

UNIVERSITÉ DE LOUVAIN

COURS

d'Exploitation des chemins de fer

PROFESSÉ

PAR

Ulysse LAMALLE

Ingénieur civil des mines — A. I. Lg.
Directeur Général honoraire
de la Société Nationale des Chemins de fer belges

TOME II

EXPLOITATION TECHNIQUE

Signalisation

Enclenchements

Commande centralisée

Dispatching

UNION INTERNATIONALE
DES CHEMINS DE FER
TROISIÈME ÉDITION

BDC

030 L 16 II

LOUVAIN
LIBRAIRIE UNIVERSITAIRE
CH. UYSTPRUYST, éditeur
10, rue de la Monnaie, 10

PARIS
DUNOD, éditeur
92, Rue Bonaparte, 92

1947

IMPRIMÉ EN BELGIQUE

SIGNALISATION

(636.25) (1)

PREMIÈRE PARTIE

COUVERTURE DES POINTS DANGEREUX

CHAPITRE I

Généralités

Signaux fixes

§ 1. — Principes.

La signalisation belge d'avant la guerre 1914-1918 s'inspirait de la signalisation anglaise et se caractérisait essentiellement par l'adoption du *signal avertisseur, franchissable à l'arrêt*. Depuis 1919, à l'instar de la signalisation américaine, un principe nouveau y a été introduit : *le signal à trois positions*.

§ 2. — Couverture des points dangereux.

La signalisation a pour but :

1°) d'avertir à distance le mécanicien du train de ce qu'il va rencontrer un point dangereux. Il faut entendre par *point dangereux*, tout endroit qui, dépassé dans certaines circonstances, sera le lieu d'une prise en écharpe, d'une collision, d'un déraillement, etc. ;

2°) de lui indiquer, à temps et d'une façon positive, si cet endroit peut — ou ne peut pas — être franchi sans danger.

(1) Index de la classification décimale.

Si l'on considère le cas simple de deux voies convergentes (fig. 1), le point dangereux A, indiqué sur le sol par une traverse en bois, peinte en blanc, marque la limite extrême que peuvent atteindre des véhicules circulant sur chacune de ces voies et se dirigeant simultanément vers le point de convergence.

Tout point dangereux (convergence de voies, traversée vicinale, pont tournant, etc.) doit être couvert par un *signal d'arrêt absolu* tel que s.

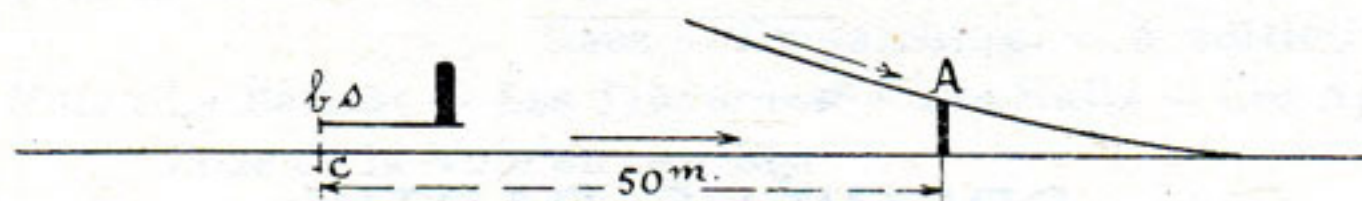


Fig. 1. — Point dangereux.

Pour leur représentation graphique, on suppose les signaux rabattus sur le plan de la voie dans le sens de la marche des trains (fig. 1). Un petit trait transversal *bc* terminé par un crochet indique la voie à laquelle le signal se rapporte.

Le signal d'arrêt absolu *s* est en général placé à 50 mètres environ en amont du point dangereux lorsqu'il s'adresse aux mécaniciens des trains *en marche*. Mais, lorsqu'il s'adresse aux mécaniciens de trains *arrêtés* (trains à quai, trains au départ) ou de trains *circulant à faible vitesse* (sur les voies accessoires des gares, voies de garage, voies des dépôts de locomotives), le signal d'arrêt absolu est placé près du point dangereux en amont de la traverse blanche d'écartement.

Les indications du signal *s*, appelé *signal rapproché*, sont répétées à une certaine distance *L* par un *signal à distance avertisseur a*, *dépassable à l'arrêt* (fig. 2). Cette distance, qui était primitivement de 800 mètres, a été portée à 1.000 mètres aux endroits où la vitesse est supérieure à 100 km/h et à 1.200 mètres aux endroits où cette vitesse peut dépasser 120 km/h.

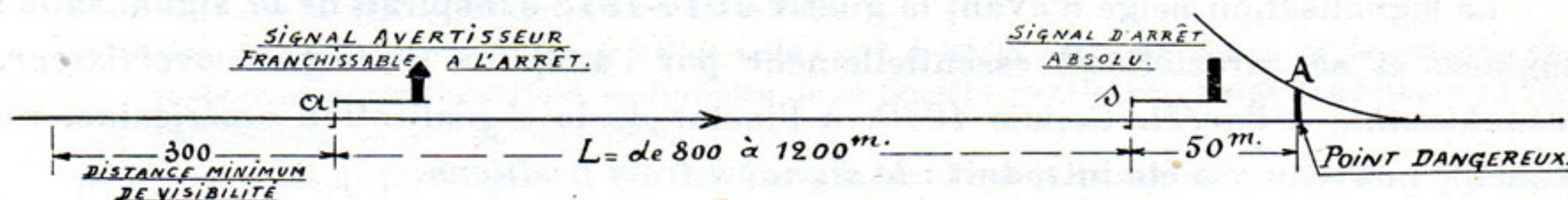


Fig. 2. — Couverture d'un point dangereux.

Les longueurs indiquées sont les distances normales *en palier*, elles varient avec la déclivité de la voie ; ainsi, la longueur de 800 mètres peut être réduite jusqu'à 600 mètres en rampe et portée jusqu'à 1.000 mètres en pente, selon des règles qui tiennent compte, en outre, des courbes et des conditions de visibilité.

Les signaux avertisseurs doivent être visibles à 300 mètres au moins, de sorte que, normalement, le mécanicien est averti à 1.100 mètres au moins de la position du signal d'arrêt absolu quand la vitesse est inférieure à 100 km/h et, à 1.500 mètres, pour les vitesses supérieures à 120 km/h.

La distance L ne doit pas être trop grande pour ne pas obliger le train à ralentir trop longtemps d'avance. Car, pendant que le train parcourt la distance L , le signal d'arrêt absolu peut être mis à voie libre.

La distance qui sépare l'avertisseur du signal d'arrêt absolu est aussi déterminée par le mode de freinage (frein continu automatique) ou par la proportionnelle de freinage sur les lignes où les trains de marchandises sont encore freinés à la main (1).

Le signal avertisseur est nécessaire pour pouvoir réaliser, avec sécurité, des vitesses élevées. Sans lui, le mécanicien ne pourrait jamais adopter qu'une vitesse de marche telle qu'il puisse, dès l'apparition d'un signal d'arrêt absolu, arrêter son train avant d'atteindre l'obstacle couvert par ce signal.

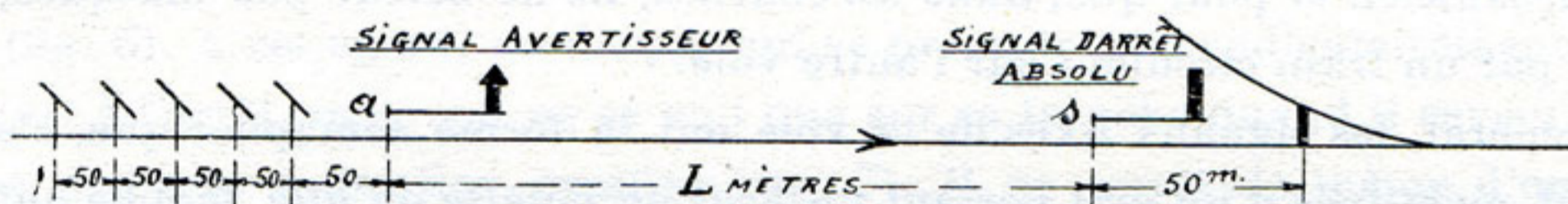


Fig. 3

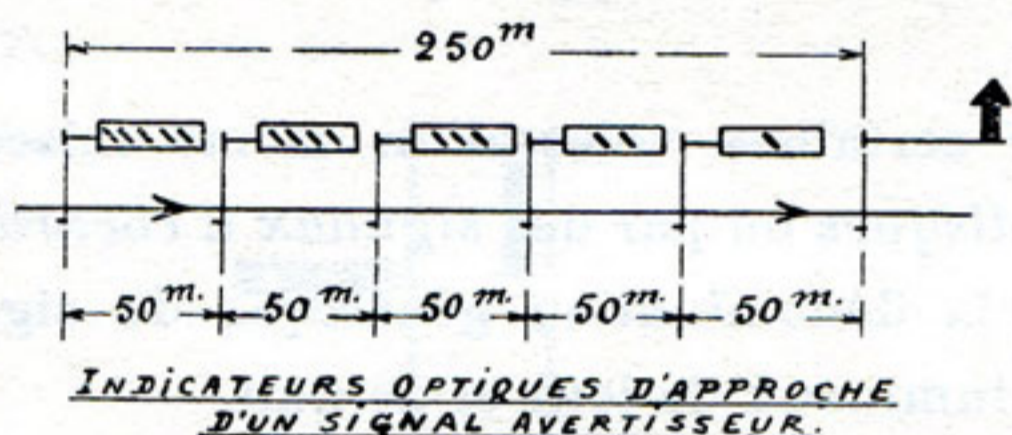


Fig. 4

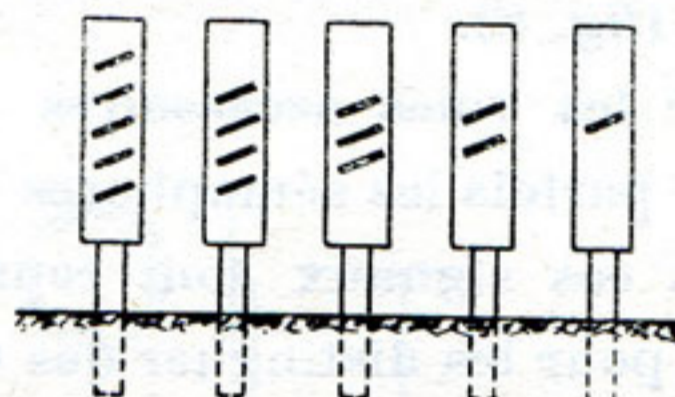


Fig. 5

Balises de repérage du signal avertisseur.

Pour que le mécanicien soit prévenu, surtout par temps de brouillard, de la proximité d'un signal *avertisseur*, celui-ci est précédé de *balises* ou *indicateurs optiques d'approche*, consistant autrefois en cinq *barrières blanches* disposées horizontalement en amont du signal, actuellement remplacées par des *balises verticales* plus faciles à installer et d'ailleurs plus visibles (fig. 3, 4 et 5).

Ces balises sont espacées de 50 m. Elles sont placées de telle façon qu'elles se présentent convenablement dans le champ de vue du mécanicien et de manière qu'elles soient éclairées suffisamment la nuit par le fanal de la locomotive. Construites en béton et peintes en blanc, elles sont numérotées par des traits obliques noirs en relief. Le 1^{re} balise en amont porte le n° 5, la dernière, c'est-à-dire la plus proche du signal, porte le n° 1 ; il s'ensuit que la dernière balise donne une indication qui ne peut prêter à confusion puisqu'elle ne porte qu'un *seul* trait.

(1) En Belgique, tous les trains de marchandises sont équipés au frein continu automatique mis en œuvre par le mécanicien.

Des deux signaux, on doit admettre que c'est le signal avertisseur qui est le plus important, car c'est à partir du moment où le mécanicien a aperçu la position du signal avertisseur qu'il prend ses dispositions pour respecter le signal d'arrêt absolu. C'est pour cette raison que, seul, le signal avertisseur est précédé de balises qui en facilitent le repérage en temps de brouillard.

* * *

Normalement, sur les lignes où, comme en Belgique les trains prennent la gauche (1), les signaux sont placés à gauche et à l'extérieur de la voie à laquelle ils se rapportent. On les place à une hauteur suffisante pour qu'ils se dégagent bien à la vue du mécanicien et pour que, dans les courbes, ils ne soient pas masqués, du côté convexe, par un train circulant sur l'autre voie.

En général, les signaux fixes de la voie ont la forme sémaphorique, c'est-à-dire qu'ils sont constitués d'un mât portant un *bras* ou *palette* ou *aile*, mobile autour d'un axe horizontal. La palette est placée à gauche de son support pour le sens de marche envisagé (fig. 6).

Pour les voies accessoires ou pour certaines voies d'un même faisceau, on remplace parfois les sémaphores par des *disques* ou par des *signaux à cocarde*.

Tous ces signaux sont repris sous la dénomination générique de signaux à voyants, pour les distinguer des signaux lumineux de jour et de nuit.

(1) En Allemagne, les trains prennent la droite.

CHAPITRE II

Signaux à voyants

La palette en position verticale (voie libre) doit se détacher nettement du mât qui la supporte et non pas se confondre avec lui, c.-à-d. qu'elle doit donner une indication positive (fig. 6). A cet égard, un disque qui se présente perpendiculairement à la voie quand il est à l'arrêt, mais qui ne se voit que sur sa tranche quand il est au passage, ne donne pas une indication positive (fig. 7). Il en serait de même d'une palette sémaphorique qui, dans la position de voie libre, s'effacerait derrière le mât qui la supporte.

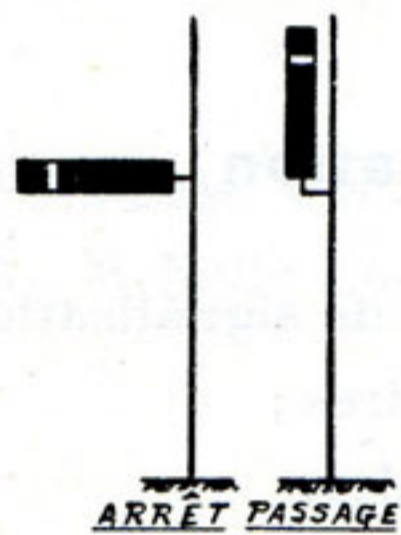


Fig. 6

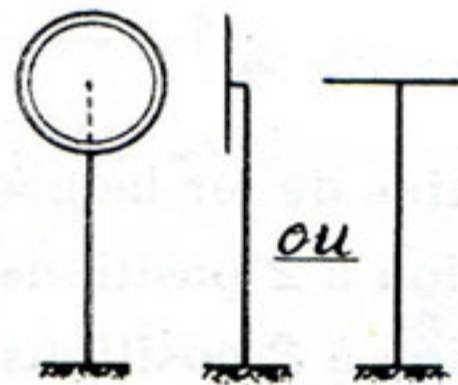


Fig. 7

La signification du signal sémaphorique est déterminée :

le jour, par la couleur, la forme, les dimensions et la position des palettes ;

la nuit, par le nombre, la disposition et la couleur des feux.

C'est l'ensemble des significations diverses ainsi réalisées qui constitue le « Code » des signaux.

* * *

a) *Choix de la forme des signaux sémaphoriques.*

A surface égale, un signal rectangulaire se distingue mieux à distance qu'un signal carré ou rond, le rectangle allongé est celui qui se distingue le mieux.

La perception sur l'horizon d'un signal carré ou rond s'améliore si la surface peinte en rouge est bordée d'un liséré blanc (fig. 7). La raie transversale blanche sur la face avant rouge de la palette sémaphorique vise au même résultat.

b) *Choix des couleurs des feux de signalisation.*

Il importe d'abord qu'aucune confusion ne soit possible entre les feux des signaux et les lumières qui les environnent.

Le rouge fut de tout temps employé comme teinte signalant le danger. C'est la couleur qui se perçoit le mieux, toutes choses égales (intensité du foyer lumineux, distance, conditions atmosphériques). On lui adjoignit d'abord le blanc (flamme de pétrole) pour la sécurité de circulation (voie libre) et le vert pour la précaution (ralentissement). Toutefois, comme le bris d'un écran vert ou rouge pouvait faire apparaître la flamme nue, c'est-à-dire le blanc, alors que le signal devait à ce moment indiquer ou le danger (le rouge) ou la précaution (le vert), on supprima le blanc, on adopta le vert pour la circulation en toute sécurité et le jaune ambré pour la circulation avec précaution. Si donc un signal présente le feu blanc, c'est que le verre coloré est brisé.

Les réseaux qui utilisent encore le feu blanc comme feu de voie libre, emploient un verre bleu très clair qui, avec la flamme nue, donne la teinte connue sous le nom de *blanc lunaire* qui se distingue nettement de la flamme nue et de celle des lumières voisines (1).

§ 1. — Types de signalisation

Sur les chemins de fer belges, on rencontre 2 types de signalisation :
la signalisation à 2 positions sur les lignes secondaires ;
la signalisation à 3 positions sur les lignes principales.

A. — Signalisation à 2 positions

a) *Signal d'arrêt absolu.*

La palette est rectangulaire mais terminée par une partie arrondie en forme de disque (fig. 8).

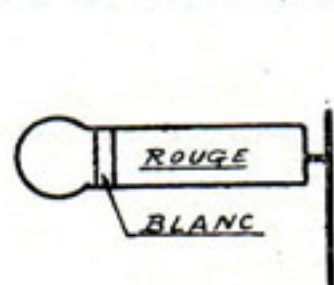


Fig. 8

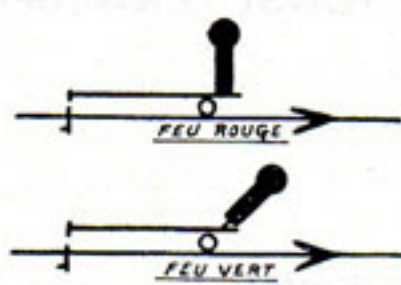


Fig. 9



Fig. 10

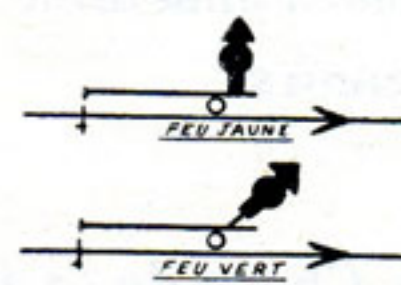


Fig. 11

La face avant est peinte en rouge avec une raie transversale blanche. La face arrière est blanche avec une raie transversale noire.

(1) On lira avec intérêt l'étude sur « le problème physique des verres de signalisation » parue dans la *Revue universelle des Mines*. — Nos des 1^{er} avril et 1^{er} mai 1934.

La palette d'arrêt absolu peut occuper *deux* positions (fig. 9) :

- 1° la position horizontale commande l'arrêt — (la nuit, feu rouge) ;
- 2° la position relevée à 45° autorise le passage — (la nuit, feu vert).

b) *Signal avertisseur.*

Dans le système de signalisation à deux positions, la palette du signal *avertisseur* est taillée en flèche et présente un renflement circulaire au centre (fig. 10).

Sa face avant est peinte en jaune, porte un chevron et un cercle noirs. La face arrière est blanche et porte une raie transversale noire.

La palette de l'avertisseur peut occuper *deux* positions (fig. 11) :

- 1° la position horizontale (la nuit, feu jaune) signifie que le signal suivant est à l'arrêt ou au passage vers une voie déviée (ralentissement) ;
- 2° la position relevée à 45° (la nuit, feu vert) signifie que le signal est au passage pour une voie non déviée.

Remarque. — La voie directe (non déviée) n'est pas nécessairement la voie principale.

* * *

Si les circonstances sont telles qu'à l'endroit A (fig. 12) prévu pour un signal d'arrêt absolu s_1 , il faille installer également un signal avertisseur pour le signal

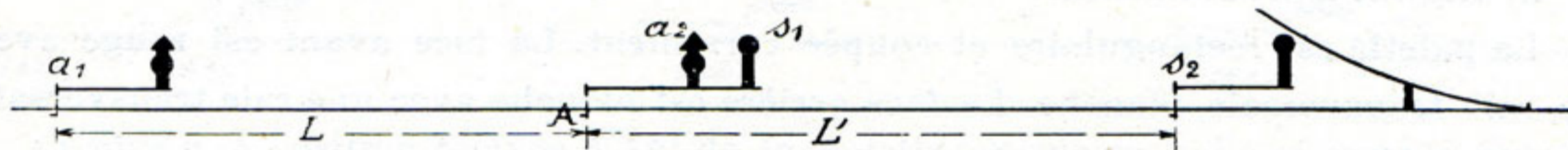


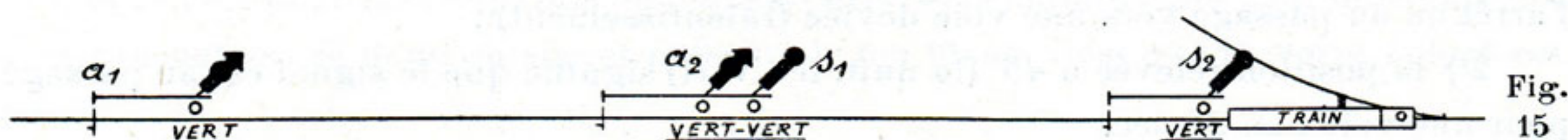
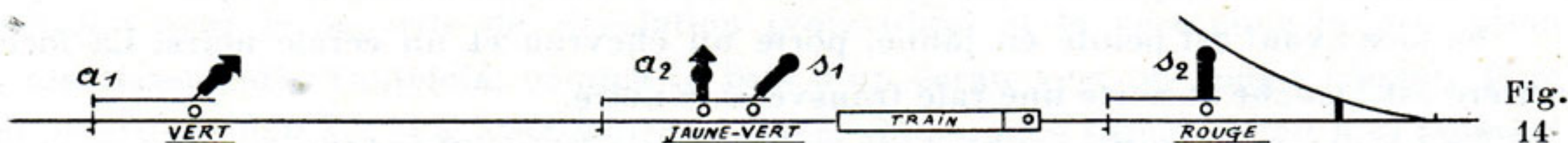
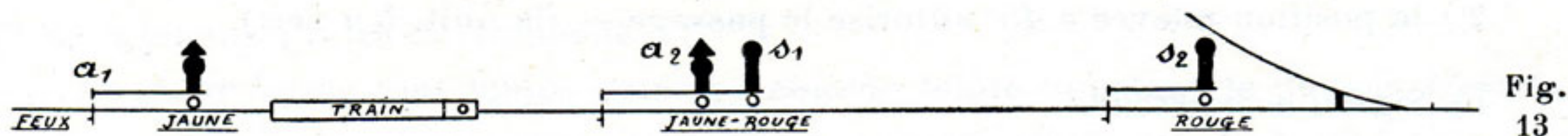
Fig. 12

d'arrêt absolu s_2 rencontré vers l'aval — (ce sera le cas lorsque la distance L' qui sépare les deux signaux d'arrêt absolu est égale ou un peu supérieure à la distance L prescrite entre un signal d'arrêt absolu et son avertisseur — voir page 6) — l'avertisseur a_2 du second signal s_2 sera placé sur le mât du premier signal d'arrêt s_1 (1).

(1) Si les 2 signaux d'arrêt absolu s_1 et s_2 sont écartés d'une distance *moindre* que la distance de répétition admise sur la ligne (800 m. — 1.000 m. — 1.200 m. selon la vitesse), il ne suffit plus pour répéter le second signal s_2 de placer une palette avertisseur sous la palette principale de s_1 , car tout signal d'arrêt doit être répété à la distance réglementaire (800 m. — 1.000 m. — 1.200 m.).

Dans ce cas, le signal avertisseur a_1 du premier signal s_1 répétera également les indications du signal s_2 , c.-à-d. que l'avertisseur a_1 ne prendra la position inclinée à 45° que si les deux signaux s_1 et s_2 sont au passage.

La combinaison des deux palettes a_2 , s_1 sur le même mât s_1 permettra de donner 3 indications au mécanicien, à savoir :

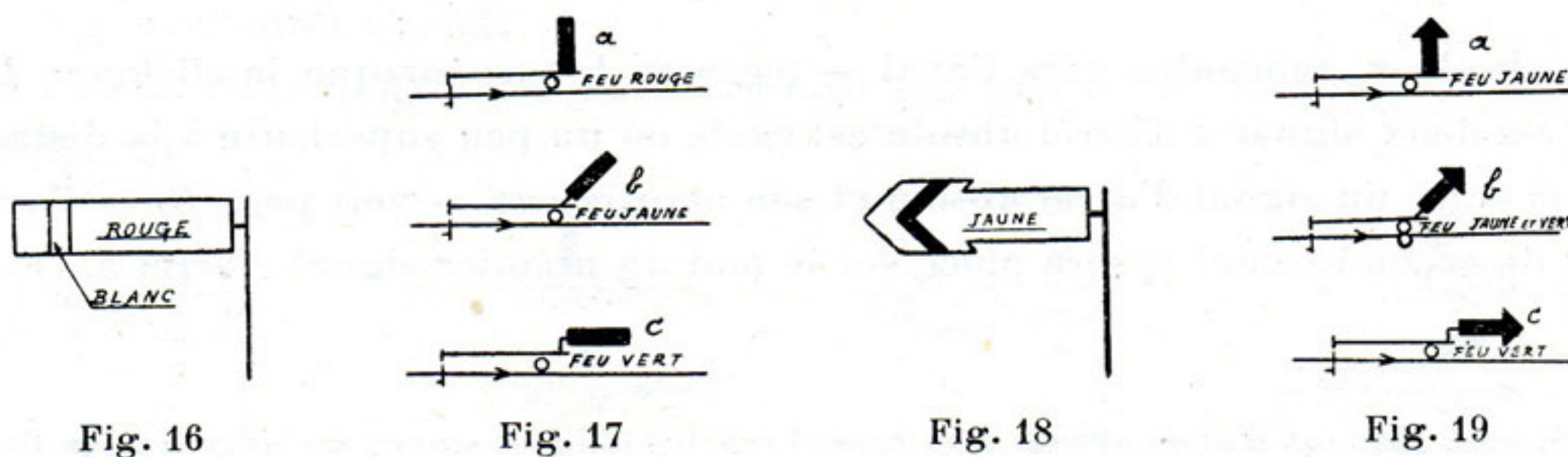


- 1°) les signaux s_1 et s_2 sont à l'arrêt (fig. 13) ;
- 2°) le signal s_1 est au passage, mais l'avertisseur a_2 est horizontal parce que le signal d'arrêt absolu s_2 est à l'arrêt (fig. 14) ;
- 3°) les signaux s_1 et s_2 sont au passage (fig. 15).

B. — Signalisation à 3 positions

a) Signal d'arrêt absolu.

La palette est rectangulaire et coupée carrément. La face avant est rouge avec une raie transversale blanche. La face arrière est blanche avec une raie transversale noire (fig. 16).



La position horizontale est toujours celle qui commande l'arrêt (la nuit, feu rouge) (fig. 17).

La position à 45° signifie passage mais arrêt au signal suivant (la nuit, feu jaune).

Enfin, la position autorisant le passage à vitesse normale est la position *verticale* (la nuit, feu vert).

b) *Signal avertisseur.*

Dans le système de signalisation à 3 positions, la palette du signal *avertisseur* est terminée en forme de flèche (fig. 18).

La face avant est jaune et porte un chevron noir ; la face arrière est blanche et porte une raie transversale noire.

Cet avertisseur peut occuper 3 positions (fig. 19) :

1°) position horizontale (la nuit, feu jaune), passage mais *arrêt* au signal suivant.

2°) position relevée à 45° (la nuit, *double feu* jaune-vert) (fig. 19), passage avec attention. Cette indication annonce au mécanicien qu'il doit commencer à ralentir car le signal suivant qui est au passage donne une indication de ralentissement.

3°) position verticale (la nuit, feu vert) passage à vitesse normale.

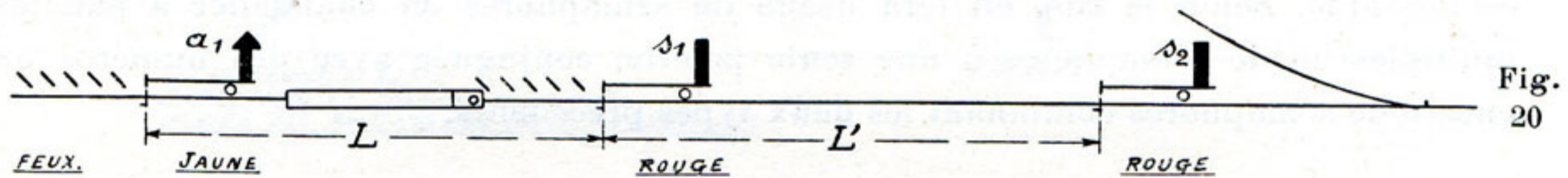


Fig. 20

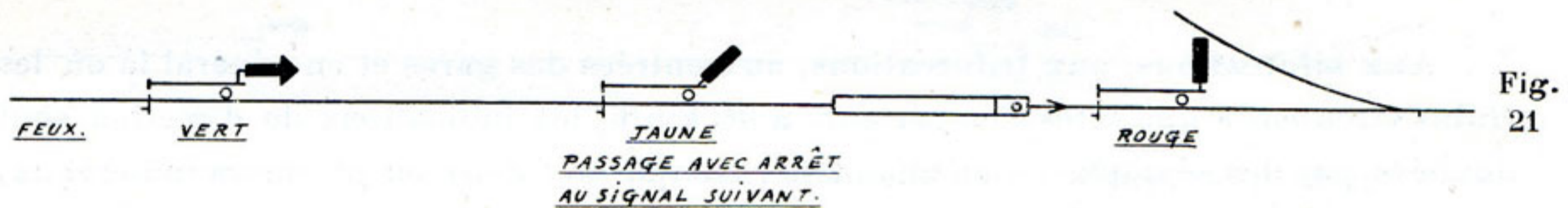


Fig. 21

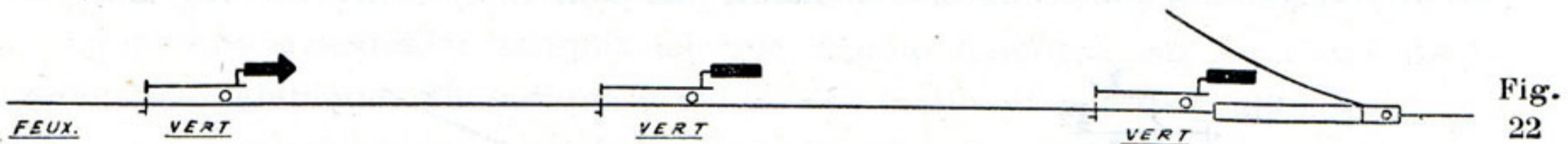


Fig. 22

Grâce à la position relevée à 45° de la palette ordinaire, celle-ci pourra jouer le rôle de palette avertisseur pour un signal d'arrêt situé en aval. Ce sera le cas où deux signaux d'arrêt absolu se suivent à une distance L' égale ou peu supérieure à la distance prescrite entre un signal d'arrêt et son avertisseur (voir page 6). Exemple, fig. 20 à 22.

