

Revue générale des chemins de fer (1924)

Revue générale des chemins de fer (1924). 1936/07/01.

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

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.

- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

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

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

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

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

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

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

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

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisationcommerciale@bnf.fr.

REVUE GÉNÉRALE
DES
CHEMINS DE FER

MÉMOIRES ET DOCUMENTS

CONCERNANT

L'ÉTABLISSEMENT, LA CONSTRUCTION

ET

L'EXPLOITATION TECHNIQUE ET COMMERCIALE

DES VOIES FERRÉES



TOME LVI^e. — 1936. — 2^e SEMESTRE

PARIS

DUNOD

92, RUE BONAPARTE (VI)

Tous droits réservés

ENPC - PER - P 301 - 1936 - 2

L'ÉQUIPEMENT EN BLOCK AUTOMATIQUE par panneaux lumineux

DE LA SECTION DE LIGNE CREIL-LONGUEAU

par

M. DEMAUX,

Ingénieur Principal de la Signalisation

et

M. MARTHELOT,

Sous-Ingénieur des Services Techniques de l'Exploitation

à la Compagnie du Chemin de fer du Nord

Le Réseau du Nord a mis en service, le 14 Septembre 1935, l'équipement en block automatique par panneaux lumineux de la très importante section de ligne, à double voie, commune aux artères de Paris à Calais et de Paris à Lille, qui s'étend sur une longueur de 75 km entre les gares de Creil et Longueau (exclues).

Cette installation, exécutée au titre du plan des grands travaux contre le chômage, a été entièrement montée par le Personnel du Réseau.

Elle constitue l'amorce d'un vaste programme d'équipement en block automatique s'étendant aux principales artères du Réseau du Nord : Paris-Calais, Paris-Lille, Paris à la frontière Belge par St-Quentin, Paris à Longueau par Ormoy-Villers, ainsi qu'aux lignes de la région des Houillères, à la transversale reliant Calais et Dunkerque au Réseau de l'Est par Lille et Valenciennes et aux lignes les plus chargées de la banlieue parisienne.

Le block automatique, qui vient d'être mis en service entre Creil et Longueau, a été conçu et réalisé en période de transformation de la signalisation des Réseaux français. Il tient compte à la fois des tendances de l'ensemble des Réseaux et des besoins propres de l'exploitation du Réseau du Nord. Il présente, de ce fait, un certain nombre de caractères nouveaux : c'est pourquoi il a paru intéressant de consacrer à sa description une étude quelque peu détaillée.

PRINCIPES GÉNÉRAUX

I. — SIGNALISATION DE PLEINE VOIE

1^o **Principes de signalisation.** — En pleine voie, les installations mises en service entre Creil et Longueau, réalisent un block à 3 indications seulement, données chacune par un feu unique :

Voie libre..... par un seul feu blanc,
Avertissement..... par un seul feu vert,
Arrêt sémaphorique (block) par un seul feu rouge.

Cette signalisation diffère sensiblement de celle qu'aurait nécessitée l'application stricte du Code des signaux actuels : cette application aurait en effet exigé l'emploi de deux feux pour les indications d'avertissement (deux feux verts) et d'arrêt sémaphorique (un feu rouge et un feu vert).

L'emploi d'un seul feu par indication a été retenu afin de donner aux panneaux lumineux, abstraction faite de la couleur des feux, un aspect

conforme au Code de la signalisation future, qui n'utilise qu'un seul feu pour les indications de voie libre (un feu vert), d'avertissement (un feu jaune) et d'arrêt sémaphorique (un feu rouge).

A la faveur de ces dispositions, l'application de la nouvelle signalisation unifiée, qui doit être chose faite dans le courant de l'année 1936, pourra être réalisée par simple changement des verres de couleur : on évitera ainsi un important remaniement des panneaux.

L'expérience a montré que les mécaniciens s'étaient, dès le premier jour, parfaitement habitués à cette signalisation par feu unique sur cette section relativement courte, insérée au milieu de leurs parcours. La raison en est, sans aucun doute, que les feux du block automatique lumineux ont un aspect très caractéristique. La solution adoptée par anticipation s'est donc révélée sans inconvénient.

2° **Aspect d'un signal de pleine voie.** — La figure 1 représente un signal de pleine voie qui comporte, sur le panneau, les 3 feux nécessaires pour les indications respectives de voie libre, avertissement et block ; chaque signal comporte, en outre :

— Un petit feu annexe blanc bleuté, placé au-dessous et à gauche du panneau et présenté en

Fig. 1. — Panneau de pleine voie.



même temps que chacune des indications de signalisation ; ce feu est destiné à matérialiser pour le mécanicien, la position d'un panneau éteint intempestivement ; il constitue, en outre, comme on le verra plus loin, un indice à consulter avant le franchissement du panneau et c'est pourquoi on le désigne sous le nom « d'œilleton de franchissement » ;

— Une plaque fixe présentant la lettre F, sur l'utilité de laquelle des précisions seront données plus loin ;

— Une plaque fixe portant le numéro d'ordre du signal ;

— Un commutateur susceptible d'être manœuvré à la main pour la protection des chantiers de la

voie ou des obstacles inopinés et de provoquer la mise à l'arrêt sémaphorique du panneau et la mise à l'avertissement du panneau précédent.

3° **Fonctionnement du block.** — Le block, mis en service entre Creil et Longueau, entièrement automatique, fonctionne par circuits de voie à courant continu, généralement avec éclairage d'approche et alimentation par piles.

Le montage du block de pleine voie est traduit schématiquement sur la figure 2, sur laquelle, pour la clarté de la présentation, tous les circuits ont été réduits à un seul fil.

Normalement, les sections étant libres, les relais de voie (R.B.), excités, commandent les panneaux à voie libre.

Lorsqu'une section est occupée, le relais de voie, désexcité, commande à l'arrêt sémaphorique (block) le panneau de protection de la section. En même temps, le relais de ligne (R.A.) du panneau précédent, désexcité, commande ce panneau à l'avertissement.

A chaque instant, les panneaux ne peuvent présenter que l'indication la plus impérative.

4° — **Eclairage d'approche.** — Sauf entre Boves et Longueau, section de 4 km où sont établies, côte à côte, les 2 voies de la ligne de Creil à Longueau et les 2 voies de la ligne de Longueau à Ormoy et sur laquelle les panneaux sont allumés en permanence ⁽¹⁾, les panneaux sont normalement éteints ; ils ne s'allument qu'au moment de la pénétration des trains dans la section sémaphorique qui les précède.

Ainsi qu'on peut le voir sur la figure 2, la réalisation de l'éclairage d'approche, appliqué en pleine voie à tous les feux, œilleton compris, est éminemment simple : à chaque panneau, un relais d'approche (R. E.) commande l'allumage lorsque le relais de voie de la section précédente est désexcité (circuit tiré).

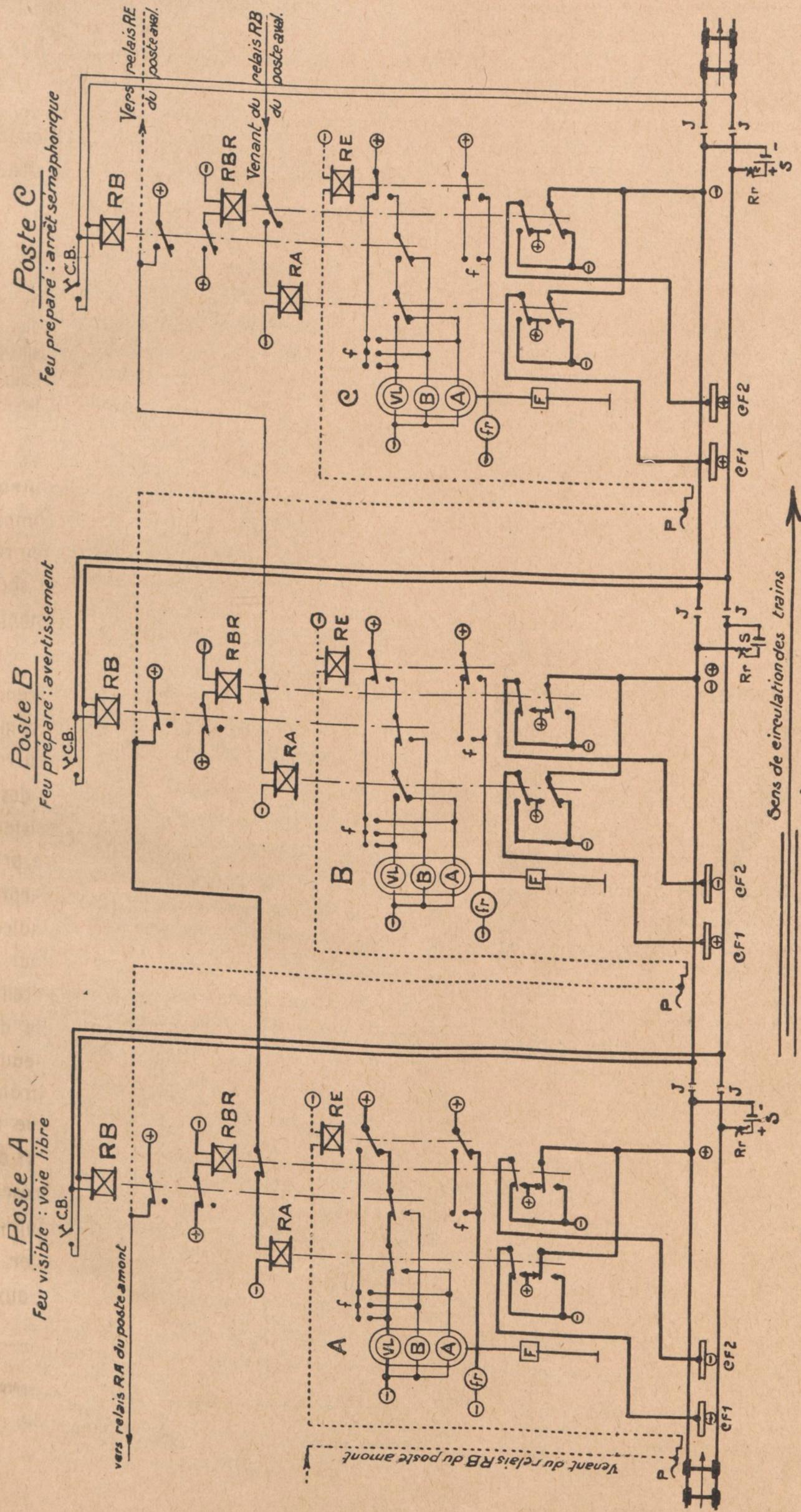
On s'est appliqué, lors du montage, et on s'applique dans l'entretien, à réduire au minimum les possibilités d'allumage et d'extinction intempestifs. On ne doit cependant pas exclure l'hypothèse d'un défaut d'allumage, et, dans ce cas, on doit multiplier les moyens d'éviter que le mécanicien franchisse un panneau indûment éteint.

