

# Les automatismes du rail

## Signalisation et aiguillages.

**A**u cours d'un précédent article <sup>(1)</sup>, nous avons examiné les problèmes techniques que pose l'augmentation de la vitesse des trains dans le domaine de la *stabilité* et du *freinage*. Il nous faut envisager aujourd'hui les problèmes « humains » de la signalisation et des aiguillages *semi-automatiques*. Si l'homme responsable doit en effet intervenir pour le choix des « itinéraires » et des destinations, il est incontestable que la machine nerveuse serait bien vite débordée si des automatismes précis et limités ne venaient l'aider à faire face aux exigences d'un trafic complexe et rapide.

### Signalisation de pleine voie.

L'« espacement dans le temps », consistant à attendre 10 mn, par exemple, avant de lancer un second train derrière un premier, n'offre aucune sécurité véritable. Le train n° 1 n'est protégé, en cas d'arrêt forcé, que par les *pétards*, que son chef doit aller placer sur le rail 1 km en arrière ! Ce système est complètement abandonné en France depuis 1939.

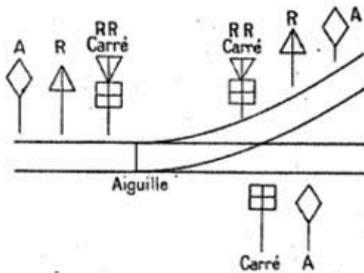


Fig. 1. — Signaux de protection d'une aiguille.

Sur la voie commune et la voie « déviée », elle comporte un signal d'avertissement A conjugué avec le carré d'arrêt absolu, un signal de ralentissement R et un « rappel de ralentissement » RR monté sur le même mât que le carré. La voie non déviée, dans le sens arrivant sur l'aiguille « à talon », comporte seulement un signal d'avertissement et un carré.

un canton, à cause des nécessités du freinage : il est nécessaire que le signal absolu soit précédé d'un signal *annonceur*, placé à une distance égale, au minimum, à la distance d'arrêt. D'autre part, au moment où un train franchit un sémaphore et se trouve ainsi débloqué à l'arrière, le train suivant ne doit pas avoir encore abordé le signal annonceur du poste précédent. L'espacement minimum entre deux trains sera égal à la distance qui sépare deux sémaphores consécutifs, augmenté de 600 m, longueur du train couvert et de la « longueur d'avance » d'entre chaque sémaphore et son signal annonceur ; on ajoute encore à ce total 300 m, pour tenir compte du temps mort nécessaire au déblocage des signaux.

Trois types de block-system sont actuellement en service sur les lignes de la S. N. C. F. : le block non « enclanché » (cantonement téléphonique), le block enclanché et le block automatique à signaux lumineux.

Dans le système du *block non enclanché*, le garde-signaux annonce chaque train, par téléphone, au poste suivant et déclare « voie libre » par téléphone au poste précédent. Chaque garde manœuvre les signaux de façon convenable pour retenir les trains jusqu'à ce qu'il ait reçu « voie libre » du poste suivant. Ce type de cantonnement, assez primitif, équipe 19 300 km de lignes peu importantes, soit près de la moitié du réseau kilométrique de la S. N. C. F.

Dans le *block enclanché*, l'annonce des trains et la déclara-

tion de voie libre s'effectuent au moyen d'un appareillage approprié : boutons, clés, manivelles ; l'organe de manœuvre du signal est « verrouillé » électriquement, de telle façon qu'il est impossible au garde-signaux d'ouvrir ce signal tant que son collègue d'aval ne lui a pas indiqué « voie libre ». Ce type de cantonnement équipe 11 600 km de lignes, soit plus du quart du réseau. La S. N. C. F. a mis au point un type unifié de block enclanché dont une application généralisée est prévue.

Le *block automatique à signaux lumineux* est le plus perfectionné ; il ne nécessite aucune intervention humaine. Des « circuits de voie » sont formés par les rails, coupés, à la limite de chaque canton par une éclisse isolante ; les essieux des trains court-circuitent ces circuits de voie, qui agissent sur des *relais*, commandant à leur tour les signaux. En 1930, il n'existait pas plus de 100 km équipés du block automatique ; ce système intéressait en 1938 2 400 km et il est en voie de développement rapide. A l'heure actuelle, 3 150 km de lignes, soit un peu moins du 1/10 du réseau, sont équipés avec le block automatique ; 3 150 panneaux lumineux sont en service en pleine voie et 7 000 dans les gares.