La palette ordinaire du sémaphore d'amont s_1 pourra servir d'avertisseur pour le sémaphore d'aval s_2 . Cette palette unique s_1 , fig. 20, remplace les deux palettes a_2 et s_1 de la figure 12.

Le sémaphore s_1 jouant à la fois le rôle de signal d'arrêt et le rôle de signal avertisseur du signal s_2 , sera précédé de 5 indicateurs optiques d'approche.

Remarque. — Le levier de manœuvre d'un signal *avertisseur* est enclenché avec celui du signal *d'arrêt absolu* correspondant de manière que le signal avertisseur soit toujours fermé *avant* le signal d'arrêt absolu et toujours ouvert *après* lui ; car les indications de ces deux signaux ne peuvent pas être contradictoires.

§ 2. — Indication de direction

Les signaux donnent également aux mécaniciens des indications *de direction*.

Qu'il s'agisse de la signalisation à 2 positions ou de la signalisation à 3 positions, les indications de direction reposent sur les mêmes principes, la position des palettes seule diffère dans les 2 systèmes. Nous n'exposerons ici que le cas de la signalisation à 3 positions.

Les moyens employés diffèrent selon qu'il s'agit de trains circulant à grande ou à faible vitesse. Dans ce dernier cas et, à fortiori, quand il s'agit de trains arrêtés, le mécanicien aborde le signal dans des conditions telles que les indications positives qu'on lui donne peuvent être réalisées sous une forme moins ample et partant plus économique. Selon le cas, on fera usage de sémaphores en chandelier à palettes multiples ou de sémaphores à une seule palette, conjuguée avec des numéros ou encore de sémaphores combinant les deux types précédents.

1° Sémaphores en chandelier

Aux bifurcations, aux trifurcations, aux entrées des gares et en général là où les trains circulent à une vitesse supérieure à 40 km/h, les indications de direction sont données par des sémaphores en chandelier comportant deux ou plusieurs mâtereaux, portant des palettes étalées horizontalement, une pour chaque direction (fig. 23).

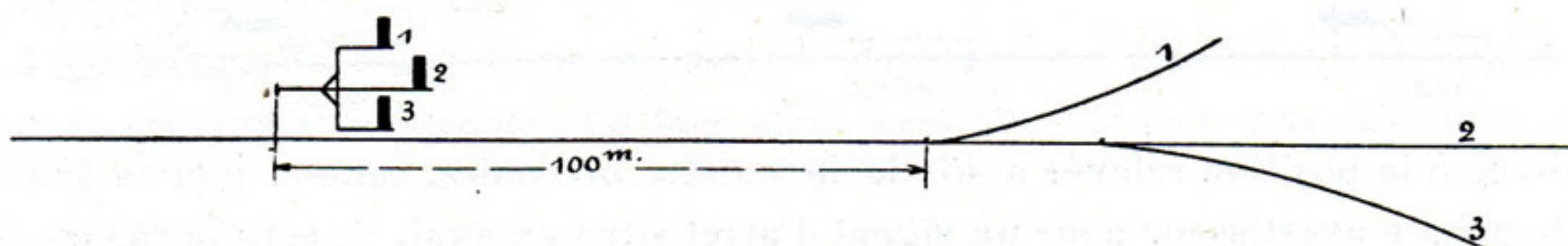


Fig. 23

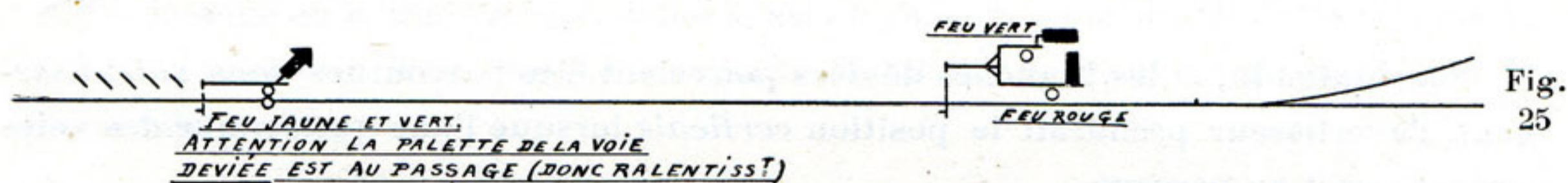
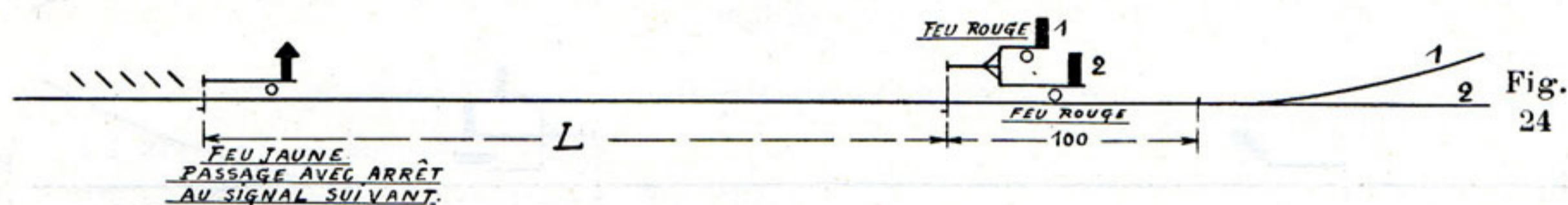
Ces mâtereaux sont montés sur un support commun. La forme du signal rappelle la disposition topographique des voies.

Le mâtereau de gauche se rapporte à la voie (ou au faisceau) de gauche, celui de droite à la voie de droite et celui du milieu à la voie du milieu.

Mais là ne se bornent pas les indications données au mécanicien ; en effet, indépendamment des indications de *direction*, on lui donne encore une indication sur *la vitesse* à laquelle il peut aborder la direction vers laquelle le passage est autorisé. A cette fin, la palette qui se rapporte à la direction *non déviée* (celle du milieu dans le cas de la fig. 23) et qui peut être parcourue à vitesse normale, est placée à un niveau plus élevé que les autres.

Si toutes les directions peuvent être parcourues à la même vitesse, les palettes d'arrêt sont placées au même niveau.

Les figures 24 à 26 montrent comment on réalise la signalisation d'une bifurcation. Le signal d'arrêt absolu, en forme de chandelier à 2 branches, est *actuellement* placé à 50 mètres du point dangereux et est doublé d'une palette avertisseur ordinaire (1).



Les signaux d'arrêt absolu qui couvrent *des points de cisaillement* possibles entre trains circulant en voie principale, sont placés à 100 mètres du point dangereux (2).

La palette avertisseur remplit ici une *double* fonction, car en outre de sa signification habituelle, elle indique si oui ou non la direction à emprunter peut être parcourue à la vitesse normale de la ligne envisagée.

Si l'on avait affaire à un sémaphore chandelier à 3 branches (fig. 28 et 29), la palette avertisseur unique, relevée à 45° , signifierait que le signal de l'une des voies déviées est au passage, *sans indiquer laquelle*, mais cela est indifférent si, comme

(1) Sur la figure 24, le nombre 100 doit être remplacé par 50.

(2) Exemple : Signal de direction qui couvre une bifurcation à double voie vers une voie

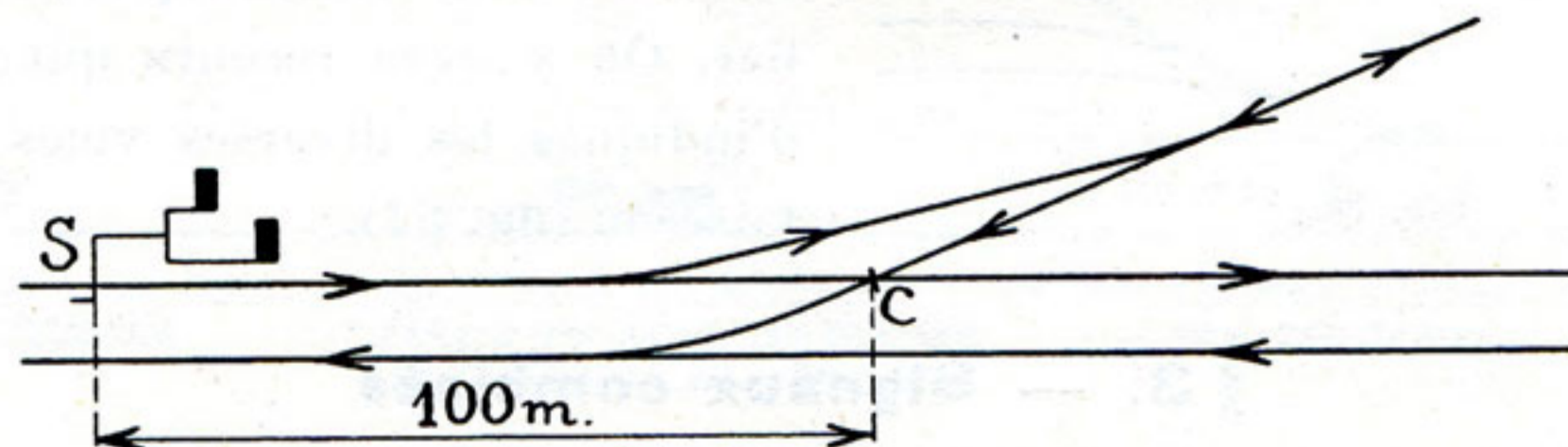
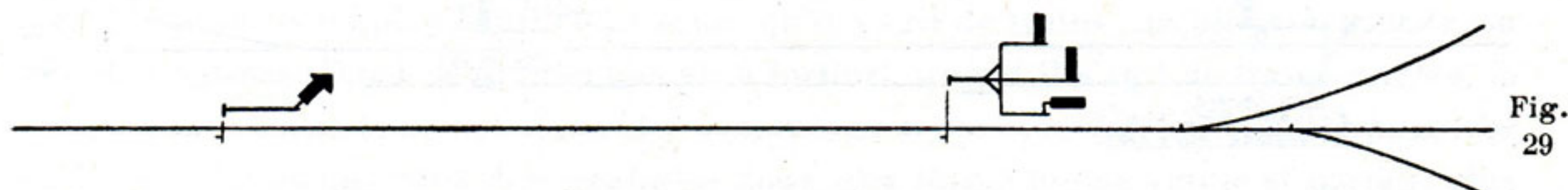
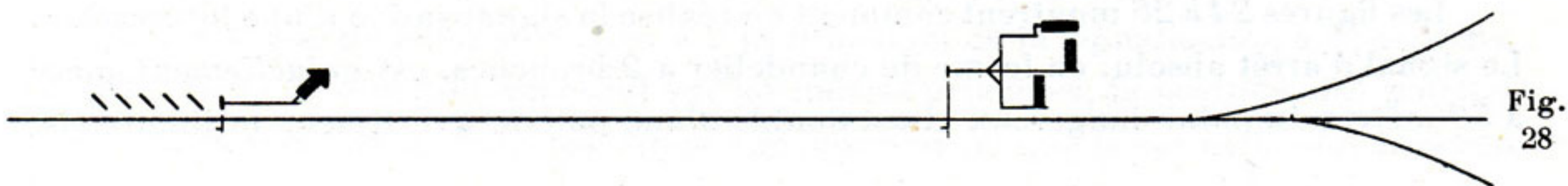


Fig. 27

unique, avec *dévié à gauche*. Le point de cisaillement C est couvert à 100 mètres par le signal en chandelier S (fig. 27).

nous le supposons, aucune des deux voies déviées ne peut être parcourue à vitesse normale, le mécanicien est informé de ce qu'il doit ralentir et cela suffit.



Bien entendu, si les branches déviées pouvaient être parcourues *sans ralentissement*, l'avertisseur prendrait la position *verticale* lorsque l'une quelconque des voies déviées serait au passage.

2° Sémaphores à numéros

Quand les signaux s'adressent à des trains arrêtés, comme c'est le cas des trains en station au départ des voies à quai et des faisceaux de garage, ou encore quand ils s'adressent à des trains circulant à faible vitesse (inférieure à 40 km/h), comme, par exemple, à l'entrée des gares à rebroussement, des voies à quai, des faisceaux de garage, etc., on a recours à des numéros (ou à des lettres) conjugués avec une palette unique (fig. 30), ces numéros ou lettres se rapportant aux diverses directions.



Lorsque la palette est à l'arrêt, les numéros sont masqués ; quand elle est mise au passage, un numéro apparaît indiquant la direction pour laquelle le passage est autorisé.

3° Sémaphores en chandelier et à numéros



Le système des numéros peut être combiné avec les sémaphores en chandelier. On y aura recours quand il s'agira d'indiquer les diverses voies d'un même faisceau (fig. 31).

§ 3. — Signaux combinés

1^{er} Exemple :

Si, d'une part, la distance L' qui sépare deux signaux d'arrêt absolu (fig. 32) est sensiblement égale à la distance réglementaire L entre un signal d'arrêt absolu et son

avertisseur (voir page 6) et si, d'autre part, le sémaphore d'aval s_2 est un sémaphore chandelier, la répétition du chandelier s_2 sera reportée sur le signal d'amont s_1 .

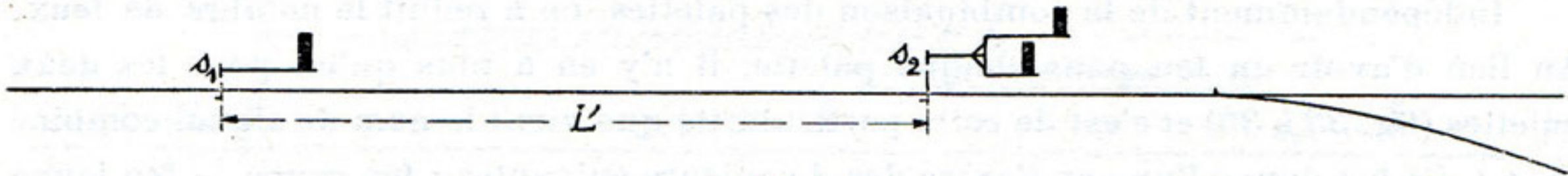


Fig. 32

Celui-ci doit pouvoir donner 4 indications au mécanicien :

- 1° arrêt en s_1 (fig. 33) ;
- 2° passage en s_1 et arrêt en s_2 (fig. 34) ;
- 3° passage en s_1 mais le chandelier s_2 est au passage pour la voie déviée (fig. 35) ;
- 4° passage en s_1 à la vitesse normale, le chandelier s_2 étant au passage pour la voie non déviée (fig. 36).

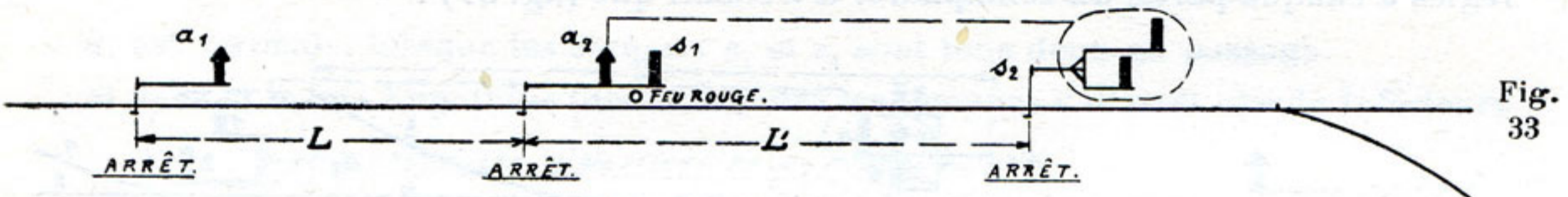


Fig. 33

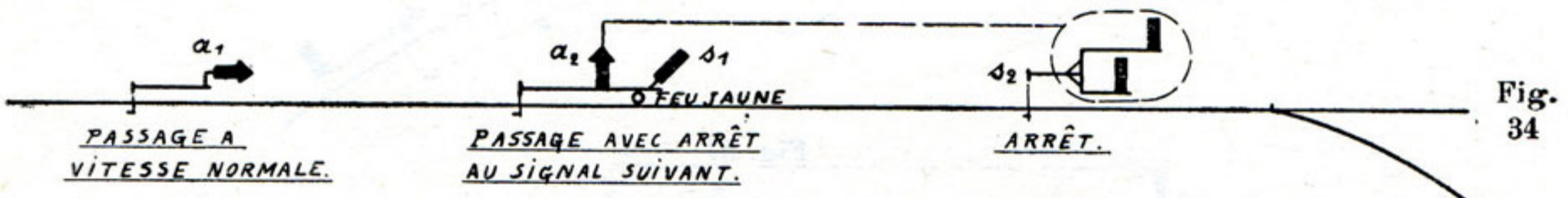


Fig. 34

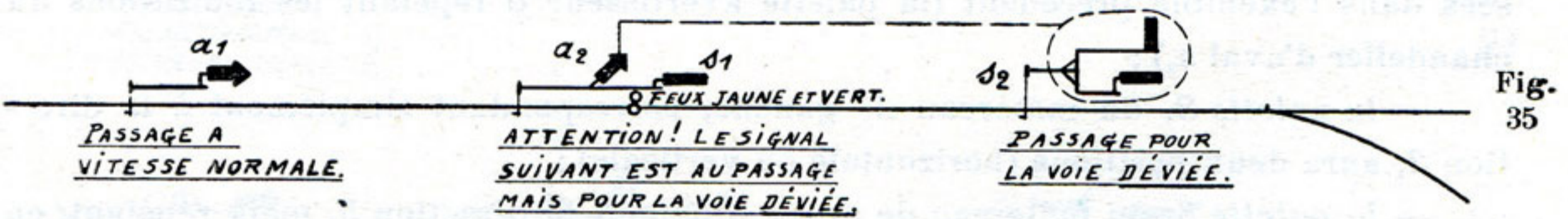


Fig. 35

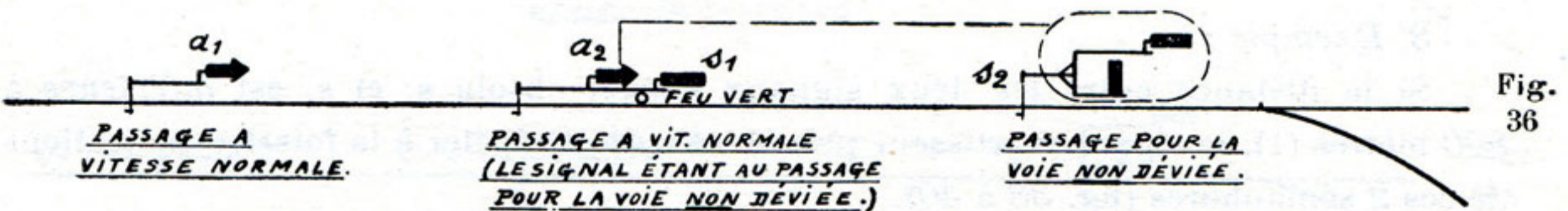


Fig. 36

Mais comme une palette ne peut donner que 3 indications, alors qu'ici, il faut en donner 4, on munit le signal d'amont s_1 d'une seconde palette, une palette avertisseur a_2 , placée sous la palette d'arrêt (fig. 33).

Somme toute, la palette avertisseur a_2 répétera les indications de direction du chandelier.

Indépendamment de la combinaison des palettes, on a réduit le nombre de feux. Au lieu d'avoir un feu pour chaque palette, il n'y en a plus qu'un pour les deux palettes (fig. 33 à 36) et c'est de cette particularité que vient le nom de signal combiné ($a_2 s_1$). Ce feu donne l'une ou l'autre des 4 couleurs suivantes : feu rouge — feu jaune — feu jaune et vert — feu vert.

La première est celle qui en tout temps prescrit l'arrêt ; quant aux 3 dernières, ce sont les indications données par les feux correspondant aux 3 positions de la palette avertisseur proprement dite (page 12).

2^e Exemple :

Si le sémaphore d'amont s_1 est lui-même un chandelier, on applique les mêmes règles à chaque partie du sémaphore. Il s'ensuit que (fig. 37) :

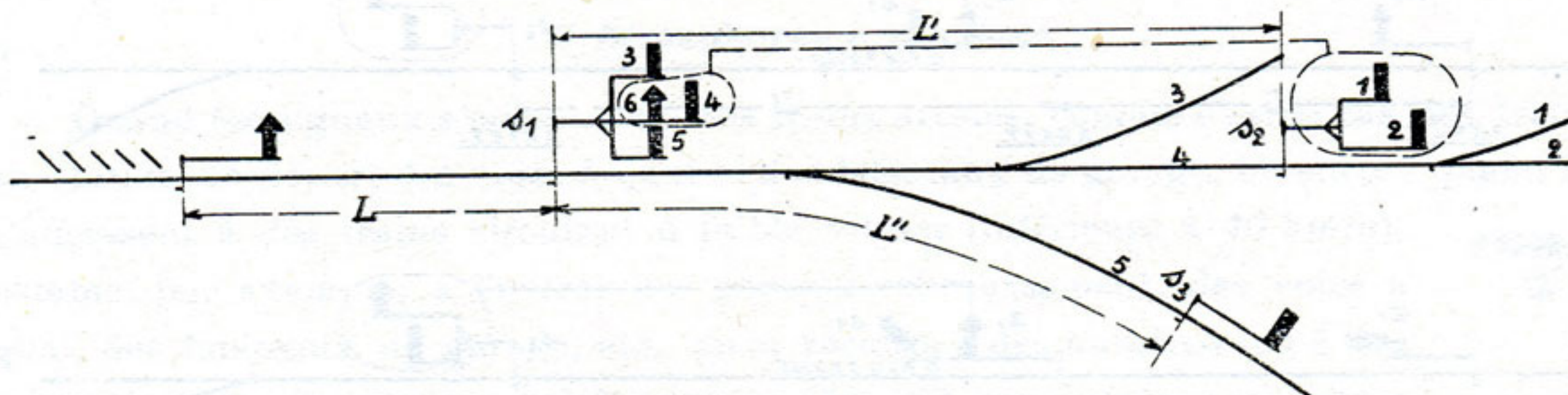


Fig. 37

— le signal combiné 4-6 du mâtereau du milieu donnera les 4 indications exposées dans l'exemple précédent (la palette avertisseur 6 répétant les indications du chandelier d'aval s_2) ;

— la palette 3, du mâtereau de gauche, correspondant simplement à la direction 3, aura deux positions (horizontale ou verticale) ;

— la palette 5, du mâtereau de droite, donnant la direction 5, mais répétant, en outre, les indications du signal s_3 , aura 3 positions.

3^e Exemple :

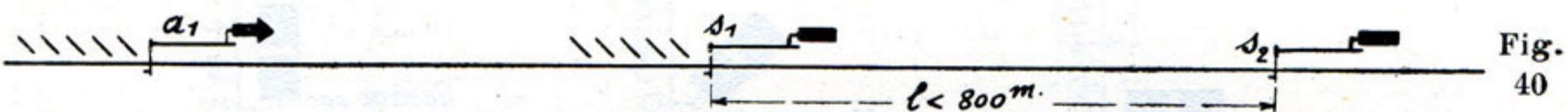
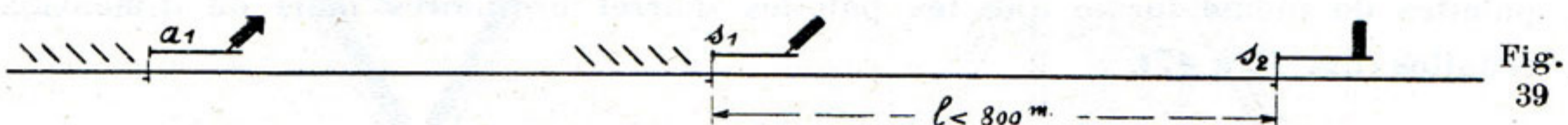
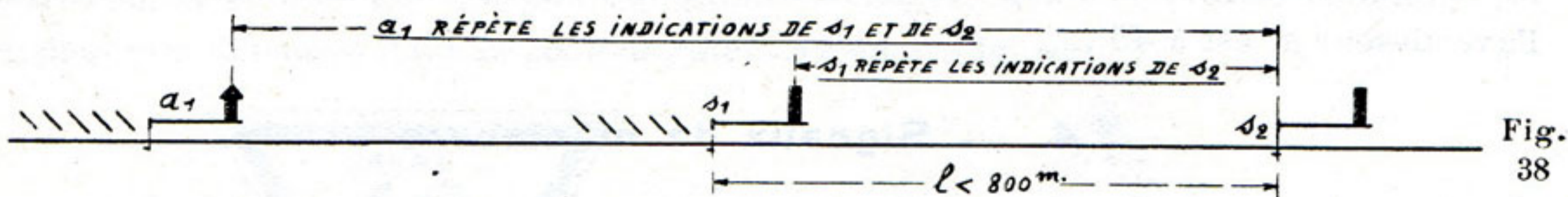
Si la distance entre les deux signaux d'arrêt absolu s_1 et s_2 est inférieure à 800 mètres (1), le signal avertisseur précédent a_1 doit répéter à la fois les indications de ces 2 sémaphores (fig. 38 à 40).

(1) 800 mètres, si la vitesse est inférieure ou égale à 100 km/h.

1.000 » » supérieure à 100 km/h, sans dépasser 120 km/h.
1.200 » » supérieure à 120 km/h.

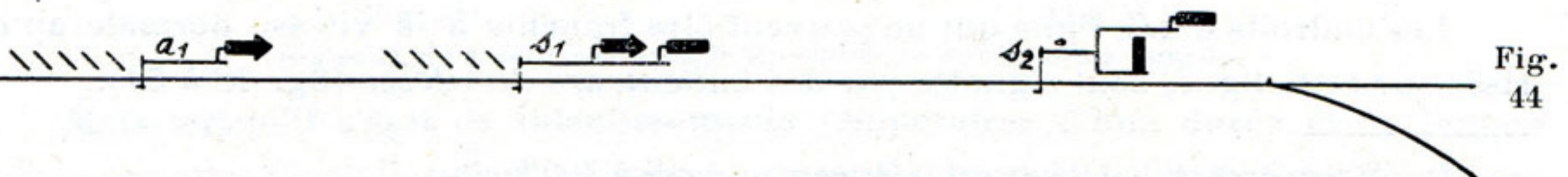
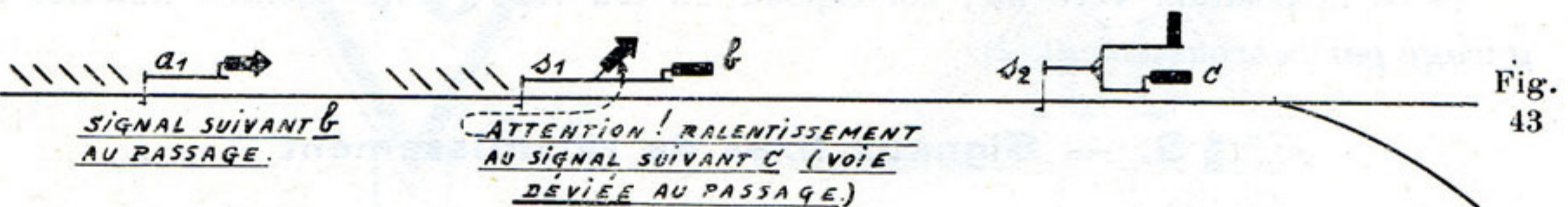
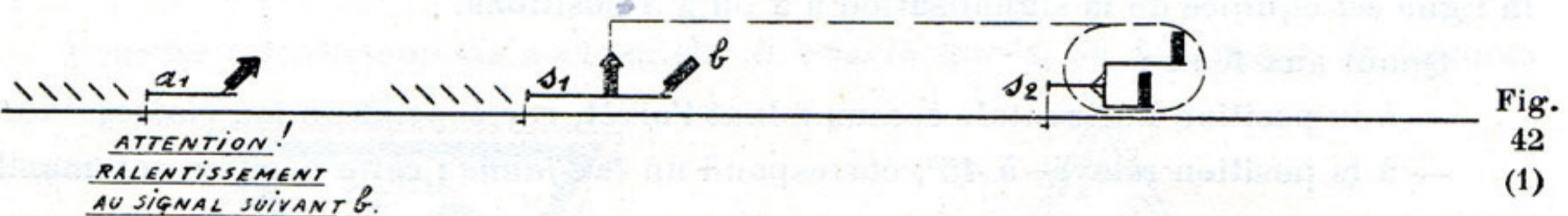
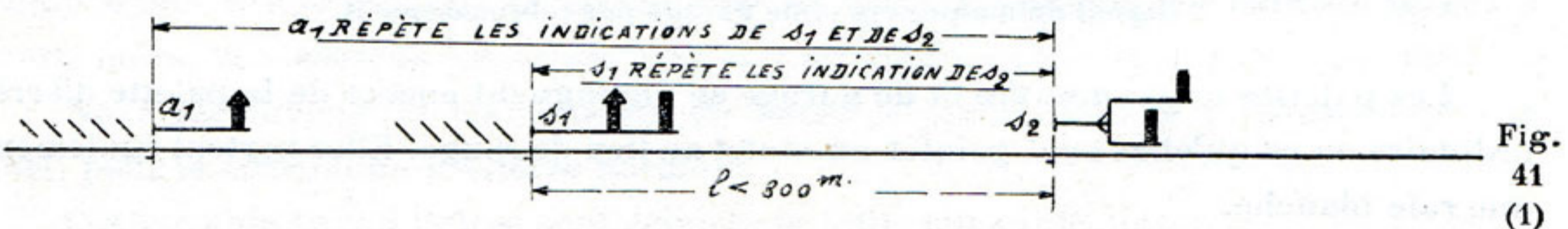
a_1 est donc horizontale si s_1 est à l'arrêt ;

a_1 est relevée à 45° , si s_1 est au passage mais avec s_2 à l'arrêt (dans ce cas s_1 est relevé à 45°) ;



a_1 est verticale, lorsque les signaux s_1 et s_2 sont tous deux au passage.