Si le raté d'allumage est dû à la défaillance d'une lampe, d'une alimentation, d'un organe de connexion, le mécanicien sera averti, par l'œilleton de franchissement allumé, de la présence du panneau éteint. Mais le raté d'allumage peut être dû également à un raté « à voie libre » du relais de voie.

Par ce qu'on connaît, d'une part, de la conception et du fonctionnement des relais de block automatique, d'autre part,

(1) L'éclairage d'approche n'a pas été appliqué aux sections de lignes quadruplées, pour éviter l'inconvénient suivant : 2 trains de même sens, à marches sensiblement parallèles, seraient appelés, en cas d'éclairage d'approche, à voir s'éclairer devant eux 2 panneaux voisins. Si un de ces panneaux ne s'éclairait pas, il pourrait y avoir confusion pour un des mécaniciens, susceptible de prendre pour lui l'indication du panneau qui s'adresse au second train.

Fig. 2. — Block de pleine voie : schéma de montage.



Légende

- VL - Voie libre
- B - Arrêt sémaphorique
- A - Avertissement
- fr - Feu de franchissement
- F - Indice de franchissement
- CB - Commutateur de bloeage
- P - Pédale
- CF1, CF2 - Contacts fixes
- f - Fiches d'essai des feux
- RB - Relais de voie (block)
- RBR - Relais répéteur du relais RB.
- RA - Relais de ligne (Avertissement)
- RE - Relais d'approche (éclairage)
- S - Source électrique (piles)
- Rr - Résistance réglable
- J - Joint isolant

des précautions prises dans leur fabrication et dans leur réception, on est fondé à penser qu'un tel raté doit être excessivement rare. Il a paru cependant intéressant de se prémunir contre le risque d'un tel raté, dont les conséquences seraient les suivantes : comme le circuit d'éclairage d'approche d'un panneau dépend du relais de voie (R. B.) de la section précédente, le panneau, **ainsi que son œilleton**, ne s'allumeraient pas à l'approche d'un train si le relais (R. B.) restait indûment excité ; le mécanicien risquerait alors, soit de franchir le panneau sans l'apercevoir, soit, s'il l'apercevait, d'arrêter son train en avant du panneau éteint, alors que le panneau précédent, par suite du raté du relais de voie, ne donnerait pas l'indication d'arrêt sémaphorique.

Pour éviter cet inconvénient, une pédale mécanique dite de « confirmation d'allumage d'approche » a été intercalée dans le circuit d'éclairage d'approche, à 150 m environ en avant de chaque panneau : son déclenchement au passage du premier essieu confirme la désexcitation du relais d'allumage du panneau. En cas de raté du relais de voie de la section, cette pédale provoquerait donc l'allumage — mais un allumage tardif — du panneau.

De ce fait :

1° L'arrêt complet d'un train dans une section non protégée (chaque fois au moins que le panneau aval ne commande pas l'arrêt) serait évité ;

2° L'allumage **tardif** du panneau deviendrait l'indice révélateur d'un raté « à voie libre » du relais de voie, ce qui permettrait de rétablir, dans les délais les plus courts, le bon fonctionnement de l'installation.

Il convient de dire ici que, depuis la mise en service du block Creil-Longueau, aucun mécanicien n'a signalé d'allumage tardif des panneaux.

5° Implantation des panneaux. — Les programmes de signalisation ont été établis pour permettre la circulation des trains à la vitesse de **140 km à l'heure** : à cet effet, la longueur des sections a été fixée à 1 400 m au minimum en palier et à 1 700 m au minimum dans les pentes supérieures à 4/1 000 ⁽¹⁾.

Les panneaux ont été espacés aussi régulièrement que possible, tout en cherchant, d'une part, à ne pas trop éloigner les panneaux de gare des points à protéger et, d'autre part, à assurer la meilleure visibilité des feux. On a évité, dans toute la mesure du possible, d'implanter des panneaux dans les courbes.

Les sections obtenues sont plus courtes qu'avec le block-système manuel. Il en résulte un progrès sensible dans la circulation des trains.

(1) Ces données résultent d'essais effectués avec les dispositifs de freinage actuellement en service sur les trains.

La circulation à 140 km à l'heure des automotrices, pour lesquelles la distance d'arrêt à cette vitesse est inférieure à 1 000 m est, a fortiori, compatible avec l'implantation des signaux. Cette vitesse est déjà pratiquée en pleine ligne par les automotrices du service Paris-Lille.

II. — PROTECTION DES GARES

1° Principes de signalisation — Indication d'arrêt absolu. — La protection d'une gare est assurée par la mise à l'arrêt absolu du panneau lumineux qui la précède ⁽¹⁾. L'indication d'arrêt absolu est constituée par deux feux rouges placés sur une même verticale, mais d'importance différente : le feu principal est le feu d'arrêt sémaphorique du panneau ; le second feu a un plus petit diamètre et sa visibilité à distance est moindre. L'apparition de ce second feu rouge provoque l'extinction de l'œilleton de franchissement.

Grâce à ces dispositions, le mécanicien qui aperçoit de loin un panneau au rouge se met en mesure d'arrêter son train, mais ne peut pas reconnaître si l'indication présentée est celle d'arrêt sémaphorique ou d'arrêt absolu. C'est seulement en approchant du panneau qu'il aperçoit : ou l'œilleton de franchissement, ou le deuxième feu rouge, à qui se trouve ainsi conféré le rôle de préciser la conduite à tenir après l'arrêt.

Indice de franchissement d'un panneau de gare. — Il peut arriver qu'un panneau commandé à l'arrêt absolu ne présente qu'un seul feu rouge, par suite de l'extinction accidentelle du second : les deux feux rouges ont, en effet, une alimentation distincte.

Un tel montage a été choisi, de préférence au montage en série, pour éviter l'extinction complète du panneau en cas de défaillance d'un feu rouge. Mais, il en résulte que l'extinction de l'un des feux de l'indication d'arrêt absolu laisse subsister sur le panneau une indication qui, si l'on ne prenait des mesures appropriées, pourrait être interprétée, à tort et dangereusement, comme une indication d'arrêt sémaphorique franchissable. Pour supprimer ce risque, on utilise le feu de l'œilleton comme indication annexe permettant de déterminer les cas dans lesquels un panneau est franchissable : à cet effet, l'œilleton « de franchissement » est allumé en même temps que toute indication autre que celle d'arrêt absolu, et éteint lorsque l'indication d'arrêt absolu est présentée.

Mais l'œilleton de franchissement peut lui-même s'éteindre accidentellement. Pour renseigner, dans ce cas, le personnel du train, les panneaux de

(1) L'indication d'arrêt absolu est soumise à l'éclairage d'approche au même titre que les autres indications.

gare comportent des indices de repérage mobiles : F (Franchissable) ou NF (Non Franchissable) ; l'indice F est apparent lorsque l'œilleton de franchissement doit être allumé et l'indice NF l'est lorsque l'œilleton de franchissement doit être éteint, c'est-à-dire lorsque l'indication d'arrêt absolu est commandée (1).

Dès lors, la conduite à tenir par le personnel des trains est la suivante :

— lorsque le panneau présente un feu blanc ou un feu vert, le mécanicien n'a pas à tenir compte de l'œilleton ;

— lorsque le panneau présente un feu rouge ou est éteint, le mécanicien doit marquer l'arrêt avant de l'atteindre : si l'œilleton est allumé, il a la certitude que le panneau ne commande pas l'arrêt absolu et il peut repartir sur ordre du Chef de train sous le régime de la marche prudente ; si l'œilleton est éteint, le Chef de train descend et détermine, d'après l'indice présenté (F ou NF), si le panneau est franchissable ou non et s'il a, par suite, le droit de faire avancer le train sous le même régime de la marche prudente.

Signal d'appel pour manœuvres. — Les panneaux de certaines gares comportent, en outre, un feu blanc clignotant dénommé signal « d'appel pour manœuvres », destiné à permettre d'exécuter rapidement le garage inopiné d'un train. A cet effet, la vitesse du train est d'abord brisée par la présentation prolongée de l'arrêt absolu. Puis l'autorisation d'entrer en gare est donnée par la présentation d'un feu blanc clignotant, que la gare substitue assez tôt aux deux feux rouges pour éviter que le train soit obligé de marquer l'arrêt.

Autres indications de signalisation. — Aucune aiguille en pointe et aucun point singulier ne se rencontrant sur la section de ligne Creil-Longueau, il n'y a pas eu à installer de signal de ralentissement. Mais le problème des ralentissements va se poser à brève échéance, du fait de la création, dans cette section, d'entrées directes à Clermont et à Breteuil. Il se rencontrera fréquemment, lors des extensions du block automatique sur le Réseau du Nord. On utilisera

alors le signal de « rappel de ralentissement » qui présentera, ainsi que le prescrit le nouveau Code des Signaux, deux feux jaunes sur une même verticale.

