

OZOLM 807/5

<1934-1950>

Conférence, article paru dans la R G C F de

MR WALTER.

21 mai 1943



UNIFICATION ET SIMPLIFICATION  
DES PROCÉDÉS DE SIGNALISATION  
ET DE TRANSMISSION

---

*Conférence faite le 21 Mai 1943*  
au Centre d'Etudes Supérieures des Transports

*par*

**M. WALTER**

*Ingénieur Principal*  
au Service Central des Installations Fixes  
de la S.N.C.F.

UNIFICATION ET SIMPLIFICATION  
DES PROCÉDES DE SIGNALISATION ET DE TRANSMISSION

---

Conférence faite le 21 Mai 1943  
au Centre d'Etudes Supérieures des Transports

par

M. WALTER,  
Ingénieur Principal  
au Service Central des Installations Fixes de la S.N.C.F.

---

Au terme des conférences prévues par le Centre d'Etudes Supérieures des Transports, le programme appelle un exposé sur la signalisation et les transmissions. Vous savez que, sur les chantiers du chemin de fer, c'est en principe quand les voies sont en place, les bâtiments construits, les aménagements terminés, que le service électrique commence à installer ses signaux, à monter ses fils et ses caténaires, à brancher ses téléphones et ses appareils d'éclairage. Ma situation est à plusieurs égards comparable aujourd'hui, puisque je suis chargé de vous expliquer comment la signalisation et les transmissions permettent de tirer le meilleur parti de l'outil complexe et perfectionné que constitue le chemin de fer. Ce dernier vous a été présenté, au cours des précédentes conférences, dans ses fonctions les plus importantes et sous ses aspects les

plus récents. J'ai maintenant à vous montrer comment, grâce aux techniques spéciales dont je viens de faire mention, il porte à un haut degré d'efficacité les deux facteurs essentiels que sont le rendement et la sécurité.

#### I - TRANSMISSIONS -

Sur le chapitre des transmissions, dont je parlerai en premier lieu, je serai bref, car plusieurs des conférenciers ont déjà fait apparaître le rôle primordial joué par les relations téléphoniques pour faciliter la tâche des Services et multiplier leurs possibilités d'action.

Je me bornerai donc à un aperçu sur quelques moyens de transmission particulièrement importants pour l'activité de la S.N.C.F., qui ont été créés à son usage propre et qui répondent exactement à ses besoins particuliers.

Je rappelle, d'abord, pour mémoire, le dispatching system, qui a périodiquement les honneurs de la presse et qui éveille la curiosité du grand public. Comme on sait, ce dispositif permet à un agent, nommé régulateur, de contrôler constamment la marche des trains sur la ligne dont il est chargé et de transmettre sans délai tous les ordres nécessités par les circonstances. Le réseau téléphonique spécial de régulation s'est développé en quelques années sur les chemins de fer français. A l'heure actuelle, sur un kilométrage total de lignes à double voie inférieur à 20.000, plus de 12.000 km sont placés sous

la dépendance de régulateurs. Il est d'ailleurs prévu, dès que les circonstances le permettront, d'étendre encore cet équipement à de nouvelles lignes. Le dispatching system constitue, dans ses diverses réalisations, un procédé dont le principe est pratiquement partout le même et où seules peuvent être relevées quelques variantes d'appareillage.

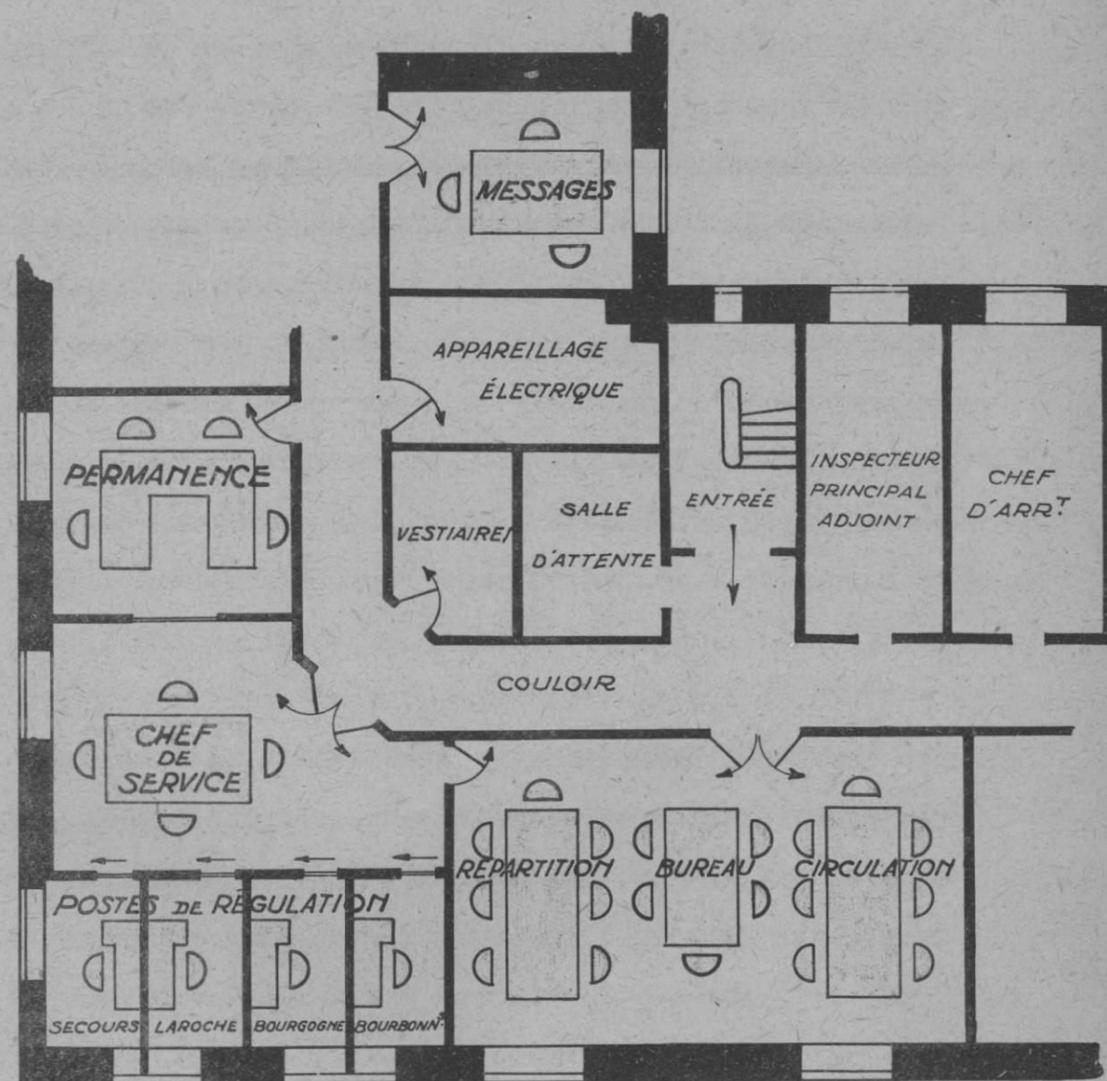
Une intéressante unification amorcée au cours des dernières années, en matière de transmissions, concerne une installation dont le dispatching est seulement un élément : il s'agit des postes de commandement, où tout a été mis en oeuvre pour donner au Chef - en l'espèce, au Chef d'Arrondissement Exploitation -, les commodités les plus grandes dans l'accomplissement de son service. Son poste de commandement, placé à proximité de son propre bureau, lui permet de surveiller à tout instant les conditions dans lesquelles s'effectue la circulation des trains sur les lignes de son Arrondissement et de diriger les opérations des organes d'exécution. Ceux-ci comprennent une permanence Exploitation et une permanence Traction, ainsi qu'un groupe de la circulation et un groupe de la répartition. En outre, les postes de régulation qui, dans la plupart des cas, préexistaient aux postes de commandement, leur ont été incorporés. La conférence de M. DARGEOU a souligné l'importance considérable que présentent le nombre et la qualité des liaisons téléphoniques pour l'exécution correcte des opérations délicates dont se compose la répartition du matériel. J'indiquerai seulement que la réalisation technique des installations correspondantes

a donné lieu à l'étude de dispositions approfondies et à la mise au point d'appareillages nouveaux de transmission, ce qui a eu pour effet de coordonner au maximum les fonctions très variées qui incombent au personnel des postes de commandement.

C'est ainsi que les jacks, fiches et cordons ont été bannis, afin d'alléger au maximum le travail des intéressés, qui, dans le cas présent comme d'ailleurs en règle générale, sur le chemin de fer, ne sont pas des opérateurs de métier, contrairement à ce qui se passe dans la plupart des installations téléphoniques ordinaires, mais des agents, ayant un service propre à assurer et qui jouent ici le rôle d'usagers privilégiés. Des dispositifs spéciaux, tels que ceux de renvoi de lignes, de connexion automatique à distance, de concentration de lignes, ont été prévus, tous ces aménagements ayant été dictés par des considérations et des nécessités de service. L'aménagement et l'insonorisation des salles ont posé également des problèmes tout à fait nouveaux.

Dans les postes de commandement mis en service au cours des dernières années et qui bénéficient des plus récents progrès réalisés, on s'est imposé de rechercher des locaux parfaitement adaptés à la nature des installations. On a équipé des salles spacieuses, claires, rassemblées de façon à permettre aux bureaux intéressés de communiquer directement avec le minimum de déplacement. La figure 1 montre, à titre d'exemple, ce qui a été fait au premier Arrondissement Exploitation de la Région du Sud-Est (Gare de LYON, à PARIS). Les nouvelles attributions

Fig. 1  
POSTE DE COMMANDEMENT  
DU 1<sup>er</sup> ARRONDISSEMENT DE L'EXPLOITATION  
(RÉGION DU SUD-EST)



des postes de commandement ont nécessité, le plus souvent, une réorganisation des services de chaque Arrondissement d'Exploitation intéressé, et, le cas échéant, le transfert, au siège de l'Arrondissement, des postes de régulation autrefois disposés le plus souvent dans les gares, ainsi que le remaniement des circuits correspondants, de manière à faire coïncider les limites des zones d'action du dispatching avec celles de l'Arrondissement.

