec des C. V. dans le sens opposé. Le poste de block de Malley étant entièrement automatique, les gares de Lausanne et de Renens sont ainsi en mesure d'expédier des trains à moins de trois minutes d'intervalle, ce qui a permis d'améliorer sensiblement l'écoulement du trafic et a grandement facilité l'établissement de l'horaire. Il en est résulté aussi des économies de personnel.

Le complément du B. A. entre Lausanne et Renens a été la pose en 1941 de deux aiguilles spéciales (fig. 1) en gare de Renens pour permettre le passage à grande vitesse des trains des lignes de Neuchâtel et de Vallorbe. Ces trains,

qui passaient à 40 km/h, franchissent maintenant cette gare en déviation à la vitesse de 90 km/h. Il s'agit là d'un cas unique en Suisse dans une gare de cette importance. Ces améliorations ont eu d'heureuses répercussions sur la circulation des trains, outre les économies de courant et de freinage réalisées. Le tracé de la ligne de Lausanne à Genève a également pu être amélioré à cette occasion, de sorte que les trains rapides de cette ligne franchissent maintenant Renens à 115 km/h.

Le tunnel du Gothard est équipé avec un B. A. à compteurs d'essieux mis en service en 1946. Cette installation, construite par la Société Integra, est en relation intime avec la télécommande des aiguilles de la station de signaux aménagée au milieu du tunnel. Elle a fait l'objet d'un article très complet paru dans la *Schweizerische Bauzeitung* (n° 12, du 22 mars 1947) et nous en reparlerons au chapitre suivant.

Signalons qu'il est prévu de créer un B. A. semblable dans le tunnel du Simplon, dont les installations ne répondent plus aux exigences actuelles.

Dans les longs tunnels, les travaux d'entretien sont toujours importants, qu'il s'agisse de la maçonnerie, de la voie, des lignes de contact ou des signaux. Il en résulte qu'une des voies est fréquemment mise hors de service, d'où l'impérieuse nécessité de disposer d'une installation de block instantanément commutable en cas d'exploitation en voie unique sur l'une ou l'autre voie. Une telle installation doit même permettre de circuler en voie unique dans une moitié du tunnel et en double voie dans l'autre, pour faire face aux pointes de trafic (cas du Gothard).

VI. La commande centralisée (C. C.).

Lorsqu'il s'agit de commander des aiguilles ou des signaux à plusieurs kilomètres d'un poste, le problème présente un aspect particulier, car on ne dispose généralement pas d'un grand nombre de conducteurs dans les câbles.

On procède alors de la manière suivante :

On installe à pied d'œuvre un poste complet avec tous les relais et enclenchements usuels. Les organes de ce poste sont télécommandés au moyen d'impulsions codées, dont la transmission est contrôlée automatiquement. Le matériel utilisé en téléphonie automatique convient parfaitement pour cet usage et une ligne à deux fils suffit pour transmettre plusieurs dizaines d'ordres, commandes ou contrôles. Précisons qu'il est indispensable que les lignes soient équipées en B. A. avec aiguilles isolées.

En Suisse, il existe actuellement une seule installation de ce genre, celle de la station du tunnel du Gothard. Une deuxième installation, celle de la commande à distance de la bifurcation de Montilier, est en voie de réalisation.

Lorsque le nombre des conducteurs le permet, comme dans les deux cas cités, on s'efforce toutefois de commander les aiguilles et les signaux au moyen de circuits indépendants.

L'installation de Lucerne-Sentimatt-Fluhmühle, commandant les bifurcations à la sortie de la gare de Lucerne, doit aussi être mentionnée ici bien que la commande à distance des aiguilles et signaux y soit opérée à l'aide de circuits spécialisés.

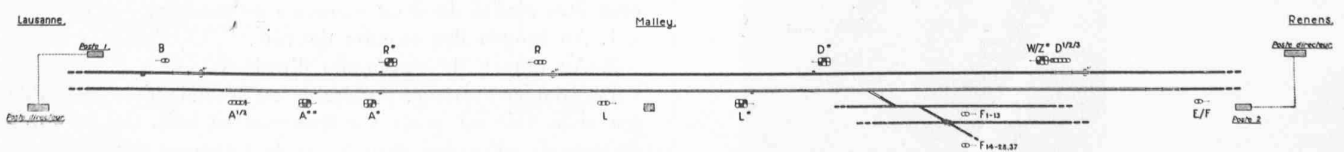


Fig. 11. — Schéma du block automatique Lausanne-Renens.