Si dans la même hypothèse (distance entre les 2 signaux d'arrêt absolu inférieure



(1) Les figures 41 et 42 doivent être complétées par l'indication de la voie déviée comme sur les figures 43 et 44.

à 800 mètres) (1), le sémaphore en aval est un sémaphore en chandelier, on applique les mêmes principes, ce qui donne les indications des fig. 41 à 44.

Soulignons que dans les exemples, aussi longtemps que le signal s_2 est à l'arrêt, l'avertisseur a_1 est à 45° .

§ 4. — Signaux de manœuvre

Les manœuvres et les mouvements de *garage* peuvent être commandés par des palettes de même forme que les palettes d'arrêt ordinaires mais de dimensions réduites (fig. 45 à 47).

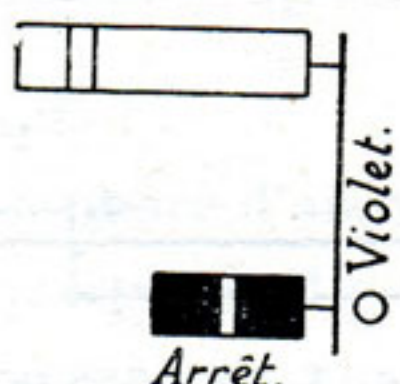


Fig. 45

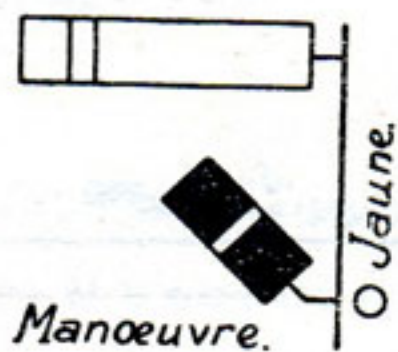


Fig. 46

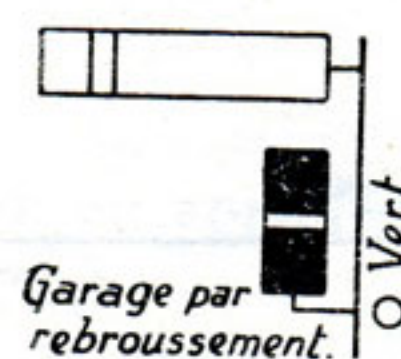


Fig. 47

Signal de manœuvre et de garage par rebroussement.

Les palettes de manœuvre et de garage se distinguent encore de la palette d'arrêt ordinaire en ce qu'elles sont peintes en violet au lieu de rouge. Elles portent également une raie blanche.

Elles peuvent occuper 2 ou 3 positions comme les palettes principales selon que la ligne est équipée de la signalisation à 2 ou à 3 positions.

Quant aux feux :

- à la position horizontale commandant l'arrêt, correspond un feu *violet* ;
- à la position relevée à 45° , correspond un feu *jaune* ; cette position commande une manœuvre ;
- à la position verticale, correspond un feu *vert* ; cette position autorise le *garage par rebroussement* (2).

§ 5. — Signaux fixes de ralentissement

1° Ralentissements permanents.

Les endroits d'une ligne qui ne peuvent être franchis à la vitesse normale autorisée sur cette ligne, sont signalés par des *indicateurs de vitesse* (fig. 48 à 51).

- (1) 800 mètres, si la vitesse est inférieure ou égale à 100 km/h.
1.000 » » supérieure à 100 km/h, sans dépasser 120 km/h.
1.200 » » supérieure à 120 km/h.

- (2) L'accès d'un garage *direct* serait donné par un sémaphore-chandelier.

A 300 mètres (1), en amont du point où le ralentissement doit commencer, on dispose à gauche un poteau portant un voyant triangulaire à fond *jaune*, bordé d'une bande noire, pointé vers le bas et indiquant en *chiffres noirs* la vitesse en km/h qui ne peut être dépassée dans la zone de ralentissement (fig. 48).



Fig. 48



Fig. 49

Signaux de ralentissement permanent.

La fin du ralentissement est marquée par un voyant triangulaire à fond *vert*, bordé d'une bande blanche et pointé vers le haut. Il indique, en chiffres blancs à bords noirs, la vitesse en km/h qui peut être atteinte à partir de ce point (fig. 49).

Nous retrouvons ici les couleurs de base : le jaune, pour le ralentissement ; le vert, pour la circulation à vitesse normale.

Ces voyants triangulaires sont éclairés la nuit, par projection.

2° Ralentissements temporaires.

Pour les ralentissements accidentels *de courte durée*, on fait usage de signaux *mobiles*.



Fig. 50

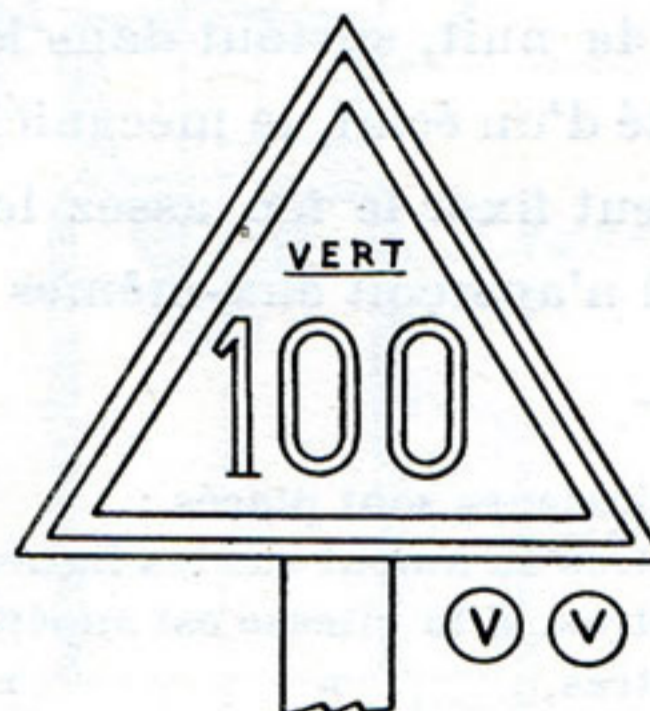


Fig. 51

Signaux de ralentissement temporaire de durée assez longue.

Mais lorsqu'il s'agit de ralentissements temporaires d'une durée assez longue pour permettre l'installation d'indicateurs fixes, on emploie les mêmes voyants que

(1) 300 mètres, sur les lignes où la vitesse est limitée à 100 km/h.
500 mètres, si la vitesse est supérieure à 100 km/h, sans dépasser 120 km/h.
700 » » » supérieure à 120 km/h.

pour les ralentissements permanents. Toutefois, pour attirer davantage l'attention des mécaniciens sur ces signaux temporaires, on double ces voyants la nuit de deux feux jaunes ou de deux feux verts selon qu'il s'agit du voyant d'origine du ralentissement ou du voyant de fin du ralentissement (fig. 50 et 51) (1). Ces 2 feux sont placés sur la même horizontale.

Remarque. — Si une bifurcation (ou une trifurcation) est couverte par un sémaphore en chandelier, le voyant jaune est placé à la partie inférieure des mâtereaux qui se rapportent aux directions sur lesquelles la circulation doit se faire à vitesse réduite.

Dans ce cas, l'indicateur d'origine du ralentissement n'est plus placé à 300 mètres en amont du point où le ralentissement doit commencer et cela, parce que la position de la palette avertisseur annonce déjà, dans le cas le plus général, le ralentissement.

§ 6. — Feux clignotants

Pour rendre mieux perceptibles les feux des signaux sémaphoriques, le Nord Français emploie avec succès sur certaines lignes des feux *clignotants* ou à *éclipse*.

Le feu du signal est alimenté par une bonbonne d'acétylène fixée au pied du mât. Le feu brûle de jour comme de nuit afin d'éviter l'intervention d'agents allumeurs. Le clignotement est obtenu par la mise du bec alternativement en veilleuse et en allumage par un mécanisme approprié. La bonbonne a une capacité de 2 mois.

Selon certains techniciens, les signaux munis de feux à *éclipse* se repèreraient difficilement la nuit, surtout dans les gares à signaux nombreux. Le feu n'ayant que l'instantanéité d'un éclat, le mécanicien, placé sur la locomotive animée d'une certaine vitesse, ne peut fixer le feu assez longtemps pour pouvoir le repérer par rapport à d'autres qu'il n'aperçoit eux-mêmes que pendant de courts instants.

(1) Ces indicateurs sont placés :

à 500 mètres en amont sur les lignes où la vitesse est inférieure ou égale à 100 km/h.

à 700 mètres, si la vitesse est supérieure à 100 km/h, sans dépasser 120 km/h.

à 1.000 mètres, » » 120 km/h.

CHAPITRE III

Signalisation lumineuse de jour et de nuit

1. — Principe.

Il s'agit de remplacer les palettes et leurs mécanismes de commande par des feux, visibles à grande distance tant le jour que la nuit.

Les feux adoptés sont les mêmes que ceux que donne, la nuit, la signalisation par palette à trois positions, page 12 ; cependant, la position d'arrêt d'un avertisseur est marquée par *deux* feux jaunes horizontaux, au lieu d'un feu unique dans la signalisation mécanique. L'adoption par la S. N. C. B. de deux feux jaunes pour représenter un avertisseur à l'arrêt résulte du fait qu'au cours des essais certains mécaniciens distinguaient mal, *le jour*, le feu jaune du feu rouge. Ils les voyaient « rouge » tous les deux. La chose ne présentait en soi aucun danger, mais imposait inutilement aux trains un arrêt (ou tout au moins un ralentissement si le feu rouge passait ultérieurement au vert). En vue de lever tout doute et d'éviter toute confusion, il a été décidé que, en position d'arrêt :

le signal d'arrêt absolu serait constitué par *un* feu rouge (fig. 53),

le signal avertisseur par *deux* feux jaunes disposés suivant l'horizontale (fig. 54).

Toute confusion devient ainsi impossible et l'on peut énoncer *cette règle* que, en *signalisation lumineuse*, sur un panneau principal, *un feu jaune n'est jamais seul, un feu rouge est toujours seul.*

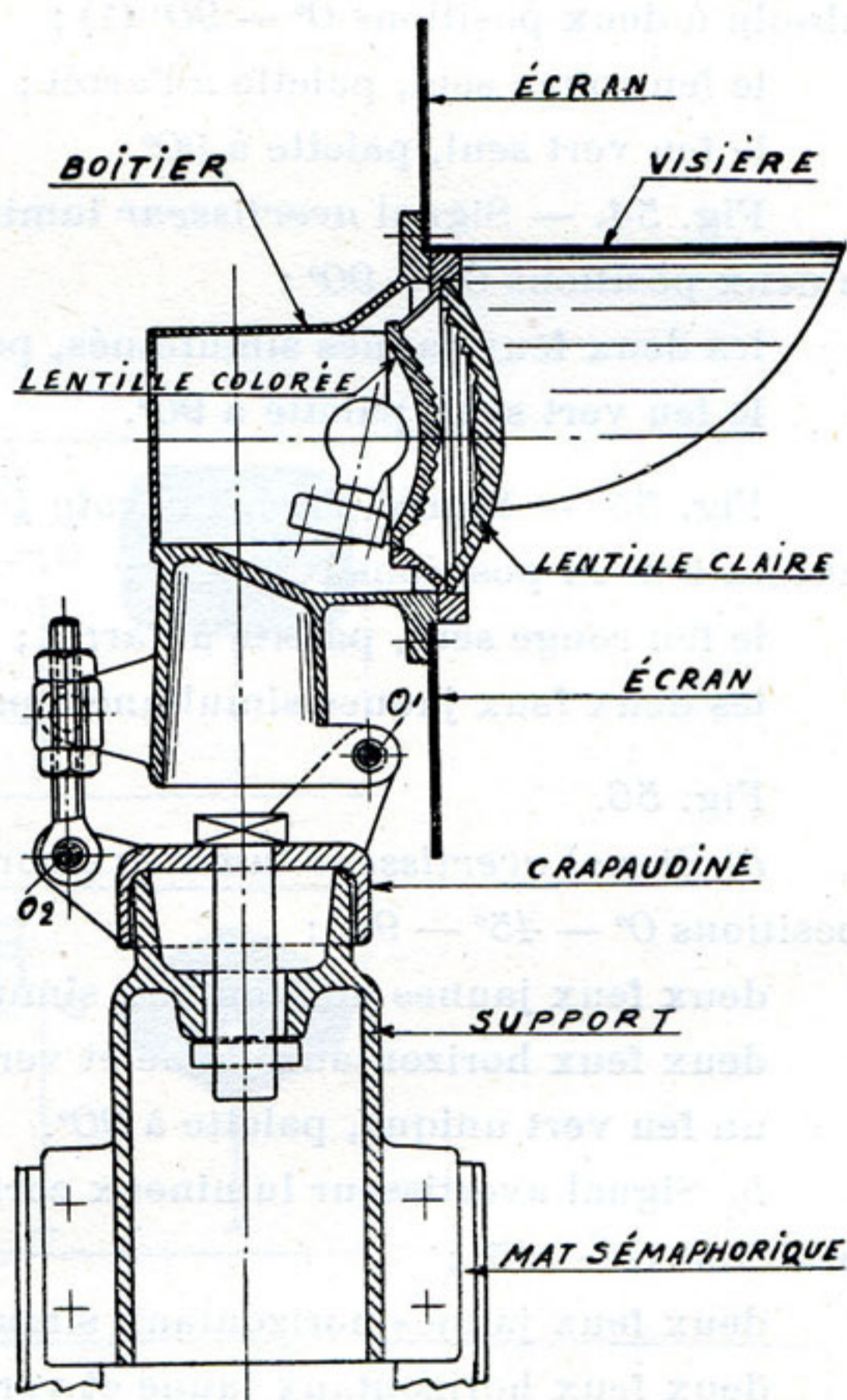


Fig. 52

2. — Forme et signification des panneaux lumineux.

Les feux de la signalisation lumineuse sont disposés dans des boîtiers dont la forme varie avec le nombre et la disposition des feux. Sur ces boîtiers sont adaptés des écrans en tôle d'un noir mat, destinés à former fond en vue d'augmenter la visibilité des feux (fig. 52).

Des visières sont placées au-dessus de chaque lucarne pour atténuer l'effet du soleil et pour protéger les lentilles de la neige.

Voici les divers types de panneaux lumineux qui ont été réalisés en 1933 sur la ligne de Charleroi à Namur.

Fig. 53. — Signal d'arrêt absolu lumineux correspondant à la palette d'arrêt absolu à deux positions $0^\circ - 90^\circ$ (1) ;

le feu rouge seul, palette à l'arrêt ;

le feu vert seul, palette à 90° .

Fig. 54. — Signal avertisseur lumineux correspondant à une palette avertisseur à deux positions $0^\circ - 90^\circ$;

les deux feux jaunes simultanés, palette horizontale ;

le feu vert seul, palette à 90° .

Fig. 55. — Signal d'arrêt absolu lumineux correspondant à une palette d'arrêt absolu à deux positions $0^\circ - 45^\circ$;

le feu rouge seul, palette à l'arrêt ;

les deux feux jaunes simultanés, palette à 45° .

Fig. 56.

a) Signal avertisseur lumineux correspondant à une palette avertisseur à trois positions $0^\circ - 45^\circ - 90^\circ$;

deux feux jaunes horizontaux simultanés, palette à 0° ;

deux feux horizontaux jaune et vert, palette à 45° ;

un feu vert unique, palette à 90° .

b) Signal avertisseur lumineux correspondant à une palette avertisseur à deux positions $0^\circ - 45^\circ$;

deux feux jaunes horizontaux simultanés, palette à 0° ;

deux feux horizontaux jaune et vert, palette à 45° .

(1) La ligne de Charleroi à Namur est armée de la signalisation à 3 positions.

Il convient de remarquer que, sur les lignes pourvues de la signalisation à 3 positions, certains signaux peuvent néanmoins ne donner que 2 des 3 positions.

Par exemple, un signal d'arrêt absolu qui, à 50 mètres, couvre, sans plus, un point dangereux (telle la convergence de 2 lignes) ne doit donner que 2 positions : l'arrêt (palette à 0°) ou le passage à vitesse normale (palette à 90°).

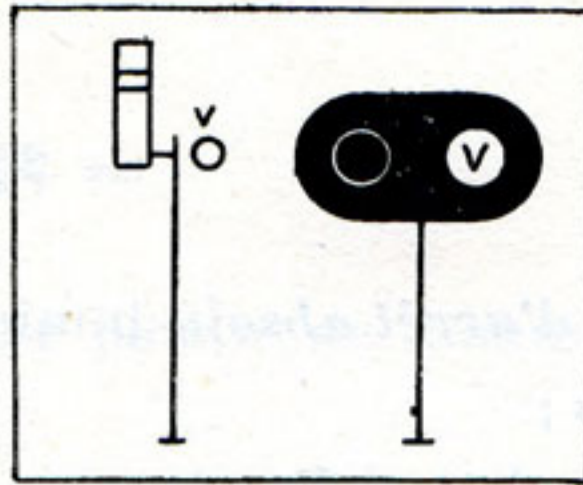
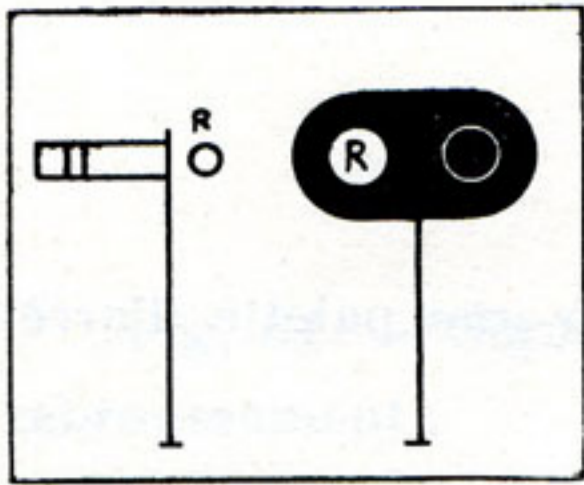


Fig. 53

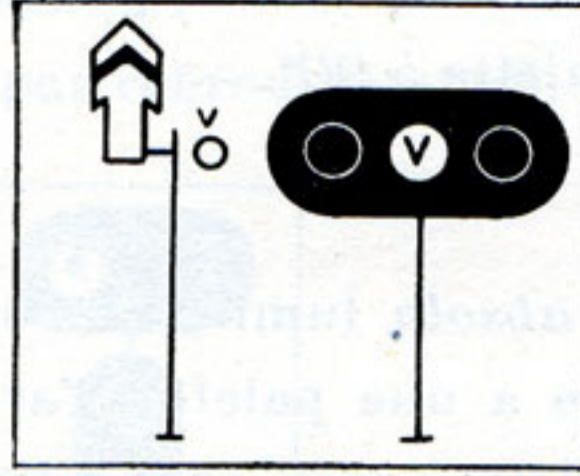
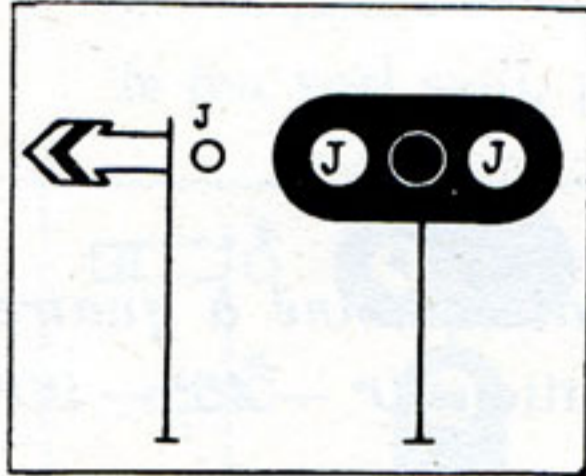


Fig. 54

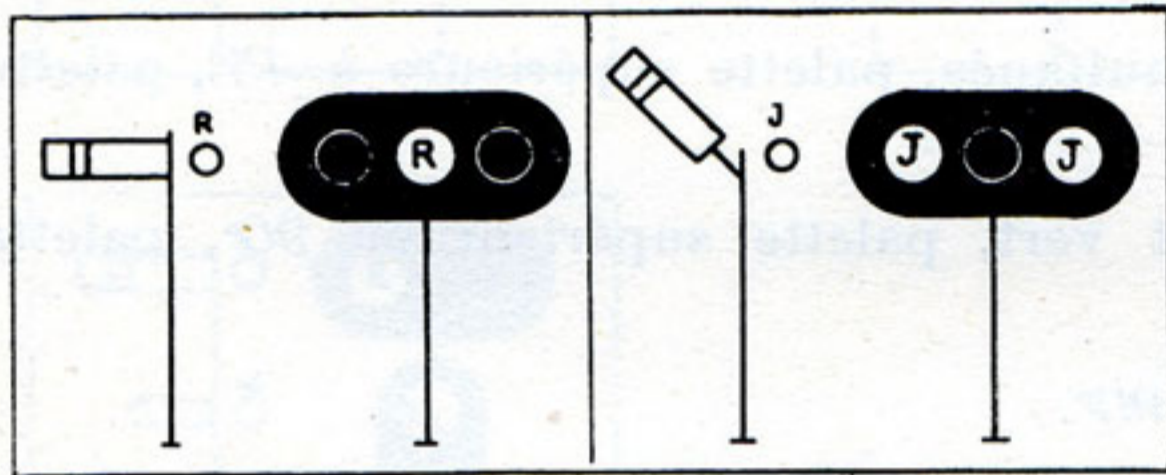


Fig. 55

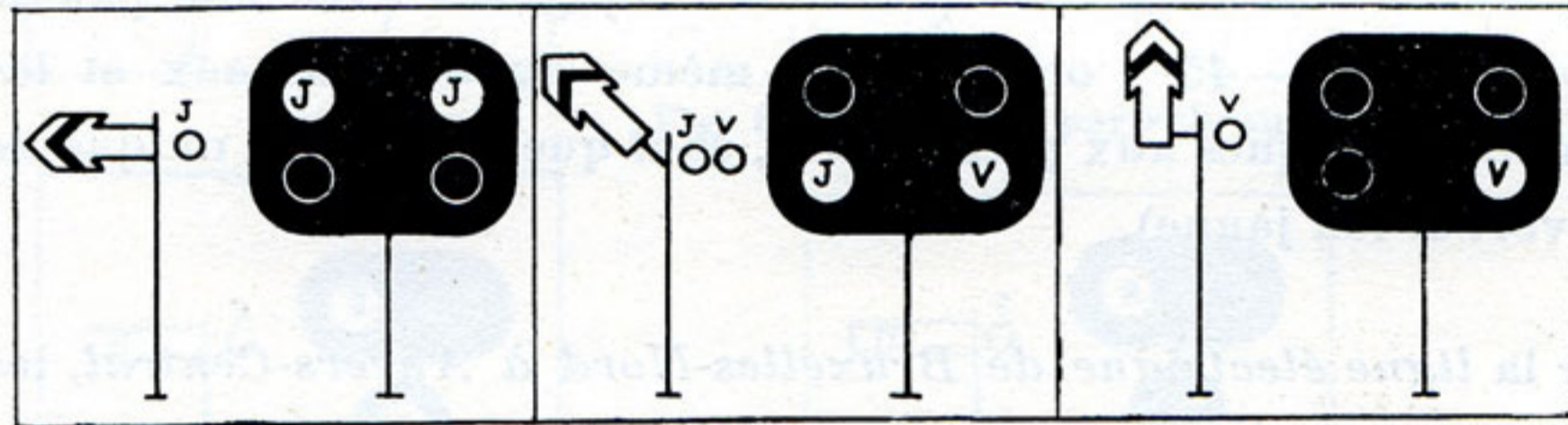


Fig. 56

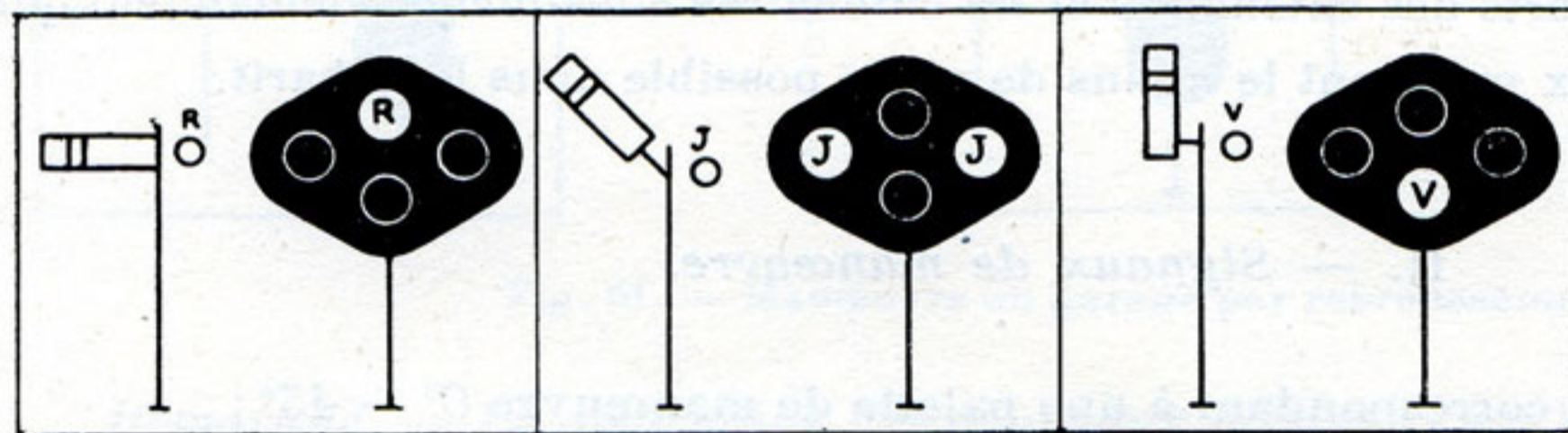


Fig. 57

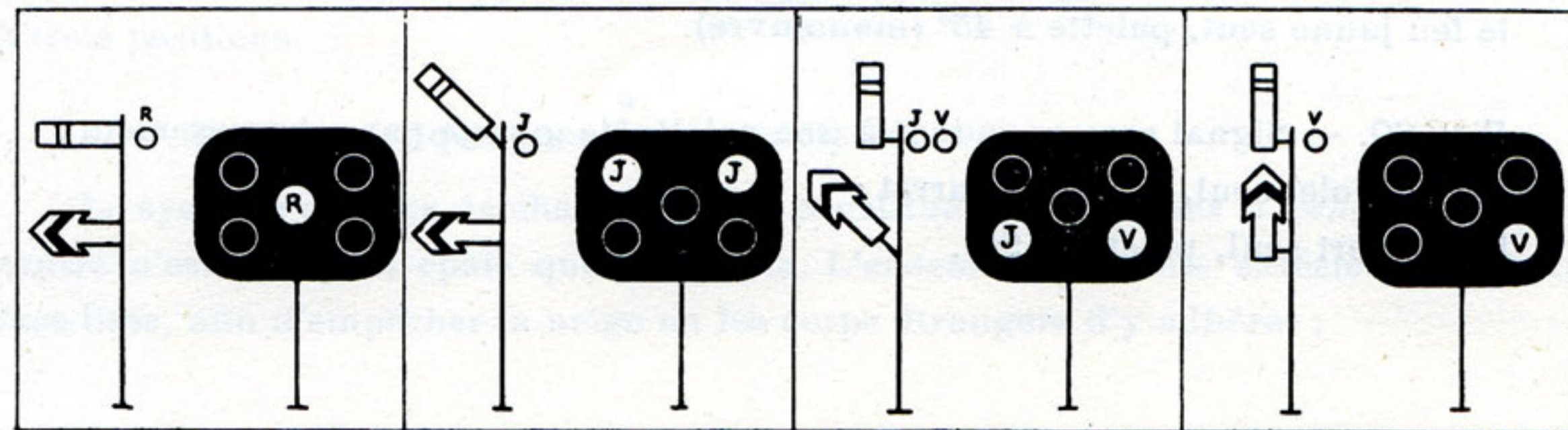


Fig. 58

Fig. 57. — Signal d'arrêt absolu lumineux correspondant à une palette d'arrêt absolu à trois positions ;

- le feu rouge seul, palette à l'arrêt ;
- les deux feux jaunes simultanés, palette à 45° ;
- le feu vert seul, palette à 90° .

Fig. 58.

a) Signal d'arrêt absolu lumineux correspondant au signal combiné à quatre indications, c'est-à-dire à une palette d'arrêt absolu à trois positions $0^\circ - 45^\circ - 90^\circ$ conjuguée avec une palette avertisseur à trois positions $0^\circ - 45^\circ - 90^\circ$;

- le feu rouge seul, les deux palettes à 0° ;
- les deux feux jaunes horizontaux simultanés, palette supérieure à 45° , palette inférieure à 0° ;
- les deux feux horizontaux, jaune et vert, palette supérieure à 90° , palette inférieure à 45° ;
- le feu vert unique, les deux palettes à 90° .

b) Signal d'arrêt absolu correspondant au signal combiné à trois indications, c'est-à-dire une palette d'arrêt absolu à trois positions conjuguées avec une palette avertisseur à deux positions $0^\circ - 45^\circ$; on utilise le même signal lumineux et les indications des feux sont identiques aux précédentes, sauf que le feu vert unique ne brûle jamais seul (feu vert et feu jaune).