Dans le même ordre d'idées, les panneaux seront complétés le cas échéant, pour donner, conformément au nouveau Code, les indications de direction.

2° Aspect d'un signal de gare. — La figure 3 représente un signal de gare.

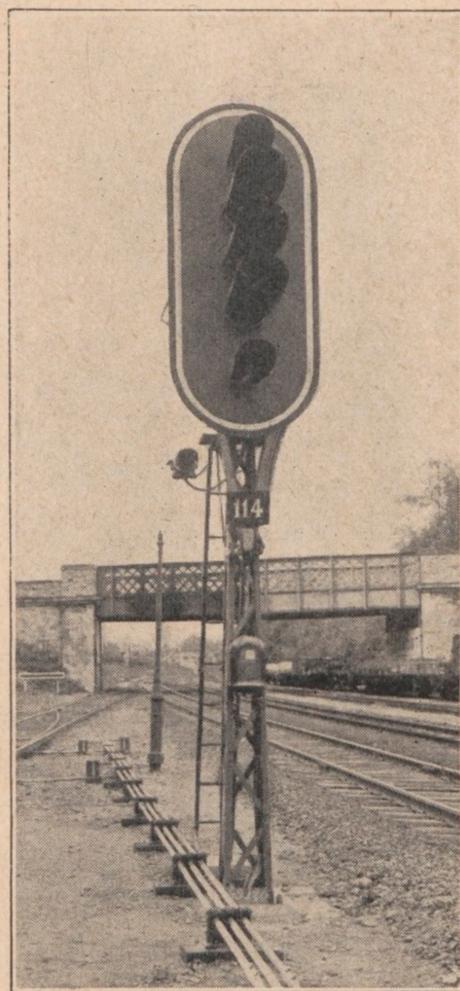
En plus des 3 feux que comporte le signal de pleine voie, il porte 2 feux supplémentaires : en bas du panneau, le 2^e feu rouge d'arrêt absolu et en haut du panneau, le feu blanc clignotant d'appel pour manœuvres.

Comme on le voit sur la figure, la plaque F fixe du signal de pleine voie est remplacée par un dispositif à voyant mobile, laissant apparaître les lettres F ou NF suivant l'indication de signalisation portée par le panneau.

3° Commande des signaux des gares. — Enclenchements. — Les signaux d'une gare sont commandés par l'intermédiaire d'une serrure centrale électro-mécanique, qui réalise les enclenchements nécessaires entre les signaux et les appareils de voie, auxquels on a conservé leurs dispositifs de protection par serrures Bouré.

Cette serrure centrale, qui porte les voyants des contrôles nécessaires, est placée au Bâtiment principal sous la surveillance du chef de service de la gare.

Fig. 3. — Panneau de protection de gare.



(1) Les panneaux de pleine voie ne comportent jamais l'indication d'arrêt absolu : l'indice F doit y être présenté en permanence. C'est pourquoi on l'a constitué par une plaque fixe (Voir paragraphe 1 — 2°).

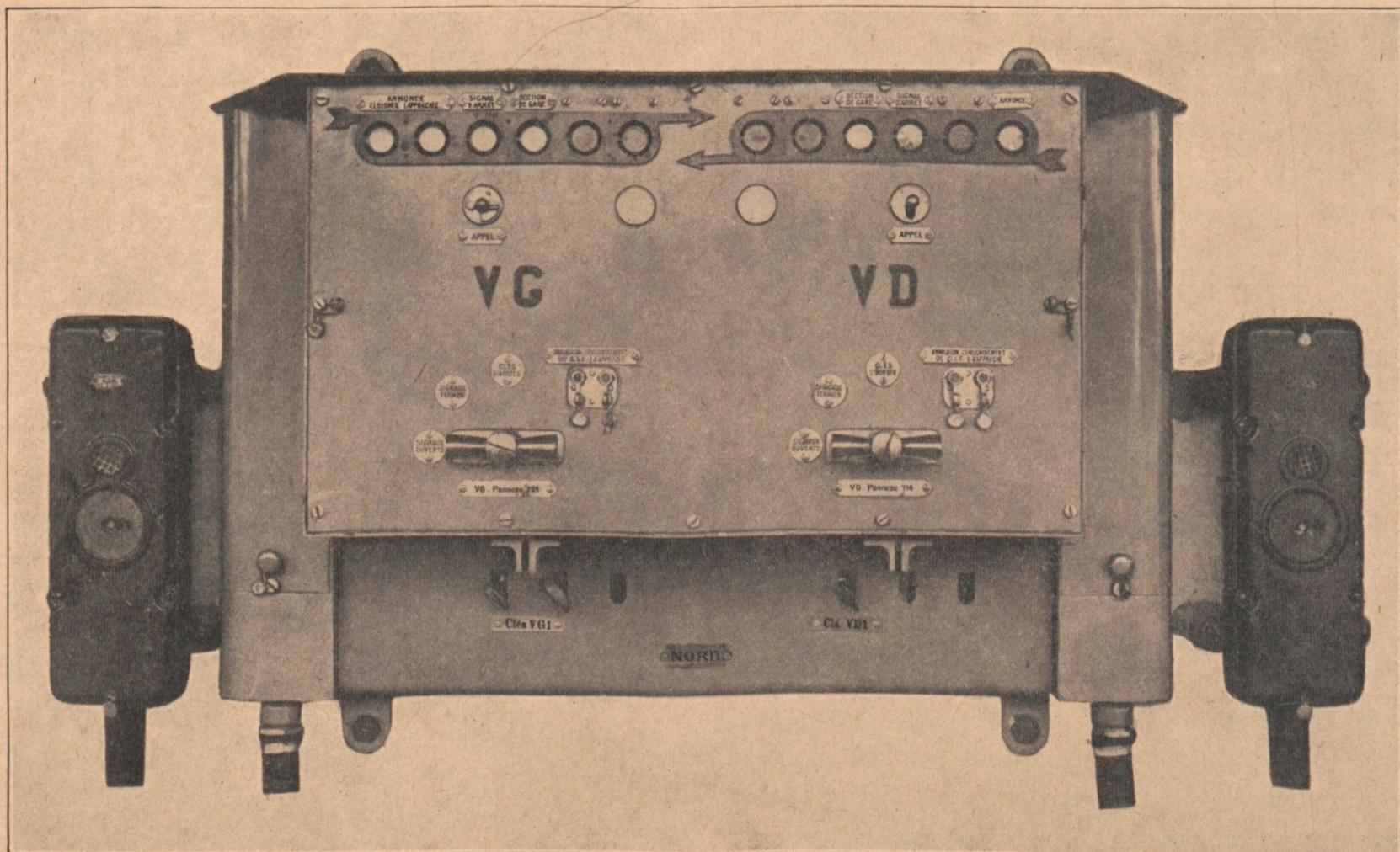
La figure 4 montre l'aspect extérieur d'une serrure électro-mécanique.

Chaque serrure comporte deux manettes : l'une pour la voie principale de gauche, l'autre pour la voie principale de droite. La manœuvre d'une

attente du contrôle impératif de fermeture qui doit être obtenu pour que la manette puisse achever sa course (1).

Ce contrôle impératif, donné quand le relais de commande à l'arrêt du panneau a bien obéi à la manœuvre de la manette, est doublé par un contrôle optique obtenu au moyen d'un voyant placé sur la serrure électro-mécanique qui passe alors du blanc au rouge (le contrôle d'allumage des deux feux rouges

Fig. 4. — Serrure centrale électro-mécanique.



de ces manettes produit la commande de mise à l'arrêt absolu du panneau de protection correspondant et de mise à l'avertissement du panneau précédent, puis la libération des clés de serrures Bouré.

Chaque manette peut occuper trois positions :

- une position horizontale dite « Signaux ouverts », correspondant au fonctionnement automatique des panneaux ;
- une position oblique à 45°, dite « Signaux fermés », correspondant à la mise à l'arrêt absolu du panneau de protection ;
- une position verticale, dite « clés libérées », correspondant à la libération des clés de serrures Bouré.

La manœuvre d'une manette se fait en deux temps :

1^{er} temps : Commande de la fermeture des signaux par la mise de la manette sur la position « signaux fermés » et

n'a pas été réalisé, parce que ceux-ci sont normalement éteints, étant soumis à l'éclairage d'approche).

Il convient de rappeler que si l'un des feux rouges ne s'allumait pas ou si aucun de ces feux n'était présenté à l'approche d'un train, le panneau commanderait néanmoins l'arrêt absolu, du fait que l'œilleton de franchissement serait éteint et que l'indice NF serait apparent.

La commande du feu d'avertissement sur le panneau avancé n'est pas contrôlée, car ce panneau annonce automatiquement, par le jeu des relais, l'indication du panneau d'entrée.

2^e temps : Le contrôle impératif de fermeture étant obtenu, mise de la manette sur la position « clés libérées », dans laquelle les clés de serrures Bouré peuvent être dégagées.

Le dégagement de ces clés provoque l'enclenchement de la manette dans la position « clés libérées ».

Chaque serrure électro-mécanique comporte, par sens de circulation, un bouton-poussoir donnant la possibilité de substituer

(1) Cet enclenchement peut être annulé, en cas de raté, au moyen d'un bouton placé sur la serrure.

temporairement à l'indication d'arrêt absolu celle d'arrêt sémaphorique ou d'appel pour manœuvres :

— soit pour permettre à un train d'avancer à quai quand on manœuvre à l'extrémité de la gare ;

— soit pour faire avancer un train qu'on veut garer inopinément et dont on a préalablement brisé la vitesse par la présentation des deux feux rouges ;

— soit pour remédier éventuellement à un raté entraînant la présentation intempestive des deux feux rouges.