En France, le problème de la C. C. est à l'ordre du jour. L'équipement du tronçon Saint-Lazare-Houilles/Sartrouville de la grande artère Paris-Le Havre, réalisé peu avant la guerre, a démontré clairement l'excellence de ce système.

Le tronçon Saint-Florentin-Dijon, long de 140 km, de la ligne Paris-Dijon, sera prochainement muni de la C. C. Tout le trafic sera alors réglé par le dispatcher (régulateur) de Dijon. Comme la ligne est à deux voies seulement et que des batteries (groupes) de trains rapides de même sens sont concentrés à certaines heures, la S. N. C. F. a prévu la banalisation de la double voie, soit la possibilité d'affecter les deux voies aux trains d'une même direction.

La signalisation sera prévue en conséquence et les commutations correspondant aux diverses possibilités d'exploitation s'effectueront à l'aide de la C. C. Il s'agit là, comme on le voit, d'un programme hardi et il faut s'attendre, en Suisse également, à un développement important de la C. C., système procurant des économies de personnel et une augmentation de rendement évidente.

VII. Le dispositif d'arrêt automatique des trains.

La signalisation la plus parfaite ne procure qu'une sécurité illusoire en cas de défaillance des agents chargés d'observer les signaux.

On se souvient du grave accident survenu dans le tunnel du Gütsch, à Lucerne, en décembre 1932, accident dû à l'inobservation d'un signal d'arrêt. Cet accident conduisit à l'introduction successive d'appareils d'arrêt automatique sur toutes les lignes électrifiées des C. F. F. Rappelons qu'un signal principal, couvrant un point dangereux, est toujours précédé d'un signal avancé placé à une distance de 500 à 800 m du premier. Cette distance correspond au chemin de freinage nécessaire dans les cas les plus défavorables (trains rapides et longs trains de marchandises). Le dispositif d'arrêt automatique doit donc être placé à proximité du signal avancé, de manière à provoquer l'arrêt complet avant le signal principal.

Le programme d'exécution des travaux prévoit 2 étapes :

1. Equipement des signaux avancés des signaux d'entrée et des signaux des postes de block.
2. Equipement des signaux de sortie, des signaux de passage et des signaux avancés de sortie des lignes principales. La première étape est entièrement réalisée. Sur les lignes en cours d'électrification, les signaux avancés d'entrée sont immédiatement équipés en vue de l'arrêt automatique. La deuxième étape est en cours d'exécution, et la plupart des lignes principales à voie unique sont déjà équipées; celles à double voie vont l'être sous peu.

Le choix des dirigeants de notre réseau national s'est porté sur le dispositif Signum, créé en 1929 et soumis durant plusieurs années à des essais très sévères, en particulier sur la ligne Berne-Thoune. Avant de décrire le dispositif Signum, rappelons que les appareils d'arrêt automatique comportent toujours deux éléments: un élément dans la voie, en relation avec le signal dont on veut contrôler la position, et un élément sur la locomotive, qui enregistre l'indication transmise. La liaison entre ces deux éléments peut se faire avec ou sans contact direct.

Dans les systèmes à contact direct, ce dernier peut être mécanique (système Koffler) ou électrique (« crocodile » français). Les systèmes sans contact sont basés sur l'induction (appareils électro-magnétiques) ou utilisent des cellules photo-électriques (appareils Bäseler). Lorsque la vitesse est élevée (80 km et plus), l'expérience a prouvé que les systèmes à contact sont nettement inférieurs aux autres et n'offrent pas un degré de sécurité satisfaisant (avaries à craindre par suite de chocs, formation de glace en hiver, etc.).

Les facteurs qui doivent être pris en considération lors du choix d'un système sont: la garantie de fonctionnement à toutes les vitesses; la robustesse de l'appareillage et son encombrement minimum; l'insensibilité aux trépidations des véhicules et de la voie; les frais d'installation et d'entretien et, enfin, la facilité de surveillance des appareils placés sur les véhicules moteurs.

Le système Signum résout le problème d'une manière excellente. Il présente notamment le très grand avantage de ne nécessiter aucune source de courant au voisinage des signaux à contrôler (contrairement au crocodile, par exemple).

Le dispositif Signum comporte :

- a) au signal, deux électro-aimants allongés, placés l'un à gauche du rail dans le sens de la marche et l'autre dans l'axe de la voie. Ces électro-aimants sont connectés en série et reliés à un contact au signal, contact agencé de manière à mettre les deux enroulements en court-circuit lorsque le signal est ouvert;
- b) sur le véhicule moteur, deux électro-aimants suspendus au châssis et venant se superposer exactement aux électro-aimants des signaux, à une distance normale de 80 mm de ces derniers.