Remarque. — Sur la ligne électrique de Bruxelles-Nord à Anvers-Central, les feux sont disposés en ligne verticale sur les panneaux lumineux.

Les poteaux-supports des caténaires et les caténaires elles-mêmes demandent que les panneaux lumineux prennent le moins de place possible dans le gabarit.

II. — Signaux de manœuvre.

Fig. 59. — Signal correspondant à une palette de manœuvre $0^\circ - 45^\circ$;

- le feu violet seul, palette à l'arrêt ;
- le feu jaune seul, palette à 45° (manœuvre).

Fig. 60. — Signal correspondant à une palette de garage par rebroussement ;

- le feu violet seul, palette à l'arrêt ;
- le feu vert seul, palette à 90° .

Fig. 61. — Signal correspondant à une palette de manœuvre et de garage par rebroussement ;

le feu violet seul, palette à l'arrêt ;

le feu jaune seul, palette à 45° (manœuvre) ;

le feu vert seul, palette à 90° (garage par rebroussement).

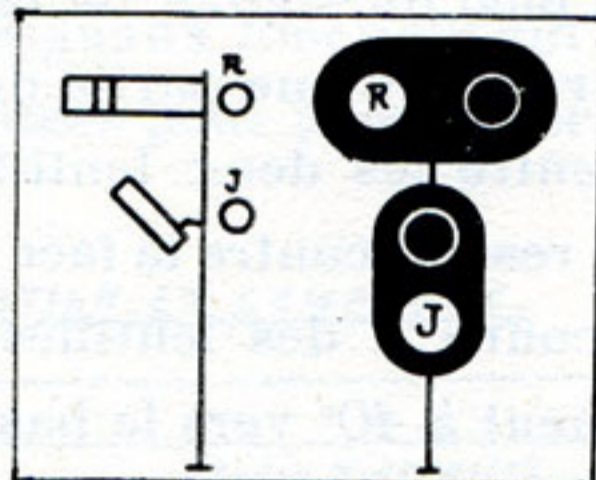
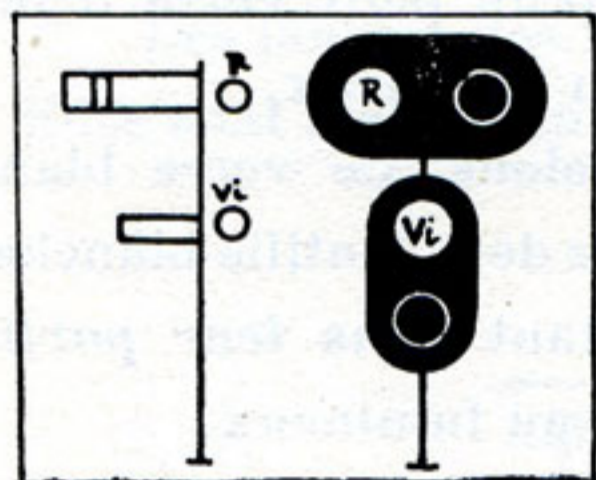


Fig. 59. — Manœuvre.

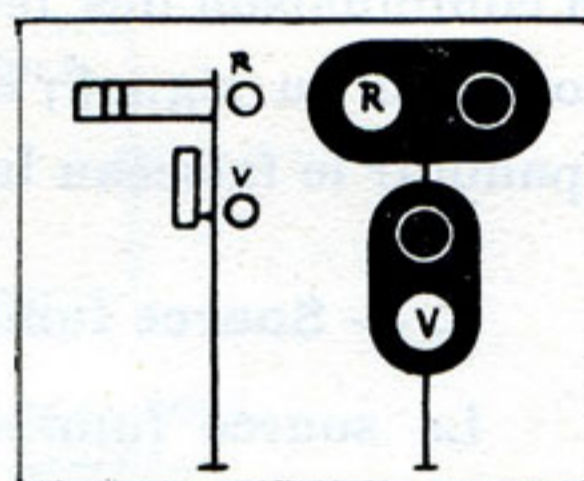
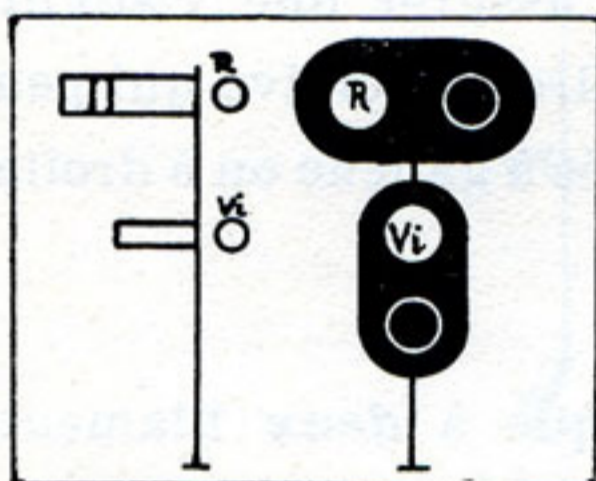


Fig. 60. — Garage par rebroussement.

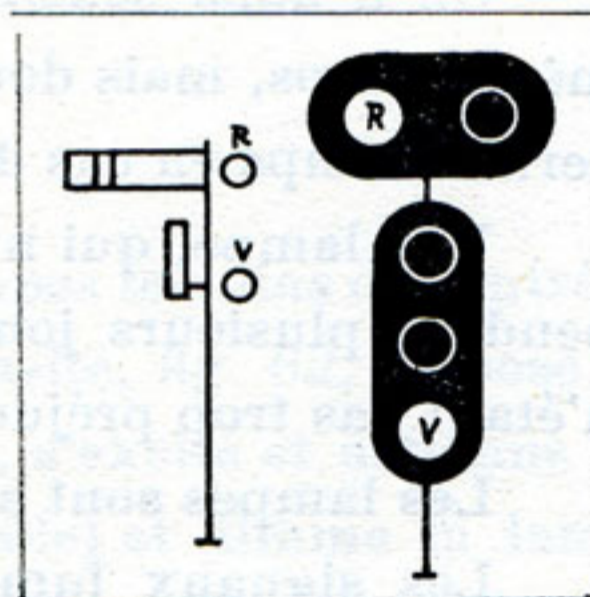
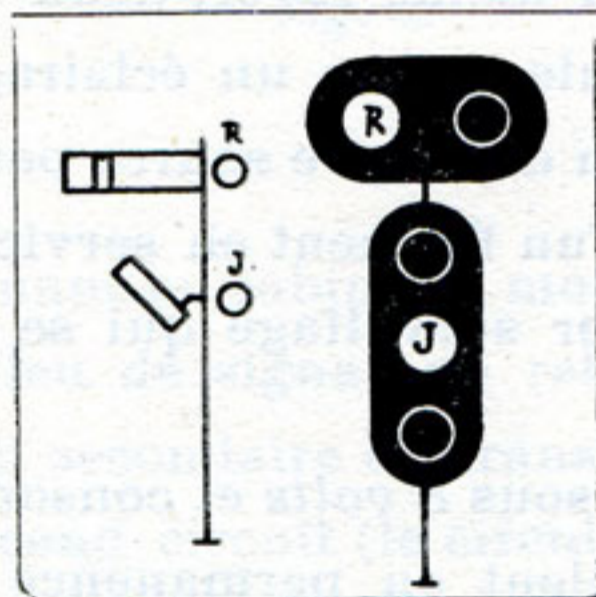
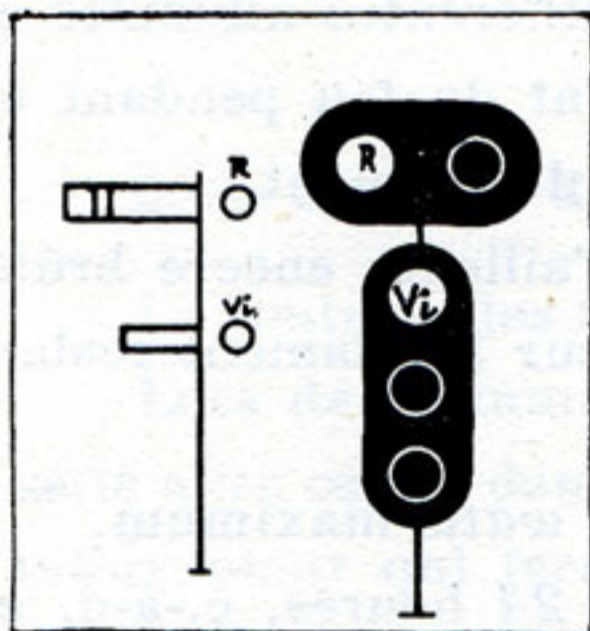


Fig. 61. — Manœuvre ou garage par rebroussement.

Remarque. — La disposition des panneaux lumineux sur les mâts sémaphoriques et les chandeliers est analogue à celle des palettes correspondantes de la signalisation à trois positions.

3. — Système optique pour feux principaux.

Le système optique de chaque feu est constitué de 2 lentilles à échelons dont le centre n'est pas plus épais que les bords. L'ensemble présente extérieurement une face lisse, afin d'empêcher la neige ou les corps étrangers d'y adhérer ;

la lentille *extérieure* avec les échelons sur la face concave (lentille de Fresnel) est toujours en verre *clair* ;

la lentille *intérieure*, à échelons renversés, c.-à-d. avec les échelons sur la face convexe de la lentille (lentille de Torric) est constituée d'un verre *coloré*, rouge, jaune ou vert, selon la couleur du feu à obtenir.

Pour rendre le feu visible au pied du signal, on fait usage d'un petit verre blanc muni d'un prisme qui permet de rabattre une partie du faisceau lumineux.

Ce verre dispersif est logé entre les deux lentilles à échelons. Ce verre blanc indépendant est maintenu par un ressort contre la face intérieure de la lentille blanche.

Actuellement, on préfère recourir à des lentilles comportant *dans leur partie centrale* un dispositif de rabattement à 40° vers le bas du faisceau lumineux.

Lorsque le signal est implanté dans une courbe, le faisceau lumineux obtenu par la combinaison des lentilles ne suffit généralement plus pour assurer une visibilité continue du signal ; on emploie alors une lentille supplémentaire dispersive qui peut épanouir le faisceau lumineux horizontalement jusque 20 degrés à gauche ou à droite.

4. — Source lumineuse.

La source lumineuse est constituée d'une lampe électrique à *deux* filaments concentrés, alimentés en parallèle.

On a ainsi sensiblement au même foyer, deux sources différentes allumées en même temps, mais dont une seule assure un éclairage suffisant du feu pendant un certain temps en cas d'extinction de l'autre source par rupture du filament.

Une lampe, qui n'a plus qu'un filament en service, peut d'ailleurs encore brûler pendant plusieurs jours, le léger survoltage qui se produit sur le filament restant n'étant pas trop préjudiciable.

Les lampes sont alimentées sous 8 volts et consomment 16 watts maximum.

Les signaux lumineux brûlent en permanence pendant 24 heures, c.-à-d. en moyenne 12 heures de plus que les signaux à voyants qui ne brûlent que pendant la nuit ; la consommation supplémentaire de courant des signaux lumineux est donc inférieure à $0,2$ kwh (12 h \times 16 w = 192 wh).

En pratique, par mesure de sécurité, il est utile de remplacer systématiquement les lampes après 4.000 heures de service.

Chaque feu est raccordé par un câble séparé.

A la S. N. C. B., l'intensité des signaux lumineux est la même la nuit que le jour. C'est dans un but de simplification que cette solution a été adoptée.

En Allemagne, notamment, l'intensité de nuit est réduite par la manœuvre d'un commutateur placé en cabine et qui branche le signal sur un circuit à tension réduite.

5. — Alimentation des feux.

Le courant d'alimentation qui part de la cabine vers le signal installé en campagne est du courant alternatif à 110 volts, 50 périodes ; mais la tension de 110 volts est réduite à 8 volts, au pied du signal, par un transformateur. Il y a un transformateur par feu (fig. 62).

Les lampes des feux des signaux fonctionnent donc sous une tension de 8 volts. Elles sont légèrement sous-voltées pour augmenter la durée du filament.

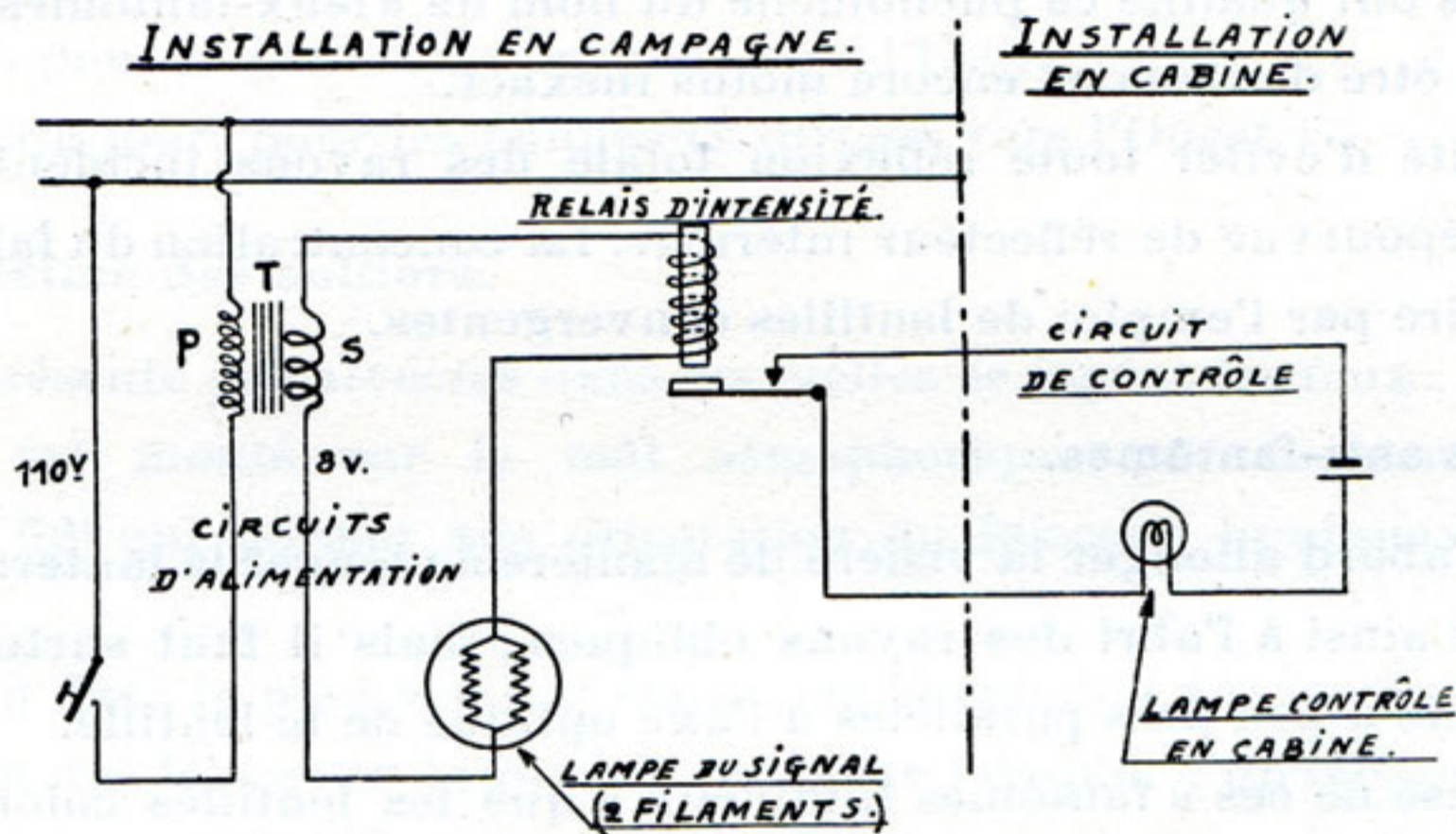


Fig. 62

6. — Contrôle des feux.

Le contrôle des feux est donné en cabine au moyen de *lampes témoins* de contrôle.

Lors de l'allumage d'un feu de signal, un relais d'intensité, fig. 62, disposé en série avec ce feu dans le circuit secondaire du transformateur, s'excite et actionne un interrupteur qui ferme un second circuit (le circuit de contrôle) et allume la lampe témoin correspondante.

Le relais d'intensité a ceci de particulier que la force attractive de l'électro est insuffisante pour maintenir l'armature collée lorsque l'intensité du courant d'alimentation du feu baisse de moitié environ, ce qui correspond à la rupture de l'un des 2 filaments de la lampe. Dès lors, la lampe témoin s'éteint et le signaleur est ainsi prévenu de la nécessité de remplacer la lampe du signal.

7. — Feux-fantômes.

Si les feux des signaux ordinaires se voient distinctement la nuit, en raison même de l'obscurité régnante, ils se verraient très mal de loin à la clarté du jour.

Pour le jour, il faut augmenter la puissance du feu. On y parvient :
soit en employant des lampes plus fortes ;
soit en concentrant le faisceau lumineux par rétrécissement du cône de dispersion ;
soit encore en recourant aux deux moyens.

Pour rétrécir le cône de dispersion, on emploie les lentilles convergentes. On pourrait également utiliser les réflecteurs si l'on ne craignait pas les feux-fantômes.

Lorsque le soleil est bas sur l'horizon, les rayons qui viennent frapper la lentille peuvent être réfléchis totalement et donner l'impression qu'un signal éteint est allumé. Les Américains ont qualifié ce phénomène du nom de « feux-fantômes ». Or, un signal ne peut jamais être douteux et encore moins inexact.

La nécessité d'éviter toute réflexion totale des rayons incidents exige que la lanterne soit dépourvue de réflecteur intérieur. La concentration du faisceau lumineux doit donc se faire par l'emploi de lentilles convergentes.

Dispositifs anti-fantômes.

On peut d'abord allonger la visière de manière à plonger la lanterne dans l'ombre. La lanterne est ainsi à l'abri des rayons obliques ; mais il faut surtout se prémunir contre les rayons à peu près parallèles à l'axe optique de la lentille.

C'est à cause de ces « fantômes lumineux » que les lentilles colorées ne peuvent être employées seules. On réduit les risques d'apparition des feux-fantômes en plaçant devant la lentille colorée une lentille claire (ou un verre dépoli). Si la réflexion totale se produit, elle sera le fait de la lentille extérieure claire et le feu-fantôme ne sera pas coloré (fig. 63).

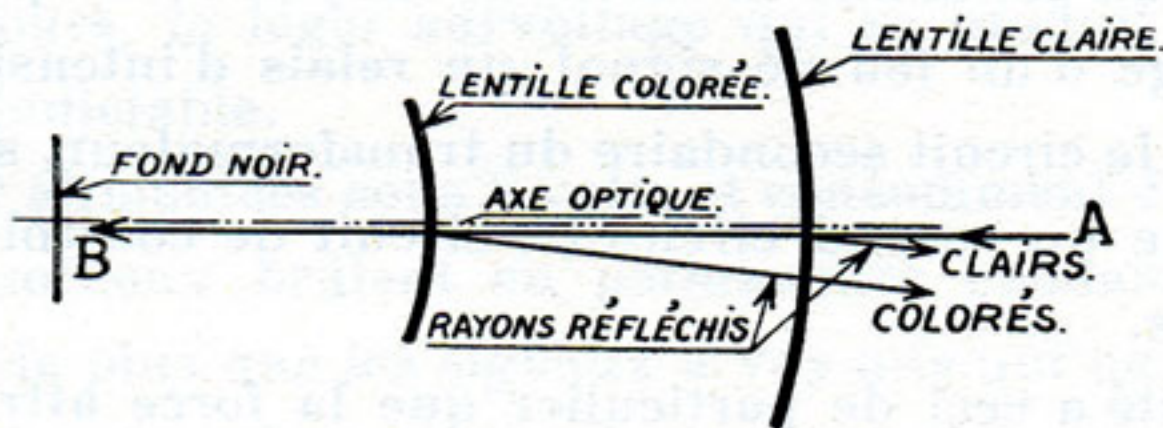


Fig. 63

Cependant, certains rayons peuvent exceptionnellement être réfractés et atteindre la lentille colorée (1). Une partie de ces rayons passe à travers la lentille et, rencontrant la surface noircie de la boîte, est absorbée ; mais d'autres rayons sont réfléchis vers l'extérieur et sont colorés. Le mécanicien peut encore, si ces conditions se réalisent, voir le feu comme si la lampe était allumée.

(1) Bulletin technique des Inspecteurs techniques et des chefs de section des chemins de fer belges, 1^{er} juillet 1934. — Note des Ateliers de Constructions Électriques de Charleroi.

On peut couvrir la lentille extérieure d'un « nid d'abeilles » (fig. 64), sorte de réseau constitué de tôles minces disposées à angle droit et ne laissant passer que les rayons parallèles à l'axe optique. Le « nid d'abeilles » empêche tous les rayons quelque peu obliques de pénétrer jusqu'à la lanterne, mais ce dispositif réduit sensiblement l'intensité lumineuse du feu.



Fig. 64

Pour qu'un feu-fantôme puisse apparaître, il faut :

- 1°) qu'il y ait du soleil,
- 2°) que celui-ci soit très bas sur l'horizon, dès lors, le feu-fantôme ne peut se produire que pour les lignes situées dans la direction Est-Ouest ;
tôt le matin, pour les panneaux orientés vers l'Est ;
à la tombée du jour, pour les panneaux dirigés vers l'Ouest.

8. — Orientation des boîtiers.

Le boîtier présente des alvéoles dans lesquelles se logent les feux.

Ce boîtier est monté sur le mât sémaphorique par l'intermédiaire d'une crapaudine (fig. 52) qui permet une orientation du faisceau lumineux dans le plan horizontal.

L'orientation dans le plan vertical résulte de la rotation autour du pivot O_1 .

L'orientation des faisceaux lumineux nécessite l'emploi d'un télescope permettant de viser un point bien défini. Le télescope se visse dans un trou pratiqué dans la face du panneau.

Le faisceau lumineux sort de la lentille claire en rayons parallèles. Mais les rayons ne sont effectivement parallèles que si la source est petite, théoriquement un point.

Les filaments des lampes sont enroulés chacun sous forme d'une spirale de moins d'un centimètre de longueur, ils sont disposés horizontalement (1) côte à côte, à 1 mm environ l'un de l'autre (fig. 65) et perpendiculairement à la voie.

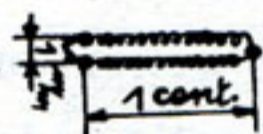


Fig. 65

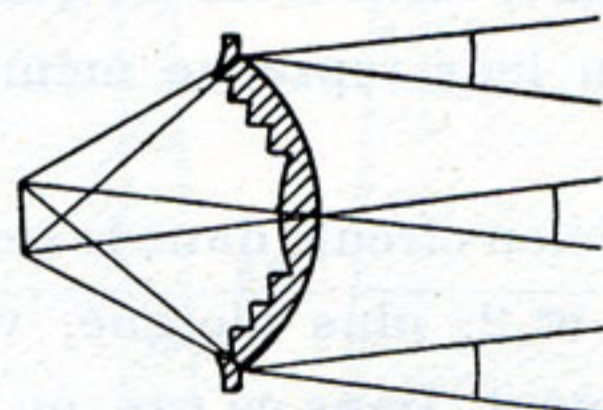


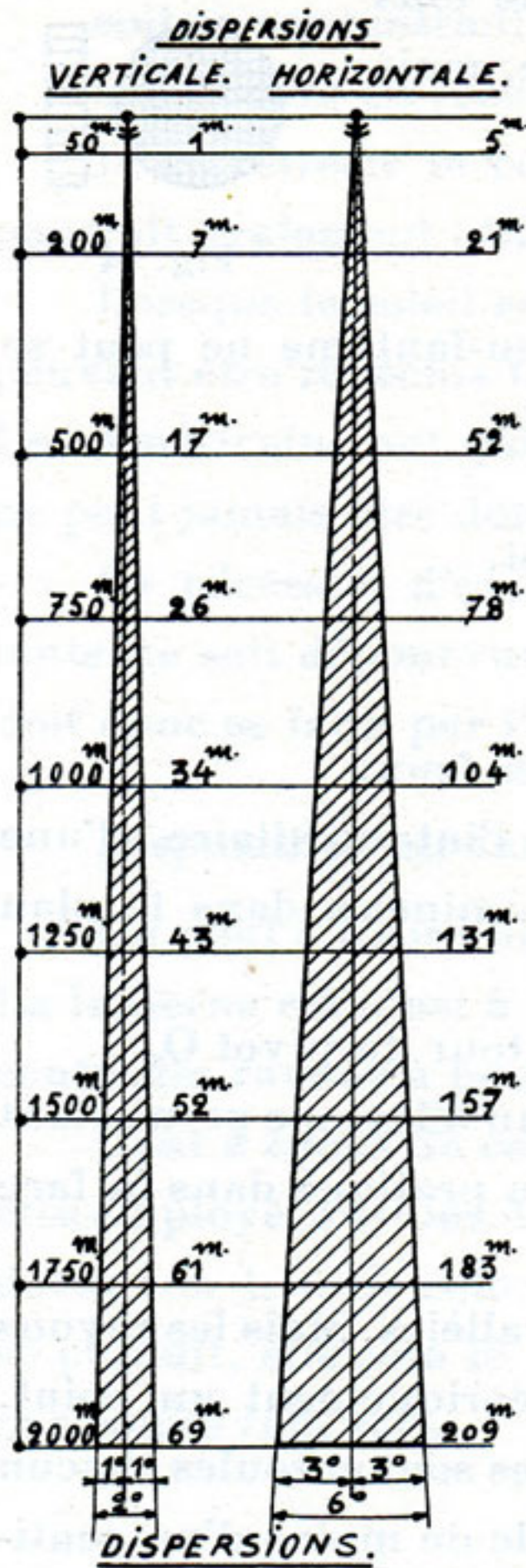
Fig. 66

de la lentille est dispersée (fig. 66), cependant la dispersion *verticale* n'est que de 1° environ de part et d'autre de l'axe optique, la dispersion horizontale de 3° (fig. 67 et 68). On voit sur les figures qu'à la distance de 2.000 mètres l'ouverture du cône lumineux est de 69 mètres verticalement et de 209 mètres horizontalement.

Comme ces filaments sont plus grands qu'un point, une partie de la lumière qui sort

(1) Horizontalement plutôt que verticalement, parce que la disposition horizontale favorise la dispersion horizontale qui, en l'espèce, est plus intéressante que la dispersion verticale.

Il va sans dire que si l'œil du mécanicien se trouve placé en dehors du cône de dispersion, la visibilité sera nulle.



VERTICALE HORIZONTALE
Fig. 67 et 68

On admet que l'œil du mécanicien se trouve en moyenne à 4 mètres au-dessus du rail.

En ligne droite, le panneau lumineux sera donc placé de telle manière que le feu situé au centre du panneau soit à 4 mètres au-dessus du rail et on orientera le panneau de manière que les axes optiques des lentilles soient horizontaux et parallèles aux rails. Dans ces conditions, bien que le poteau-support du panneau soit placé sur le côté de la voie, la dispersion horizontale de 3° assurera une visibilité excellente.

Mais si les circonstances sont telles que le panneau lumineux doive être placé à 6 ou 7 mètres de hauteur, la dispersion verticale de 1° ne suffira pas ; le feu sera visible de loin, mais le sera de moins en moins au fur et à mesure que le mécanicien s'en approchera.

On devra alors soit faire usage d'une *lentille dispersive* qui rabattra une partie du faisceau lumineux vers le bas, mais l'intensité lumineuse en sera diminuée, ou bien comme à la S. N. C. B., incliner le panneau vers le bas, ce qui donnera une moins bonne visibilité de loin.

En général, les signaux lumineux se voient de très loin ; ils se détachent merveilleusement quand le temps est sombre et, la nuit, on leur reproche même parfois d'être trop éblouissants.

Quand un mécanicien circule dans le sens de la flèche *F* (fig. 69), il se peut que la présence d'un feu n° 2, plus éloigné, vienne gêner la perception du feu n° 1 qui l'intéresse immédiatement. Dans ce cas, on peut incliner le

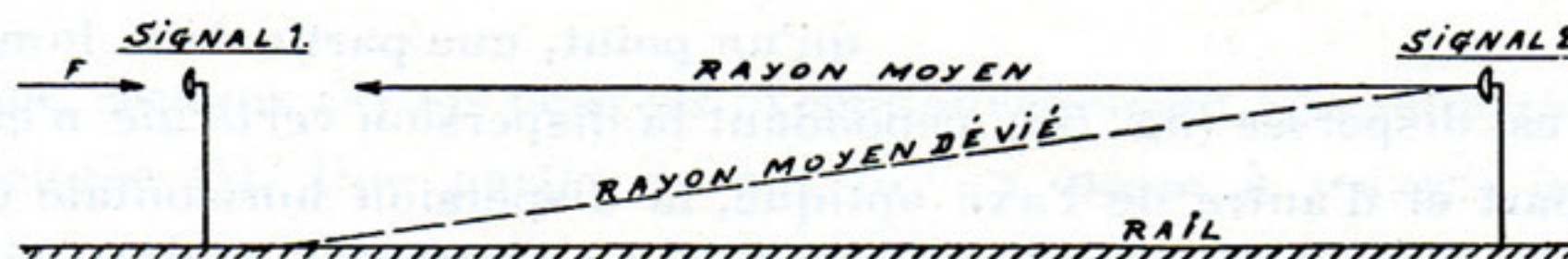


Fig. 69

panneau de manière à abaisser le rayon moyen du signal n° 2 vers le pied du signal n° 1 ; les deux signaux deviennent alors distincts.

Dans les courbes, on orientera le panneau suivant une corde de la courbe de façon que le signal, visible d'un point suffisamment éloigné, reste assez net pendant le temps que le mécanicien s'en approche. En Allemagne, on pointe le rayon moyen sur le 2^e tiers de la distance de freinage (fig. 70) (1).

Si la courbe est très prononcée, on fera usage d'une lentille supplémentaire donnant une dispersion horizontale de 10° ou de 20° selon le cas dans la direction de la partie convexe de la courbe (fig. 71 et 72) (2).