La constitution d'un réseau de lignes parfaitement adapté aux besoins et conforme aux dispositions unifiées, a donné lieu à un commencement de réalisation, mais a malheureusement été entravée par les événements. Ce programme sera repris dès que les circonstances le permettront. Il consistera à mettre à la disposition de la S.N.C.F. les relations qui l'aideront dans son action et lui donneront le maximum d'efficacité. Il portera essentiellement sur les circuits de commandement et ceux des permanences, ainsi que sur l'acheminement le plus favorable des dépêches nécessaires à la répartition. Il utilisera largement les possibilités que l'Administration des P.T.T. pourra offrir à la S.N.C.F. et comportera, en outre, le recours à des moyens spécialement faits pour le chemin de fer et dont le détail technique a été mis au point dans les dernières années par les services spécialisés de la S.N.C.F., en liaison avec les constructeurs d'appareillage de télécommunication.

## II - SIGNALISATION -

J'aborde maintenant la signalisation, moins familière que les transmissions, et à laquelle sera consacrée la plus grande partie de mon exposé. Cette technique, dont le perfectionnement a commandé dans une certaine mesure le progrès général du chemin de fer, au cours des dernières années, oppose à l'unification des difficultés particulières, pour certaines raisons que j'aurai à indiquer. Compte tenu du temps limité dont je dispose, j'en donnerai en premier lieu une définition générale. Ensuite, je passerai en revue les quatre grands principes qui sont à la base de la signalisation du chemin de fer. A l'appui de chacun de ces principes, je prendrai comme illustration un exemple d'unification récente, choisi dans les quatre grands domaines suivants : la signalisation mécanique, le cantonnement manuel, le block automatique et la signalisation lumineuse, les postes électriques.

Je rappelle tout d'abord le rôle que jouent les installations dont il s'agit dans l'ensemble des éléments qui donnent au chemin de fer sa physionomie et ses qualités propres. On sait que, parmi tous les moyens de transport, la voie ferrée se distingue tout spécialement par le haut degré de sécurité qu'elle réalise.

Il y a une dizaine d'années, M. LE BESNERAIS avait établi que les rapports du nombre d'occupants tués au nombre de dix millions d'occupants/kilomètres, étaient représentés par les

chiffres suivants :

Avion .....	0,8
Auto .....	0,2
Bateau .....	0,015
Chemin de fer ....	0,003

Cette supériorité du chemin de fer, à laquelle les années sont loin d'avoir porté atteinte, s'explique, en grande partie, par les conditions mêmes dans lesquelles circulent les trains, comparés à l'auto ou à l'avion. Le train, prisonnier des rails, y trouve, en contrepartie, une sécurité supplémentaire, constituant à son endroit un avantage spécifique. Avec les autres moyens de transport, où un degré de liberté plus grand résulte du mode de locomotion, cette liberté comporte des risques ou, d'une façon plus précise, elle implique une certaine probabilité d'accidents, probabilité que des précautions de tous ordres peuvent d'ailleurs réduire notablement, mais non supprimer.

Au contraire, la signalisation ferroviaire est en mesure d'apporter des solutions à chacun des problèmes posés par la sécurité ; sans doute, il arrive que la solution soit onéreuse, alors que le risque encouru est minime ; et qu'en conséquence, dans certains cas, notamment sur les lignes peu importantes avec des circulations rares, le risque soit tellement négligeable qu'il ne mérite en aucune façon l'engagement des dépenses qu'entraînent les modes de signalisation les plus modernes. Mais chaque fois qu'il est nécessaire d'y recourir, notamment sur les lignes chargées et parcourues par des trains rapides, les procédés

modernes de signalisation sont au point, qui permettent de répondre aux exigences de la sécurité.

#### Définition des installations de sécurité

La place occupée sur le chemin de fer par cette signalisation est bien particulière. On ne lui demande pas des qualités de résistance exceptionnelles, comme c'est le cas pour les voies. Elle n'accomplit pas des performances éclatantes, comme le fait la traction. Les considérations d'économies elles-mêmes, bien qu'elles entrent toujours en ligne de compte, ne sont pas celles qui prédominent à son sujet. Mais le rôle qu'elle doit jouer comporte certains traits distinctifs, que j'aurai à mettre en lumière. Quelles sont donc les fonctions incombant essentiellement à la signalisation ? Quelle est sa raison d'être ? Les conditions qu'elle doit remplir se caractérisent, en définitive, et dans tous les cas - qu'il soit question d'une ligne de pleine voie ou d'une gare, d'une bifurcation ou d'un triage - par le programme suivant : le problème est de procurer à l'exploitation le maximum de facilités pour le mouvement des trains, sans cesser d'assurer à tout moment la sécurité totale de la circulation.

Chacun des procédés mis en oeuvre par la signalisation doit donc réaliser, avec la plus grande régularité, le programme qui définit dans chaque cas les conditions qu'il s'agit de remplir. En outre, si une avarie affecte l'un quelconque des appareils en cause, - on ne peut éliminer totalement cette éventualité -,

il convient que l'incident qui en résulte ne soit jamais de nature à compromettre la sécurité.

#### Premier principe de signalisation

Une telle caractéristique, qui correspond à un premier principe de la signalisation, est essentielle et mérite d'être expliquée avec quelques détails : dans une installation de sécurité, il ne suffit pas, comme dans la plupart des équipements industriels, et notamment en matière de transmissions, que les mauvais fonctionnements soient rares ; il faut aussi que toutes les possibilités d'altération ou d'avarie, quelles qu'en soient les circonstances, ne constituent jamais des risques d'accidents. Cette question n'est pas sans analogie avec la précaution suivante, concernant des appareils plus familiers.

On sait que, sur certaines machines-outils notamment, pour des organes assez délicats, des pièces de rupture sont disposées ; elles sont prévues de telle façon qu'en cas d'effort anormal, ce soit toujours ces pièces qui cèdent, protégeant ainsi tout le reste du mécanisme. Dans ces conditions, on désigne à l'avance les points où des actions excessives pourront, le cas échéant, s'exercer avec le minimum d'inconvénients, ou même sans provoquer aucun dommage.

La règle appliquée sur les installations de sécurité est de même ordre. On veut que les anomalies d'appareillage aient pour effet de tendre à ralentir un train, non de le faire

accélérer ; on accepte qu'une défaillance du matériel de sécurité présente inutilement un signal de ralentissement, ou même d'arrêt, mais on fait en sorte qu'elle ne l'efface jamais indûment. Tout est combiné pour que l'action du temps, de l'usure, de l'oxydation, des intempéries, bref de toutes les circonstances risquant de nuire au fonctionnement des appareils, soit orientée vers des dérangements qui ne portent pas atteinte à la sécurité. Dans ces conditions, l'avarie frappe l'attention sans présenter de danger ; elle est portée dans le plus court délai à la connaissance de l'agent d'entretien qui y remédie immédiatement, sans qu'à aucun moment les garanties de circulation des trains en aient souffert.

Je prendrai mon premier exemple dans la signalisation mécanique, qui, en soi, ne représente rien de très nouveau, mais qu'il est utile de porter à votre attention, d'une part, parce qu'elle fournit une bonne solution pour les lignes dont l'importance ne justifie pas les dépenses d'établissement de la signalisation lumineuse et du block automatique, d'autre part, parce qu'elle a donné lieu récemment à des unifications non négligeable. Ces dernières ont trait aux principaux éléments dont se compose le matériel considéré et en particulier sur les suivants : les fils de manoeuvre des signaux, les tringles de commande des aiguilles, les verrous d'aiguilles, les compensateurs de transmissions funiculaires destinés à absorber les effets de dilatation et de contraction du fil, les équipements de signaux et notamment les dispositifs de calage

contre le vent, les leviers de commande, les enclenchements de ces leviers, les arbres tournants, les poulies de renvoi, les rappels de signaux. Ces derniers méritent une mention particulière. Dans le cas de la signalisation mécanique, le rappel du signal est l'organe qui matérialise le premier principe que je viens de formuler : en cas de rupture du fil de transmission, en un point quelconque, le contrepoids de rappel assure la fermeture du signal ou son maintien à la fermeture. Bien que tous ces appareils de signalisation mécanique concernent un matériel employé depuis longtemps, l'expérience a montré que des améliorations de conception pouvaient encore intervenir, ainsi que de notables simplifications et des allègements de pièces. En outre, les règles de normalisation ont été strictement appliquées à cette occasion, ce qui procure de notables facilités d'approvisionnement et entraîne de sérieuses économies. En raison des avantages qu'elles présentaient, ces unifications ont été accueillies avec faveur par les services utilisateurs, qui se sont intéressés à leurs mises au point et se sont employés à en étendre l'application.

Le problème des enclenchements a été étudié spécialement, en tenant compte des conditions assez complexes à remplir. Dans bien des cas, au cours de réalisations précédentes, on avait eu recours, pour les tables de commande, à des dispositifs dont l'évolution n'avait pas suivi celle des appareils à commander, de sorte que les manoeuvres étaient parfois longues, l'entretien et la vérification difficiles. La S.N.C.F. a mis au point

une table d'enclenchements unifiée, étude pour laquelle elle a fait largement appel à l'expérience antérieure. Cette table se caractérise essentiellement par une plus grande commodité de manoeuvre due notamment à l'emploi de leviers à demi-révolution, un encombrement minimum et un prix réduit, une précieuse aisance pour le remplacement des organes élémentaires et enfin une extrême commodité d'accès aux différentes pièces, afin de faciliter le plus possible leur entretien en service.

Avant de quitter la signalisation mécanique, précisons qu'il existe au total, sur l'ensemble de la S.N.C.F., environ 70.000 signaux et près de 5.000 postes d'aiguillages à commande mécanique.