Le signal d'appel pour manœuvres (feu blanc clignotant) n'existe que dans les gares où les garages inopinés sont assez fréquents. Afin de renforcer la sécurité, son apparition sur un panneau précédemment à l'arrêt absolu est subordonnée à la libération de la section de gare et à l'emprisonnement des clés de S. B. dans la serrure électro-mécanique. C'est l'indication d'arrêt sémaphorique qui remplace celle d'arrêt absolu si la section de gare est occupée ou si les clés de S. B. sont libérées, comme dans le cas des gares ne disposant pas du signal d'appel pour manœuvres.

Le bouton-poussoir n'a d'effet que pendant le temps qu'on l'actionne. Il ne doit l'être qu'au moment où le train attendu est arrivé à proximité du panneau d'entrée et la révélation de cette approche est faite à la gare, lorsque la vue directe n'est pas possible, par un voyant dit « annonce rapprochée », commandé par le déclenchement de la pédale de confirmation d'allumage d'approche.

La serrure centrale électro-mécanique réalise, en outre, l'enclenchement d'approche, ce qui veut dire qu'il n'est pas possible de mettre à l'arrêt absolu le panneau de la gare, lorsque le panneau qui le précède a déjà été vu, ou, a fortiori, franchi à voie libre par le mécanicien d'un train. Grâce à cette disposition, on évite d'arrêter brutalement le train et surtout on empêche de libérer les clés de serrures Bouré et, par suite, d'exécuter une manœuvre alors que le train survient.

L'enclenchement d'approche est réalisé en immobilisant la manette de la serrure électro-mécanique dans la position « signaux ouverts » pendant l'occupation des deux sections (en principe) précédant, vers l'amont, le panneau de gare. Quand le panneau de gare est implanté à une grande distance des premiers appareils à protéger, l'enclenchement d'approche est prolongé jusqu'en avant du premier croisement, pour éviter que la gare puisse dégager les clés de serrures Bouré entre le moment où un mouvement lent franchit le panneau et celui où il aborde le premier croisement.

L'enclenchement d'approche est révélé, sur la serrure électro-mécanique, par un voyant dit « d'annonce éloignée » normalement blanc et passant au jaune quand la manette est

enclenchée par l'approche d'un train. Bien entendu, cet enclenchement ne joue pas si, au moment où la manœuvre de la manette est effectuée, le panneau est déjà à l'arrêt. Dans ce cas, en effet, le panneau avancé est à l'avertissement et on a la certitude qu'aucun train n'a rencontré le panneau avancé à voie libre avant le commencement de la manœuvre.

Il est cependant indispensable de réserver au Chef de Service la possibilité de mettre les signaux à l'arrêt absolu, en cas d'urgence ou d'incident, au moment où un train approche, et quelle que soit la distance de la station. A cet effet, un dispositif mécanique d'annulation (normalement plombé) à disposition du chef de service, permet la libération de la manette de commande des signaux, malgré l'approche d'un train. Ce dispositif d'annulation n'a qu'un effet passager.

Contrôles. — Pour permettre au chef de service d'une gare de connaître l'état d'occupation de la section s'étendant entre le panneau d'entrée et le panneau de sortie, il existe, sur la serrure électro-mécanique, un voyant normalement au blanc, passant au rouge à croix noire pendant tout le temps d'occupation de cette section. Une sonnerie double l'indication de ce voyant.

L'occupation de la section « aval » s'étendant entre le panneau de sortie de gare et le panneau suivant est, de son côté, révélée sur la serrure centrale électro-mécanique, par un voyant normalement blanc passant au vert. Ce voyant n'existe pas quand le panneau de sortie de gare est visible du B. P. ou du point d'expédition des trains : la gare est alors renseignée par les feux du panneau de sortie dont le feu de voie libre est seul éclairé par approche, les feux d'avertissement et de block étant à éclairage permanent.

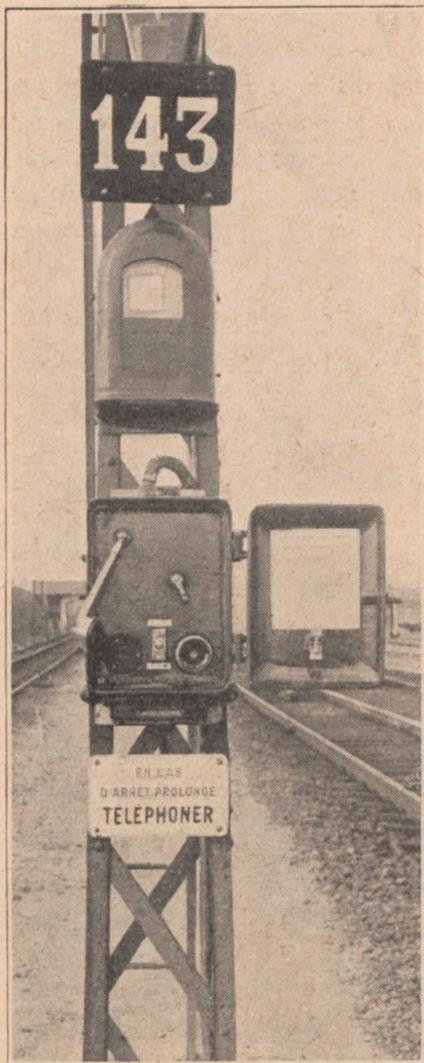
4° Dispositifs complémentaires. — Dans chaque gare, l'approche des trains de chaque sens est révélée à tout le personnel par l'allumage d'un tableau lumineux, pendant l'occupation des deux sections (en principe), précédant le panneau d'entrée. Une sonnerie tinte pendant toute la durée de l'allumage de ce tableau.

D'autre part, afin de révéler immédiatement au personnel des gares une apparition intempestive éventuelle des deux feux rouges sur l'un des panneaux de protection, il a été installé une sonnerie qui entrerait en action si ces feux venaient à apparaître, alors que les manettes de la serrure centrale électro-mécanique sont en position « signaux ouverts » (1).

(1) Lorsque le Service des gares est interrompu la nuit, cette sonnerie est répétée dans le logement du Chef de Gare.

Toutefois, dans certaines gares, cette sonnerie est remplacée par un téléphone de campagne, installé sur le fût de chaque panneau de protection (Fig. 5).

Fig. 5. — Téléphone installé sur un panneau de protection de gare.



Ce téléphone est relié au Bâtiment principal et permet aux agents des trains ou des machines d'entrer en relation avec le personnel sédentaire de la gare, en cas d'arrêt prolongé au panneau.

III. - RÉPÉTITION DES SIGNAUX SUR LES MACHINES

La répétition des signaux de block automatique installés entre Creil et Longueau, posait un problème délicat, car cette ques-

tion est actuellement, elle aussi, en pleine évolution. Les Réseaux français répètent, depuis longtemps déjà, au moins les indications d'avertissement sur les machines, par l'intermédiaire de contacts fixes ou « crocodiles »; ils étudient actuellement la possibilité de répéter les indications de voie libre et d'arrêt et d'améliorer le dispositif de répétition, grâce à l'emploi d'appareils fonctionnant par induction, soit d'une façon continue, soit d'une façon intermittente.

La période d'essai de ces appareils n'étant pas terminée, le Réseau du Nord, qui répétait déjà les indications de voie libre et d'avertissement, avait pour répéter, en block automatique, les indications d'arrêt, à choisir entre le contact fixe qu'il utilise déjà d'une manière absolument générale et le détonateur avec chronographe, utilisé pour la répétition acoustique et l'enregistrement du franchissement intempestif des sémaphores mécaniques à fonctionnement automatique.

Mais le détonateur est un appareil coûteux d'installation et d'entretien et dont le emploi eût été difficile si, dans l'avenir, la répétition par induction devait être réalisée.

C'est pourquoi le Nord a préféré étendre l'emploi du « crocodile » à la répétition et à l'enregistrement des indications d'arrêt.

La répétition en usage depuis longtemps sur le Nord pour les deux indications de voie libre ou d'avertissement se fait en utilisant respectivement, sur le crocodile, les polarités + et -. Pour enregistrer, en plus, la troisième indication, celle d'arrêt, on a dû utiliser un crocodile supplémentaire.

A cet effet, on a installé en avant de chaque panneau de pleine voie deux contacts fixes et on a combiné leurs polarités pour différencier sur la bande enregistreuse de l'appareil Flaman les trois indications de voie libre, avertissement, arrêt. Les combinaisons suivantes ont été choisies :

	Crocodile N° 1	Crocodile N° 2
Voie libre.....	—	—
Avertissement.....	+	—
Arrêt sémaphorique....	+	+

En outre, afin d'enregistrer d'une manière particulière le franchissement d'un panneau à l'arrêt **absolu**, les panneaux de gare ont été dotés d'un troisième contact fixe, qui n'est pas normalement sous tension, mais qui est placé sous tension positive lorsque le panneau commande l'arrêt absolu.

Dans les grandes gares ou aux bifurcations, aux panneaux commandés de cabines, les pétards qui servent déjà à doubler les signaux carrés actuels seront maintenus.

La question d'enregistrement étant ainsi résolue d'une façon simple et économique, puisqu'elle ne nécessite que de légères transformations à l'appareillage des machines, on a cherché à provoquer, sur la machine, la mise en action d'un sifflet spécial en cas de franchissement intempestif d'un panneau à l'arrêt. La solution adoptée à cet effet

est due à M. Ledard, Ingénieur de la Traction à la Compagnie du Nord. Elle est représentée sur le schéma figure 6.

Fig. 6. — Dispositif Ledard.