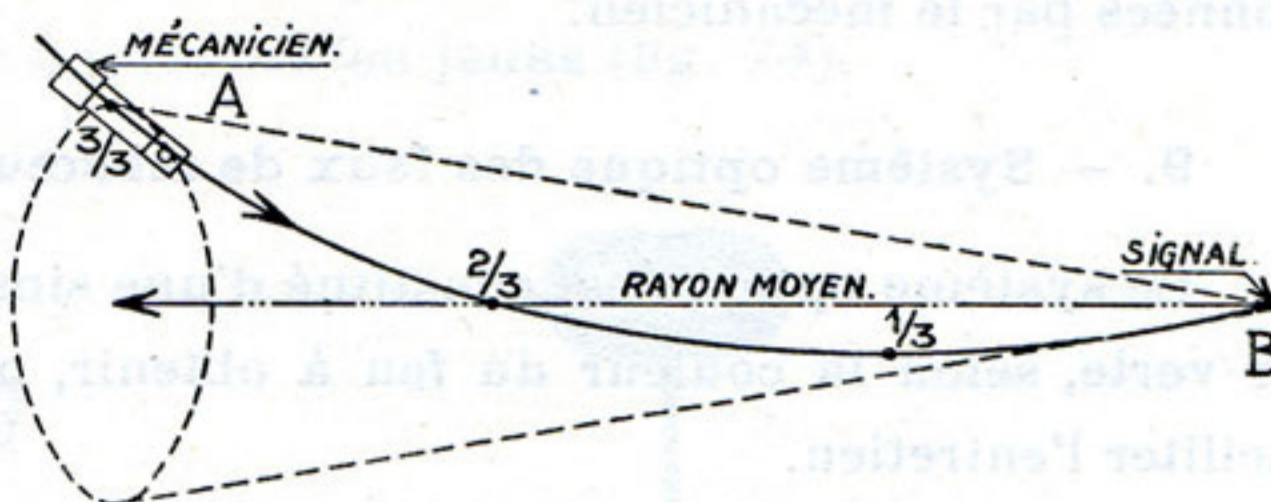
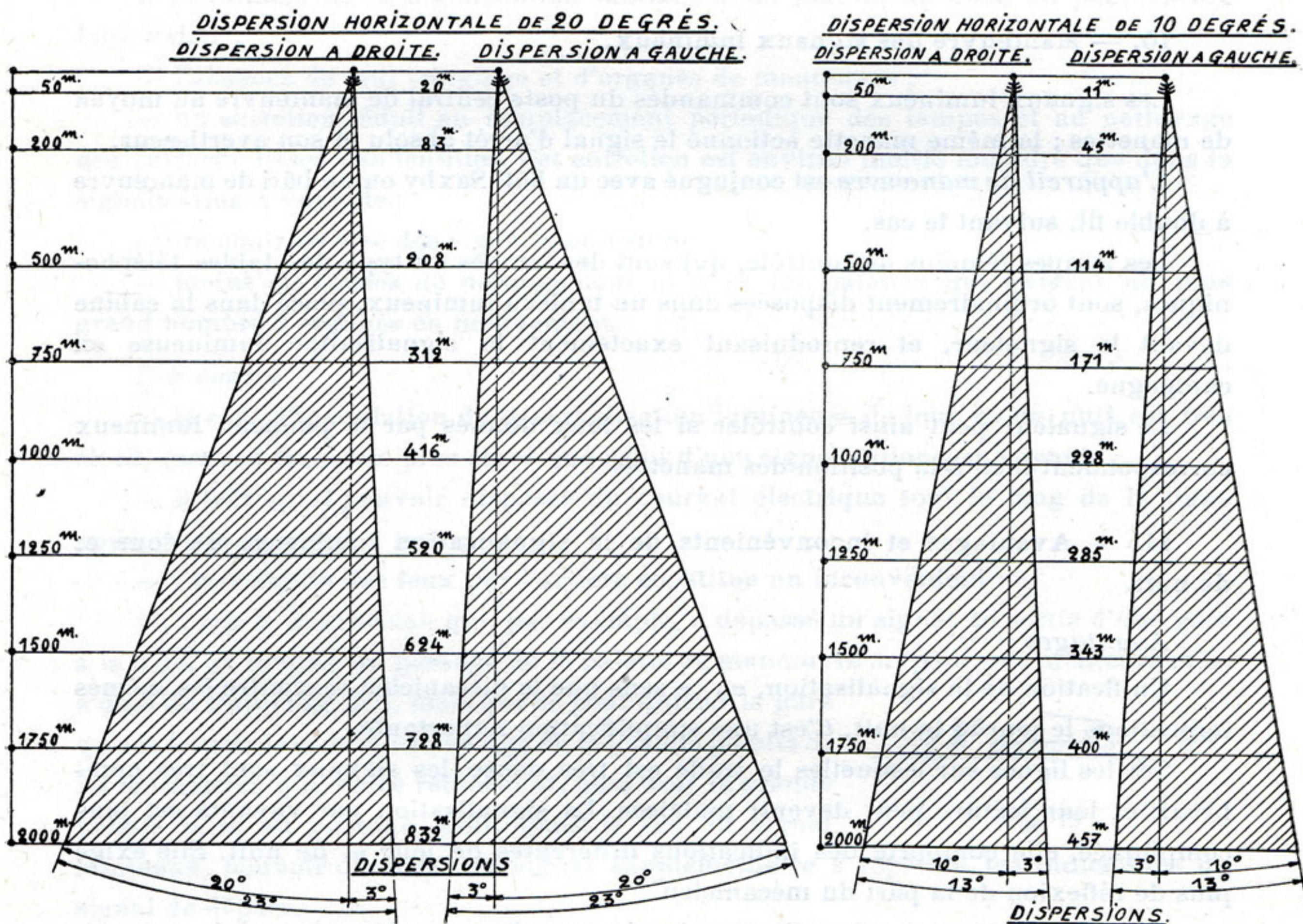


Fig. 70



(1) Ueber Lichttagessignale bei der Reichsbahn, par Buddenberg. — Verkehrstechnische Woche, janvier 1929. — Cahiers 15-22.

(2) Cette lentille supplémentaire se place en avant de la lentille extérieure.

Pour le surplus, dans la pratique, on procède par tâtonnements ; une locomotive circule sur la voie pendant qu'un agent oriente le panneau suivant les indications données par le mécanicien.

9. — Système optique des feux de manœuvre.

Le système optique est constitué d'une simple lentille à échelons, violette, jaune ou verte, selon la couleur du feu à obtenir, mais la surface extérieure est lisse pour faciliter l'entretien.

En général, les signaux de manœuvre ne doivent pas se voir de très loin et ne sont abordés qu'à vitesse réduite, c'est pourquoi la seconde lentille n'est pas absolument nécessaire et est parfois supprimée.

10. — Manœuvre des signaux lumineux.

Les signaux lumineux sont commandés du poste central de manœuvre au moyen de manettes ; la même manette actionne le signal d'arrêt absolu et son avertisseur.

L'appareil de manœuvre est conjugué avec un bâti Saxby ou un bâti de manœuvre à double fil, suivant le cas.

Les lampes témoins de contrôle, qui sont des lampes du type des tables téléphoniques, sont ordinairement disposées dans un tableau lumineux, placé dans la cabine devant le signaleur, et reproduisant exactement la signalisation lumineuse en campagne.

Le signaleur peut ainsi contrôler si les feux donnés par le panneau lumineux correspondent bien à la position des manettes.

11. — Avantages et inconvénients de la signalisation lumineuse de jour et de nuit.

Avantages :

Unification de la signalisation, en ce sens que le mécanicien rencontre les mêmes indications le jour et la nuit. C'est une simplification importante.

Sur les lignes sur lesquelles le trafic est très dense, les signaux sont très nombreux et leur lecture peut devenir malaisée. La signalisation par voyants est plus compliquée, elle comporte des indications différentes de jour et de nuit. Elle exige plus de réflexion de la part du mécanicien.

Plus synthétique, la signalisation lumineuse s'impose davantage à la compréhension du mécanicien et provoque chez lui des réflexes instantanés.

Les trois signaux à voyants *a*, *b*, *c*, tout en ayant la même signification (fig. 73) ont, le jour, des aspects bien différents ; alors qu'en signalisation lumineuse, ces sémaphores sont remplacés chacun par un double feu jaune (fig. 74).

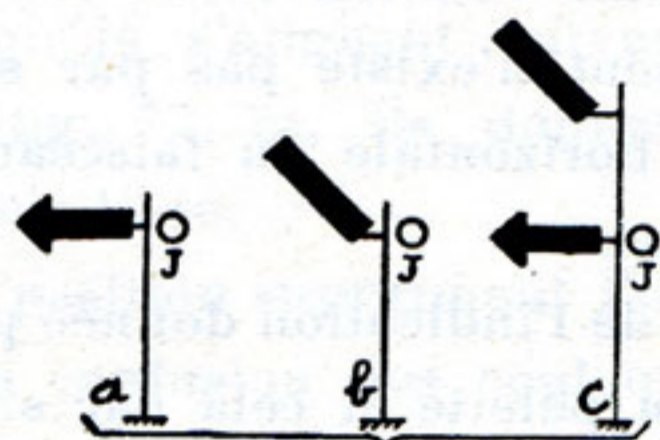


Fig. 73



Fig. 74

A l'avantage de la signalisation lumineuse de jour et de nuit, on peut encore faire valoir :

- l'absence de tout tringlage et d'organes de manœuvre ;
- un entretien réduit au remplacement périodique des lampes et au nettoyage des surfaces lisses des lentilles. Cet entretien est environ moitié moindre que dans la signalisation à voyants ;
- un contrôle aisé des signaux en cabine ;
- moins de causes de dérangement qu'avec les palettes qui exigent un plus grand nombre d'organes en mouvement.

Par contre,

- le coût d'installation de la signalisation lumineuse de jour et de nuit est très élevé, environ trois fois plus élevé que celui d'une signalisation par voyants ;
- il faut aussi pouvoir disposer du courant électrique tout le long de la ligne pour l'alimentation des feux ;
- l'invisibilité des feux par l'arrière constitue un inconvénient :

1°) pour le mécanicien qui, par exemple, a dépassé un signal de sortie d'une gare à la suite de la mise au passage de la palette de manœuvre *m* (pour une meilleure mise à quai du train) (fig. 75), mais qui ne peut quitter la gare qu'à la faveur de la mise au passage de la grande palette *S*. Le mécanicien qui, en se retournant, peut voir la grande palette mise au passage, doit, dans le cas du signal lumineux, pouvoir observer un signal supplémentaire *s* répétant les indications du signal de départ.



Fig. 75

Par ailleurs, la nuit, si la lampe est éteinte, le mécanicien peut encore souvent voir la position de la palette ;

2°) pour les agents des gares, (sous-chefs, équipes au travail dans la voie), la mise au passage d'une palette, vue par l'arrière, est l'indice de l'arrivée prochaine d'un train.

— lorsqu'un signal commande la sortie d'un faisceau de voies convergentes (fig. 76), la position de la palette se voit le jour de tous les points du faisceau. Il n'en

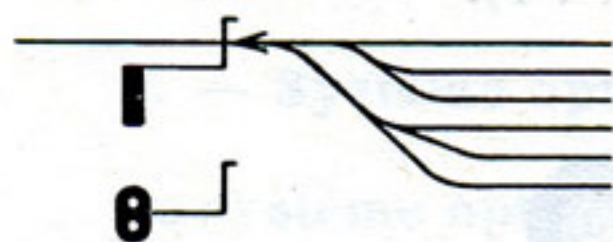


Fig. 76

serait pas de même avec un signal lumineux à cause de la dispersion horizontale réduite. Avec les sémaphores, la nuit, cet inconvénient n'existe pas par suite de la plus grande dispersion horizontale du faisceau lumineux des lanternes à réflecteurs.

— par temps de brouillard, la perception de l'indication donnée par le signal est plus malaisée avec les feux de jour qu'avec la palette et cela par suite de la faible dispersion verticale du feu dans le voisinage de celui-ci. On peut y remédier en recourant aux prismes dispersifs ou aux lentilles dispersives.

On améliore aussi la perception des signaux par temps de brouillard en allumant, à ce moment, des feux supplémentaires à forte puissance (50 watts) et à forte dispersion, munis d'un réflecteur et projetant vers le bas dans la direction du mécanicien un faisceau coloré reproduisant les indications du feu principal.

12. — Conclusions.

1°) La signalisation lumineuse de jour et de nuit doit être envisagée dans le cas de l'électrification d'une ligne parce que la perception des signaux sémaphoriques peut être gênée par la présence des caténaires et de leurs poteaux-supports.

Dans ce cas, d'ailleurs, la question du courant pour l'alimentation des feux est résolue.

2°) La signalisation lumineuse de jour et de nuit s'associe parfaitement aussi au block automatique.

A l'origine, dans le block automatique, les positions de la palette étaient commandées par un moteur électrique mis en marche automatiquement par des relais de voie actionnés par les trains eux-mêmes. On en est arrivé naturellement à supprimer le moteur et la palette et à les remplacer par des lampes dont l'allumage et l'extinction sont commandés par ces mêmes relais.

13. — Signaux lumineux de position.

Les signaux lumineux de position des réseaux américains du « Pennsylvania » et du « Norfolk Western » représentés fig. 77, a, b et c, sont constitués de 3 feux de même couleur (jaunes ou légèrement teintés).

Ces feux, portés par des panneaux circulaires, reproduisent selon leur alignement, les trois positions que peut prendre une aile sémaphorique.

Lorsque les feux se présentent suivant une ligne *horizontale* (fig. 77, a), c'est le signal d'arrêt absolu.

Quand ils apparaissent suivant une *diagonale* (fig. 77, b), cela signifie : « Attention ! le signal suivant est à l'arrêt ».

Enfin, lorsqu'ils s'alignent suivant une *verticale* (fig. 77, c), ils donnent l'indication de voie libre.

Les feux de position suppriment l'inconvénient de la confusion des couleurs pour les daltoniens, à la condition que ceux-ci aient une perception parfaite de la couleur choisie, le blanc lunaire ou le jaune par exemple.

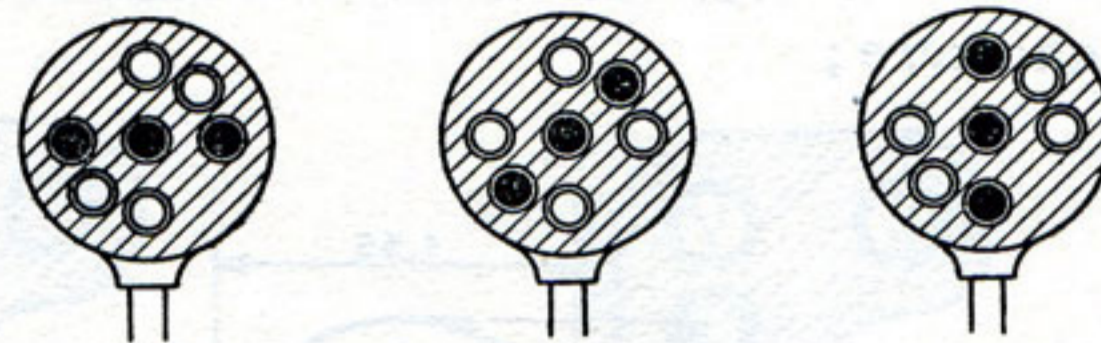


Fig. 77. — Signaux lumineux de position.

fig. a arrêt	fig. b attention ! arrêt au signal suivant	fig. c voie libre
-----------------	---	----------------------

14. — Type nouveau de signal lumineux (1946).

En mai 1946, la S. N. C. B. a créé un type nouveau de signal lumineux pour les lignes qui seront électrifiées prochainement, que ces lignes soient équipées au block enclenché ou armées du block automatique (1).

La première application en est entrevue pour *la ligne électrique de Bruxelles-Charleroi*, mais il est possible que les conditions économiques ne permettent pas de la réaliser dans toute son ampleur.

Problème posé.

Suppression des sémaphores en chandelier et emploi d'un signal *unique* pouvant donner toutes les indications :

- 1 — arrêt,
- 2 — passage,
- 3 — direction,
- 4 — vitesse,
- 5 — circulation à contre-voie,
- 6 — manœuvre,
- 7 — garage par rebroussement,
- 8 — avertissement.

(1) S. N. C. B. — Direction de la voie — note de mai 1946 — E. Derijkere, Ingénieur en chef.

Caractéristiques.

Sous sa forme la plus complète (fig. 78 et 79), le signal lumineux nouveau se compose essentiellement de trois parties :

1°) la partie centrale *AB* du panneau lumineux groupe les *feux principaux et de manœuvre* ;

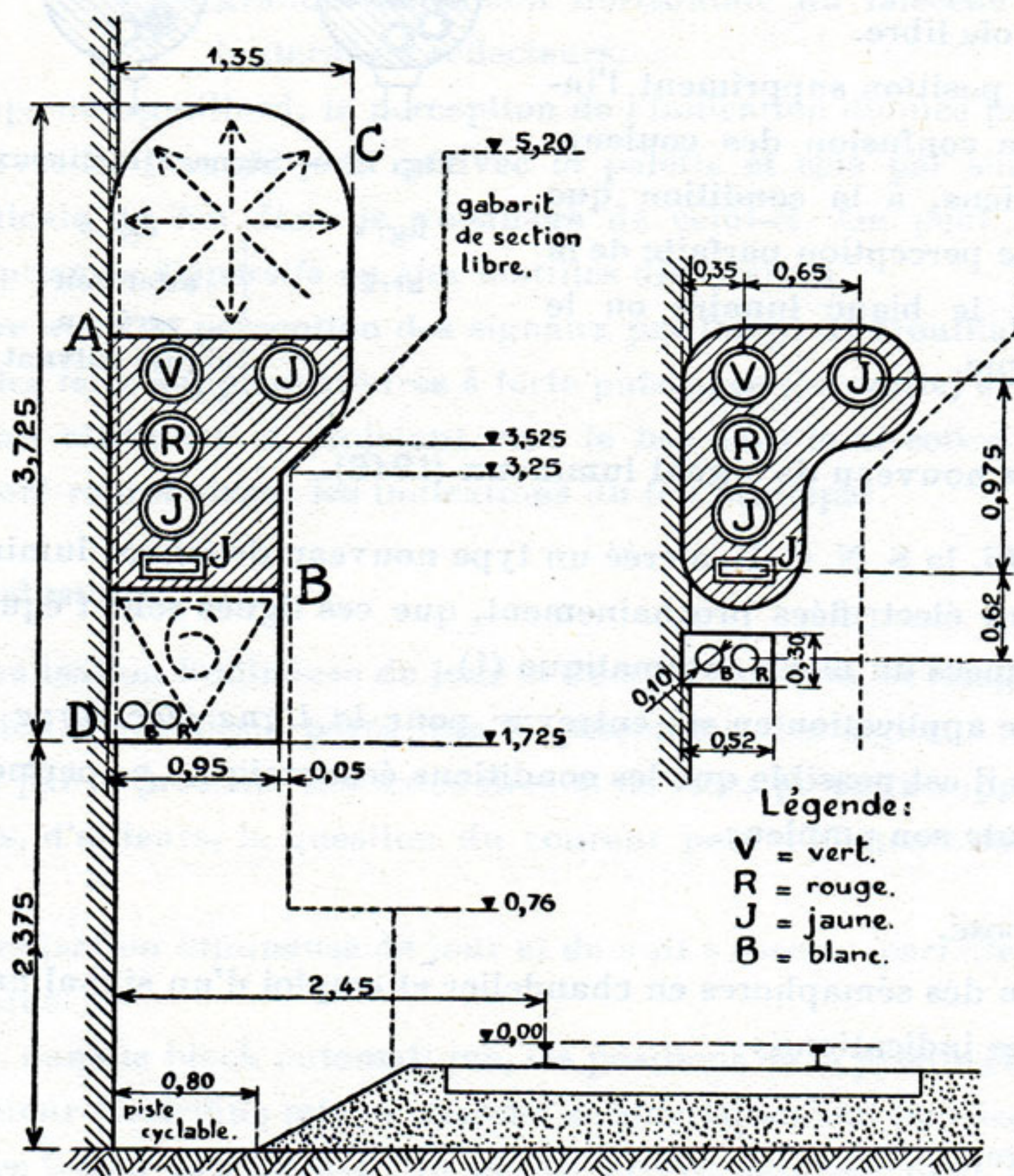


Fig. 78. — Signal lumineux de jour et de nuit du type 1946.

2°) la partie supérieure *AC* donne l'indication *de la direction* par des flèches lumineuses blanches ;

3°) la partie inférieure *BD* comporte :

a) un triangle lumineux donnant l'indication *de la vitesse* ;

b) *des feux accessoires* autorisant et définissant le mode de dépassement des signaux à l'arrêt.

1° Feux principaux

a) Signaux d'arrêt absolu.

Le feu rouge de la partie centrale du panneau commande l'arrêt (fig. 80).

Le feu vert donne l'indication de voie libre sans restriction (fig. 81).



Fig. 80. — Feu rouge.

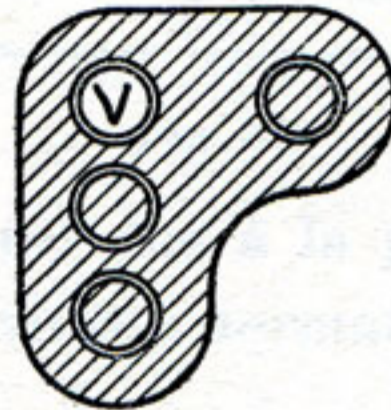


Fig. 81. — Feu vert.

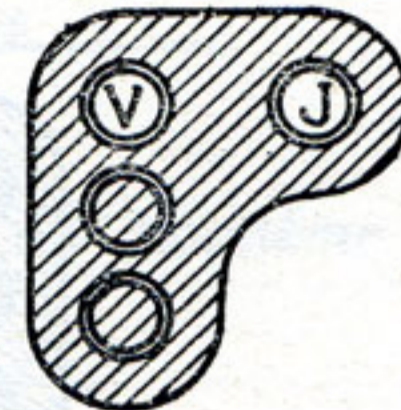


Fig. 82. — Feux vert et jaune sur une même horizontale.

Dans le cas de l'exploitation par *le block automatique*, sous le panneau central, (fig. 79) est installé un petit panneau portant *les feux accessoires de dépassement* dans le cas où, pour une cause quelconque, le signal reste *anormalement* à l'arrêt.

Ces feux comportent :

- un œillette blanc lunaire,
- un œillette rouge.

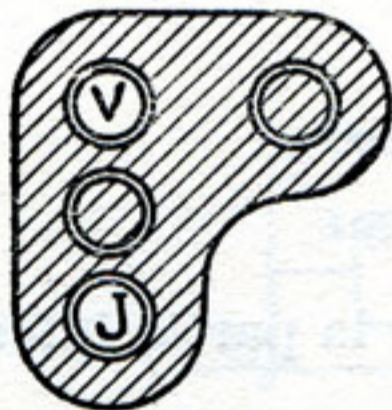


Fig. 83. — Feux vert et jaune sur une même verticale.

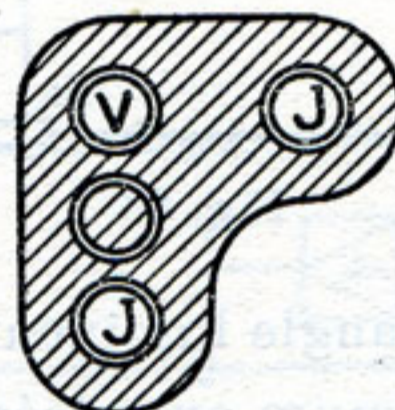


Fig. 84. — Un feu vert conjugué avec deux feux jaunes.

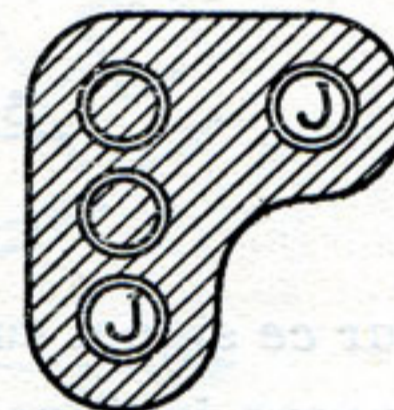


Fig. 85. — Deux feux jaunes disposés à 45°.

L'œillette blanc lunaire indique que l'ordre de dépassement du signal à l'arrêt doit être donné *par écrit* et *par le chef-garde du train*, le conducteur du train devant *marcher à vue* jusqu'au signal suivant.

L'œillette rouge indique que l'ordre de dépassement doit être donné par un *agent à poste fixe* (sous-chef de station ou garde-block), soit par écrit, soit par téléphone.

b) Signaux avertisseurs.

1°) Le feu vert unique du panneau central du signal S_1 autorise le passage à *vitesse normale* au signal suivant S_2 (fig. 81 et 88).

Lorsque la circulation n'est autorisée qu'à *vitesse réduite*, les signaux avertisseurs sont caractérisés par la conjugaison d'un feu vert avec *un* ou *deux* feux jaunes, ceux-ci occupant une position qui dépend de la cause qui est à l'origine de la circulation à vitesse réduite. Ainsi :

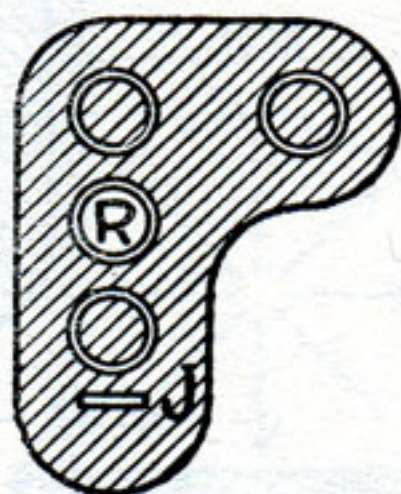


Fig. 86. — Manœuvre.

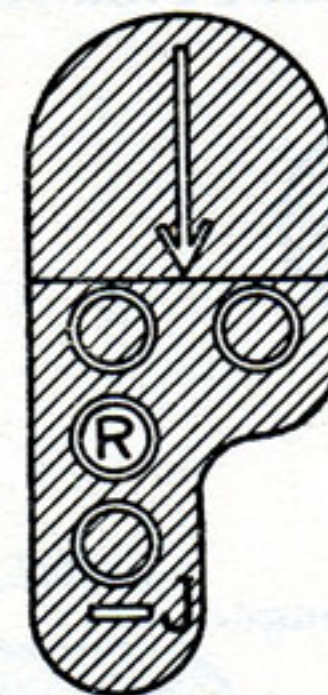


Fig. 87. — Garage par rebroussement.

a) Le feu vert du signal S_1 , conjugué avec *un* feu jaune, sur la même horizontale (fig. 82 et 89) (1), commande le passage à *vitesse réduite* au signal suivant S_2 ; étant entendu que la réduction de vitesse est due à une cause topographique (bifurcation, voie en courbe, pont mobile, etc.).

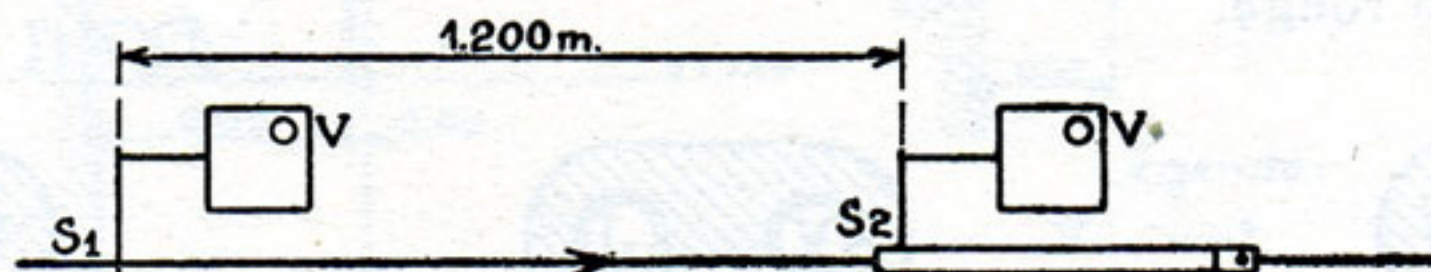


Fig. 88

Sur ce signal suivant S_2 , un triangle lumineux *jaune*, placé à la partie inférieure du panneau indique la vitesse maximum autorisée (fig. 89).

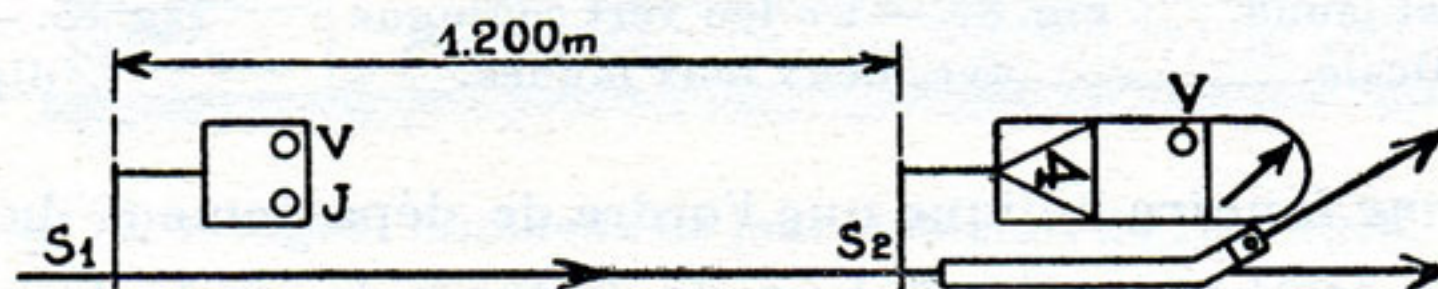


Fig. 89

b) Le feu vert du signal S_1 , conjugué avec *un* feu jaune, mais situé sur la même verticale (fig. 83, 90 et 91), commande, comme le précédent, le passage à *vitesse*

(1) Pour le lecteur qui regarde la figure 89, les feux vert et jaune pourraient apparaître comme s'ils étaient disposés sur une même verticale, mais il faut se rappeler que les signaux sont rabattus sur le plan de la voie dans le sens de la marche des trains (page 6), le mécanicien aborde donc ces signaux dans le sens de la circulation indiquée par la flèche c.-à-d. de la gauche vers la droite de la figure 89 et, dès lors, il les voit dans leur position réelle c.-à-d. rangés sur une même horizontale.

réduite au signal suivant S_2 , mais dans le cas où les *deux* signaux d'aval se trouvent à une distance inférieure à la distance de répétition normale.