Quant au block automatique à signaux mécaniques contrôlés par circuit de voie, qui constituait une formule de transition, son emploi n'est pas destiné à s'étendre.

### Signalisation des gares.

Les *aiguilles*, si nombreuses à l'approche des grandes gares, constituent des points critiques de la voie. En effet, un train qui emprunte la voie déviée se trouve aborder brusquement un virage qui ne peut comporter aucun dévers, l'aiguillage devant être établi tout entier dans le plan de la voie principale. Par suite, alors qu'aucun ralentissement n'est nécessaire pour les trains empruntant cette dernière, les trains déviés doivent ralentir à 30 km/h sur les aiguilles de type ancien ou 70 km/h sur les aiguilles de type moderne. Des techniques récentes ont

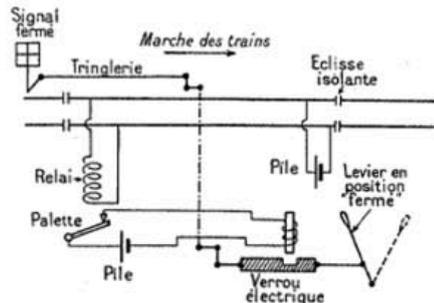


Fig. 2. — Verrouillage d'un signal par un « circuit de voie ».

Le circuit de voie, formé par les rails (coupés aux extrémités de la section par des éclisses isolantes) agit sur un relais qui commande le verrou du levier de commande du signal. Quand les rails sont court-circuités par les essieux d'un train, la palette du relais s'abat et le noyau du verrou tombe dans l'encoche de la règle de blocage.

permettre d'établir des aiguilles « sans ralentissement », que l'on peut passer à 120 km/h mais ce sont des exceptions.

On admet que les points de ralentissement tels que les aiguilles doivent être précédés de deux signaux spéciaux, appelés *signal de ralentissement* et *rappel de ralentissement*.

On voit par là que la signalisation propre d'un aiguillage est une chose assez compliquée. Elle comporte en effet : un signal avertisseur à distance, un signal d'arrêt absolu (damier carré) précédé du signal de ralentissement et accompagné, sur le même mât, du rappel de ralentissement. En outre, on peut juger

nécessaire d'indiquer au mécanicien la position de l'aiguille ou des aiguilles successives qu'il va aborder; ce rôle est dévolu à de longues ailes inclinables.

### Enclenchements et contrôles.

Pour éviter de fausses manœuvres, on a songé à *enclancher* entre eux les mécanismes de commande des aiguilles et des signaux. Par exemple, une aiguille ne pourra être manœuvrée, pour une direction n° 1 déterminée, que lorsque les signaux de la voie n° 2 auront été préalablement mis à l'arrêt.

La manœuvre des aiguilles s'effectuait autrefois par transmission mécanique, à l'aide de tringles roulant sur des galets; les signaux étaient commandés par des tractions à fil métallique. Les verrouillages étaient alors assurés par des règles et des taquets coulissants, bloquant les leviers.

Les postes modernes, dits « postes à pouvoir », font appel à des intermédiaires hydrauliques, pneumatiques, ou le plus souvent *électriques*. Sous cette forme, ils se prêtent à des enclenchements également électriques entre les relais.

En combinant avec ces différents enclenchements les « circuits de voie », dont nous avons vu plus haut le principe, on arrive à une extrême souplesse d'aménagement de la sécurité. C'est ainsi, dans les grandes gares, que l'on rend impossible

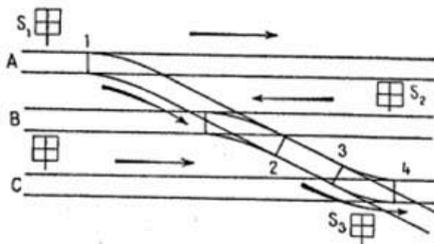


Fig. 3. — Exemple d' « itinéraire ».