#### Second principe

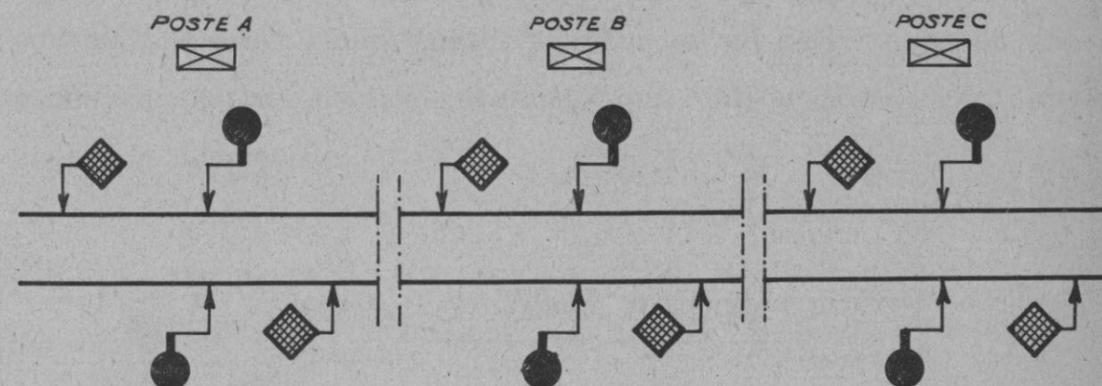
J'en arrive maintenant à l'énoncé d'un second principe, appliqué couramment dans les unifications de la S.N.C.F. (Nous aurons d'ailleurs l'occasion de retrouver des illustrations du premier principe, lorsque nous examinerons tout à l'heure d'autres installations de signalisation).

Je définirai comme suit cette deuxième règle, ou plutôt cette autre tendance générale de la signalisation ferroviaire : elle consiste à associer le plus possible les fonctions et à conjuguer les appareils, au lieu de les laisser subsister côte à côte, sans souci des doubles emplois. Je m'explique sur le sens et l'application de ce nouveau principe. Au fur et à mesure que le chemin de fer s'est développé et que les progrès

de la technique lui ont fourni des moyens nouveaux, beaucoup d'inventions ont vu le jour, beaucoup de combinaisons ingénieuses ont été proposées, correspondant chacune à une application donnée. On a vu se succéder des appareils particuliers, dont chacun visait à résoudre un problème spécial et à procurer une garantie déterminée. C'est ainsi qu'à l'origine, le chemin de fer a été l'un des premiers grands organismes à utiliser le télégraphe et à mettre au point l'appareillage correspondant pour des relations étendues. Vers la même époque, ou peu après, sont apparus les avertisseurs par sonneries ou par cloches, les appareils de communication de poste à poste, destinés à porter à la connaissance du correspondant certaines indications convenues à l'avance : position d'aiguille autorisant ou interdisant certains mouvements, annonces des diverses catégories de circulations, etc... Il y a un certain nombre d'années, il n'était pas rare de voir installer dans les postes d'aiguilleurs, même nouveaux, autant de sonneries ou de cloches qu'il existait de systèmes employés pour les diverses annonces, systèmes dont l'origine était parfois fort ancienne. Mais, depuis quelque temps, le téléphone s'est beaucoup développé sous diverses formes spécialement appropriées aux besoins propres du chemin de fer, remplaçant avantageusement un bon nombre d'anciens appareils d'annonce. Du côté de la signalisation proprement dite, à l'espace par le temps, a succédé le cantonnement, ou block, qui assure avec de très sérieuses garanties la protection des trains engagés successivement sur une ligne. La figure 2

montre que, de canton en canton, le passage d'une circulation se traduit par la fermeture des signaux qui la couvrent, puis par leur réouverture, une fois que ceux du poste suivant ont été au préalable fermés, ce qui réalise au total du poste A au poste B, du poste B au poste C, une continuité sans lacune dans la protection des trains.

Fig. 2 - Principe général du cantonnement



La nature des relations de poste à poste et les principes de réalisation des appareils utilisés étaient très variés jusqu'à ces dernières années, sur le chemin de fer. Lorsqu'il s'agissait de lignes d'importance secondaire, on se contentait du cantonnement télégraphique ou téléphonique, dans lequel les liaisons entre gardes-signaux s'effectuent exclusivement par messages télégraphiques ou téléphoniques.

Cherchant à faire mieux que le cantonnement téléphonique,

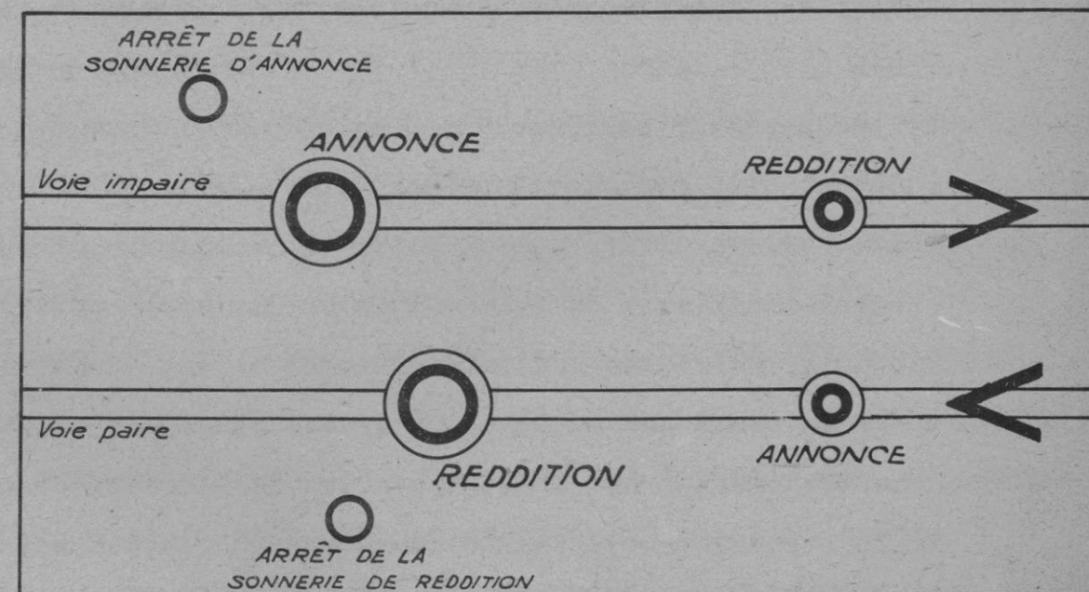
beaucoup d'inventeurs ont rivalisé d'ingéniosité, durant plusieurs décades et ils ont proposé diverses formules consistant à matérialiser par des enclenchements plus ou moins compliqués, à l'aide d'appareils toujours très spéciaux, les principes essentiels du cantonnement. Il s'agit de ce qu'on appelle le "block manuel", c'est-à-dire manoeuvré par l'homme, contrairement au block automatique dont je vous entretiendrai dans un instant.

La S.N.C.F. est couverte de blocks manuels des types les plus différents (il y en a plus de 20 types, correspondant à plus de 4.000 postes en service). Ces appareils ont été imaginés par plusieurs générations de spécialistes, qui ont conçu des systèmes de cantonnement de tous genres, ayant tous pour programme d'éviter plus ou moins complètement au garde des omissions ou des fausses manoeuvres au cours de son service : c'est ainsi que ces dispositifs ont pour objet, notamment, d'empêcher de libérer le poste précédent si le garde n'a pas, au préalable, fermé ses propres signaux et fait l'annonce au poste suivant. Mais chacun de ces appareils constitue un ensemble complexe, dont les divers organes ont dû être à l'origine fabriqués spécialement pour ce seul usage ; il se présente comme une horloge aux rouages divers et compliqués dont l'entretien est coûteux et dont le fonctionnement ne bénéficie pas des progrès industriels modernes. En outre, dans ces installations, les manoeuvres d'annonce d'un train ou de

libération après passage des circulations s'exécutent par envoi en ligne de courant continu, ce qui exige des précautions toutes particulières pour réduire au minimum les risques d'action intempestive par courant vagabond, mélange ou décharge atmosphérique.

Le block manuel unifié, dont le panneau standard fait l'objet de la figure 3, est destiné à équiper des lignes d'importance secondaire. Il offre un bon exemple d'unification réalisée par la S.N.C.F., cette unification constituant un perfectionnement, une simplification et en même temps un groupement de fonctions très diverses qui, jusqu'alors, avaient été traitées séparément.

Fig. 3 - Panneau de block manuel unifié.



Le block manuel unifié fait appel exclusivement à du matériel moderne et courant de signalisation et de transmission (relais, verrous, résistances, sélecteurs, etc...). Aussi, il est facile à monter et à entretenir, sûr, économique. Il présente donc de sérieux avantages par rapport aux vieux séma-phores avec leurs bras d'annonce, leurs manivelles et leurs boîtes de manoeuvre bien connus des usagers du chemin de fer et qui, au surplus, assurent encore de bons services, mais en exigeant des révisions onéreuses et en faisant appel à un personnel spécialisé d'entretien relativement considérable.

En faveur du block unifié, il faut encore mentionner les supériorités suivantes : il donne la possibilité, sans emploi de fil supplémentaire, d'utiliser les fils de ligne soit pour réaliser les opérations de cantonnement, soit pour téléphoner de poste à poste, ce qui n'avait jamais encore été obtenu sous une forme satisfaisante. Enfin, il permet aisément de se prémunir contre toute action électrique intempestive en ligne, grâce à l'emploi éventuel de natures spéciales de courant, dont la technique est maintenant bien au point en télécommande. A notre connaissance, la S.N.C.F. est le premier réseau de chemin de fer qui ait utilisé dans ces conditions les possibilités nouvelles de la télécommande appliquées au problème du cantonnement.

La figure 3 montre, sous une forme schématique, la disposition générale des organes de manoeuvre et de contrôle sur le panneau de block manuel unifié : voyants d'annonce et de

libération, boutons commandant l'annonce des circulations et la libération des appareils après passage des trains. Malgré les difficultés dues aux circonstances, ce block manuel unifié a pu être monté déjà sur environ 200 kilomètres de double voie ; d'autres tronçons sont actuellement en cours d'équipement et vont être mis en service à bref délai.