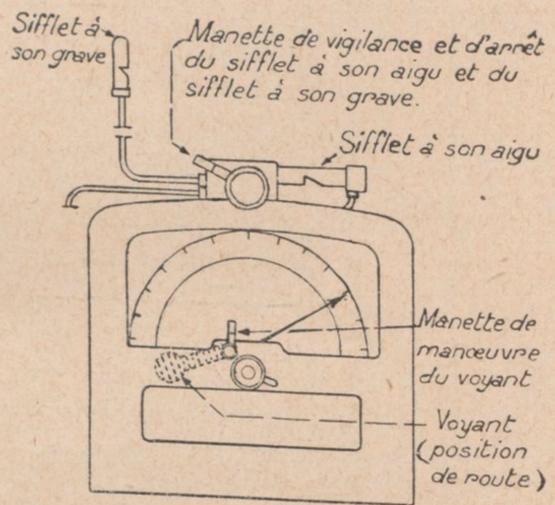
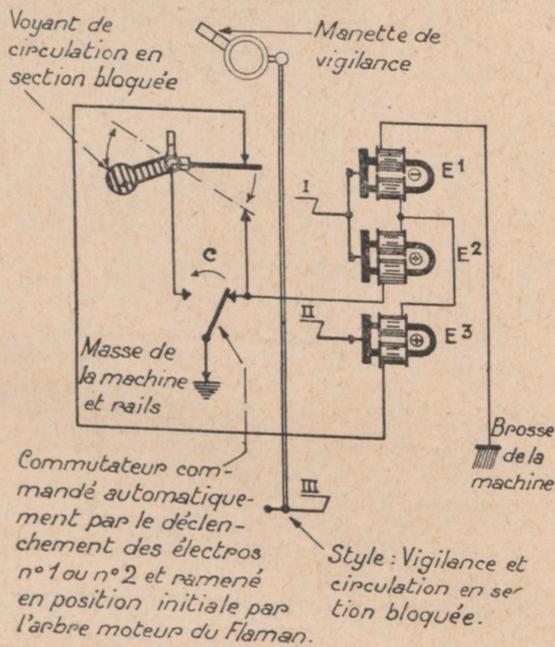


Schéma du dispositif



L'appareillage Flaman E.V.D. actuellement en service sur le Nord, se compose, comme on le sait, de deux électro-aimants polarisés E_1 et E_2 déclenchant respectivement sous une tension de polarité négative et positive.

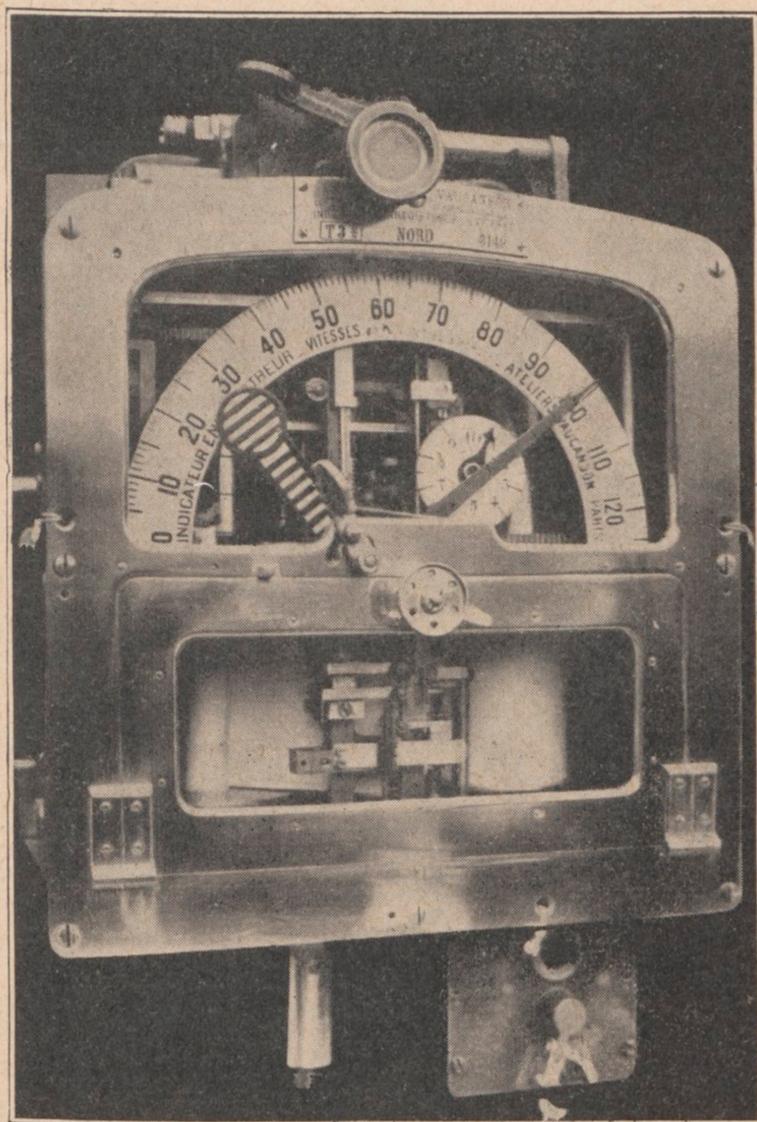
M. Ledard a imaginé de compléter l'appareil E.V.D. par un 3^e électro-aimant E_3 polarisé pour déclencher sous polarité positive et qui se trouve mis en circuit par le déclenchement automatique d'un commutateur C, dès le franchissement du premier contact fixe et jusqu'à ce que la machine ait franchi le panneau. Il en résulte qu'au passage de la machine sur le second contact fixe, l'électro E_3 déclanchera si le contact fixe est sous tension positive, c'est-à-dire si le panneau est à l'arrêt, ce qui révélera l'infraction commise.

Pour éviter le déclenchement de l'électro E_3 , lors du franchissement normal du panneau à l'arrêt sémaphorique, le mécanicien dispose d'une manette mettant hors circuit l'électro E_3 et rétablissant le circuit normal de l'électro E_2

et qu'il doit manœuvrer avant le franchissement du panneau (Fig. 7).

La manœuvre de ce commutateur ne peut être effectuée que lorsque la vitesse est tombée à 0 (1). Elle entraîne un décalage

Fig. 7. — Appareil Flaman - E.V.D.



du style de vigilance qui permet d'enregistrer sur la bande les parcours effectués en section occupée.

En définitive, le montage est tel qu'il produit sur la machine les effets indiqués au tableau ci-après (Fig. 8).

IV. — PARTICULARITÉS DE LA RÉGLEMENTATION

En dehors des prescriptions qui découlent de l'emploi de l'œilleton de franchissement, la nouvelle réglementation présente les particularités notables ci-dessous :

— Pénétration en section bloquée : aucun délai n'est plus imposé après l'arrêt pour la pénétration en section bloquée.

(1) Il serait possible de régler le dispositif de façon telle que cette manœuvre puisse être effectuée dès que la vitesse tombe au-dessous d'une certaine limite, 10 km par exemple, ce qui permettrait de pénétrer en section bloquée sans marquer l'arrêt devant le panneau, mais avec brisure de vitesse.

Fig. 8. — Enregistrement sur la bande de l'appareil Flaman.

CONDITIONS DE FRANCHISSEMENT DES SIGNAUX	RÉPÉTITIONS ACOUSTIQUES A BORD DE LA MACHINE	INSCRIPTIONS SUR LA BANDE D'ENREGISTREMENT
Franchissement d'un panneau à voie libre.	Deux bruits d'échappement brefs d'air comprimé.	
Franchissement d'un panneau à l'avertissement.	Déclenchement du sifflet à son aigu.	
Franchissement réglementaire (après arrêt) d'un panneau à l'arrêt sémaphorique.	Deux déclenchements du sifflet à son aigu.	
Franchissement irrégulier (sans arrêt) d'un panneau à l'arrêt sémaphorique.	Déclenchement du sifflet à son aigu puis déclenchement du sifflet à son grave.	
Franchissement irrégulier (sans arrêt) d'un panneau à l'arrêt absolu.	Déclenchement du sifflet à son aigu. Déclenchement du sifflet à son grave. Nouveau déclenchement à son aigu.	

I. — Enregistrement de la voie libre et de l'avertissement.
 II. — Enregistrement du franchissement intempestif d'un panneau à l'arrêt.
 III. — Enregistrement de la vigilance et de la marche en section bloquée.
 IV. — Enregistrement de la vitesse.

D'autre part, cette pénétration s'opère sans délivrance de « bulletin de pénétration » au mécanicien, cette formalité devenant tout à fait inutile du fait de l'enregistrement sur les machines du franchissement des panneaux à l'arrêt sémaphorique.

La marche prudente en section occupée n'impose aucune limitation de vitesse précise. Plus tard, quand le block automatique sera appliqué à des bifurcations, une limitation à 30 km/h sera imposée aux trains pour le passage sur les aiguilles en pointe situées dans une section occupée.

Cette prescription est la conséquence de l'effacement de l'indication de rappel de ralentissement devant l'indication d'arrêt sémaphorique plus impérative.