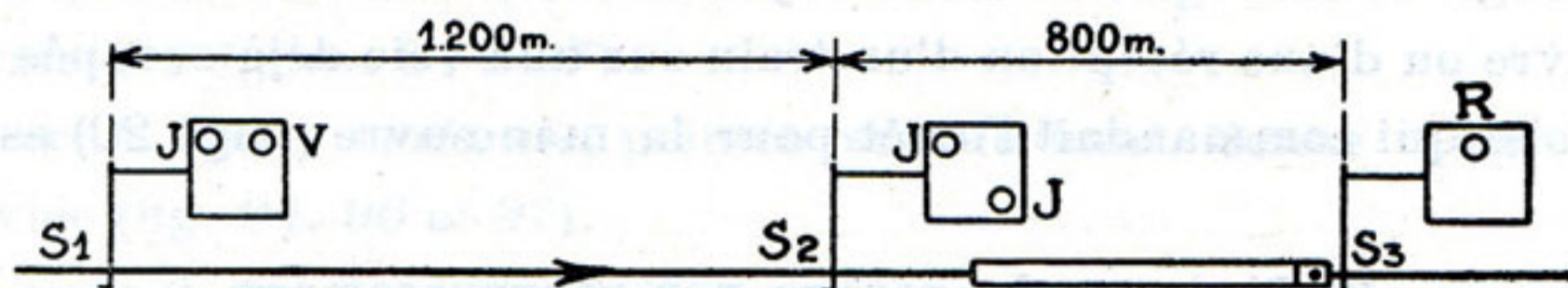


Fig. 90

Dans ce cas, la vitesse réduite est due à la position d'arrêt du *deuxième* signal d'aval S_3 se trouvant sur la voie à vitesse *normale*.

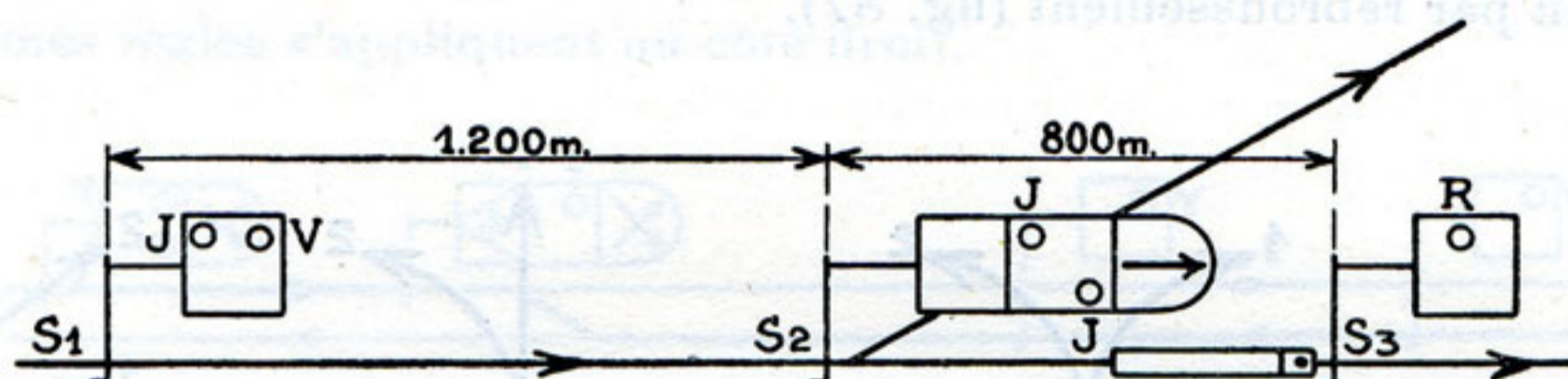


Fig. 91

- c) Le feu vert du signal S_1 , conjugué avec *deux* feux jaunes (fig. 84 et 92) :
- l'un situé sur l'horizontale passant par le feu vert,
 - l'autre situé sur la verticale passant par le feu vert,

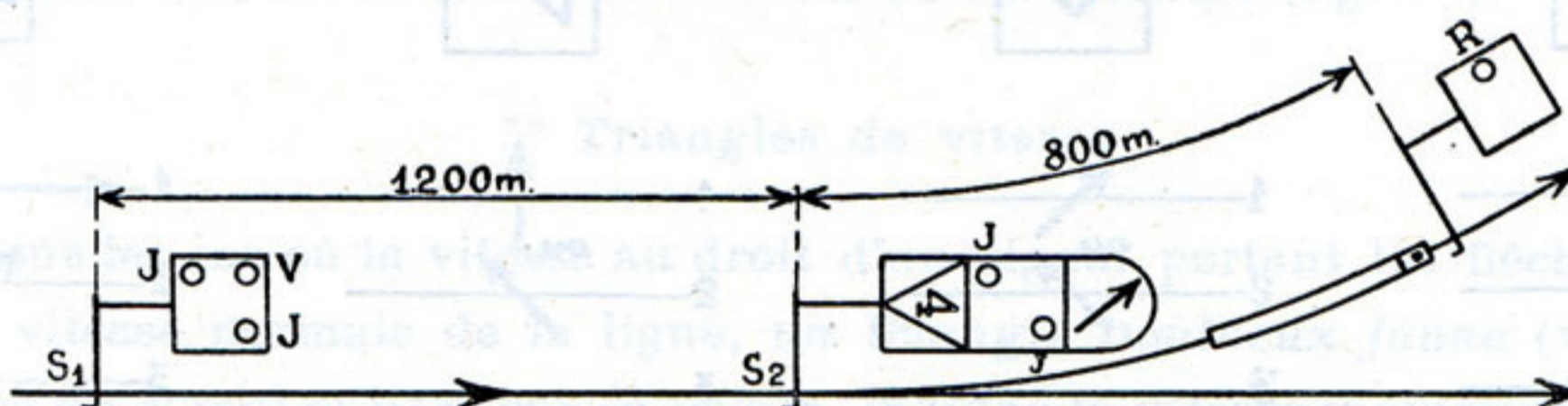


Fig. 92

commande le passage à *vitesse réduite* au premier signal d'aval S_2 , parce que le signal S_3 qui suit sur la voie à *vitesse réduite*, est à l'arrêt (fig. 92).

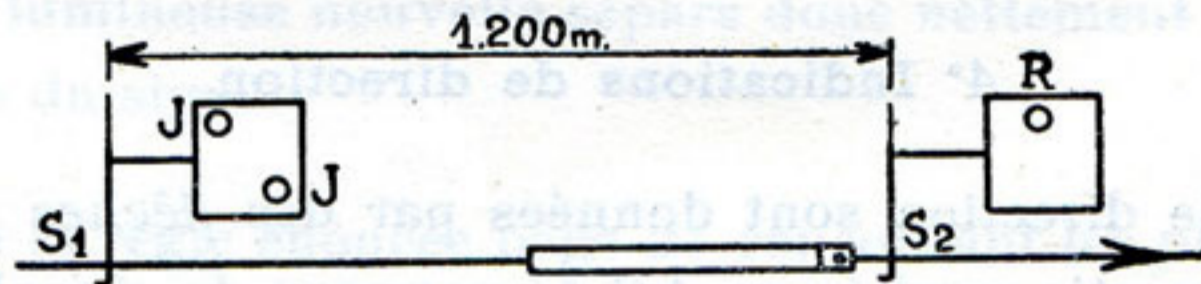


Fig. 93

Sur le premier signal S_2 qui suit l'avertisseur (fig. 92), un triangle lumineux *jaune* indique la vitesse maximum autorisée, en l'espèce 40 km/h. Enfin :

- d) *Deux feux jaunes* au signal S_1 , à l'exclusion de tout feu vert, se présentant sur une ligne à 45° (fig. 85), commandent l'arrêt au signal suivant S_2 (fig. 93).

2° Signaux de manœuvre

Un feu rouge et une raie lumineuse jaune horizontale donnent l'autorisation d'une manœuvre ou d'une réception d'un train sur une voie déjà occupée (fig. 86).

Le feu violet qui commandait l'arrêt pour la manœuvre (page 20) est supprimé.

3° Signaux de garage par rebroussement

Un feu rouge et une raie lumineuse jaune horizontale, combinés avec une flèche lumineuse blanche verticale, pointée vers le bas, indiquent au mécanicien qu'il devra garer son train par rebroussement (fig. 87).

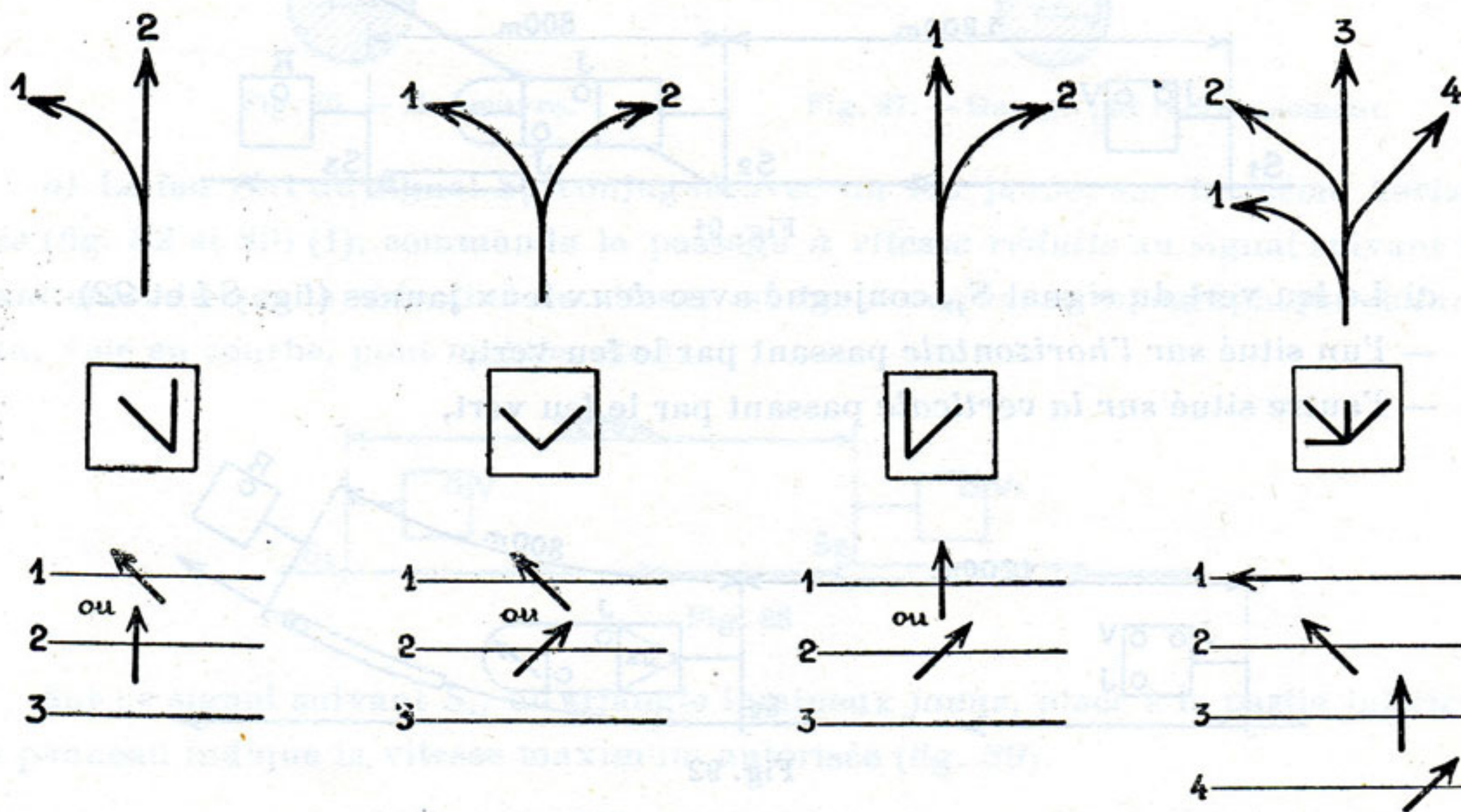


Fig. 94

Fig. 95

Fig. 96

Fig. 97

Flèches lumineuses de direction.

4° Indications de direction

Les indications de direction sont données par des flèches lumineuses blanches qui apparaissent à la partie supérieure AC du panneau du signal (fig. 78).

Les indications sont de deux espèces :

- a) la direction est donnée par l'apparition d'une flèche lumineuse ;
- b) l'indication de circulation à contre-voie est donnée par deux flèches en croix de Saint-André.

a) **Flèches lumineuses blanches de direction.**

A 300 mètres, en général, et *en amont* de chaque signal pourvu de flèches de direction, un *panneau blanc* (1) montre en noir l'image réelle de la bifurcation (partie centrale des figures 94 à 97) :

1°) une seule flèche *verticale*, pointée vers le haut, donne la direction pour la voie *non déviée* (fig. 94, 96 et 97).

2°) une seule flèche, *inclinée à 45° vers la gauche*, donne la première direction déviée à partir de la direction non déviée (fig. 94 et 97).

3°) une flèche *horizontale, orientée vers la gauche*, donne la deuxième direction déviée à partir de la direction non déviée (fig. 97).

Les mêmes règles s'appliquent au côté droit.

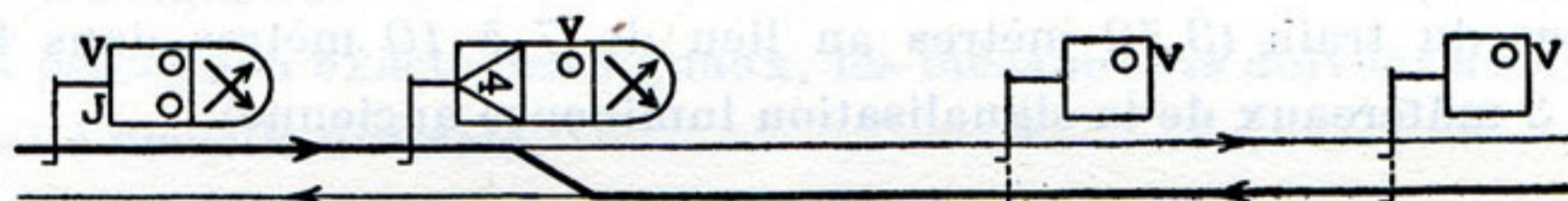


Fig. 98. — Circulation à contre-voie.

b) **La circulation à contre-voie.**

Elle est donnée sous la forme de deux flèches lumineuses *croisées* et inclinées à 45° sur l'horizontale, formant ainsi une croix de Saint-André (fig. 98).

5° **Triangles de vitesse**

Dans tous les cas où la vitesse au droit d'un signal portant les flèches n'est pas égale à la vitesse normale de la ligne, un *triangle lumineux jaune* (voir fig. 78), placé au bas du signal et posé sur sa pointe, indique la vitesse maximum autorisée à partir de cet endroit.

Les flèches ne donnent que l'indication de la direction *géographique* et aucune indication de *vitesse*.

La signalisation lumineuse nouvelle sépare donc nettement et très heureusement les diverses fonctions du signal.

Par dérogation à la règle énoncée page 21 concernant les panneaux triangulaires jaunes ou verts, le nombre exprimant la vitesse autorisée est figuré par *le chiffre des dizaines* seulement (fig. 78). C'est plus simple et cela permet, toutes choses égales, d'agrandir les chiffres d'où visibilité meilleure.

(1) Éclairé la nuit par réflexion.

Remarque. — La confusion entre le feu rouge et le feu jaune que nous avons signalée page 23 et qui a été rendue impossible par le *dédoublé* du feu jaune, est éliminée de la même manière dans la signalisation nouvelle. La disposition des deux feux jaunes sur une ligne inclinée à 45° rend toute confusion impossible soit avec le feu rouge unique, soit avec le feu rouge principal combiné avec l'œilleton rouge qui se trouvent toujours tous deux sur la même verticale.

Conclusion. — La suppression des sémaphores en chandelier et leur remplacement par le signal unique nouveau procureront les *avantages* ci-après :

- facilité pour l'établissement des supports des caténaires des lignes électrifiées,
- fixation éventuelle du signal sur le support même des caténaires,
- abaissement des feux dont le centre de gravité se présente à hauteur des yeux du conducteur du train (3,52 mètres au lieu de 7 à 10 mètres dans le cas d'un chandelier à 3 mâtereaux de la signalisation lumineuse ancienne).

CHAPITRE IV

Le Daltonisme

Les mesures prises par les administrations de chemins de fer pour garantir la sécurité seraient illusoires si les mécaniciens présentaient des déficiences physiques qui les mettraient dans l'impossibilité d'observer avec exactitude les indications données par les signaux.

Pour la perception exacte des signaux, les mécaniciens doivent avoir :

- une acuité visuelle normale,
- une vision exacte des couleurs.

§ 1. — Acuité visuelle

Lors du recrutement, l'acuité visuelle (sans verres correcteurs) d'un mécanicien de route doit être normale pour un œil et de $2/3$ pour l'autre.

Lors des revisions annuelles, elle doit encore être de $2/3$ pour un œil et de $1/2$ pour l'autre (sans verres).

§ 2. — Vision des couleurs

Les modifications du sens de la perception des couleurs n'ont été étudiées qu'à partir du XVIII^e siècle. En 1792, le physicien anglais *Dalton* nous a laissé une description imagée de son infirmité.

Au lieu des sept couleurs du spectre, il n'en voyait que trois : le jaune, le bleu, le violet, il ne distinguait ni le rouge, ni le vert (1).

A la suite des travaux de Dalton, on a pris l'habitude de désigner par « daltonisme », les différentes aberrations du sens chromatique et par « daltoniens », ceux qui sont affligés de cette infirmité (2).

(1) « Mon jaune, écrit-il, contient le rouge, l'orangé, le jaune et le vert de tout le monde. Mon » bleu se confond avec le violet. La partie du spectre qu'on appelle rouge me semble à peine quelque » chose de plus qu'une ombre ou qu'une absence de lumière. Le jaune, l'orangé et le vert sont pour » moi la même couleur à des degrés différents d'intensité. Le point du spectre où le vert touche au » bleu m'offre un contraste extrêmement frappant et une différence des plus tranchées ».

(2) Le Daltonisme, par Paul Blum, médecin principal et E. Schaaff, médecin-oculiste du Réseau d'Alsace et de Lorraine.

Éditeur : Masson, 120, Boulevard St. Germain, Paris, 1929, 131 pages.

La vision est toujours altérée pour le vert et le rouge en même temps, le sujet ne voit ni le rouge, ni le vert ; elle l'est également toujours pour le bleu et le jaune en même temps.

Certains daltoniens arrivent à désigner les couleurs d'une façon assez précise lorsqu'il s'agit de grandes surfaces. Pour dépister un daltonien, il faut donc lui présenter des objets colorés de petites dimensions.

On distingue :

a) le daltonisme *absolu* pour le rouge et le vert. C'est le cas de beaucoup le plus fréquent, on le désigne souvent sous le nom de daltonisme tout court ; le sujet ne voit ni le rouge ni le vert ;

b) le daltonisme *absolu* pour le bleu et le jaune. Cette affection est rare.

Il existe encore des sujets affligés d'un daltonisme *relatif*.

Le daltonisme *relatif* se caractérise par un affaiblissement du sens chromatique pour certaines couleurs ; le sujet distinguera *difficilement*, par exemple, le bleu du violet ou le rouge du vert, le bleu du jaune.

Il mettra plus de temps qu'un sujet normal pour distinguer les couleurs.

Cet affaiblissement du sens chromatique est d'ailleurs différent pour les différentes couleurs.

Enfin, pour le daltonien relatif, deux feux de même couleur, mais d'intensité inégale, pourront lui paraître de couleur différente.

Le daltonisme relatif est beaucoup plus fréquent encore que le daltonisme absolu.

Puisque le daltonien absolu et, jusqu'à un certain point le daltonien relatif, sont incapables de distinguer le rouge (qui, en signalisation, signifie arrêt) du vert (qui veut dire : voie libre), on juge du danger que des agents atteints de cette infirmité présentent du point de vue de la sécurité.

§ 3. — Fréquence du daltonisme

Parmi les hommes, on trouve environ 11 % de daltoniens, dont environ 4 % de daltoniens absolus et 7 % de daltoniens relatifs.

Le daltonisme n'existe pas, peut-on dire, parmi les femmes : 0,4 % en tout.

§ 4. — L'hérédité du daltonisme

Le daltonisme est une maladie familiale qui se transmet uniquement par les femmes, sans que les femmes elles-mêmes en soient atteintes (1).

(1) Les sujets malades sont uniquement des hommes. Les descendants de ces hommes restent indéfiniment indemnes. Ceux qui sont atteints sont les descendants mâles de leurs sœurs, de leurs tantes maternelles, de leurs grand'tantes maternelles, etc.

§ 5. — Méthodes employées pour déceler le daltonisme

1. — Les anciennes méthodes.

les laines colorées de Holmgren ;

les rangées d'échantillons de laines colorées de Daae ;

les crayons colorés ;

les ombres colorées de Stilling.

2. — Les tableaux pseudo-isochromatiques.

les tableaux de Stilling, de Green ;

les tableaux japonais de Haikai, de Ishihara et d'Oguchi ;

les tableaux de Podesta, de Schaaff et de Blum, de Nagel, de Woelfflin ;

l'épreuve de Cohn basée sur les couleurs complémentaires.

3. — Autres méthodes utilisant des couleurs pigmentaires.

la méthode de Helmbold ;

le disque rotatif.

4. — Les lanternes à verres colorés.

la lanterne de Green ;

la lampe de Nagel.

5. — Appareils utilisant les couleurs spectrales.

les appareils de Chibret, de Helmholtz, de Héring ;

l'anomaloscope.

Disons quelques mots des méthodes les plus usuelles.

Pour être rigoureux, l'examen devrait faire usage de couleurs pures (spectrales). La chose étant impossible dans la pratique courante, il a fallu recourir aux couleurs pigmentaires en les choisissant aussi pures que possible. Les objets employés à cet effet ont varié à l'infini.

Les papiers, laines, poudres ou liquides colorés se prêtent également aux examens. Ce qui importe, c'est moins l'objet présenté que la façon de procéder.

Les laines colorées de Holmgren.

Holmgren a choisi les écheveaux de laine parce qu'ils sont très maniables, faciles à transporter, ne se détériorent pas ; leur couleur ne s'altère pas. Cependant les écheveaux se salissent.

On ne présentera pas au sujet un écheveau de laine en lui demandant d'en indiquer la teinte, c'est-à-dire de nommer la couleur.

On lui présentera, à la lumière naturelle, un écheveau et on le priera de tirer de l'amas qui se trouve devant lui, tous les écheveaux qui lui paraissent de même teinte, plus claire ou plus foncée mais on ne dira pas : « donnez-moi le rouge », par exemple, parce que le sujet pourrait reconnaître le rouge par l'éducation inconsciente des couleurs qu'il pourrait avoir acquise.

Le procédé classique consiste à présenter d'abord le vert-clair et à demander au sujet d'y assortir des écheveaux de teintes semblables ;

au vert, le daltonien ajoutera avec assurance du gris et du rose.

Ce procédé permet de déceler les daltoniens absolus, mais par suite de la grande surface relative des laines, il laisse échapper des daltoniens relatifs.

Tableaux pseudo-isochromatiques.

Ils réalisent un grand progrès.

Stilling a eu le premier l'idée de présenter aux daltoniens leurs couleurs de confusion réunies dans un même tableau.

Ces couleurs, différentes pour les sujets normaux, paraîtront de même teinte aux daltoniens d'où le nom de tableaux pseudo-isochromatiques.

Ces tableaux de *Stilling* sont constitués de petits disques ou de tâches irrégulières de couleurs différentes.

Certains disques sont colorés de manière à former dans leur ensemble un chiffre, tandis que les autres disques destinés à former le fond, sont colorés d'après la couleur de confusion correspondante pour le daltonien.

Chaque couleur est plus ou moins nuancée, de sorte que le chiffre et d'ailleurs le fond lui-même, sont composés de teintes différentes.

Le daltonien ne discernant aucune différence de couleur entre le fond et le chiffre, ne verra pas le contour de celui-ci, il ne pourra donc pas énoncer ce chiffre que voit distinctement le sujet normal.

Des tableaux spécialement combinés permettent de dépister les simulateurs.

Pour échapper à une besogne qu'il n'aime pas, le sujet peut essayer de se faire passer pour daltonien. Mais s'il simule et qu'on lui présente le chiffre 7, par exemple, en lui demandant : « quel chiffre voyez-vous ? ».

Pour montrer qu'il ne voit pas bien, il répondra : « je vois un 5 », par exemple. Alors que s'il est réellement daltonien, il dira, dans ce cas, qu'il ne voit rien !

Les tableaux japonais d'*Ishihara* ne sont que des perfectionnements des méthodes de *Stilling*. Ils permettent des examens courts et pratiques.

Tableaux de Podesta.

Podesta substitue aux chiffres et aux lettres, des combinaisons de lettres assemblées de manière à former des mots entiers. Mais ces mots seront différents suivant qu'ils seront déchiffrés par des sujets normaux ou par des daltoniens.

Tableaux de Schaaff et de Blum.

Les tableaux-mosaïque présentent un ensemble formé de petits polygones de différentes grandeurs (fig. 99).

Une partie de ceux-ci est colorée de manière à former l'anneau brisé de *Landolt* tandis que les autres, destinés à former le fond, sont colorés d'après la couleur de confusion correspondante caractéristique pour les daltoniens. Le sujet devra reconnaître l'anneau et indiquer l'endroit de la brisure (1).

Le jeu complet comporte 10 tableaux.

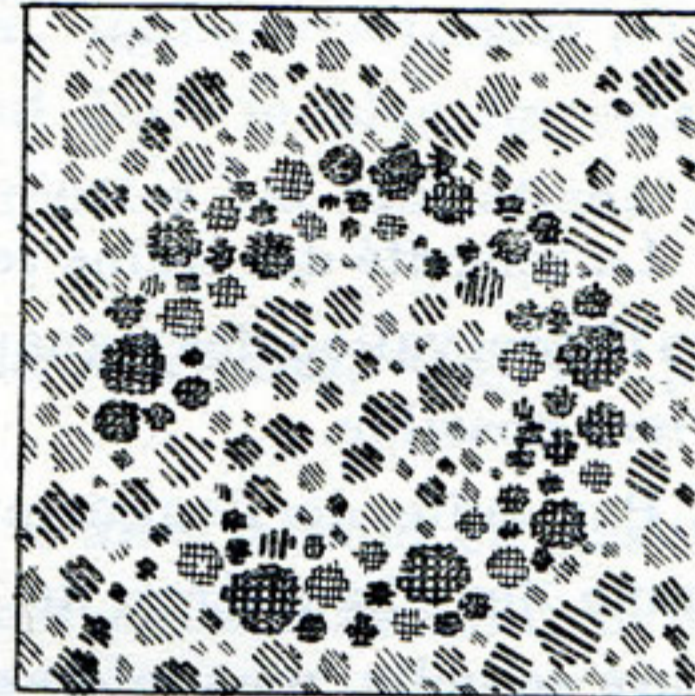


Fig. 99

§ 6. — Conclusions

Les couleurs spectrales donnent seules une garantie absolue. Mais les appareils qui les emploient sont trop coûteux et le plus simple — l'*anomaloscope* ordinaire de Nagel — n'est pas à la portée de tout médecin.

L'*anomaloscope ordinaire* ne décèle pas le daltonisme pour le bleu et le jaune.

L'*anomaloscope* est donc restreint aux examens de contrôle et, pour les examens courants, il faut bien recourir aux couleurs pigmentaires.

A côté des examens simples au moyen des laines colorées, on retiendra les épreuves plus précises des tableaux pseudo-isochromatiques reposant sur le principe de Stilling (tableaux de Stilling, tableaux japonais, tableaux de Schaaff et Blum).

*
* *

On procède aussi parfois à des examens pratiques le long de la voie ou à bord d'une locomotive, moins pour reconnaître le daltonisme, que pour convaincre l'agent de la réalité de son affection quand celle-ci a été reconnue alors qu'il avait rempli sa fonction pendant un certain temps.

(1) La brisure de l'anneau est visible dans le coin inférieur gauche de la figure.

CHAPITRE V

Répétition des signaux de la voie sur les locomotives

(656.254)

La sécurité des trains repose pour une grande part sur la vigilance du mécanicien dans l'observation des signaux de la voie. Que cette vigilance soit en défaut, l'accident devient possible.

Par suite de l'augmentation de la vitesse des trains, du développement du volume des chaudières, de l'accroissement du nombre des signaux, il est apparu, à l'heure actuelle, plus intéressant qu'autrefois, d'aider le mécanicien et c'est ainsi que la question de la répétition des signaux sur la locomotive a pris une certaine ampleur.

Les chemins de fer ont hésité longtemps à s'engager dans cette voie parce que :

1°) il ne servirait de rien de recourir à la répétition des signaux si les appareils répéteurs n'étaient pas absolument parfaits ou si, tout au moins, leurs défaillances ne se traduisaient pas toujours dans le sens de la sécurité ;

2°) tout système de répétition risquerait d'entraîner une diminution de la vigilance du mécanicien qui s'habituerait à compter sur le signal répéteur de sa cabine et s'abstiendrait d'observer la voie qui pourtant pourrait ne pas être libre, ne fût-ce que par la chute inopinée d'un arbre ou d'un poteau télégraphique.