### Troisième principe

Le précédent principe de signalisation a montré l'intérêt de conjuguer les appareils et d'associer les fonctions, dans le cas où ces dernières sont nettement différentes et où leur groupement pose uniquement des questions de construction matérielle, mais non de programme. C'est ainsi que le block manuel unifié a permis, en utilisant les lignes de cantonnement, d'y superposer le téléphone, alors que beaucoup de postes séma-phoriques de types anciens ne comportaient pas de relations téléphoniques.

Cette superposition de fonctions différentes, pour intéressante qu'elle soit, ne suffirait pas pour obtenir de profondes améliorations si un autre procédé n'intervenait, qui permet d'aller beaucoup plus loin dans la voie du progrès. Il appelle quelques explications. En vue de remplir les multiples conditions de sécurité que réalise la circulation sur voie ferrée, il existe un certain nombre de moyens, plus ou moins parfaits (c'est ainsi que pour matérialiser le passage d'un train, on peut utiliser une pédale mécanique, une pédale électromécanique,

un inducteur, un circuit de voie, un barrage lumineux et encore plusieurs autres systèmes moins intéressants). De même, pour tout problème de sécurité, on rencontre le plus souvent diverses solutions correspondant chacune à un aspect plus ou moins important du programme et présentant chacune des caractéristiques propres : elles peuvent être d'une mise en oeuvre plus ou moins commode pour l'agent de l'exploitation chargé de les appliquer ; les risques d'usure, de détérioration, de dérèglement présentés par les divers appareils en cause peuvent être plus ou moins élevés ; leur entretien peut être plus ou moins aisé. La difficulté n'est donc pas, le plus souvent, de trouver une solution, c'est de trouver la meilleure ; et, en ce qui concerne l'application de notre premier principe, une solution théoriquement parfaite.

Il est nécessaire ici que je souligne la portée d'un troisième principe, qui prolonge et dépasse celui que j'ai formulé en second lieu. Pour résoudre dans tous ses détails un problème de signalisation, le recours simultané à plusieurs solutions partielles et incomplètes ne constitue qu'un pis-aller comportant de sérieux désavantages. C'est généralement avec ces moyens médiocres que se présentent les premières réalisations. Mais, sitôt que la technique le permet, il y a intérêt à faire mieux. En effet, la coexistence d'appareils hétérogènes présente de sérieuses difficultés pour l'agent chargé de les manoeuvrer ou de les observer et de grosses sujétions d'entretien. D'autre part, de telles dispositions étant complexes, leur prix

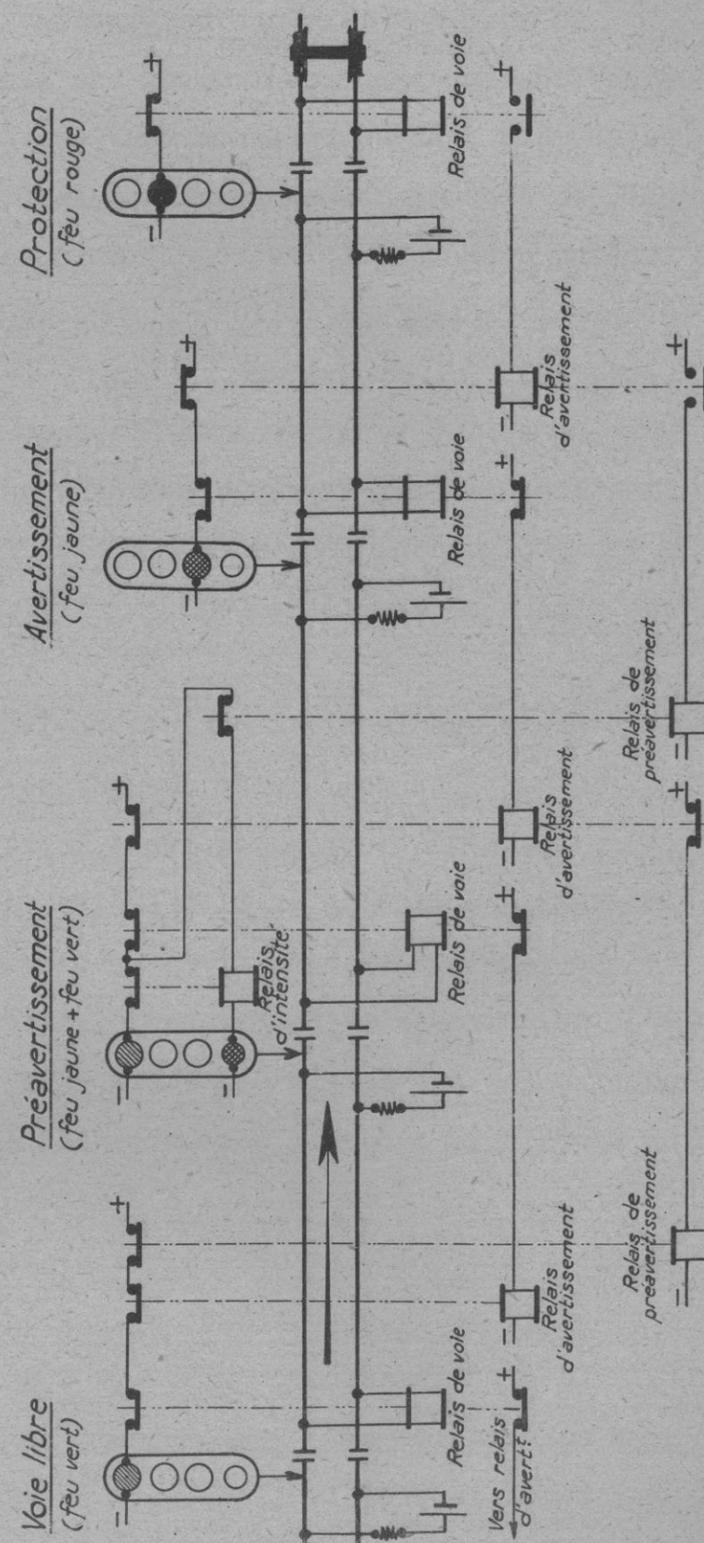
d'établissement est élevé. En outre, si l'un des éléments de cette juxtaposition d'appareils devient défaillant, par suite d'avarie par exemple, la situation qui en résulte est telle qu'elle met particulièrement en évidence les inconvénients du système. L'installation étant compliquée, les mesures à prendre dans le cas du dérangement d'un de ses éléments, exigent de la part du personnel la connaissance de règles multiples, délicates et risquant d'être mal appliquées ; sans compter que, lorsque plusieurs installations se superposent pour tenir compte d'un certain risque, le personnel a parfois tendance à ne pas attacher à chacune d'entre elles la même importance qu'il le ferait pour des installations simples où le rôle de chaque fonction apparaît clairement. C'est en obéissant à des raisons de cet ordre, que les Services de la S.N.C.F. ont fait surtout porter leurs efforts, au cours des dernières années, sur la recherche de progrès consistant, d'une façon générale, à réaliser avec des techniques plus poussées la combinaison d'appareils antérieurs relativement imparfaits et incomplets. Il ne s'agit plus - comme dans le cas du bloc manuel - de réunir commodément deux équipements très différents, tels que la téléphonie et le cantonnement, mais d'opérer à proprement parler des synthèses portant sur des conditions remplies antérieurement de façon parfois peu satisfaisante par des appareils anciens, qui ajoutaient leurs effets, mais aussi leurs risques d'incidents et qui restaient limitées dans leur programme. Il s'agit de réaliser, au sein d'un ensemble créé spécialement à cet effet,

une véritable intégration constituant une solution plus simple que les solutions antérieures et, en outre, résolvant mieux les problèmes qui se posent. De la sorte, les dérangements sont beaucoup plus rares et, quand ils se produisent, les mesures à prendre à l'égard des circulations sont plus simples, encore qu'elles soient plus radicales, ce qui est parfaitement admissible, comme nous le verrons plus loin. C'est dans ce sens, vraiment nouveau, que l'unification a été surtout développée et qu'elle a procuré les résultats les plus substantiels.

Je prendrai cette fois mes exemples dans le block automatique à signaux lumineux de jour et de nuit, de manière à présenter devant vous successivement des installations de plus en plus évoluées.

Le schéma de la figure 4 rappelle le principe du block automatique. Son fonctionnement repose essentiellement sur le circuit de voie isolée, dont le relais se désexcite quand les roues du train en court-circuitent l'enroulement, du fait simplement de leur présence sur les rails de la section. La désexcitation du relais de voie provoque l'apparition du feu rouge commandant l'arrêt et destiné à protéger le train. Sur le panneau précédent, situé à une distance supérieure à la longueur de freinage, s'allume automatiquement le feu jaune d'avertissement, qui annonce à distance au mécanicien le signal d'arrêt (Le pré-avertissement, représenté sur la figure 4, n'est qu'un complément encore exceptionnel, comme il sera indiqué plus loin).

Fig. 4 - Schéma de principe de block automatique (avec préavertissement)



Nota - Pour simplifier la lecture, tous les circuits ont été représentés en montage unifilaire

On voit que le block automatique réalise, en matière de signalisation proprement dite, une synthèse caractérisée, puisqu'un même panneau présente tour à tour chacune des indications qui, en signalisation mécanique, sont données par autant de signaux différents. La réduction du nombre des signaux à observer facilite d'ailleurs beaucoup la tâche des mécaniciens.

Mais, indépendamment de l'aspect technique de cette signalisation, il faut se rappeler les avantages qu'elle a procurés à l'exploitation, pour lui permettre de tirer le meilleur parti des lignes de chemin de fer.

Alors que le block manuel convient au cas de cantons longs qui ne sont pas faits pour assurer un trafic élevé, l'équipement d'une ligne en block automatique implique une révision de la longueur des cantons et il entraîne, entre les signaux, un espacement régulier et réduit, favorable au débit de la ligne.

Au cours de sa conférence, M. le Directeur TUJA nous a précisé que sur la grande artère PARIS-LYON, une fois électrifiée on verrait se succéder des batteries de trains rapides, à des intervalles de l'ordre de 2 à 3 minutes et dont la vitesse pourrait atteindre et même dépasser 140 km/h. Il nous a également parlé de la circulation de trains de 800 tonnes.