Un train doit passer de la voie A sur la voie C, en coupant la voie B. Une seule manœuvre, consistant à abaisser le « levier d'itinéraire » correspondant, suffit pour mettre les aiguilles 1, 2, 3, 4 à la position voulue et à fermer les carrés S1, S2, S3 et leurs signaux d'avertissement avancés.

l'ouverture du carré d'entrée sur une voie occupée, que les leviers de commandes de toutes les aiguilles franchies par la pointe sont immobilisées quand un train occupe les aiguilles (protection contre la manœuvre de « bi-voie »), ou que l'on réalise, dans les grands postes, l'« enclenchement de transit », c'est-à-dire un enclenchement qui, avant le passage du train, immobilise toutes les aiguilles de l'itinéraire que va parcourir ce train et les libère une par une (rendant sa liberté au trafic) au fur et à mesure de leur franchissement par le dernier wagon du train.

Sur ce principe on réalise aussi l'« enclenchement d'approche », qui fait commencer l'enclenchement de transit au signal d'avertissement précédant le carré d'entrée de l'itinéraire. On évite ainsi que l'aiguilleur ferme un avertissement qui vient, sans qu'il le sache, d'être franchi par un train, et ferme ensuite le carré pendant que le train rouie en vitesse : le mécanicien, n'ayant pas été averti à distance de la fermeture du carré, ne peut s'arrêter avant ce signal et une collision est inévitable.

Il va de soi que ce n'est pas la position du levier de commande dans un poste qui importe, mais la *position réelle* de l'appareil (signal ou aiguille) sur le terrain. Il est donc indispensable que cette position réelle soit indiquée à l'aiguilleur, ce qui se fait très simplement par des circuits spéciaux de contrôle. Ainsi, un signal mécanique portera une palette qui vient appuyer sur un contact, allumant une lampe de contrôle sur le pupitre de l'aiguilleur.

L'importance de ces contrôles est primordial pour les aiguilles, car il suffit d'un mauvais fonctionnement ou d'une poignée

de gravier pour immobiliser l'aiguille en position « entrebâillée », ce qui rend un déraillement probable. Ici encore, l'un des coupons de rail mobiles vient agir sur un contact. Les circuits de contrôle s'associent de façon étroite avec les circuits de voie et les circuits de commande des appareils dans les schémas électriques de sécurité.

Une réalisation récente, celle du « *contrôle impératif permanent* » confère à l'appareillage une sorte d'initiative. Si l'aiguille, bien que correctement manœuvrée, vient à s'entrebâiller par la suite, les signaux se ferment automatiquement. On peut dire que dans les postes actuels, enclenchements et contrôles ont acquis une telle perfection qu'un enfant ou un aveugle pourrait manœuvrer boutons et leviers sans le moindre risque pour la sécurité : les trains s'arrêteraient, mais il n'y aurait jamais de catastrophe.

### Itinéraires, « leviers libres ».

Dans les nouveaux postes à « *leviers d'itinéraire* », il n'y a plus un levier par appareil commandé (aiguilles ou signal), mais un levier par *parcours topographique possible*. Supposons qu'un train ait à parcourir un trajet très compliqué à travers la gare, en empruntant des voies en oblique; il suffira à l'aiguilleur de pousser un seul levier, correspondant à cet itinéraire, pour que tous les signaux nécessaires se ferment et que les aiguilles se fassent dans la direction voulue. De là une grosse simplification du pupitre de commande, ainsi que de la conduite du poste. En outre, ce type de poste comporte, par construction, le contrôle impératif permanent de toutes les aiguilles; si l'une de ces aiguilles vient à s'entrebâiller, son appareil de contrôle ne recevant plus de courant, coupe le circuit de commande d'ouverture du carré (damier), qui se referme automatiquement.

Les postes à leviers d'itinéraire comportent habituellement les divers enclenchements dont nous avons parlé, notamment

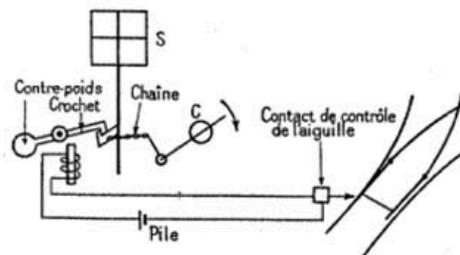


Fig. 5. — Schéma de principe du « *contrôle impératif permanent* » des aiguilles.