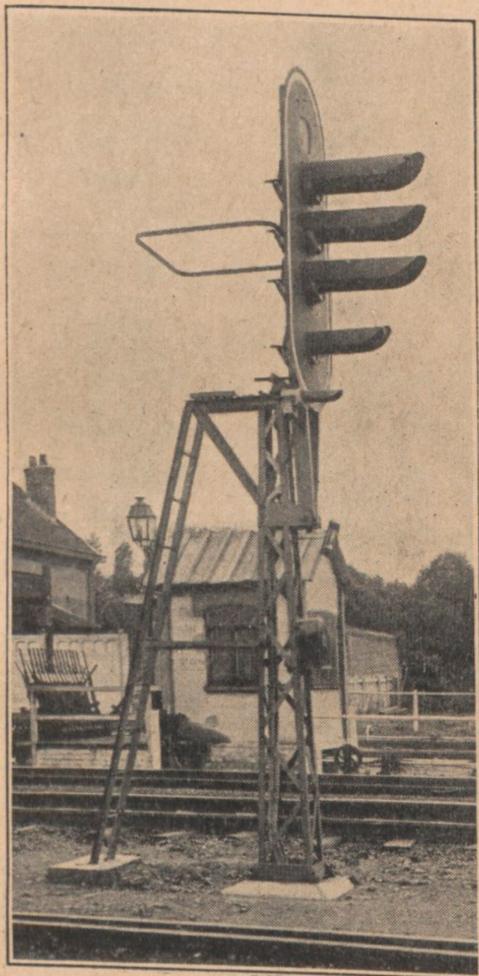
— Protection par signaux à main des trains arrêtés en pleine voie : la protection par signaux à main des trains arrêtés en pleine voie est supprimée, cette protection étant automatiquement assurée par les signaux du block automatique. Elle est maintenue, par contre, pour la protection des trains déraillés.

MATÉRIEL

1° **Panneaux et leurs supports.** — Les panneaux, de forme allongée suivant la verticale, sont en tôle peinte en noir mat avec galon blanc. Cette tôle est percée de trous derrière lesquels se présentent les unités lumineuses, montées sur un châssis de réglage solidaire du panneau. Ce châssis

porte également, en dehors du panneau, l'œilleton de franchissement (Fig. 1, 3 et 9).

Fig. 9. — Panneau avec son support.



Le parallélisme des feux est réalisé en atelier lors de la fixation des unités lumineuses sur le châssis; sur le terrain, il n'y a plus qu'à orienter convenablement ce châssis pour diriger simultanément tous les feux dans la même direction.

Le châssis est fixé, après réglage, de façon très rigide, sur le support constitué, généralement, par un mât en treillis à base bétonnée.

Une échelle, également bétonnée à la base et contribuant à la rigidité de l'ensemble, permet l'accès à une petite plate-forme destinée à faciliter la visite et l'entretien des unités lumineuses (Fig. 9).

Le mât en treillis porte encore :

- une petite tôle rectangulaire sur laquelle est peint en blanc sur noir, le numéro du poste ;
- une autre tôle rectangulaire sur laquelle est peinte la lettre « F » quand cette lettre est fixe, ou un coffret contenant un électro-aimant commandant l'apparition d'un voyant « F » ou « NF » quand cette indication est variable (Fig. 5) ;
- éventuellement, aux entrées de gares, un téléphone à boîte étanche (Fig. 5) ;
- enfin, un commutateur de blocage présentant à l'usager une manette à deux positions, normalement plombée dans la position qui assure l'automatisme de la signalisation.

Les mâts portant les panneaux ont des hauteurs différentes pour tenir compte des conditions d'implantation et de visibilité. Toutefois, on s'est efforcé

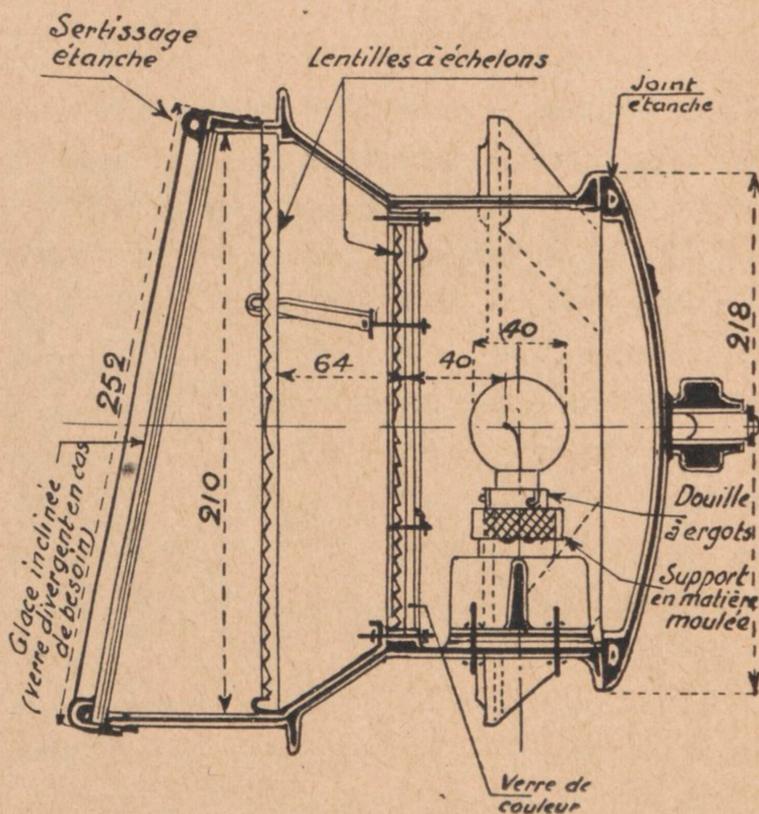
de placer le plus grand nombre possible de panneaux à une cote telle que les mécaniciens aient sensiblement le centre du panneau à hauteur de l'œil.

Du fait que les signaux sont toujours à gauche, à une hauteur sensiblement constante et échelonnés de façon à se présenter à intervalle de temps à peu près fixe, l'effort de recherche par le mécanicien est considérablement réduit et il y a là, par rapport à la situation antérieure et en dehors de toute question de visibilité des feux, une amélioration considérable qui est vivement appréciée par le personnel des machines.

2° Unités lumineuses. — Unités autres que l'œilleton de franchissement. — L'ordre de succession des feux, tous sur une même verticale, est, à partir du haut :

- sur les panneaux de pleine voie :
Blanc lunaire.....Voie libre,
Rouge.....Arrêt de block automatique.
Vert.....Avertissement.
- sur les panneaux de gare :
Blanc lunaire clignotant.Appel pour manœuvre,
Blanc lunaire.....Voie libre,
Rouge.....Arrêt sémaphorique ou feu principal de l'arrêt absolu,
Vert.....Avertissement,
Rouge (petit diamètre)..Feu secondaire du signal, d'arrêt absolu.

Fig. 10. — Coupe d'un élément lumineux.



Chaque feu est donné par une «unité lumineuse» constituée par une lampe électrique enfermée dans une boîte cylindrique étanche portant, sur sa face avant, un système optique approprié. Il n'y a aucun réflecteur dans l'unité lumineuse.

Le système optique, représenté sur la figure 10, se compose de deux lentilles à échelons en verre moulé incolore. Devant la lentille avant est placée une glace transparente inclinée. Cette glace, soigneusement sertie dans son support, a pour effet de réfléchir tout rayon lumineux parasite vers l'intérieur d'une longue visière demi-cylindrique fixée à demeure sur le panneau (Fig. 9) ce qui supprime pratiquement les effets d'éblouissement et les « feux fantômes ».

La coloration des feux est obtenue à l'aide de verres plans amovibles, teintés dans la masse et placés contre la face plane postérieure de la lentille arrière.

Les feux d'appel, de voie libre, d'avertissement et d'arrêt sémaphorique, ont un diamètre de 210 mm, mesurés sur la lentille avant.

Le petit feu du signal d'arrêt absolu a un diamètre de 160 mm.

La divergence totale (angle au sommet du cône) du faisceau lumineux est de 3° dans le sens horizontal et de 1° dans le sens vertical pour les feux de 210 mm. Elle est de 4° dans chaque sens pour le feu de 160 mm.

Cette divergence des feux de 210 mm, appliquée aux panneaux de hauteur normale situés en alignement droit ou en courbe de grand rayon, est augmentée jusqu'à un maximum de 7° dans le sens horizontal pour les signaux situés en courbe et de 2°30' dans le sens vertical pour les signaux surélevés. Ce résultat est obtenu en remplaçant la glace avant inclinée par un verre cannelé approprié.

Pour obtenir une visibilité suffisante à proximité immédiate du signal, on utilise un prisme à réflexion totale rabattant une partie du faisceau jusqu'à 40° de l'axe.

Les unités lumineuses sont espacées de 300 mm d'axe en axe ; toutefois, le petit feu rouge est à 400 mm du feu vert, de façon à obtenir entre les deux feux rouges du signal d'arrêt absolu la distance de 700 mm, cote nécessaire pour obtenir une séparation bien nette des deux feux.

Œillette de franchissement. — L'œillette de franchissement est une unité lumineuse de dimensions plus faibles que les feux principaux. Il donne un petit feu blanc bleuté de 90 mm de diamètre, d'intensité réduite et visible seulement à une faible distance. Son système optique est analogue à celui d'une unité lumineuse principale ; toutefois, il ne comporte pas de prisme à réflexion totale.

Sa divergence est de 9° dans le sens horizontal et de 7° dans le sens vertical.

Lampes. — Les lampes utilisées sont à un seul filament métallique de dimensions réduites, placé rigoureusement dans le plan focal du système optique. Leur culot porte 4 ergots disposés de façon non symétrique, de façon à éviter toute erreur de montage du filament.

Ces lampes fonctionnent sous la tension de 6 volts ; leur puissance est de 9 watts pour les feux principaux de signalisation (de 210 mm et de 160 mm) et de 3 watts pour les œillettes de franchissement. Les lampes de 9 watts montées dans leurs unités lumineuses permettent d'obtenir dans l'axe une intensité de :

6.000 bougies décimales pour les feux de 210 mm.....	} à divergence normale
1.200 bougies décimales pour les feux de 160 mm.....	

La lampe de 3 watts montée dans l'œillette donne, dans l'axe, une intensité de 180 bougies décimales.

La visibilité des feux du block automatique est excellente.

Quand le tracé le permet, les feux sont visibles de jour, à une distance de 800 à 1000 m au moins. La nuit, ils sont visibles dès qu'ils s'allument par approche. Le personnel des machines s'en déclare très satisfait.