La signalisation de PARIS-LYON permettra de remplir largement ces conditions. Pour obtenir un tel résultat, il a été nécessaire de prévoir l'adjonction éventuelle d'un signal nouveau, appelé le pré-avertissement, qui indique au mécanicien, lorsqu'il

est présenté, qu'un train se trouve devant lui, non pas à une distance d'environ deux cantons, comme lorsqu'il est en présence d'un signal d'avertissement, mais à une distance de 3 cantons. La figure 4 montre schématiquement comment les choses se passent. (Pour le schéma du block normal, sans préavertissement, il est facile de l'en déduire, par suppression de la partie relative à cette dernière indication).

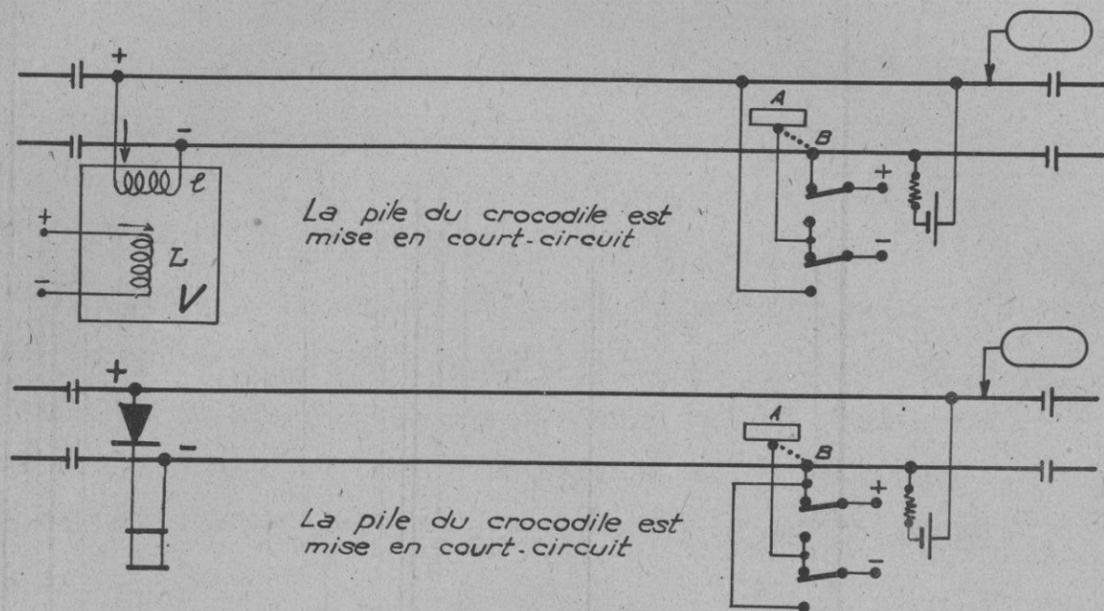
Une telle disposition permet d'avoir des cantons courts, favorables au débit, sur des parcours pouvant être empruntés par des trains rapprochés à marche lente, tels que ceux de banlieue. Et cependant, la même signalisation convient parfaitement aux trains rapides, le signal de préavertissement imposant seulement un ralentissement à 90 km/h dans le cas, qui restera peu fréquent, où ces trains le rencontreraient.

Dès à présent, la place faite au block automatique sur les lignes françaises est importante, puisqu'elle correspond à près de 6.000 kilomètres de simple voie ; le nombre total de panneaux lumineux en service étant voisin de 10.000.

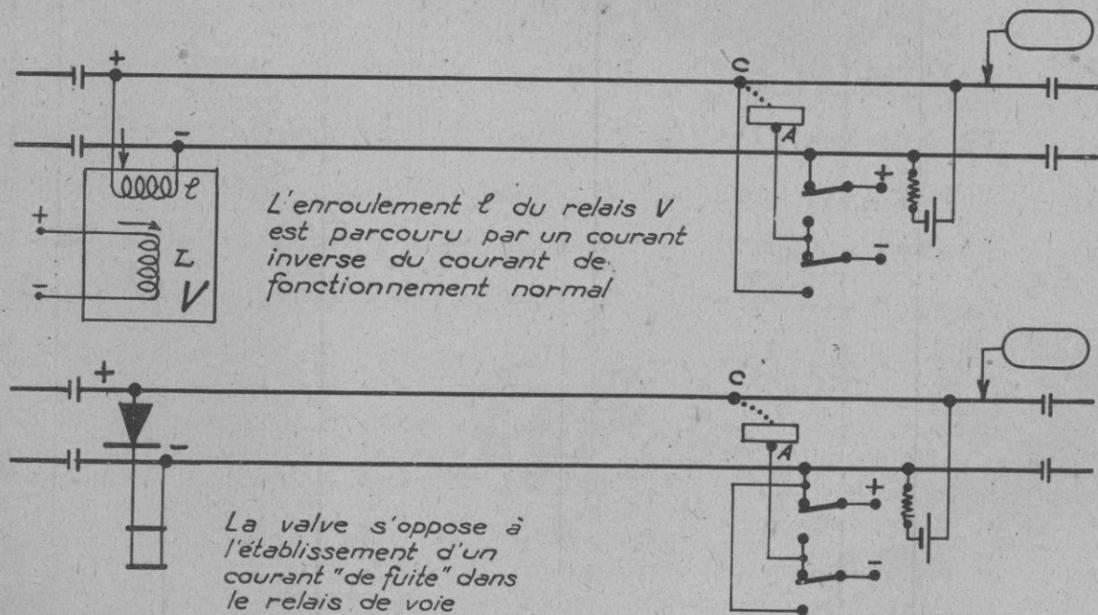
Le schéma de la figure 4 laisse bien apparaître - c'est l'application de mon premier principe - que tout est combiné pour qu'une cause accidentelle, une rupture de fil par exemple, tende à présenter un feu rouge (le sémaphore), un feu jaune (l'avertissement), une paire de feux jaune et vert (le pré-avertissement) et jamais à effacer intempestivement un signal de protection. En outre, toutes sortes de précautions sont prises pour que le relais de signalisation soit un organe particulièrement soigné et pratiquement parfait. Je reviendrai sur ce point un peu plus loin.

Fig. 5. Protection du relais de voie contre la batterie du contact fixe

1° Mauvais isolement entre A et B



2° Mauvais isolement entre A et C



En dehors des fonctions essentielles du block automatique, qui sont rappelées sur ce schéma de principe, un certain nombre d'autres conditions doivent être remplies par la signalisation lumineuse. C'est ainsi que les Réseaux français ont réalisé la répétition des signaux sur les machines dans les conditions suivantes, qui apparaissent à la figure 5: sur chaque locomotive, se trouve montée une brosse, ou frotteur, qui, quelques mètres avant le signal, arrive au contact d'une pièce métallique longitudinale, située dans l'axe de la voie, et appelée "contact fixe" ou encore et assez couramment à cause de sa forme, "crocodile". Les contacts fixes assurent notamment la répétition des signaux d'avertissement et de préavertissement qui sont particulièrement importants, puisque le mécanicien les rencontre en pleine vitesse et que, s'il les manque, il sera surpris par le signal d'arrêt couvrant l'obstacle et ne pourra respecter ce signal. Lorsque celui d'avertissement (ou de pré-avertissement) est présenté, le contact fixe qui le précède est en charge positive et la brosse, en transmettant ce courant à la serrure de la machine, fait déclencher une sirène qui appelle l'attention du mécanicien sur le franchissement du signal. Au contraire, quand ce dernier est effacé et que la voie libre est présentée, partout où est réalisée la double répétition, le contact fixe prend une charge négative et l'enregistrement de la position du signal à voie libre est obtenu sur la machine. Pendant de nombreuses années, la fonction block et celle de répétition des signaux étaient superposées purement et simplement. Il existait, d'une

part, un circuit de voie pour le block automatique et, d'autre part, un équipement de mise en charge pour la batterie du contact fixe.

Toutefois, la présence du second risquait d'influencer le premier, dans le cas d'un mauvais isolement du contact fixe par rapport à la voie. Ce fait illustre bien un trait caractéristique. On doit toujours craindre, en signalisation, que l'adjonction d'une sécurité nouvelle ne vienne contrarier ou même compromettre les sécurités premières auxquelles on désire apporter un complément.

En l'espèce, diverses précautions étaient prises, consistant, selon les cas, soit à interposer des résistances de protection ou des lampes ballast qui ne fournissent pas une solution générale, soit à monter en série avec le relais de voie une valve ne permettant le passage que dans un certain sens de courant, ainsi que le montre également la figure 5.

Mais une telle disposition comportait divers inconvénients : en particulier, ces valves n'étaient pas contrôlées et elles pouvaient se trouver accidentellement en court-circuit, sans que rien ne révélât cette anomalie, si bien que la protection correspondante risquait d'être annulée en permanence. (On voit que, sur ce point, un tel dispositif ne répondait pas entièrement au premier principe que j'ai énoncé tout à l'heure).

La S.N.C.F. a commencé par améliorer la répétition des signaux, en conservant le principe des appareils existants, répandus sur l'ensemble des Réseaux français mais en unifiant

les types de brosses et de crocodiles. En outre, elle a recherché une solution qui réalisât une protection meilleure du circuit de voie et de plus, conformément au premier principe de la sécurité, une protection constamment contrôlée. C'est dans ces conditions qu'elle a prévu l'utilisation du relais de voie à deux éléments, représenté schématiquement sur la figure 5, relais fonctionnant d'une façon toute différente des relais à deux enroulements employés dans les circuits d'énergie ; son principe est de n'obéir qu'à la composition de deux champs magnétiques de sens déterminés. Etant ainsi polarisé, il se trouve protégé dans la voie contre tout effet intempestif en provenance de la batterie du contact fixe.

Au total, l'emploi de ce nouveau type de relais, spécialement construit pour résoudre un tel problème, présente les avantages suivants : d'une part, c'est un excellent relais de voie, ce qui définit sa fonction essentielle ; d'autre part, il est à l'abri des actions perturbatrices provenant d'autres appareils de sécurité, en premier lieu celle due à la batterie du contact fixe, qui vient s'ajouter aux installations du block automatique ; en second lieu et par surcroît, celle de la section isolée adjacente, en cas d'avarie aux joints isolants.