1. — Appareils de répétition des signaux à action intermittente, c'est-à-dire ne fonctionnant qu'au moment du passage devant les signaux de la voie. (1)

On doit d'abord se demander :

1. Quels signaux convient-il de répéter ? signaux d'arrêt absolu ? ou signaux avertisseurs ? ou les deux ?

(1) Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de fer :

Congrès de Paris, 1937. — Question n° IX.

Rapports de MM. Tuja et Lemonnier, décembre 1936, page 1441 et juin 1937, page 1861.

Bellomi et Minucciani, janvier 1937, page 155 et mai 1937, page 1765.

Miszke, février 1937, page 337.

Congrès du Caire, 1933. — Question n° IX.

Rapport de M. Crook, juin 1932, page 1037.

2. Dans quelle position doivent-ils être répétés ?
3. Quelle est la nature des indications à donner au mécanicien ?
4. A quels moyens recourir pour ne pas affaiblir la vigilance du mécanicien ?

§ 1. — Quels signaux convient-il de répéter ?

Nous avons déjà dit, page 8, que des deux signaux, signal avertisseur (1) ou signal d'arrêt absolu (2), c'était le signal avertisseur qui était le plus important. Aussi, tous les chemins de fer sont-ils d'accord pour répéter les indications des signaux d'avertissement.

Par ailleurs, les signaux avertisseurs abordés en pleine vitesse, sont les plus difficiles à observer.

On peut aussi, cela va sans dire, répéter les signaux d'arrêt absolu en position d'arrêt, mais c'est beaucoup moins intéressant puisque ces signaux ne sont abordés qu'après franchissement d'un signal avertisseur dont la position annonce l'arrêt au signal suivant.

En résumé, si on ne répète que l'un des deux signaux (avertisseur ou rapproché), c'est l'avertisseur qu'il faut répéter. Sinon, le mécanicien qui n'aurait pas regardé le signal *avertisseur* (3) au moment où il le franchissait et qui verrait en position d'arrêt, en sa cabine, le répétiteur du signal d'arrêt absolu au moment où il passe devant celui-ci, ne disposerait plus de la distance nécessaire pour provoquer utilement l'arrêt, le signal d'arrêt absolu pouvant se trouver à quelque cinquante ou cent mètres du point dangereux.

En général, les chemins de fer qui utilisent la répétition intermittente, ne répètent pas les signaux d'arrêt absolu.

§ 2. — Dans quelle position les signaux doivent-ils être répétés :

- en position de fermeture seulement ?
- ou en position de fermeture et d'ouverture ?

A priori, il semble inutile d'aviser le mécanicien de ce qu'il franchit un signal avertisseur *ouvert*, mais comme tout appareil répétiteur peut avoir des défaillances et que certains dérangements peuvent se traduire par *l'absence de répétition au droit du signal avertisseur fermé*, la répétition du signal ouvert offre au mécanicien le moyen de vérifier au passage de chaque signal le bon fonctionnement de l'appareil.

(1) Signal à distance ou encore signal avancé.

(2) Signal rapproché.

(3) Non répété sur la locomotive, dans notre hypothèse.

Dès lors, si certains réseaux avisent le mécanicien de ce qu'il franchit un signal avertisseur fermé et ne lui donnent aucune indication quand il passe devant un signal avertisseur ouvert, beaucoup de réseaux donnent cependant les deux indications ouvert et fermé.

§ 3. — **Quelle est la nature des indications à donner au mécanicien ?**

1°) L'indication doit-elle être visuelle ou acoustique ?

En général, on estime qu'une indication *acoustique* attire plus sûrement l'attention du mécanicien qu'une indication *visuelle*. Effectivement, pour qu'un mécanicien perçoive sûrement une indication visuelle, il faut une double condition ; à savoir :

a) qu'il regarde dans une direction déterminée ;

b) qu'il regarde au moment précis où l'indication apparaît.

Il a été constaté, par ailleurs, que dans les cas les plus favorables, l'homme réagit sur des signaux *acoustiques* en 0,125 seconde environ, tandis qu'il lui faut environ 0,175 seconde pour réagir sur des signaux *optiques*.

Si l'indication acoustique qui se donne toujours au passage d'un signal *fermé*, est également donnée pour le passage au droit d'un signal *ouvert*, il convient naturellement que la seconde indication soit très différente de la première. Pour le surplus, elle doit être relativement peu puissante, sinon, elle pourrait devenir énervante pour le mécanicien. Si les signaux étaient seulement distants l'un de l'autre de 2 km en moyenne, le mécanicien à bord d'une locomotive qui fait du 120 km/h, rencontrerait un signal — (fermé ou ouvert) — toutes les minutes.

2°) En même temps que la *répétition* des signaux, convient-il de réaliser sur les locomotives *l'enregistrement* des signaux ?

A proprement parler, l'enregistrement ne rentre pas dans les mesures de sécurité puisqu'il n'intervient en rien pour éviter l'accident. Il ne renseigne qu'après coup sur ce qui s'est passé.

Cependant, l'enregistrement présente plusieurs avantages qui, indirectement, concourent à la sécurité :

par l'examen des bandes enregistrées, il permet un contrôle de la régularité du fonctionnement des appareils répéteurs ;

il rend impossible toute contestation du mécanicien sur la position des signaux franchis et, partant, facilite les enquêtes.

Ces appareils, enregistrant non seulement la position des signaux mais encore la vitesse, entretiennent chez le personnel une mentalité faite à la fois de sincérité et de prudence.

Eu égard aux grandes vitesses aujourd'hui atteintes, le mécanicien est de plus en plus exposé à dépasser involontairement la vitesse permise car il est très difficile d'estimer « au jugé » la vitesse réalisée. L'indication de la vitesse est donc très utile.

Quant à l'enregistrement de la vitesse, il permet au chef de dépôt de se rendre compte de la façon habituelle de conduire de ses mécaniciens.

Ceux-ci sont tentés, en vue d'augmenter leurs primes d'économie de charbon, de gravir les rampes avec lenteur mais de se laisser descendre sur les pentes à vive allure.

L'enregistrement permet encore de contrôler si les limites de vitesse n'ont pas été dépassées bien qu'aucun accident ne se soit produit.

§ 4. — A quels moyens recourir pour que la répétition des signaux sur la locomotive n'affaiblisse pas la vigilance du mécanicien ?

La vigilance sera sauvegardée si, avant que le mécanicien franchisse un signal fermé, on l'oblige à accomplir un geste que l'appareil enregistrera.

Grâce à cet enregistrement, on pourra aisément contrôler après coup si le mécanicien a observé le signal avant de le franchir, ou bien si c'est le répétiteur qui a rappelé à son attention qu'il venait de franchir un signal fermé.

Grâce au « pointage de la vigilance », le mécanicien garde un intérêt réel à observer les signaux sans compter sur la répétition.

Effectivement, il sait qu'il sera puni si, après coup, la bande enregistreuse révèle le franchissement d'un signal fermé non précédé du pointage de sa vigilance.

2. — Principes de construction des appareils répéteurs.

Tous les appareils comportent un *organe-voie* qui, au passage devant le signal, agit sur un *organe-locomotive*.

Certains appareils fonctionnent par contact mécanique, d'autres par contact électrique, d'autres enfin agissent sans contact, soit par induction, soit par liaison optique.

§ 1. — Appareils à contact mécanique.

Quand le signal est à l'arrêt (1), une pédale mobile, solidaire du signal, se place dans la voie dans une position telle qu'elle puisse être touchée par une pièce oscillante de la locomotive.

(1) Pour simplifier le langage, quand la palette d'un signal avertisseur est horizontale, nous dirons que ce signal est à l'arrêt, étant entendu qu'il peut être franchi dans cette position puisqu'il signifie alors : « faites attention ! le signal rapproché est à l'arrêt ! » Grâce à cette convention, nous pourrons, dans le fonctionnement des appareils répéteurs, ne faire aucune distinction entre signaux avertisseurs et signaux rapprochés.

Le déplacement de cette pièce actionne l'appareil répéteur.

Quand le signal est au passage, la pédale s'efface.

Ces appareils, les premiers en date, ne répètent d'ordinaire les signaux que dans leur position de fermeture.

En général, ils s'accomodent assez peu des grandes vitesses. Il est, en effet, difficile d'obtenir pratiquement un fonctionnement régulier du répéteur à cause des chocs violents et destructeurs qui se produisent entre la pédale de voie et la pièce oscillante de la locomotive.

§ 2. — Appareils à contact électrique.

Ces appareils donnent l'indication « signal fermé »,

soit par émission de courant,

soit, ce qui vaut mieux, par cessation de courant.

a) *Appareils à contact électrique donnant l'indication « signal fermé » par émission de courant.*

Une pièce métallique fixe, isolée électriquement, appelée *crocodile* ou *rampe*, est couchée dans la voie parallèlement aux rails et reliée à une source de courant.

Sur la locomotive est fixée une *brosse métallique* qui, à chaque passage sur le crocodile, recueille le courant qui actionne les appareils répéteurs ainsi qu'éventuellement les enregistreurs.

Ces appareils doivent nécessairement être très bien entretenus parce que l'indication « signal fermé » étant obtenue par *émission* de courant, pour tout dérangement qui priverait la locomotive de courant (1), l'indication « signal fermé » ne serait pas donnée. Dès lors, si le mécanicien était distrait, rien n'attirerait son attention.

A la S. N. C. B., on a installé à la sortie de chaque dépôt de locomotives, un *crocodile d'épreuve* sur lequel le répéteur des locomotives doit déclencher comme il le ferait au passage d'un signal fermé. Le mécanicien a ainsi l'assurance, au moment de se mettre en route, qu'à ce moment du moins, les appareils de sa locomotive fonctionnent bien.

Obéissant aux mêmes préoccupations, certains réseaux vont jusqu'à installer des crocodiles d'épreuve sur les grandes lignes, tous les 50 kilomètres.

La S. N. C. B. emploie des appareils des systèmes *Flaman*, *Hasler*, *Téloc* et *Rodolause*.

Ces appareils sont également très répandus sur les chemins de fer français qui les utilisent d'ailleurs depuis très longtemps.

(1) Fil rompu sur la locomotive ou au signal, brosse pliée, givre isolant électriquement le crocodile de la brosse, etc.

a) *Appareil Flaman.*

L'appareil *Flaman* donne les indications suivantes :

- 1° l'indication « optique » de la vitesse et des temps de parcours ;
- 2° la partie supérieure de la bande *enregistre* les temps, la durée de marche et la durée des arrêts (fig. 100) ;

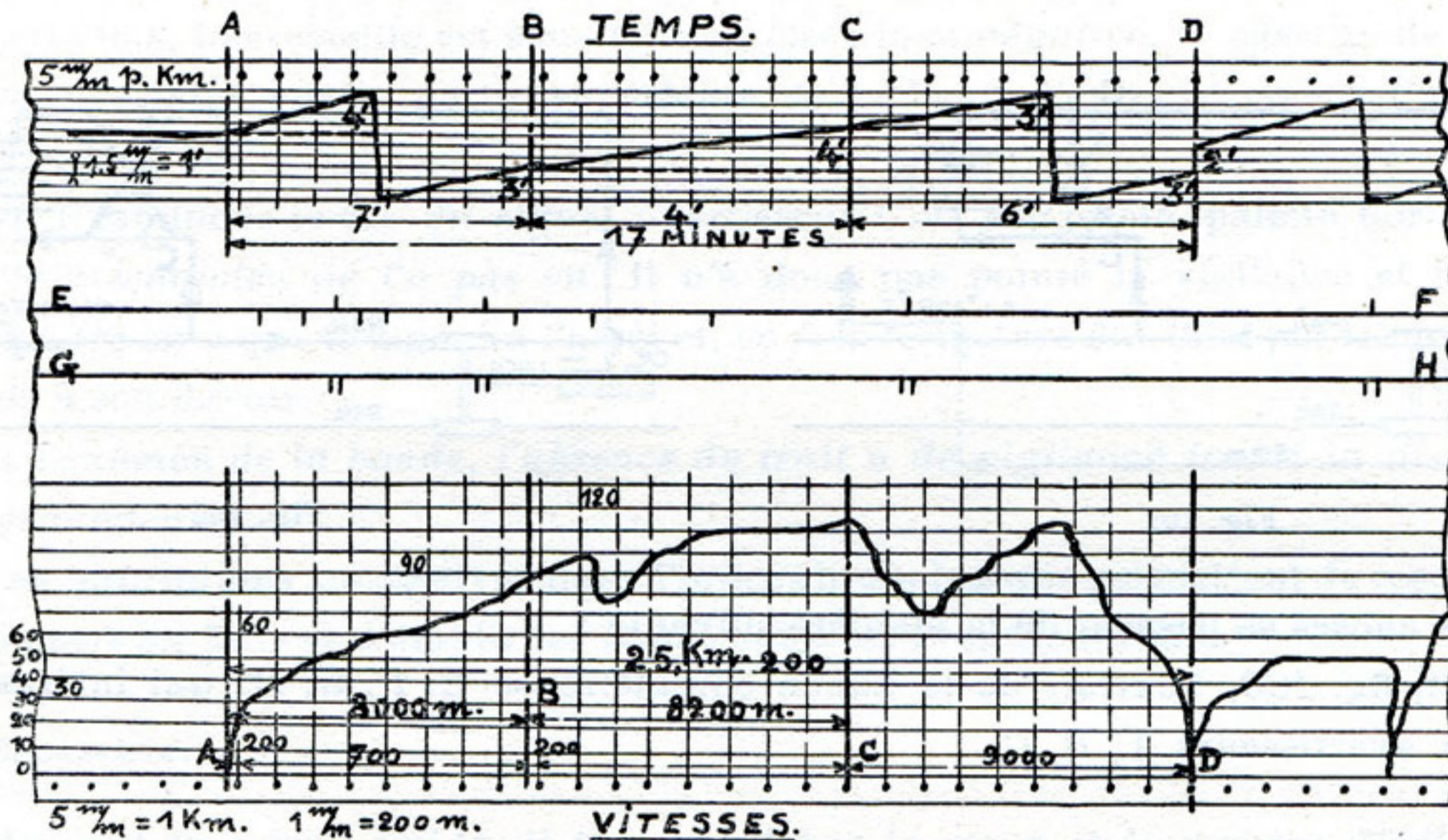


Fig. 100. — Bande enregistreuse de l'appareil Flaman.

- 3° la partie inférieure donne le diagramme des vitesses, des espaces parcourus ;
- 4° le milieu de la bande enregistre :
 - a) l'emplacement de tous les signaux *avertisseurs* de la voie ;
 - b) la *position du voyant* de ces signaux (arrêt ou passage) ;
 - c) la *vigilance du mécanicien* ;
 - d) le fonctionnement du sifflet *avertisseur*.

Fonctionnement.

1° *Le signal avertisseur étant à l'arrêt*, le crocodile isolé Cr (fig. 101) est relié au pôle *positif* d'une batterie de 15 volts par l'intermédiaire d'un inverseur *i* commandé par la palette avertisseur elle-même. Le courant circule, comme suit : pôle positif de la batterie, crocodile, locomotive, essieux, rail, pôle négatif de la batterie.

2° Lorsque la palette accomplit sa course de la position horizontale vers la position de *voie libre*, la polarité positive est maintenue pendant une course angulaire de 0° à 25°. Il y succède une période neutre de 25° à 30° durant laquelle le crocodile

est isolé de la batterie. Cette période « neutre » est prévue pour éviter la mise en court-circuit de la batterie à travers les plots de contact de la palette.

3°) Au delà de 30° (fig. 102), la palette, montant à voie libre, entraîne l'inverseur de manière à relier le crocodile au pôle *négatif* de la batterie (1). Le courant circule comme suit : pôle positif de la batterie, rail, essieux, locomotive, crocodile, pôle négatif de la batterie.

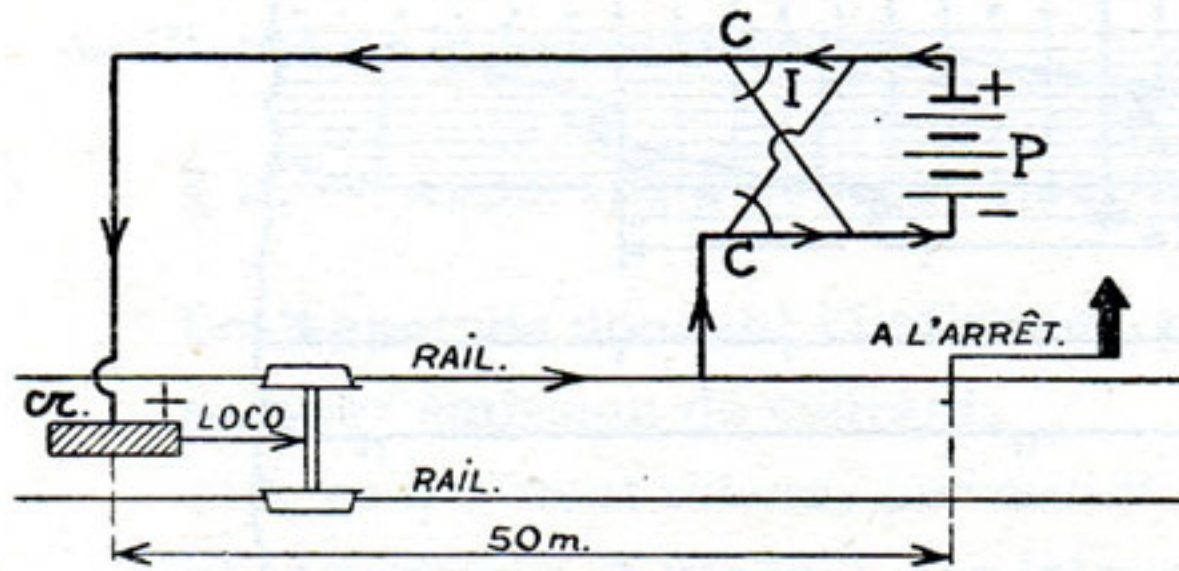


Fig. 101

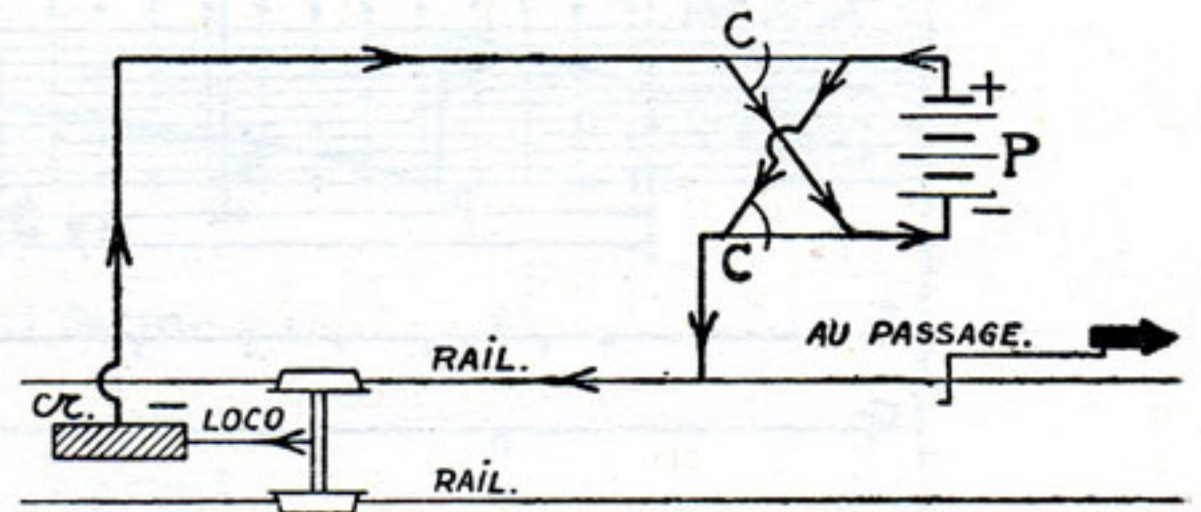


Fig. 102

Les choses se passent de la manière suivante :

Soit, fig. 103, l'extrait de la bande enregistreuse *E. F. G. H.* qui intéresse les signaux avertisseurs *A, B, C.*

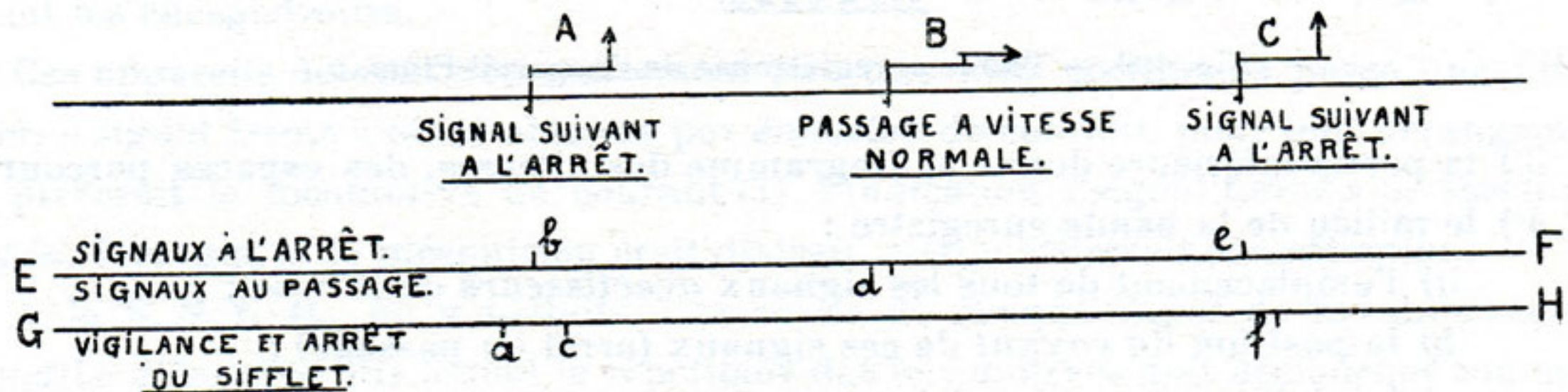


Fig. 103

1°) Le signal *A* est à l'arrêt. Le mécanicien qui s'en approche le voit et pointe aussitôt sa vigilance en appuyant sur un bouton. Celui-ci agit sur une commande à air comprimé qui inscrit sur la bande un trait *a* au-dessous de la ligne *G. H.*

2°) Le signal *A* étant à l'arrêt, le crocodile est sous tension électrique *positive*. La brosse recueille le courant qui actionne l'électro polarisé (par un aimant permanent)

(1) En signalisation lumineuse de jour et de nuit, les contacts de palette sont remplacés par des relais d'intensité.

de l'appareil Flaman (1). Celui-ci enregistre la position d'arrêt par un trait *b* au-dessus de la ligne *E. F.* ; en même temps, il déclenche le fonctionnement du sifflet avertisseur.

3°) Mais aussitôt le mécanicien arrête le sifflet d'où inscription d'un trait nouveau *c* sous la ligne *G. H.*

4°) Considérons à présent le cas du signal avertisseur *B* dans la position d'ouverture (palette verticale).

Cette fois, la crocodile est sous tension électrique *négative*, le passage de la locomotive détermine sur la partie supérieure de la bande l'enregistrement d'un trait *d* dirigé vers le bas.

5°) Examinons le cas du signal avertisseur *C*. Il est fermé (palette horizontale), mais le mécanicien ne l'a pas vu ! Il n'a donc pas pointé la vigilance et la bande n'enregistre en *e* que le signal à l'arrêt et, en *f*, la fermeture du sifflet par le mécanicien rappelé à son devoir.

A l'examen de la bande, l'absence du trait *a* de vigilance trahit la distraction du mécanicien.

Ces inscriptions successives dans l'ordre chronologique permettent de reconstituer exactement les faits et d'établir les responsabilités éventuelles (2).

Crocodile.

Pendant la saison froide, il faut empêcher le givre et le verglas d'adhérer au crocodile, sinon ils pourraient isoler électriquement celui-ci de la brosse.

Dans ce but, le crocodile doit pouvoir être recouvert automatiquement et d'une façon continue d'une légère couche de pétrole.

En Belgique, on emploie le crocodile « antigivre Colas » (fig. 104).

Il est constitué d'un réservoir en bronze de 2 m de longueur sur 12 cm de largeur, percé à sa face supérieure de trous *t* espacés de 6 cm. Chaque trou est obturé par un bouchon fileté dit « de suintement », ces bouchons portent des tubes qui renferment des mèches plongeant dans du pétrole.

(1) Un aimant permanent entoure l'électro. Il se forme de ce chef un pôle Nord, par exemple, au milieu de l'armature oscillante tandis que les extrémités de l'armature prennent une aimantation inverse (Sud). Il se forme dès lors deux pôles Nord dans les extrémités du noyau de l'électro. Au repos, l'armature est à égale distance des deux bobines.

Lorsqu'on fait passer un courant continu *inversé* dans les bobines (ou un courant alternatif) le courant positif renforce, par exemple, le pôle Nord du noyau de gauche et diminue le magnétisme du pôle Nord du noyau de droite, l'armature est alors attirée par le noyau de gauche.

Sous l'effet du courant négatif, l'inverse se produit faisant basculer l'armature en sens contraire.

(2) Le mécanicien ne pointe que les signaux à l'arrêt.

Le suintement du pétrole se produit par le jeu léger qui existe dans le pas de vis des bouchons et qui permet la rentrée de l'air.

On doit s'assurer plusieurs fois au cours de l'hiver que l'eau de pluie n'a pas pénétré à l'intérieur du réservoir.

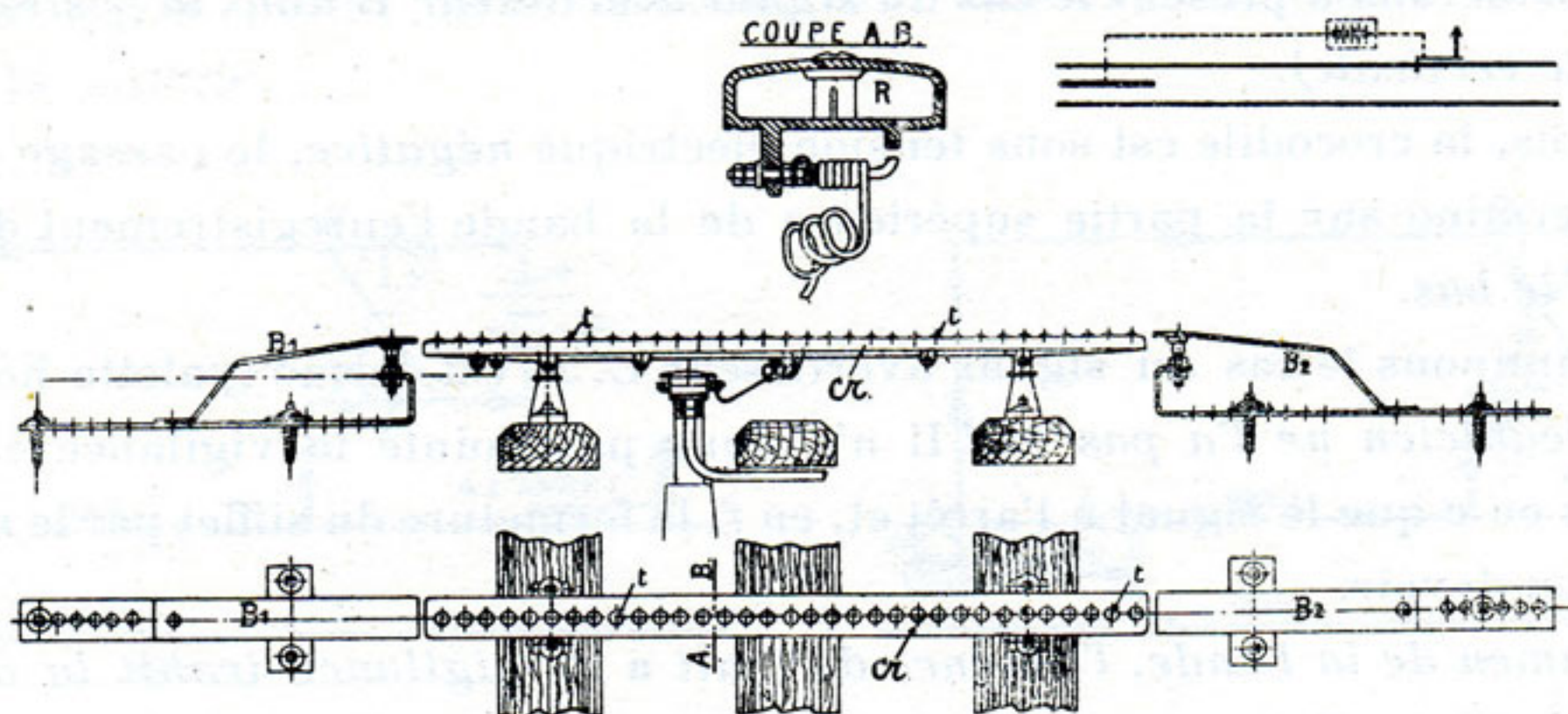


Fig. 104. — Crocodile antigivre Colas.

Un bouclier incliné B_1 sert d'amorce au crocodile. Le bouclier B_2 remplit le même rôle dans le cas de la circulation à *contrevoie*.

En France, indépendamment du crocodile *Colas*, on utilise aussi le crocodile *Beauvais*, de construction différente et qui se caractérise notamment par le dispositif spécial d'amenée du pétrole en vue d'éviter la pénétration de l'eau de pluie.

* * *

Les appareils *Téloc* et *Hasler* donnent sensiblement les mêmes indications que l'appareil *Flaman* mais n'enregistrent pas les signaux au passage.

L'appareil *Rodolausse* donne les mêmes indications que l'appareil *Flaman* mais il remplit en outre les fonctions de sécurité suivantes :

- 1°) Empêcher que la vitesse maximum de la ligne ne soit dépassée.
- 2°) Contrôler la marche à vitesse réduite des trains aux endroits de ralentissements permanents de la ligne et, le cas échéant, provoquer le ralentissement à la vitesse prescrite à ces endroits.

- 3°) Produire l'arrêt automatique du train devant les signaux à l'arrêt (1).