Le système fonctionne comme suit: l'électro-aimant placé dans l'axe de la locomotive est relié en permanence à une batterie d'accumulateurs; il porte le nom d'aimant excitateur et sert à influencer l'aimant central de la voie. Si le signal est fermé, l'aimant de voie extérieur reçoit l'impulsion et la retransmet à l'électro-aimant extérieur de la locomotive ou aimant récepteur. L'enroulement de ce dernier est relié à un relais très sensible, le relais récepteur. C'est à ce dernier relais qu'incombe la mission de provoquer l'action désirée.

La figure 12 montre la position respective des aimants au moment du passage d'une locomotive et la figure 13 les aimants de voie des signaux avancés de Bern-Wilerfeld.

Pratiquement, l'effet du dispositif Signum se traduit de la manière suivante :

A environ 15 m. au delà du signal fermé, un bourdon retentit dans la cabine du mécanicien; après un parcours de 50 à 60 m, l'interrupteur principal est déclenché, coupant le courant moteur. A 100 m du signal, soit après dix secondes au maximum, le freinage rapide est mis automatiquement en action. Précisons que le dispositif fonctionne à partir d'une vitesse de 5 km/h et que son déclenchement est enregistré sur la bande du tachygraphe.

Il est évident que l'action brutale de frein chaque fois que le train franchit un signal avancé fermé n'est nullement désirable, aussi le mécanicien a-t-il la possibilité de paralyser le dispositif au moyen d'un bouton de vigilance. Après constatation de la position fermée du signal, le mécanicien

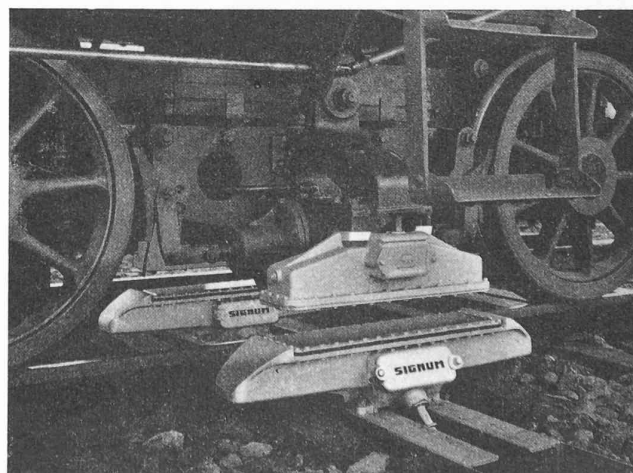


Fig. 12. — Dispositif Signum pour l'arrêt automatique: Aimants de voie et aimant récepteur de la locomotive.

actionne le bouton précité et freine normalement son convoi pour l'arrêter sûrement avant le point dangereux.

Ajoutons que le dispositif Signum est applicable très facilement aux signaux de ralentissement couvrant les chantiers de réfection de la voie ou des ouvrages d'art. Il suffit de fixer au rail de gauche dans le sens de la marche un aimant permanent transportable au voisinage du signal avancé de ralentissement. Cet aimant engendre directement un courant induit dans l'aimant récepteur des véhicules moteurs et déclenche le fonctionnement des appareils comme il a été dit plus haut.

Le dispositif d'arrêt automatique installé sur les véhicules moteurs est en liaison étroite avec le dispositif de l'« homme mort », chargé d'arrêter un convoi en un point quelconque en cas de défaillance du mécanicien.

VIII. Tendances actuelles.

Il est certain que l'évolution des installations de sécurité est loin d'être terminée et qu'il est possible de les perfectionner encore en les adaptant toujours mieux au développement du trafic. On observe actuellement la tendance à donner à l'Exploitation des facilités maxima, en réduisant au strict minimum le nombre des manipulations. Cette conception conduit à l'introduction des postes à leviers d'itinéraire, déjà très répandus en France et en Angleterre (en Suisse, une seule gare : Weesen). A l'encontre des postes à leviers individuels, où chaque aiguille possède son levier, les postes à leviers d'itinéraire ne comportent qu'un petit nombre de leviers dont chacun commande un parcours déterminé, y compris les aiguilles et les signaux qui en dépendent.