3° Equipement électrique de la voie. — La voie, avant le montage du block, a été l'objet de soins particuliers : épuration du ballast, isolement des rails sur les ouvrages d'art (plaquettes de fibre bakélisée) et à la traversée des passages à niveau (pose sur longrines longitudinales).

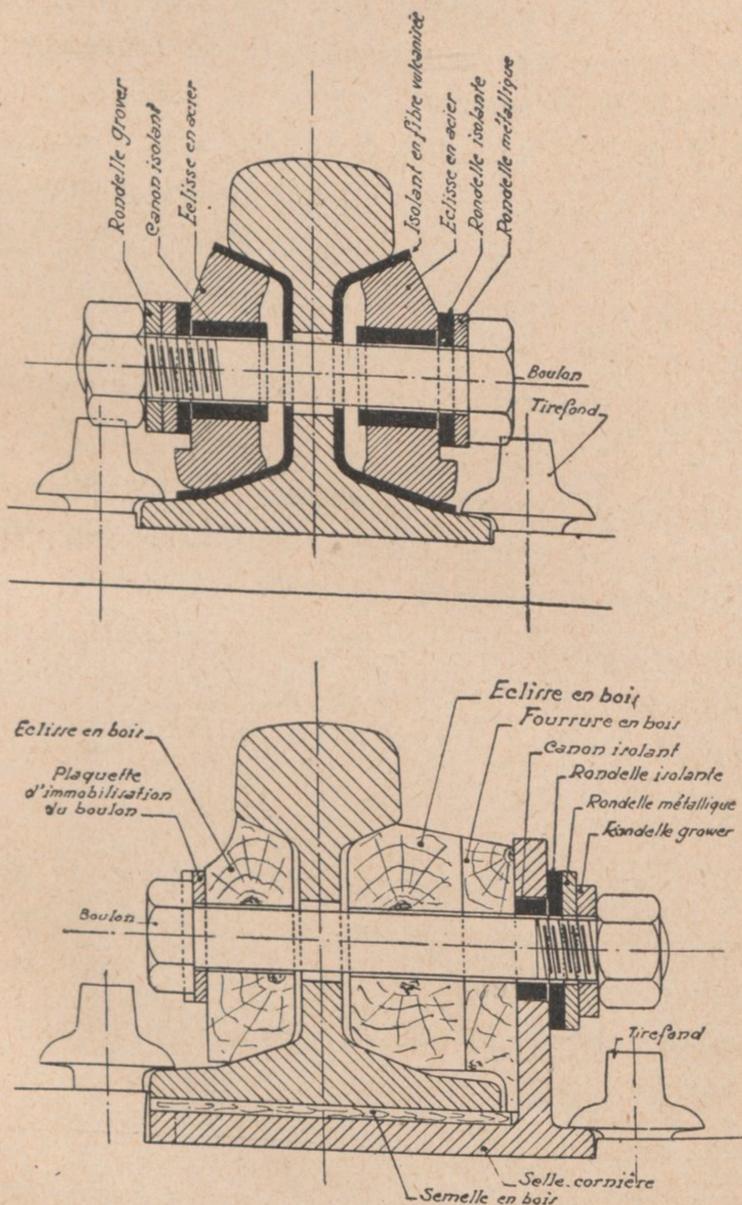
Ces travaux n'ont fait entrer en jeu aucune technique nouvelle.

Les joints isolants entre sections sont, en vue de les comparer, de plusieurs types (joints « Mors » — joints sur selle cornière avec profil-cornière en fibre et éclisse intérieure en bois — joints sur selle-cornière avec plaquettes en fibre sous le rail, éclisses intérieure et extérieure en bois et fourrure en bois à l'extérieur, entre l'éclisse et la cornière).

Les joints isolants pour raccord à des voies accessoires sont des joints à éclisses plates ordinaires, avec fibre isolante sur la moitié seulement de la longueur de l'éclisse.

L'expérience, déjà acquise, conduira le Réseau, dans ses installations futures, à ne plus utiliser, jusqu'à nouvel ordre, que les joints sur selle-cornière avec éclisses en bois et fourrure et les éclisses plates munies de fibre bakélinée sur toute leur longueur (Fig. 11).

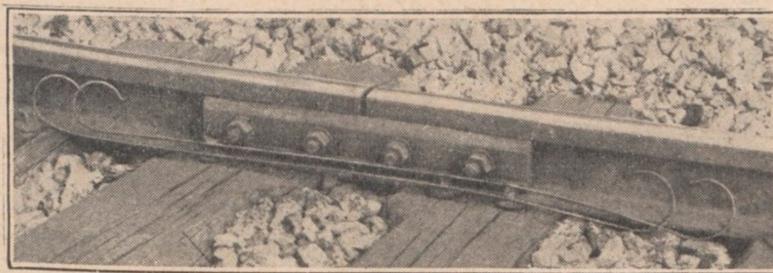
Fig. 11. — Types de joints isolants.



Les continuités électriques entre rails sont, d'une manière générale, constituées par deux

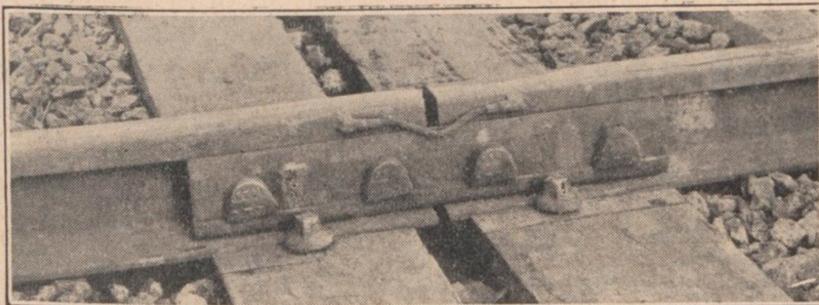
fils d'acier de 4 mm, fixés au rail par « Chanel-Pins » (Fig. 12).

Fig. 12. — Connexions électriques entre rails (fil d'acier et chevilles).



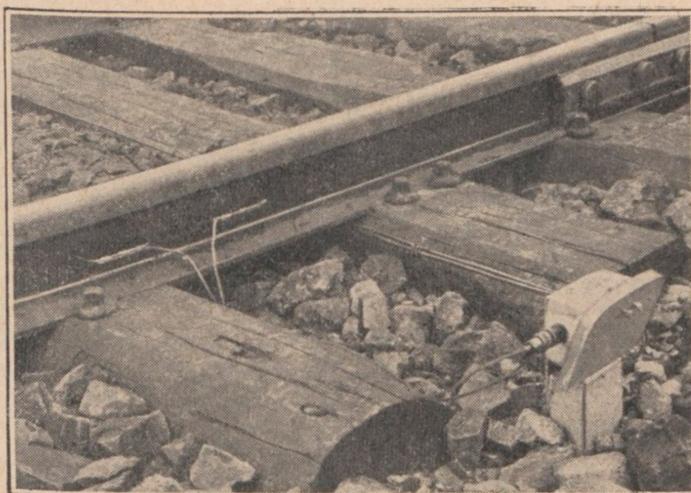
Cependant, à titre d'essai — et cet essai se révèle, jusqu'à présent, entièrement satisfaisant — on a réalisé entre Boves et Longueau, les connexions entre rails à l'aide de torsades de fils de cuivre de 1 cm de diamètre environ, soudées, par l'intermédiaire de têtes en acier, au champignon des rails (Fig. 13).

Fig. 13. — Connexion électrique entre rails (torsade de fils de cuivre soudée).



Les prises de courant sur rails sont constituées par des étriers du type retenu par l'ensemble des Réseaux, sur lesquels sont soudés des filins d'acier tressé nus (gâinés de « Soupliso » sous les patins des rails) (Fig. 14).

Fig. 14. — Prise de courant sur les rails.



4° Relais. — Les relais utilisés sont de type courant, munis toutefois d'éclateurs pour parer aux conséquences de la foudre ou de surtensions

de toute nature ⁽¹⁾. Ils bénéficient des perfectionnements les plus récents: bâti indéformable, contacts enfermés dans un coffret de verre étanche monté sur ressorts, pivots sur agate, contacts hauts en charbon sur argent.

Leurs caractéristiques sont les suivantes :

	Résistance	Tension de chute	Tension d'attraction (contact haut comprimé)
		V	V
Relais de voie.....	4 n	0,145	0,28
Relais de ligne :			
8 contacts.....	250 n		4,5
4 contacts.....	500 n	1,8	3,5

La construction et la réception de tous ces relais ont été particulièrement suivies. C'est pourquoi le Réseau considère que les précautions prises pour leur fourniture sont suffisantes pour justifier une confiance absolue dans leur fonctionnement et, pour cette raison, a écarté, dans le montage du block automatique, toutes dispositions complémentaires telles que le doublement des relais et la continuité entre sections.

5° Sources d'énergie. — Abstraction faite du matériel des circuits de voie, la régularité du fonctionnement du block automatique dépend exclusivement de l'alimentation.

L'alimentation en courant continu fourni par des batteries locales de piles est, théoriquement, la plus satisfaisante, puisqu'elle permet de donner à chaque circuit une source propre, constante et parfaitement régulière (si l'on prend soin de remplacer en temps voulu les batteries de piles) sans qu'il soit besoin de dispositifs de secours.

Cette solution n'a été rendue pratiquement applicable que grâce aux progrès considérables réalisés récemment dans la fabrication des piles et qui en ont amélioré le fonctionnement technique et le rendement économique. Le block automatique le plus coûteux — et de beaucoup — a toujours été le block par courant alternatif. Le moins coûteux était, jusqu'à ces derniers temps, le

block mixte ⁽¹⁾. C'est depuis très peu d'années seulement que le block par piles (avec éclairage d'approche) rivalise à ce point de vue avec le block « mixte ».