Si je me suis un peu étendu sur les fonctions assurées par cet appareil, c'est moins à cause de l'importance propre qu'il présente, laquelle peut paraître assez mince, qu'à titre d'exemple fort récent et bien caractéristique, des tendances

actuelles de la signalisation.

J'ajoute que ce relais, mis au point par les constructeurs spécialisés au cours des dernières années, offre encore d'autres avantages : c'est ainsi qu'appliqué aux circuits de ligne, il économise la moitié des conducteurs. En outre, il possède une propriété précieuse, récemment découverte par le Laboratoire Central de Signalisation de la S.N.C.F., et dont les lois classiques de l'électricité fournissent l'explication : il permet de transformer une action d'une certaine durée - passage de train par exemple, ou opération d'annonce en block manuel - en une action passagère, sans aucun risque de prolongement intempestif en cas d'avarie d'appareil, ou de manipulation incorrecte. Ce problème ne présentait pas jusqu'ici de solution tout à fait satisfaisante. La mise au point dont il s'agit constitue donc un progrès sensible en matière de sécurité, bien qu'il s'agisse seulement de l'amélioration d'un relais.

Si j'en avais le temps, je vous décrirais d'autres simplifications du block automatique rendues possibles par de récents perfectionnements et ayant donné lieu à unification au cours des dernières années, telles que : la suppression du dispositif de continuité, grâce à l'emploi des relais les plus sûrs ; la suppression du chevauchement, celle du détonateur pour la répétition du sémaphore, celle du commutateur de blocage - l'extinction des panneaux étant annoncée automatiquement -, d'autres encore. Mais je suis obligé de limiter très strictement mes exemples.

Quoi qu'il en soit, ces quelques précisions suffisent à prouver que le block automatique, dont les premiers développements ont eu lieu surtout outre-Atlantique et outre-Manche, a reçu en FRANCE diverses améliorations qui contribuent à en augmenter encore les avantages de sécurité.

En résumé - et je m'excuse pour ce que ces dernières considérations avaient de technique et de particulier - je voudrais avoir montré que le détail des mises au point intervenues dans ce domaine, exige que soient révisées certaines conceptions, naguère encore assez répandues, qui tendaient trop facilement à assimiler, en matière de signalisation, la complexité à la sécurité. On a le droit d'affirmer, au contraire, que, dans l'unification dont il est ici question, simplicité accrue signifie sécurité accrue.

#### Perfectionnement des techniques

Il faut toutefois reconnaître que si un tel principe représente, en tout état de cause, un but à atteindre, son application n'est pas toujours chose aisée. Rien de plus difficile que de trouver les solutions les plus simples à des problèmes un peu complexes ! En ce qui concerne les installations de sécurité, cette recherche exige la mise en oeuvre de techniques spécialement adaptées aux programmes à remplir.

C'est la raison pour laquelle, dès 1934, les chemins de fer français décidèrent de construire à SAINT-OUEN un laboratoire central de signalisation, dont l'importance n'a cessé de grandir

au cours des dernières années.

Il a été équipé essentiellement en vue de soumettre les prototypes du matériel de signalisation à des épreuves qui représentent les plus dures qu'un appareil de sécurité, un relais par exemple, puisse rencontrer pendant tout le temps où il est appelé à rester en service.

Un des instruments essentiels de ce Laboratoire est une chambre d'essais - ou plus exactement deux, la première s'étant révélée insuffisante - à température et à degré hygrométrique variables et dans laquelle les relais et divers autres appareils sont soumis, par des températures variant de  $- 25^{\circ}$  à  $+ 70^{\circ}$ , à un nombre de fonctionnements correspondant à plusieurs fois ce qu'ils auront à subir pendant tout le temps où ils resteront en service. (Les relais supportent couramment dans ces conditions plusieurs millions de manoeuvres).

En dehors de l'amélioration des relais, la S.N.C.F. s'est appliquée à faire progresser la technique des autres appareils essentiels de signalisation et de transmissions.

Voici, à titre d'exemples, une série de résultats obtenus, choisis dans des domaines assez différents intéressant les installations dont il s'agit.

Il y a quelques années, le nombre de types de lampes électriques de signalisation dépassait une centaine. Il a été réduit à 46, puis à 17, en même temps que la durée minima était portée de 1.500 à 4.000 heures.

De même, les lampes électriques d'usage courant, dont le

nombre excédait un millier au début de la S.N.C.F., a été ramené à 124 puis à 109, tandis que le facteur d'efficacité était amélioré, ainsi que le rendement, à vie égale.

Les boîtes à feux pour signaux, qui présentaient une vingtaine de variétés, ont donné lieu à une étude minutieuse, à la suite de laquelle 3 types unifiés ont été arrêtés.

Tandis que, naguère, il existait au moins 200 modèles de panneaux signaux lumineux, 14 éléments unifiés permettent de traiter tous les cas, que les signaux soient montés à niveau, sur potence ou sur passerelle.

Les câbles de signalisation, dont le nombre dépassait la centaine, répondent aujourd'hui à 10 spécifications unifiées.

Une seule série unifiée de boîtes d'extrémité, de jonction et de dérivation a remplacé les six séries antérieurement utilisées.

Les types de piles électriques de signalisation sont passés d'une vingtaine à 8.

En ce qui concerne le matériel dont l'évolution est moins récente, on peut signaler celui concernant la pose de lignes aériennes, qui comportait 430 articles : ce nombre a été ramené dernièrement à 98 (dont 85 modèles P.T.T.). Les types de cartouches pour détonateurs sont passés de 24 à 3 ; les spécifications de pétards, de 6 à 1 ; les cheminées de lampes à pétrole, d'une centaine à 34, puis à 10 ; les becs de lampes à pétrole, de 35 à 10, puis à 6, etc...

Toutes ces unifications, en dehors des améliorations

techniques qui les ont accompagnées, ont entraîné d'importantes économies, permis une notable réduction des stocks et procuré de précieux avantages d'interchangeabilité.

Il est un domaine pour lequel il vaut la peine de donner quelques précisions, car les travaux effectués par le Laboratoire Central de Signalisation de la S.N.C.F. ont été utilisés par l'Association Française de Normalisation, en vue de leur extension à toute l'industrie française : il s'agit de la normalisation des verres de couleur utilisés en signalisation.

Lorsque l'A.F.NOR décida de procéder à cette étude de normalisation, il se trouva que la S.N.C.F. était la seule à avoir étudié la question d'une façon systématique, d'un point de vue à la fois théorique et pratique, et en appliquant les méthodes scientifiques déjà recommandées par les organismes internationaux, mais qui n'étaient pas répandues encore en FRANCE. Ces méthodes ont trait notamment à l'analyse des verres par le procédé des coordonnées trichromatiques et par les références de la couleur dominante et du facteur de saturation.

La S.N.C.F. a étendu aux verres courants les méthodes qu'elle avait appliquées aux verres des signaux, et le résultat de cette étude sert de base à la normalisation des verres colorés qui donne lieu, en ce moment, à la préparation d'une mise à l'enquête publique de la part de l'A.F.NOR.

Il convient d'ajouter qu'à cette occasion, l'Institut d'Optique et le Conservatoire des Arts et Métiers se sont intéressés aux travaux effectués par le Laboratoire Central de

Signalisation, qui s'est ouvert aux représentants de ces organismes et en liaison avec lesquels les travaux ont été conduits.

Il en a été de même avec le Laboratoire Central d'Electricité de la rue de Staël, à propos d'autres travaux, notamment de ceux concernant l'analyse des harmoniques du courant de traction et les répercussions éventuelles de ce courant sur les appareils de signalisation.

Ces rapprochements de laboratoires ont été tout à fait fructueux et nous comptons les poursuivre dans l'avenir.

Ayant ainsi esquissé très brièvement un tableau de quelques unifications d'appareillage réalisées au cours des dernières années, je voudrais maintenant prendre un exemple sur lequel je ne retiendrai qu'un instant votre attention, parmi les problèmes de signalisation dont les données sont les plus complexes et parmi les méthodes mises en oeuvre en vue d'améliorer les solutions et de les simplifier. Je le ferai en récapitulant les principales études effectuées récemment en matière de postes électriques, à partir desquels sont commandés, dans les gares, les appareils de voie et les signaux, avec toutes les précautions voulues pour éviter des collisions de trains ou des prises en écharpe, tout en donnant le maximum de facilités pour les manoeuvres.

Il faut rappeler d'abord un point d'histoire.

Dans les premiers postes électriques, chaque aiguille, chaque signal était commandé par un levier propre. Les différents leviers du poste étaient enclenchés entre eux comme dans les

tables mécaniques dont nous avons indiqué précédemment les principes d'unification. La plupart des chemins de fer étrangers sont d'ailleurs restés fidèles, jusqu'à ces dernières années, à cette formule. Au contraire, dès le début de ce siècle, les ingénieurs français ont imaginé, et les Réseaux français n'ont pas tardé à développer la formule des postes à leviers d'itinéraires où, pour préparer un mouvement déterminé, il suffit d'agir sur le levier d'itinéraire correspondant. Le simple maniement de ce levier provoque la mise en marche des moteurs électriques sur les aiguilles intéressées, jusqu'à ce que l'itinéraire se trouve entièrement tracé et que toutes les conditions de sécurité prescrites soient effectivement remplies. A ce moment, c'est-à-dire dans un très court laps de temps, le signal d'entrée de l'itinéraire s'ouvre. Une telle disposition présente de très grandes facilités de manoeuvre et la plus grande souplesse pour l'exploitation des grandes gares. C'est pourquoi, quelques années avant la guerre, le poste à leviers d'itinéraires, conception française, faisait école à l'étranger, encore que la FRANCE ait conservé une grande avance et une expérience particulièrement étendue en la matière. En outre, grâce à des fractionnements judicieux d'itinéraires ou à des aménagements spéciaux de transit, on a donné à l'exploitation la possibilité d'effectuer un mouvement derrière une circulation, dès l'instant où celle-ci a quitté l'aiguille sécante. Les installations réalisent automatiquement les conditions multiples dont il s'agit et qui représentent un cas particulièrement typique où

une signalisation perfectionnée assure à la fois le maximum de rendement et le maximum de sécurité. Dans certains postes récents, les organes de manoeuvre, au lieu d'être montés sur une table séparée, ont été placés sur le tableau géographique lui-même, où se trouvent alors disposées à la fois les manettes pour la préparation des itinéraires et les lampes pour contrôler le fonctionnement des appareils.