Ce système présente le grand avantage de procurer la même sécurité à tous les mouvements, qu'il s'agisse de trains ou de manœuvres de gare. Il conduit évidemment à augmenter sensiblement le nombre des signaux de manœuvre, mais il faut souligner que la nécessité de cette augmentation apparaît chaque jour davantage dans nos grandes gares. Il sera par contre possible de supprimer les lanternes de position d'aiguilles, car les mécaniciens s'occuperont exclusivement des indications données par les signaux d'itinéraires. C'est dire que la responsabilité des agents des postes d'aiguillage sera accrue et la tâche des chefs de manœuvre facilitée. Dans les postes à leviers d'itinéraire, l'isolation des aiguilles est de rigueur.

En Suisse, ce système pourrait être appliqué avec succès aux grandes gares et à certaines gares de passage. Si les manœuvres de gare sont importantes, il faudra fractionner suffisamment les itinéraires afin de conserver toute la souplesse désirable.

Une autre innovation est l'introduction de tables d'enclenchement géographiques : Il s'agit d'appareils en forme de pupitre incliné, sur lequel les voies sont représentées schématiquement. Les organes de commande sont des leviers en miniature ou des boutons disposés à l'emplacement des aiguilles et signaux correspondants.

La disposition géographique présente le maximum de clarté et permet d'éviter la majeure partie des erreurs de manipulation ; elle est donc particulièrement indiquée si les aiguilles ne sont pas isolées.

Les appareils de ce type sont nécessairement « à leviers libres », la pose d'électro-verrous présentant en pareil cas des difficultés sérieuses. Ce sont donc des postes « tout relais », sans dépendances mécaniques.

En ce qui concerne le block, on déploie actuellement de grands efforts pour équiper les lignes principales à voie

unique, la construction des doubles voies risquant de se faire attendre assez longtemps encore.

De plus, on s'efforce d'améliorer l'appareillage, ce qui a conduit les constructeurs suisses à étudier des appareils différant totalement du block Siemens usuel à courant alternatif. Les essais en cours feront sans doute faire un important pas en avant à cette question.

La construction de la gare de la Praille et sa jonction aux réseaux suisse et français va poser prochainement un intéressant problème de commande centralisée. Ce sera aussi l'occasion de doter la gare de Genève-Cornavin de postes électriques modernes, en remplacement des installations rudimentaires actuelles.

Nous voudrions, en terminant, relever que les compagnies privées ont elles aussi compris l'intérêt que présentent les installations de sécurité modernes. Un grand nombre d'entre elles ont généralisé l'emploi des signaux lumineux et équipé plusieurs de leurs gares avec des postes électriques.

Si le coût des installations de sécurité peut paraître élevé à première vue, il faut se dire qu'elles permettent d'éviter la perte de vies humaines et la destruction d'un matériel de valeur. Au début de cet article, nous avons attiré l'attention sur le rôle des installations de sécurité, instruments indispensables d'une exploitation rationnelle. Les économies qu'elles procurent sont parfois invisibles, mais n'en sont pas moins réelles.

Il faut enfin considérer le côté psychologique de la question et veiller à ne pas laisser ravir au chemin de fer sa réputation de moyen de transport le plus sûr, car le public n'admettrait pas que l'accroissement du nombre de trains et la réduction des temps de parcours aient lieu au détriment de la sécurité.

Lausanne, le 31 mai 1947.

Gare de Lausanne-Sébeillon

par F. CHENAUX, ingénieur,
directeur du 1^{er} arrondissement des Chemins de fer fédéraux.

656. 212 (494)

La ville de Lausanne est desservie par trois gares aux marchandises à voie normale :

la gare centrale des C. F. F.,

la gare du Flon, appartenant au chemin de fer Lausanne-Ouchy,

la gare auxiliaire de Sébeillon, propriété de la Commune de Lausanne.

La gare centrale de Lausanne et la gare du Flon sont ouvertes à tous les services de marchandises ; la gare auxiliaire de Sébeillon n'est ouverte qu'au service des marchandises petite vitesse par wagons complets.

Lorsqu'il s'est agi d'agrandir la gare centrale de Lausanne, en 1906, le Département fédéral des chemins de fer a approuvé le projet d'extension avec la réserve que les C. F. F. devaient entreprendre l'étude de la construction d'une gare à marchandises dans la vallée du Flon pour le moment où les installations prévues à la Razude (gare centrale) deviendraient insuffisantes.

Les C. F. F. ont établi un plan sommaire de cette gare dans la vallée du Flon, que le Conseil d'administration des C. F. F. a approuvé dans sa séance du 21 février 1910, en accordant un crédit de 1 600 000 fr. pour l'acquisition de 158 054 m² de terrains nécessaires.

La Commune acquit au surplus, dans le quartier de la Violette, environ 200 000 m² de terrains en vue de les affecter