Mais le rendement du système « mixte » est peu susceptible de variations, puisqu'il est lié aux tarifs de fourniture de courant. Au contraire, les piles sont en amélioration constante et l'on est en droit d'escompter l'abaissement du prix du courant qu'elles fournissent. L'alimentation du block automatique par piles, déjà intéressante aujourd'hui, paraît donc pleine de promesses pour l'avenir.

C'est à ce mode d'alimentation que s'est arrêté le Réseau, là où fonctionne l'éclairage d'approche. On n'a renoncé à l'emploi des piles que sur les parcours où les panneaux doivent être éclairés en permanence et, à titre exceptionnel, dans certaines gares où existait déjà une alimentation par un secteur local et où il a été reconnu plus économique de transformer et de redresser le courant de ce secteur.

Les piles employées sont, partout, des éléments dits « à la soude immobilisée » de 1 000 ampères-heures, à tension unitaire de 1,2 V. Elles sont, dans les abris, placées par groupe de 4 ou 6 dans des paniers métalliques interchangeables, de manière à faciliter les opérations de remplacement.

Là où le courant du secteur a été utilisé, le secours est généralement constitué par une batterie d'accumulateurs « en tampon ». Cependant, pour quelques cas isolés, le secours est donné par un « transfert sur piles » automatique, tributaire d'un relais introduit, à cet effet, dans le circuit d'alimentation.

6° Guérites. — Pour faciliter la besogne des agents d'entretien, tout le matériel, piles, relais, fusibles, répartiteurs, a été concentré dans des abris en ciment armé édifiés à côté des panneaux ⁽²⁾.

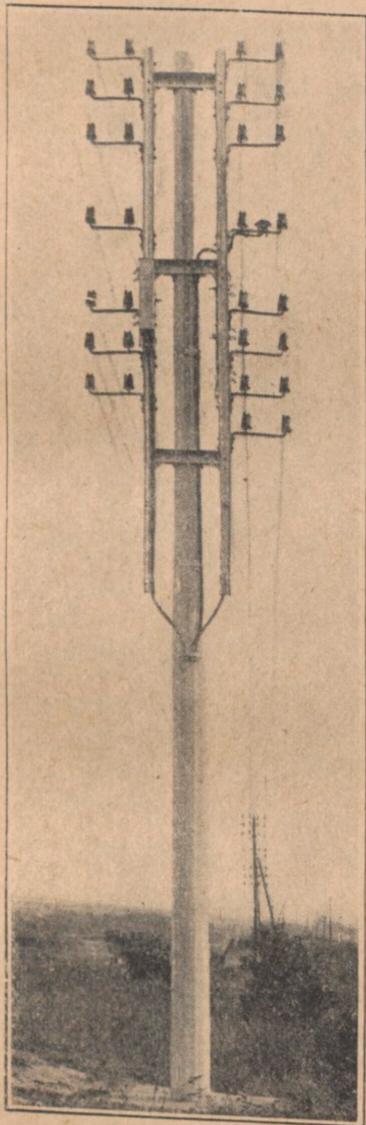
(1) Dans le système « mixte », on utilise du courant alternatif industriel distribué par des feeders spéciaux, pour l'alimentation des panneaux. Ce courant est redressé avec batterie d'accumulateurs en tampon. Le secours en cas de panne du courant, est constitué par la batterie d'accumulateurs.

(2) Tout au moins aux postes de pleine voie. Dans les gares, on a dans certains cas, utilisé des locaux existants, ou reporté les guérites aux limites d'emprise, à quelque distance des panneaux.

(1) Ces éclateurs, constitués par une pointe en face d'un plateau, sont réglés pour amorçage à 2 000 volts.

7° Lignes. — De poste à poste, les lignes sont

Fig. 15. — Boîte de jonction pour entrée de poste, installée sur un poteau d'arrêt en béton.

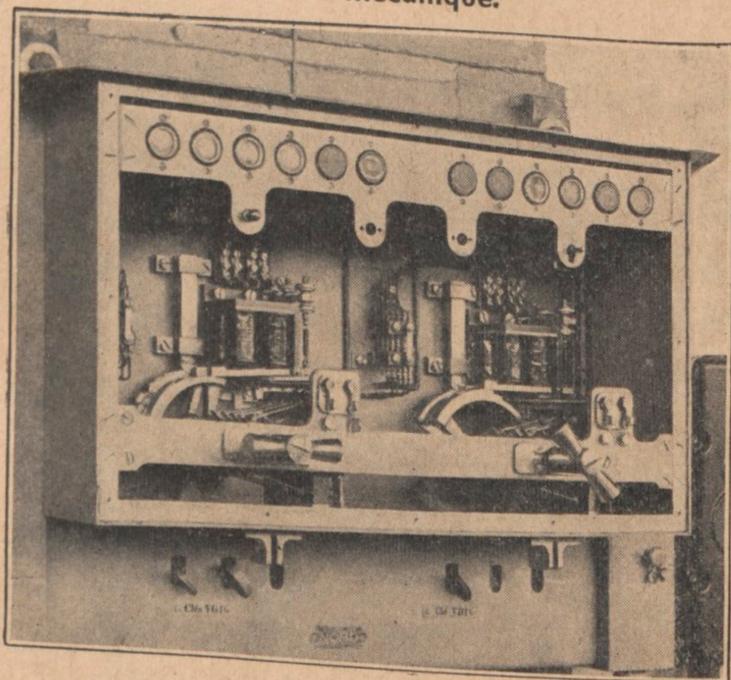


aériennes en fil nu, à l'exception de certaines traversées de gare où on a jugé plus économique d'employer des câbles souterrains. Les fils sont portés par les appuis des nappes ordinaires du Réseau. En face de chaque poste, l'arrêt se fait sur un appui spécial en ciment armé par l'intermédiaire d'une boîte de jonction entre fils et câbles à hauteur des isolateurs (Fig. 15).

8° Serrures centrales électro-mécaniques. — Les effets d'enclenchements d'approche et de contrôle impératif de fermeture sont produits par deux électro-

aimants visibles sur la figure 16 et sur le schéma (Fig. 17) et dont l'armature mobile

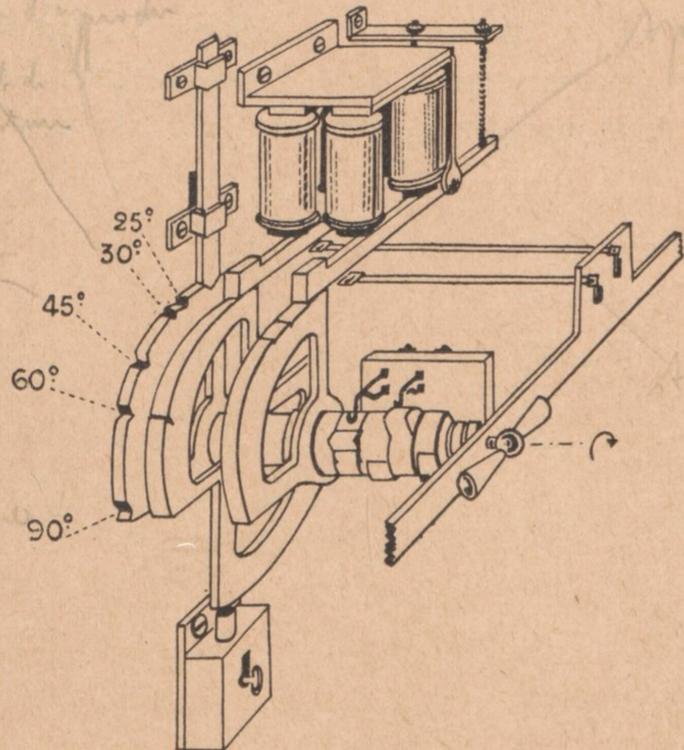
Fig. 16. — Vue intérieure de la serrure centrale électro-mécanique.



agit sur des secteurs convenablement encochés qui sont solidaires de la manette. Un autre

secteur, solidaire de la manette et visible sur le schéma figure 17, sert à réaliser l'enclenchement

Fig. 17. — Dispositifs d'enclenchement d'une manette de serrure centrale électro-mécanique.



des serrures Bouré au moyen de verrous à pènes saillants.

Les clés de serrures Bouré libérées peuvent être utilisées, soit directement, soit par l'intermédiaire de transmetteurs électriques, visibles sur la figure 4 de part et d'autre de la serrure centrale.

Les voyants de contrôle définis précédemment sont fixés à la partie supérieure de la serrure électro-mécanique.

* * *

Ainsi qu'il a été dit, le block automatique entre Creil et Longueau a été mis en service le 14 Septembre 1935, après une période d'essai de 6 semaines environ, pendant laquelle les appareils ont fonctionné à blanc, par intermittence, le jour.

L'expérience déjà acquise montre que les principes directeurs de la conception et de la réglementation correspondent bien aux besoins de l'Exploitation. La Traction s'est montrée, dès le premier jour, satisfaite de la nouvelle signalisation. Pour ce qui est du Matériel fixe, après une courte période de mise au point, inévitable à la suite de l'introduction massive, dans le Service, d'organismes aussi complexes et nouveaux, il s'est révélé parfaitement approprié au service pour lequel il a été mis en œuvre.

Ces résultats sont l'aboutissement des efforts du personnel du Réseau: tous les programmes, schémas de principe, dessins d'application, ont été, en effet, élaborés et mis au point par les Services d'études de l'Exploitation et de la Voie. Le montage sur place a été réalisé par les équipes de monteurs des Arrondissements de la Voie. Ce personnel a été aidé par les agents du Laboratoire et de

l'Atelier des Services Electriques et c'est, en outre, l'Atelier qui a construit de toutes pièces les serrures centrales et qui a préparé l'équipement des guérites.

L'exécution, par ses propres moyens, d'un travail aussi important et d'une nature toute nouvelle a donné au Réseau une expérience des plus utiles pour les réalisations ultérieures.