Ces divers types de postes appellent la mise en oeuvre d'un matériel assez nombreux et d'une câblerie relativement étendue. A titre indicatif, l'un des derniers postes électriques réalisés, comportant une centaine de levier d'itinéraires, a demandé l'utilisation d'environ 1.000 relais de signalisation et 200 km de fil à équiper ; le nombre total des contacts de commutateurs et de relais étant supérieur à 12.000.

Les études systématiques entreprises par la S.N.C.F. en vue d'apporter une unification de principe à des procédés antérieurement assez divers, ont procuré plusieurs perfectionnements et de notables simplifications dans un domaine en soi assez complexe, sans qu'on ait cessé d'avoir égard aux grandes lignes des réalisations antérieures. C'est une analyse méthodique de toutes les conditions à remplir et de tous les moyens disponibles, qui a permis de progresser en ce sens. La S.N.C.F. dispose d'une grande expérience en la matière, puisque le nombre des postes à pouvoir en service à l'heure actuelle, des types les plus divers, est de 317.

Au cours de l'étude à laquelle je fais allusion, les

services spécialisés se sont aperçus qu'à diverses reprises, certaines fonctions étaient réalisées deux fois : d'une part, sous forme d'enclenchements dans la table de commande, d'autre part, d'une façon purement électrique dans les enclenchements entre relais et moteurs. C'est ainsi que la S.N.C.F. a remis en chantier le problème complet du poste électrique. Elle en a décomposé tous les éléments et a fini par apporter des simplifications sérieuses, en faisant assurer chaque enclenchement sous une forme unique, présentant toutes garanties et constamment surveillée. Ces indications montrent l'intérêt de la méthode d'intégration à laquelle j'ai fait allusion tout à l'heure.

Quoi qu'il en soit, voici les avantages des nouveaux postes électriques qui bénéficient des plus récentes mises au point : plus encore que les postes antérieurs à leviers d'itinéraires, l'encombrement des nouvelles tables de manoeuvre est faible, leur maniement est commode, leur entretien est grandement facilité ; en outre, les simplifications obtenues réduisent notablement le nombre de relais et de contacts et, en définitive, le prix. Lorsque les circonstances le rendront possible, la S.N.C.F. mettra à profit le résultat de ces travaux pour améliorer l'exploitation de plusieurs de ses grandes gares.

J'aurai recours à un dernier exemple important d'installation électrique perfectionnée, qui réalise elle aussi une synthèse particulièrement complète de fonctions diverses, en matière de signalisation et de transmissions. Il s'agit de

la commande centralisée du trafic, dans laquelle un seul opérateur commande à distance des signaux et des aiguilles éloignés. Du fait de la distance à laquelle s'effectue la commande, les procédés employés dans les postes précédents ne conviendraient pas, en raison notamment des dépenses prohibitives en câbles auxquelles ils conduiraient. Il existe, en gare Saint-Lazare, une installation de commande centralisée, agissant sur une vingtaine d'aiguilles et autant de signaux. A partir de ce poste, par la simple manipulation de manettes et de boutons, un opérateur dirige les mouvements empruntant les installations de HOUILLES et de SARTROUVILLE, situées à près de vingt kilomètres de là, ainsi que le trafic - qui s'était intensifié au cours des dernières années - sur une voie à double sens de circulation suffisant à assurer le service concurremment avec les deux voies anciennes, au lieu des deux voies nouvelles à sens unique qu'il aurait fallu construire, en l'absence de commande centralisée. Par ailleurs, la table de manoeuvre permet à son opérateur d'entrer en relations téléphoniques avec les différentes gares du parcours qu'il contrôle. Il prend note des heures de passage des trains qui y circulent. Ainsi se trouvent réalisés une synthèse très poussée et un degré de sécurité maximum.

Cette commande centralisée fait partie intégrante du poste de commandement de la gare Saint-Lazare.

Mise en service, il y a tout juste dix ans, cette installation assure un service particulièrement régulier et satisfaisant, qui donne à la S.N.C.F. la certitude que la commande

centralisée prévue à DIJON et dont il a été question au cours d'une précédente conférence, procurera, dans les mêmes conditions, malgré la hardiesse de son programme, tous les avantages de mouvement et de sécurité qu'on est en droit d'en attendre. J'ajoute que les commandes centralisées futures bénéficieront, notamment en ce qui concerne les circuits d'enclenchements de "stations", des résultats obtenus grâce aux études d'unification relatives aux postes électriques à commande rapprochée.

#### Quatrième principe d'unification

Sans insister davantage sur les questions précédentes, je crois intéressant de faire apparaître un dernier principe auquel la S.N.C.F. tient beaucoup pour les études et les réalisations dont il s'agit : nous voulons faire en sorte que l'unification ne nuise pas au progrès. Il importe donc, d'une part, que les installations nouvelles soient conformes à certaines règles ou normes permettant de réduire les approvisionnements et de faciliter au maximum l'interchangeabilité des appareils et, d'autre part, que les types de matériel dont l'évolution n'est pas achevée, puissent encore bénéficier d'améliorations dictées par l'étude et par l'expérience, ou provoquées par de nouvelles possibilités industrielles.

On peut, à cet égard, citer en exemple les conditions dans lesquelles la S.N.C.F. a opéré pour les relais électriques de sécurité à courant alternatif qui, jusqu'à ces dernières années, avaient été fabriqués de façon très disparate par les

constructeurs spécialisés.

La S.N.C.F. a résumé les conditions techniques qu'elle désirait voir remplies par ces relais. D'une part, ces conditions comprennent quelques données générales, telles que l'encombrement des appareils ou la disposition des bornes et certaines caractéristiques électriques ; d'autre part, elles tiennent compte de l'expérience dont dispose la S.N.C.F. à ce sujet et qui la conduit à désirer que les défauts ayant donné lieu à des incidents classiques ne reparaissent pas dans les fabrications nouvelles.

Les industriels intéressés, représentés par leur Comité d'Organisation, ont parfaitement compris cette attitude et ont activement coopéré à la mise au point des conditions techniques relatives au matériel considéré. Je dois ajouter qu'en se conformant à ces conditions nouvelles, ils n'ont pas tardé à rénover la technique du relais de voie à courant alternatif et que les résultats obtenus en la matière, au cours de ces dernières années, permettent de classer l'industrie française dans un rang très brillant en ce qui concerne cet important appareil de sécurité.

On pourrait, comme exemple plus récent encore, citer celui des postes électriques à commande rapprochée, pour lequel également les constructeurs de signalisation, en vue de répondre au programme et aux schémas unifiés de la S.N.C.F., mettent au point des installations qui constitueront une formule française de grand intérêt, une fois revenus les travaux du temps de paix.

### Organisation des services et formation du personnel

Il était indispensable de consacrer la plus grande partie de cet exposé aux données techniques de la signalisation. Mais il faut savoir que le facteur humain, de son côté, joue un grand rôle dans les installations de sécurité, même lorsqu'il s'agit de signalisation automatique. En effet, la plus sérieuse attention doit être prêtée aux conditions dans lesquelles le matériel en question peut être surveillé et entretenu. Je ne parle pas - cela va sans dire - des facilités de manoeuvre qu'il doit offrir, dans tous les cas où son fonctionnement s'effectue par l'intermédiaire d'opérateurs. Chaque fois qu'une installation est modifiée, il faut veiller à former le personnel qui doit en assurer d'une part la manoeuvre, d'autre part, l'entretien ; c'est pourquoi l'unification et la simplification des installations de la S.N.C.F. vont de pair avec d'autres questions sur lesquelles je n'ai pas le loisir d'insister, mais dont il fallait cependant dire un mot : d'une part, l'organisation uniforme et rationnelle des services d'entretien ; d'autre part, l'épreuve d'une pratique suffisante, avant mise au point définitive des améliorations d'appareillages. C'est ainsi que la S.N.C.F. a été amenée à déployer un effort croissant en matière de cours de perfectionnement et même - le personnel dont il s'agit devant réunir des qualités assez particulières - à créer plusieurs écoles d'apprentissage avec un programme spécialement élaboré, un certificat d'aptitude professionnelle distinct, ce qui permet de former des agents de signalisation et de

télécommunications ferroviaires, convenablement préparés au métier qui les attend.

### Premiers résultats de l'unification

Où cette unification du matériel et cette coordination des Services ont-elles conduit le chemin de fer ? Quels sont, en particulier, les résultats obtenus au cours des cinq dernières années ? Les mesures prises se traduisent à l'heure actuelle par le bilan suivant : malgré les circonstances, malgré les difficultés de tous ordres qui pouvaient conduire à aggraver la situation, nos incidents de sécurité n'ont pas augmenté et, sur plusieurs points, ils ont même marqué une tendance à la diminution. L'effort d'unification entrepris depuis plusieurs années et amplifié depuis la guerre a permis à la S.N.C.F. d'affronter les redoutables problèmes d'approvisionnement de ces derniers temps avec des solutions et des moyens d'action dont elle n'avait encore jamais disposé. Je signale aussi les économies réalisées grâce à l'unification du matériel, lesquelles, dès que les premières mesures prises ont pu porter leurs fruits, se sont élevées pour quelques articles seulement à plusieurs dizaines de millions par an.

Cet effort d'organisation et d'unification a été suivi avec intérêt par les services locaux et par le personnel d'exécution ; leur tâche en a été facilitée ; elle s'est trouvée mieux préparée et mieux dirigée. Il arrive souvent que des agents viennent témoigner la satisfaction qu'ils en ont et les avantages

qu'ils y voient. Ce fait constitue un élément qu'on ne saurait passer sous silence, dans un domaine où la compréhension et le désir de progrès de chacun sont des facteurs importants de succès.