Le contact de contrôle de l'aiguille excite un électro-aimant qui permet au signal de demeurer ouvert; si l'aiguille prend la deuxième position ou se trouve entrebâillée, le crochet lâche le doigt du signal, qui pivote et se ferme sous l'action de son poids C.

ceux d'approche et de transit. On y ajoute, lorsque les signaux sont mécaniques, un *contrôle impératif de la fermeture des signaux*, c'est-à-dire un enclenchement interdisant la manœuvre d'un levier d'itinéraire si les signaux interdisant l'exécution des itinéraires incompatibles ne sont pas effectivement fermés sur le terrain. Ces divers enclenchements sont réalisés par des verrous électriques immobilisant les leviers d'itinéraire.

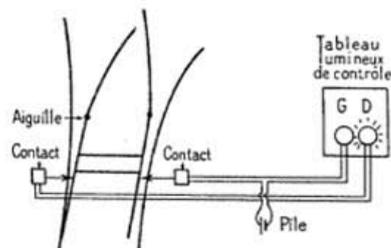


Fig. 4. — Contrôle à distance de la position d'une aiguille.

Deux contacts électriques, actionnés par les coupons mobiles de l'aiguille, provoquent l'allumage de l'une des deux « lampes de contrôle »; ici, l'aiguille est faite « à droite », puisqu'on considère la position d'une aiguille en se plaçant « à talon », du côté opposé aux pointes. Si l'aiguille demeure entrebâillée, les deux lampes sont éteintes.

Les postes à pouvoir, avec ou sans leviers d'itinéraires, comportent généralement un *tableau schématique lumineux*, représentant un plan général des voies où s'allument des lampes de couleurs renseignant l'aiguilleur sur l'occupation des diverses voies. Les postes ainsi équipés n'ont plus besoin de la visibilité directe et peuvent être placés en sous-sol.

La notion de poste à leviers d'itinéraire est essentiellement française; ces postes ont pris un grand développement dans les grandes gares françaises, alors qu'on ne trouve qu'un petit nombre de postes à leviers d'itinéraires à l'étranger.

La tendance actuelle des réseaux consiste à installer des « postes à leviers libres », dont le principe est différent. Ici, tous les leviers peuvent être manœuvrés librement, mais l'appareil correspondant ne fonctionne pas s'il y a un inconvénient pour la sécurité. La réalisation technique de ces postes est facile; il suf-

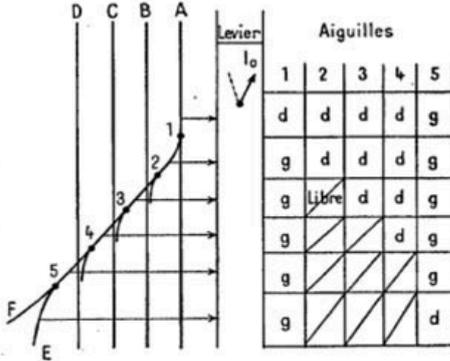


Fig. 6. — Tableau montrant la libération successive des aiguilles dans le cas d'un poste à « leviers libres ».

Le train doit aller de A en E; l'aiguilleur se borne à mettre dans la position voulue le levier d'itinéraire correspondant (itinéraire  $I_0$ ); toutes les aiguilles se font dans la position voulue. A mesure que le train avance, il dégage derrière lui les commandes des aiguilles par le jeu des circuits de voie agissant en « contrôle impératif »; les flèches, correspondant aux différentes positions du train, indiquent dans le tableau les positions correspondantes des aiguilles. L'aiguille 1 revient automatiquement sur g (gauche), afin de rendre la voie A à la circulation normale; il en est de même pour l'aiguille 5; les autres deviennent libres, à la disposition de l'aiguilleur. Si celui-ci a « préparé » un autre itinéraire en basculant le levier correspondant, les aiguilles obéiront aux ordres correspondant à cette nouvelle manœuvre, au fur et à mesure de leur libération. Bien entendu, les signaux fonctionnent en même temps que les aiguilles. On obtient ainsi le maximum de rapidité pour l'écoulement du trafic.

fit que le relais d'alimentation du moteur commandant l'appareil en question ait son excitation coupée quand les signaux et les aiguilles voulus ne sont pas à la position qui convient.