La réglementation reflète les progrès réalisés par la signalisation. Je n'en fournirai qu'un exemple : il a été possible, d'une façon assez étendue, de mettre en vigueur les dispositions que voici :

Les installations de sécurité, naguère, étaient peu nombreuses, mais, comme leur fonctionnement était irrégulier, toutes les fois où elles étaient en dérangement, on se passait de leurs services : on revenait, en somme, à la situation ancienne, où elles n'existaient pas. Au fur et à mesure que le matériel s'est perfectionné et que son entretien s'est révélé plus efficace, les incidents qui l'affectaient ont été considérablement réduits et il a été possible de prescrire que, lorsqu'un dérangement se révèle sur les installations en cause, le train qui aborde le signal ou l'aiguille intéressé, doit marquer l'arrêt, puis s'avancer à faible vitesse, même lorsqu'il s'agit, par exemple, du dérangement d'un contrôle, alors que l'appareil commandé fonctionne bien. Une telle réglementation aurait les conséquences les plus fâcheuses pour le trafic, si les entraves qu'elle apporte à la circulation risquaient d'intervenir souvent. Mais, en fait, les dérangements sont extrêmement rares, les Services d'entretien mettant tout en oeuvre pour éviter qu'un incident n'apparaisse et pour y remédier dès qu'il s'est manifesté, le plus souvent avant même qu'il n'ait

affecté la marche d'un train. La possibilité de mettre en application la réglementation ci-dessus, qui réalise le maximum en matière de sécurité, et qui incite les Services à assurer un fonctionnement irréprochable, est la meilleure preuve des progrès réalisés dans ce domaine.

#### Evolution de la signalisation vue du dehors

Ayant passé trop rapidement en revue quelques procédés et quelques installations ferroviaires choisis aussi représentatifs que possible, je voudrais, avant de conclure, aller au-devant des remarques générales qu'un tel aperçu a quelque chance de susciter chez ceux qui s'initient à ces questions, ou qui n'ont pas eu le loisir d'y prêter une longue attention. L'expérience m'a souvent montré que la signalisation est exposée, dans ces conditions, à deux ordres de jugements, voire d'objections, dont je tiens à tenir compte et auxquels je vais m'efforcer de répondre en quelques mots.

Le premier ordre d'observations dont il s'agit, est le fait d'esprits curieux et cultivés, amateurs de toutes les nouveautés, qui voudraient les voir développées à l'extrême et qui comprennent mal que la signalisation puisse cristalliser dans un matériel ou dans des montages déterminés. Ils concevraient volontiers la sécurité dégagée des sujétions relatives à d'anciennes habitudes et la signalisation bouleversée par la hardiesse de conceptions entièrement nouvelles. J'ai entendu cette opinion émise, sous diverses formes, par des journalistes, par des

inventeurs, par des élèves de Grandes Ecoles préparant un projet de fin d'année.

La deuxième catégorie de remarques souvent présentées à l'adresse de la signalisation provient, au contraire, de techniciens avertis des choses de l'industrie et notamment de ses ressources dans le domaine électrique. Ces industriels ne sont pas toujours convaincus que le chemin de fer doive recourir, pour ses installations de sécurité, à des appareils spéciaux, alors que les fabrications courantes, dont les débouchés sont très supérieurs, offrent, à leur avis, toutes les dispositions voulues. Ils seraient portés à voir, dans les qualités supérieures exigées pour le matériel en cause, dans les clauses sévères des spécifications, dont ils distinguent mal la raison, une fantaisie coûteuse de spécialistes voulant disposer d'un matériel à leur usage propre.

A ceux de mes auditeurs chez qui mon exposé aurait provoqué la réaction que j'ai résumée en premier lieu, je ferai observer ce qui suit :

En matière de signalisation, on n'est pas libre d'innover à sa guise. Il n'est pas permis de commettre une erreur, puisque celle-ci pourrait disposer de vies humaines. C'est pourquoi, il est indispensable que la conception soit constamment ajustée à la réalisation. D'une façon plus précise et dans le prolongement des précédentes explications, il faut se rappeler que le schéma d'une installation de sécurité est en étroite

relation avec l'appareillage qu'il met en oeuvre. Ils présentent, l'un et l'autre, une égale importance. C'est précisément leur double perfection, leur mutuel agencement, qui constituent la qualité et le prix d'une installation. Ils doivent être faits l'un pour l'autre, étant fonction l'un de l'autre. A négliger l'un ou l'autre, on va au-devant des plus sérieux mécomptes. L'excellence de l'appareillage allège beaucoup les schémas, simplifie le montage et permet d'assurer un service tout à fait régulier. Tel schéma complexe, qui paraît à première vue totaliser le maximum de garanties, présente trop souvent un vice rédhibitoire : celui de ne pas être viable, parce que la fréquence des dérangements, qu'il ne manquerait pas de provoquer, est excessive. Et il serait inadmissible qu'un dispositif ayant pour objet d'augmenter la sécurité de la circulation des trains ait, en fait, pour résultat de ralentir le trafic et de perturber les mouvements !

Ces précisions fournies, je tiens à reconnaître la justesse d'une des remarques formulées par mes premiers interlocuteurs, amateurs d'absolu, enclins parfois à trouver le chemin de fer un peu trop réservé en face de certaines nouveautés qu'ils préconisent. Il est bien exact, pour les raisons données précédemment, qu'il existe toujours un certain décalage et même un retard appréciable de la signalisation par rapport aux nouvelles techniques industrielles. C'est ainsi que le block automatique prit son essor bien après que les premières unités lumineuses et les premiers relais courants eussent fait leur apparition

mais seulement quand l'adaptation de ce matériel aux besoins du chemin de fer fut terminée et la démonstration faite des qualités présentées par l'appareillage nouveau de sécurité. De même, peu de temps avant cette guerre, on s'essayait à appliquer la T.S.F. aux installations du chemin de fer ; mais, en raison des conditions spéciales à remplir, on en était encore aux premiers tâtonnements. Concilier la prudence et le progrès est la règle vitale qui s'impose aux services du chemin de fer, responsables de la sécurité.

Ayant ainsi répondu à la première des deux objections que je rappelais tout à l'heure, je crois avoir du même coup retiré toute sa force à la seconde. Il est clair que le matériel qui assure la sécurité des transports et dont une défaillance risque de mettre en danger le sort des voyageurs, ne peut être traité comme celui dont les irrégularités de marche ne procurent que des désagréments matériels. Sans la mise au point d'appareils appropriés au chemin de fer, il n'aurait pas été possible de réaliser le dispatching, ou le réseau téléphonique des triages, ou les postes de commandement ; il n'aurait pas davantage été possible d'assurer à la circulation ferroviaire toute la sécurité qu'elle peut comporter, grâce notamment à la simplification des schémas électriques, à l'amélioration des caractéristiques du matériel, grâce enfin au remplacement d'opérateurs faillibles par des appareils automatiques et constamment contrôlés. Au surplus, le chemin de fer n'est pas la seule industrie dont le perfectionnement exige des fournitures exactement adaptées

à ses besoins propres. Sans doute, il importe de ne recourir aux fabrications spéciales que dans les cas où le matériel de série ne peut convenir. Cette règle est d'ailleurs à l'avantage des utilisateurs, en même temps qu'elle représente l'intérêt bien compris des fournisseurs. Mais, là où des besoins impérieux et particuliers se manifestent, aucune adaptation technique ne doit être négligée, en vue de résoudre de façon vraiment adéquate les problèmes intéressant le développement et la perfection d'un service public.

En définitive, - et ceci sera ma conclusion - les solutions adoptées en matière de signalisation et de transmissions ferroviaires, qui surprennent parfois en raison de leur caractère quelque peu insolite, les esprits habitués aux montages et aux équipements de l'industrie, s'expliquent dans chaque cas par la nature des besoins auxquels elles répondent. Ces installations résultent d'une longue pratique et de multiples recherches qui ont permis de tenir compte, dans le détail des fabrications, d'exigences particulières et toujours motivées. Ce qui peut rendre la connaissance de ces techniques parfois malaisée et leur abord peu engageant, c'est qu'il faut prêter attention simultanément à beaucoup de données et de conditions, dont aucune ne peut être retranchée. Sans doute, il en résulte des difficultés, par endroits presque insurmontables, à exposer clairement et fidèlement les principes essentiels dont il s'agit.

(Je m'excuse d'avoir contribué à en fournir la preuve).  
Pourtant, les grandes règles suivies en matière de signalisation ferroviaire et d'installations électriques correspondent à des idées quelquefois subtiles, mais toujours fondées en raison,

étayées sur une expérience méthodique et inspirées par la logique. La sécurité ressortit à une science, non pas à un art. Le choix à intervenir, les décisions à prendre, font appel à des critères purement cartésiens de clarté et de bon sens, parmi une multitude d'éléments qu'il s'agit de dénombrer avec exactitude. La confrontation des disciplines scientifiques, si désirable en tous domaines, est particulièrement fructueuse en matière de signalisation et de transmissions, puisque ces dernières techniques dans leur évolution et dans leurs développements, sont faites de la rencontre de plusieurs autres, telles que la mécanique, l'électrotechnique, l'optique, l'acoustique. On sait que la S.N.C.F. prend une part active, pour les diverses questions qui la touchent, aux efforts de normalisation du pays et aux recherches de laboratoire. En particulier, lorsque les Services de signalisation s'associent étroitement à cette tâche nécessaire d'unification, ils se bornent à rendre aux autres ce qu'ils leur ont emprunté. Mon souhait ce soir - tel sera, Messieurs, mon dernier mot -, c'est que, lorsque vous aurez oublié tous les appareils et tous les chiffres dont je viens de faire état, vous vous rappeliez que, si la S.N.C.F., dans sa tâche d'unification, est attachée au perfectionnement de son matériel et de ses méthodes, elle a pour première préoccupation, en appliquant ses efforts au rendement, de les mettre aussi complètement que possible au service de la sécurité.

---