Les avantages des postes à leviers libres sont extrêmement importants. Tout d'abord, le pupitre est moins encombrant encore que dans un poste à pouvoir ordinaire et l'appareillage à relais est moins coûteux. Mais surtout, les postes à leviers libres, contrairement aux postes enclenchés, permettent l'enregistrement des commandes, ce qui, dans les grands postes d'itinéraires, fait gagner beaucoup de temps sur le trafic.

Supposons, par exemple, qu'à une bifurcation, un train se dirigeant sur voie gauche soit suivi de près par un rapide se dirigeant vers la droite. Dans un poste enclenché, l'aiguilleur ne pourra déplacer le levier d'aiguille que lorsque la queue du train n° 1 aura dégagé l'aiguille, ou plus exactement lorsque le dernier wagon aura passé l'éclisse isolante limitant le circuit de voie dont l'occupation immobilise le levier de cette aiguille par le jeu du « transit ». La sécurité sera évidemment assurée, mais l'aiguilleur sera obligé de cesser tout autre travail (tel que manœuvre des leviers pour préparer un passage de train sur d'autres aiguilles, téléphone, tenue des documents) et à guetter le moment exact où le train aura dégagé le circuit de voie, pour manœuvrer sans retard l'aiguille et ouvrir au train rapide le carré et l'avertissement qui le précède. Si le poste permet l'enregistrement, au contraire, l'aiguilleur commande le redres-

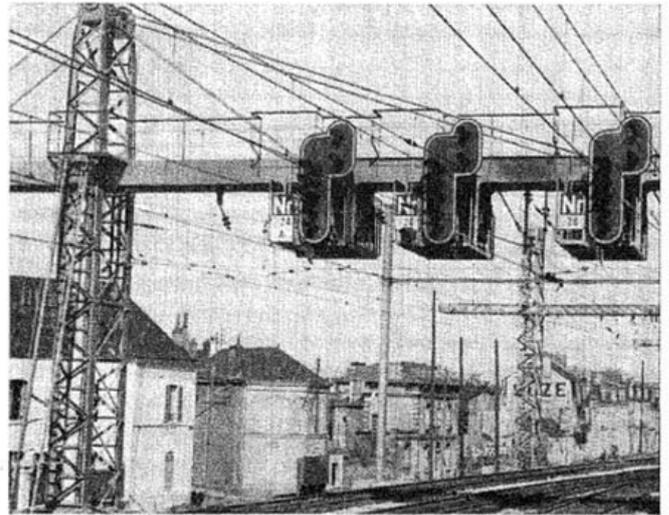


Fig. 7. — Disposition des panneaux de « Block » lumineux sur une passerelle.

sement de l'aiguille et l'ouverture des signaux avant même que le train n° 1 n'arrive sur le circuit de voie de l'aiguille. Celle-ci n'obéit pas, étant immobilisée par le « transit »; les signaux ne s'ouvrent pas non plus puisqu'ils sont immobilisés par le contrôle impératif de l'aiguille. Mais l'aiguille et les signaux fonctionneront dès que le train n° 1 aura dégagé le circuit de voie, et ceci sans nouvelle intervention de l'aiguilleur, qui peut ainsi vaquer à d'autres occupations.

Ces robots patients et avisés, qui reçoivent les ordres sous bénéfice d'inventaire, qui attendent, qui jugent du moment opportun, qui sauvent des vies humaines, c'est assurément l'une des plus belles réussites de l'automatisme.

PIERRE DEVAUX,  
Ancien Elève de l'École Polytechnique.

Fig. 8. — Silhouette caractéristique des signaux de Block lumineux sur les chemins de fer français (Westinghouse, gare de Lisieux). Au premier plan, boîtier à écran lumineux donnant des indications chiffrées.