(1) Les appareils *Flaman*, *Téloc* et *Rodolausse* déroulent leur bande de contrôle proportionnellement à l'espace parcouru, tandis que l'appareil *Hasler* déroule sa bande proportionnellement au temps.

b) Appareils à contact électrique donnant l'indication « signal fermé » par cessation de courant.

L'appareil type de ce système est celui employé sur le « Great Western Railway » et connu sous le nom de « Train control ».

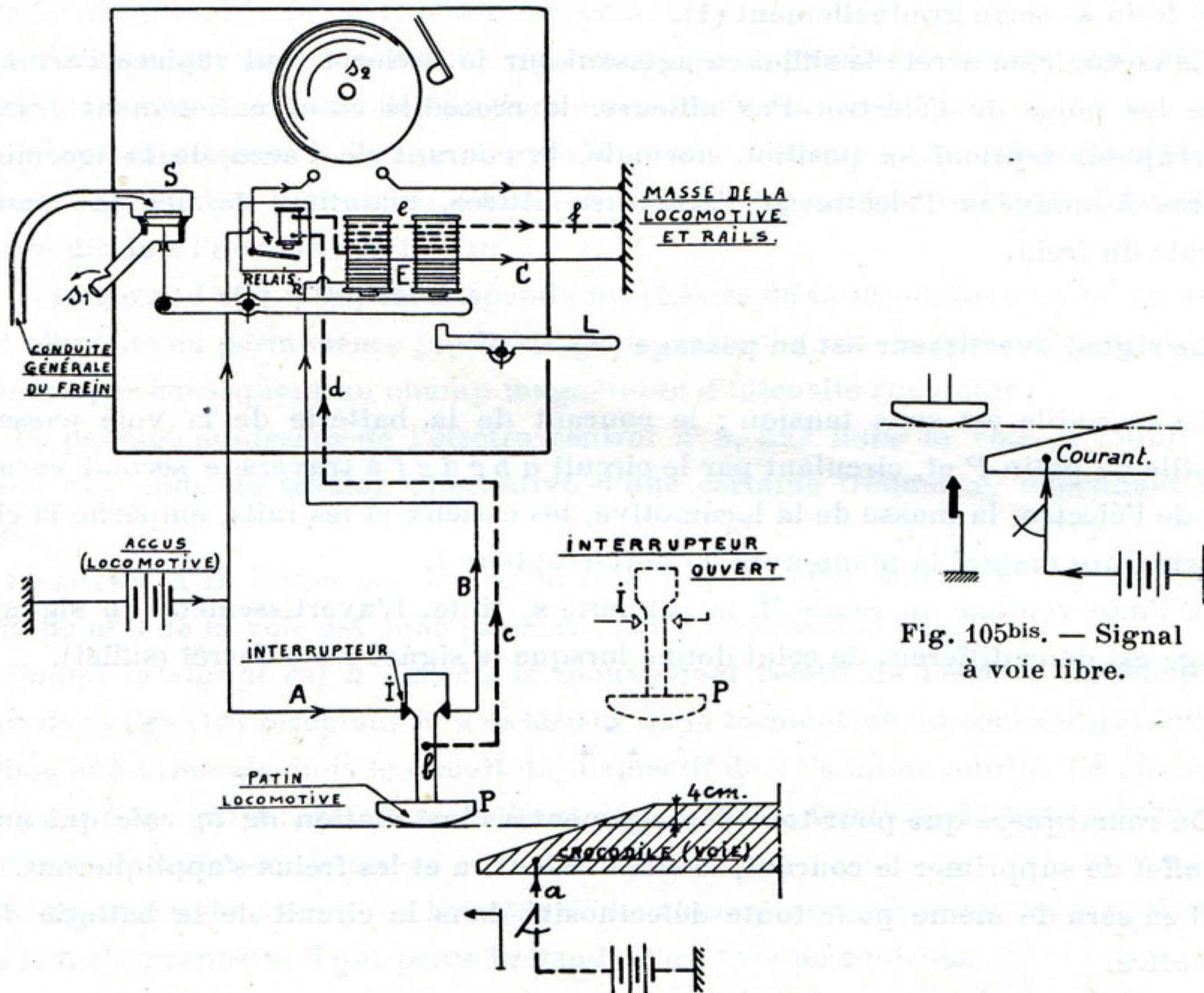


Fig. 105. — Signal avertisseur à l'arrêt.

La *brosse* de la locomotive est remplacée par un *patin* *P* qui recueille du courant au passage sur le *crocodile* (fig. 105 et 105^{bis}) ; mais celui-ci n'est sous tension que lorsque le signal est ouvert ; il est sans courant quand le signal est fermé. Le patin, en se déplaçant verticalement, fait office d'interrupteur électrique *I*.

Sur la locomotive, se trouve une batterie d'accus alimentant le circuit *ABC*, fermé par la masse de la locomotive et les rails et comprenant un électro-aimant *E* constamment excité.

L'armature de cet électro-aimant commande la soupape *S* placée sur la conduite générale du frein à air comprimé.

Le signal avertisseur est à l'arrêt (fig. 105).

Au passage sur la rampe du crocodile (*sans courant*), le patin *P* de la locomotive se relève, actionne l'interrupteur *I*, ce qui interrompt le courant et libère l'armature de l'électro, la soupape *S* s'ouvre, l'air sort par le sifflet *s*₁ qui retentit en même temps que le frein se serre graduellement (1).

Le mécanicien arrête le sifflet en agissant sur le levier *L* qui replace l'armature contre les pôles de l'électro. Par ailleurs, le crocodile étant entièrement franchi, l'interrupteur reprend sa position normale, le courant de l'accu de la locomotive traverse à nouveau l'électro et l'armature attirée, maintient fermée la conduite générale du frein.

Le signal avertisseur est au passage (fig. 105^{bis}).

Le crocodile est sous tension ; le courant de la batterie de la voie passe du crocodile au patin *P* et, circulant par le circuit *a b c d e f* à travers le second enroulement de l'électro, la masse de la locomotive, les essieux et les rails, empêche la chute de l'armature malgré la manœuvre de l'interrupteur *I*.

A l'intervention du relais *R*, la sonnerie *s*₂ tinte. L'avertissement du signal au passage est donc différent de celui donné lorsque le signal est à l'arrêt (sifflet).

* *

On remarquera que pour tout dérangement à l'installation *de la voie* qui aurait pour effet de supprimer le courant, le sifflet retentira et les freins s'appliqueront.

Il en sera de même pour toute défectuosité dans le circuit de la batterie *de la locomotive*.

Dès lors, à ne considérer que *les principes* — car cela dépend aussi de la réalisation du point de vue construction — sur lesquels ils sont basés, ces appareils apparaissent comme supérieurs aux précédents.

* *

L'appareil peut être complété par l'enregistrement automatique de la position de tous les signaux rencontrés ; le pointage de la vigilance peut également être obtenu.

(1) On sait que dans le frein automatique à air comprimé, c'est l'échappement de l'air de la conduite générale du frein qui provoque le serrage des freins (tome IV, page 172, figure 176).

§ 4. — Appareils sans contact.

Dans ces systèmes, le dispositif « voie » et le dispositif « locomotive » agissent l'un sur l'autre, à distance, par *induction*.

Ces appareils sont employés dans plusieurs pays, mais surtout sur le réseau électrifié des chemins de fer fédéraux suisses (1).

En Suisse, par suite du climat rigoureux, les appareils à contact pourraient se trouver dans des conditions de fonctionnement moins favorables.

Le système suisse « Signum », appelé aussi « Métrum » (2), comporte 4 électro-aimants dont l'action successive actionne le relais coupant le circuit du dispositif de sécurité dit de « l'homme mort » (3).

L'électro n° 1 (fig. 106) est suspendu au châssis de la locomotive entre les roues. Il est alimenté en permanence par le courant continu de la batterie d'accus n° 10 et engendre par conséquent un champ magnétique d'intensité constante.

Au passage au-dessus de l'électro central n° 2, fixé dans la voie, il induit dans celui-ci une onde de tension alternative d'une certaine fréquence, dépendant de la vitesse.

Le circuit *AB*, formé par les connexions de l'électro central n° 2 avec l'électro extérieur n° 3 de la voie est donc parcouru par un courant alternatif.

Quand le signal est à l'arrêt, le mouvement relatif de l'électro extérieur n° 3 induit dans l'électro récepteur n° 4 extérieur de la locomotive un courant qui actionne le relais n° 5 intercalé dans le circuit du dispositif de « l'homme mort ». Ce circuit est alors coupé, ce qui supprime le courant électrique de traction, déclenche le freinage et actionne le sifflet d'alarme.

L'impulsion de courant de l'électro n° 4 commande en même temps un perforateur dans le tachygraphe n° 6 qui perce la bande d'un trou de contrôle.

Le bouton de vigilance n° 7 permet au mécanicien de couper la connexion entre l'électro n° 4 et le relais de déclenchement n° 5 et d'empêcher ainsi le fonctionnement de ce relais et du perforateur.

(1) Le numéro d'octobre 1935 du Bulletin du Congrès des chemins de fer donne (pages 1261 et suivantes) la description complète du répétiteur « *Minucciani* » appliqué sur les locomotives et automotrices électriques des chemins de fer italiens et basé également sur les phénomènes d'induction.

(2) Signum = Constructeur. — Métrum = Bureau d'études.

(3) Bulletin des chemins de fer fédéraux suisses — n° de janvier 1934.

Génie civil — n° du 8 janvier 1938.

Bulletin du Congrès des chemins de fer — mai 1937.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens — n° de juin, cahier 12, 1934.

Quand le signal est à voie libre, le bobinage de l'électro central n° 2, placé entre les rails, est mis en court-circuit par l'interrupteur n° 8 installé sur le signal à répéter. L'interrupteur s'enclenche quand le signal s'ouvre ; le courant suit alors le chemin de moindre résistance (circuit A B C) sans atteindre l'électro extérieur n° 3.

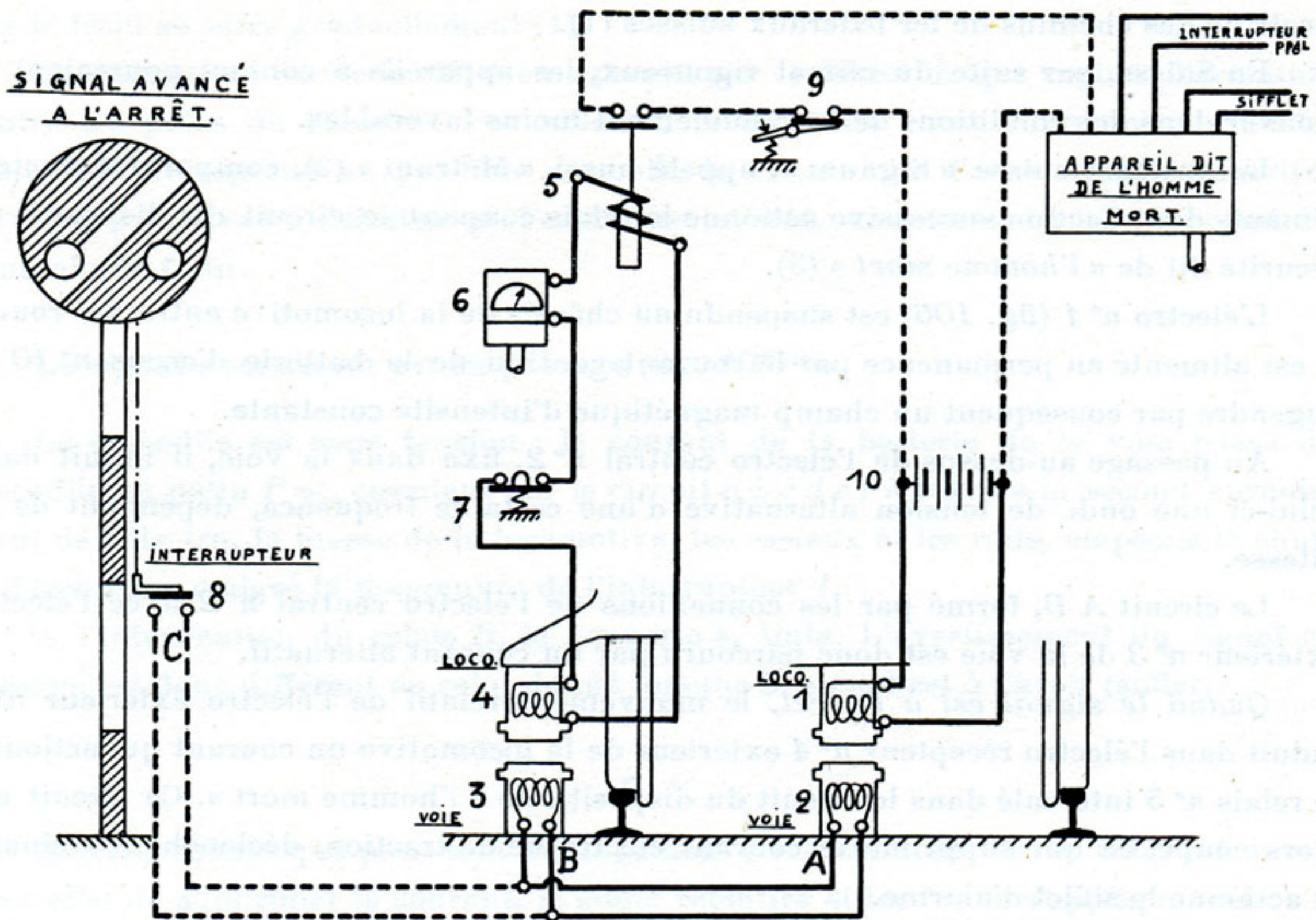


Fig. 106. — Appareil « Signum » des chemins de fer fédéraux suisses.

* *

En Suisse, les appareils « Signum » contrôlent la position *fermée* des signaux *avancés* des sémaphores d'entrée et des sémaphores de block.

* *

Ces appareils par induction offrent l'avantage de ne nécessiter aucune source de courant le long de la voie (1). Enfin, la plupart de leurs défaillances possibles se produisent dans le sens de la sécurité, c'est-à-dire qu'elles se traduisent par l'indication : signal fermé.

* *

(1) L'entretien d'une batterie d'accus en campagne est plus difficile et plus coûteux que celui d'une batterie installée à bord d'une locomotive ; celle-ci rentre tous les jours au dépôt où l'on dispose aisément de la main d'œuvre spécialisée nécessaire.

*Systeme sans contact utilisant une liaison optique
entre le signal et la locomotive.*

L'appareil « Opsi » (1), inventé par le Docteur Bäseler et expérimenté en Allemagne, est basé sur l'application de la cellule photo-électrique.

La locomotive porte une source lumineuse qui projette un faisceau lumineux vers le haut et dans une direction déterminée.

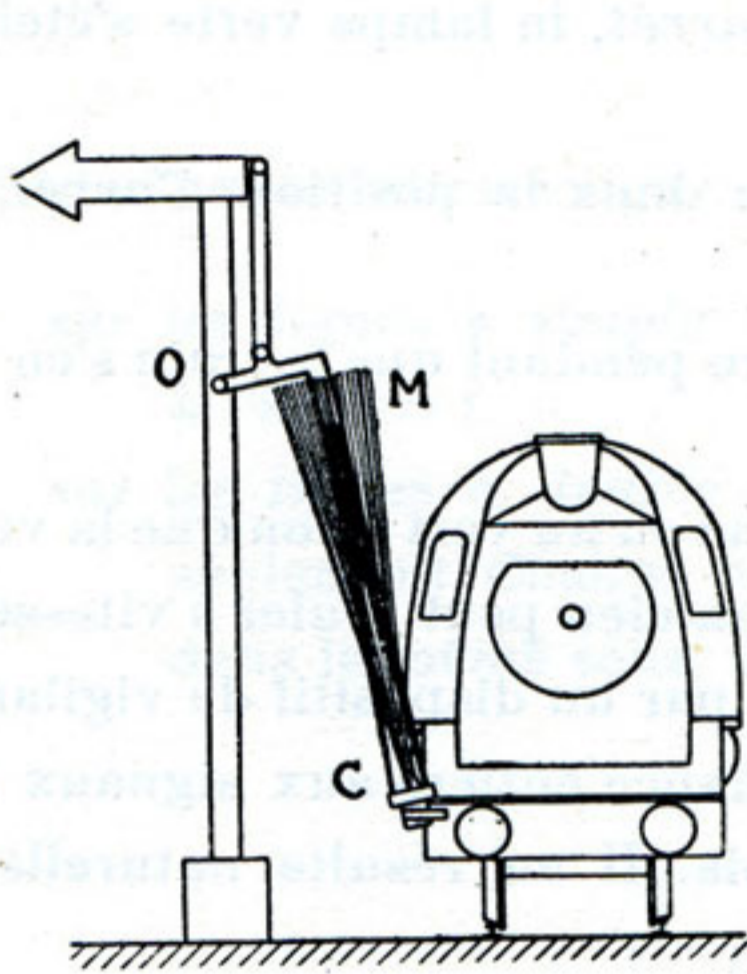


Fig. 107

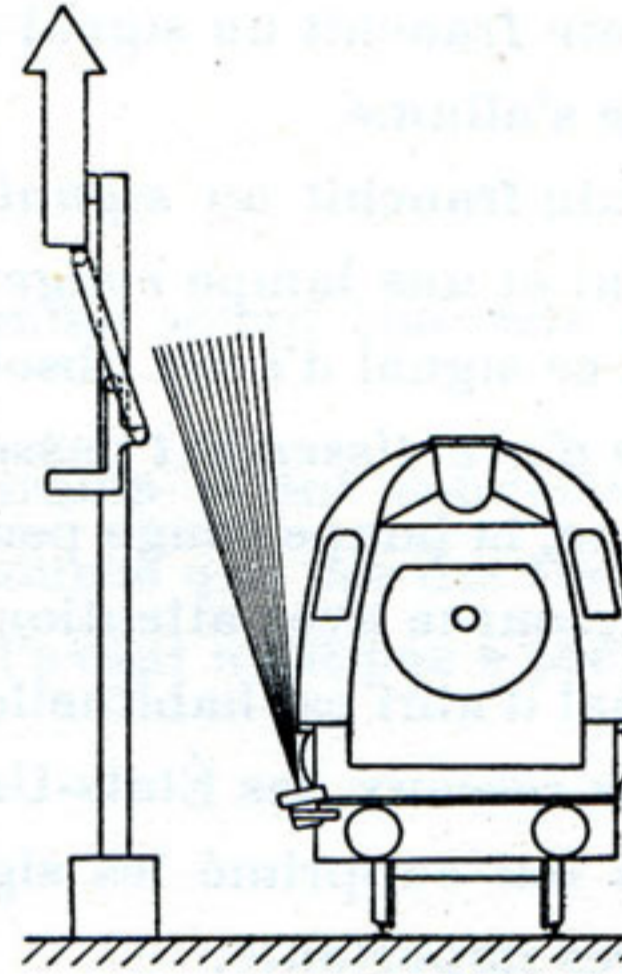


Fig. 108

Appareil « Opsi » provoquant l'arrêt du train par une liaison optique entre le signal et la locomotive.

Lorsque le signal sémaphorique est à l'arrêt (fig. 107), le faisceau lumineux vient frapper un miroir porté par le signal, miroir qui renvoie le faisceau lumineux dans sa direction d'émission, c'est-à-dire sur la locomotive où il atteint une cellule photo-électrique. L'émission de courant qui en résulte, amplifiée, agit sur la commande du frein et provoque l'arrêt du train.

Si le signal est au passage (fig. 108), le miroir est tourné de manière à rejeter le faisceau lumineux dans une autre direction.

3. — Signalisation continue sur les locomotives.

Ces appareils, connus sous le nom de « cab-signal » ou de « signaux d'abri », sont essentiellement différents de ceux examinés jusqu'ici.

(1) Opsi = Optische Zugsicherung.
« Modern Transport » du 14 juin 1929, n° 535.
Revue générale des chemins de fer — février 1930.

Les appareils précédents se bornent à renseigner le mécanicien sur la position de *certain*s signaux ; tandis que les « signaux d'abri » reproduisent sur la locomotive d'une façon continue la signalisation *complète*, c'est-à-dire la position de *tous* les signaux rencontrés.

Succinctement, les choses se passent comme suit :

Quand la voie est libre, une lampe *verte* est allumée en *permanence* sur la locomotive sous les yeux du mécanicien.

Si le train franchit un signal *avertisseur à l'arrêt*, la lampe verte s'éteint et une lampe *jaune* s'allume.

Si le train franchit un *signal d'arrêt absolu* dans la position *d'arrêt*, la lampe jaune s'éteint et une lampe *rouge* s'allume.

Mais si ce signal d'arrêt absolu fermé, s'ouvre pendant que le train s'en approche, le feu *jaune d'avertissement* passe au *vert*.

De même, la lampe rouge peut passer au jaune ou au vert selon que la voie en aval doit être parcourue avec attention ou que le mécanicien peut rouler à vitesse normale.

Le signal d'abri est habituellement complété par un dispositif de vigilance.

Certains réseaux des États-Unis ont fait confiance entière aux signaux d'abri, au point qu'ils ont supprimé les signaux de la voie. Il en résulte naturellement une économie très importante.

Remarque. — Les signaux d'abri ne fonctionnent que sur les lignes équipées au block automatique à circuits de voies.

4. — Freinage automatique (Train-Control).

Les procédés employés pour renseigner le mécanicien sur sa locomotive, qu'il s'agisse de la répétition des signaux ou de la signalisation continue, peuvent toujours être *complétés* par un freinage automatique devant arrêter le train en cas de négligence du mécanicien. Nous en avons donné des exemples, pages 58, 60, 61 et 63, à propos des systèmes appliqués par les chemins de fer belges, par le Great Western Railway et par les chemins de fer fédéraux suisses.

Remarque. — Pour terminer, nous rappellerons que la répétition des signaux sur les locomotives constitue une mesure *additionnelle* qui seconde le mécanicien dans sa lourde tâche. Toute la sécurité qu'elle procure est *en plus* de celle qui existe déjà dans l'exploitation ferroviaire. La répétition ne fait que s'ajouter aux dispositifs grâce auxquels la sécurité est considérée comme suffisamment garantie.

DEUXIÈME PARTIE

COUVERTURE DES TRAINS

La sécurité de l'exploitation exige :

- sur les lignes à *simple* voie, que les trains soient couverts à l'avant et à l'arrière ;
 - sur les lignes à *double* voie, que les trains soient couverts à l'arrière seulement. Chaque voie n'étant parcourue que par des trains circulant dans le même sens, la couverture à l'avant n'est pas à prévoir.
-

CHAPITRE I

Lignes à double voie

(656.256)

§ 1. — Exploitation de gare à gare.

Le système d'exploitation le plus simple consiste à prescrire qu'un train n° 2 (fig. 109) ne peut quitter une gare A avant que le train précédent n° 1, roulant dans le même sens, ne soit parvenu à la gare suivante B ; on est ainsi certain que le second train ne rattrapera pas le premier train en cours de route.

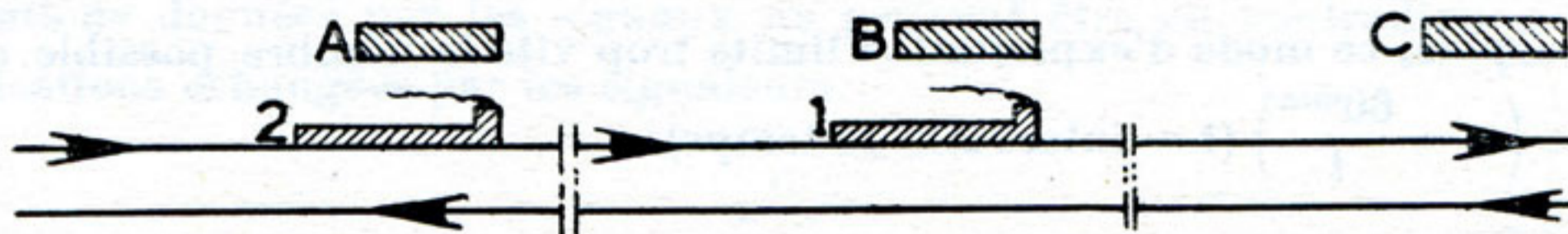


Fig. 109. — Exploitation de gare à gare.

Ce système n'est plus possible dès que la circulation sur la ligne est quelque peu intense ou dès que la distance qui sépare les gares est grande.

§ 2. — Exploitation par intervalle de temps.

Pour accélérer la circulation, on peut convenir qu'un second train pourra quitter la gare A un certain temps après le départ du premier.

Si ces deux trains ont la même allure et la conservent rigoureusement, le premier est suffisamment protégé à l'arrière par l'intervalle de temps.

Aux stations, l'intervalle de temps est maintenu par les signaux fixes de couverture. En pleine voie, l'espacement entre les trains est maintenu par les agents de la voie (gardes-barrières, éventuellement par les gardes-route) qui donnent, si besoin en est, le signal de ralentissement (1) ou le signal d'arrêt (2) au second train.

L'intervalle de temps est calculé de manière qu'en cas de détresse du premier train, celui-ci puisse, avant l'arrivée du train suivant, être couvert à l'arrière par le personnel du train au moyen de signaux mobiles (3). Cette couverture devant, pour être efficace, se faire à 800 m environ à l'arrière du train arrêté, exige une dizaine de minutes.

Cet intervalle peut varier avec la nature des trains qui se succèdent sur la ligne, c'est ainsi que l'intervalle de 10 minutes pourra, par exemple, être réduit à 5 minutes, voire à 2 minutes si un train de marchandises à marche lente suit un train de voyageurs ou si les deux trains n'ont à parcourir la même voie que sur quelques kilomètres seulement.

Quoi qu'il en soit, si ce mode d'exploitation est simple et économique puisqu'il n'exige ni appareils, ni agents spéciaux, la sécurité y est à la merci de la vigilance du personnel, soit que le premier train en détresse n'ait pas été couvert, soit que le second train ait accéléré indûment son allure, soit que le personnel des gares ou de pleine voie n'ait pas veillé au respect de l'intervalle minimum prescrit, soit encore que le mécanicien du train n'ait pas tenu compte des signaux de ralentissement présentés.

L'intervalle de temps ne correspond donc pas à un *espacement réel* des trains, aussi ce système n'est-il plus guère qu'un mode d'exploitation occasionnel que l'on met en vigueur quand les autres systèmes de protection sont mis accidentellement hors service.

Au surplus, ce mode d'exploitation limite trop vite le nombre possible de trains par heure $\left(n = \frac{60^{\text{min}}}{t} \right)$ ($t =$ intervalle de temps).

(1) Le jour : drapeau jaune ; la nuit : feu jaune.

Le signal de ralentissement est donné lorsque l'intervalle de temps est réduit à moins de la moitié de l'intervalle réglementaire.

(2) Le jour : drapeau rouge ; la nuit : feu rouge.

(3) Drapeau rouge — lanterne à feu rouge — pétards.

§ 3. — Exploitation par intervalle de distance ou block-system.

Mieux vaut, au lieu d'un *intervalle de temps minimum* entre deux trains, prescrire le maintien entre eux d'une *distance* suffisante.

Pour cela, on divise la ligne en un certain nombre de sections (ou cantons) *AB, BC ...* et on ne laisse un train s'engager sur une section que lorsque le train précédent a entièrement dégagé cette section, c'est le mode d'exploitation connu sous le nom de *block-system* ou parfois aussi d'*exploitation par cantonnement*.

Le principe fondamental du block-system absolu peut donc s'énoncer ainsi :

« Deux trains ne peuvent jamais se trouver en même temps dans une même section de block ». •

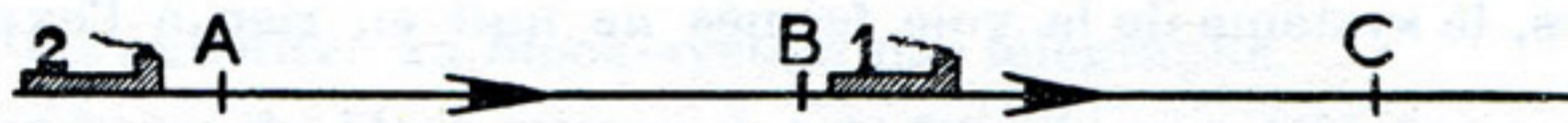


Fig. 110. — Exploitation par cantonnement ou block-system.

Pour satisfaire à cette condition, un train n° 2 ne peut être admis dans une section de block *AB* (fig. 110) que lorsque le signaleur du poste *A* a la *certitude* que le train précédent n° 1 a quitté *effectivement* la section envisagée. L'intervention du poste d'aval *B* est donc nécessaire.

Cette certitude de la libération de la section *AB* que doit avoir le signaleur du poste d'amont *A* peut lui être donnée par le poste *B*, de plusieurs manières :

a) par l'envoi de salves de sonneries (grosses sonneries de route) selon un code déterminé ;

b) par l'échange de communications télégraphiques ou téléphoniques (block-system par télégraphe, block-system par téléphone) ;

c) l'annonce de section libre peut encore être faite par l'emploi d'appareils de correspondance mécano-électriques spéciaux enclenchés avec les signaux du poste. C'est le système qui offre le maximum de garanties, car, à l'encontre des systèmes précédents, les postes contigus sont sous la dépendance matérielle l'un de l'autre et les indications données par les signaux ne peuvent être en contradiction avec les communications échangées par les signaleurs.

* * *

Dans l'un ou l'autre de ces trois systèmes, on peut concevoir deux modalités :

l'exploitation à sections *ouvertes* et

l'exploitation à sections *fermées*.

Dans le premier cas, sections ouvertes, les signaux sont normalement à voie libre et ne sont tenus fermés que si la section qu'ils couvrent est occupée.

Dans le second cas, sections fermées, les signaux sont normalement à l'arrêt, ils ne sont ouverts que lorsqu'il est permis d'admettre un train dans la section et sont immédiatement refermés dès que le train est entré dans la section.

Si l'on pouvait être absolument certain que les instructions seront rigoureusement appliquées, le premier système serait aussi sûr que le second, mais comme il faut, en exploitation courante, compter avec les négligences, il apparaît bien que le système à sections fermées offre plus de sécurité que le système à sections ouvertes.

Dans le système à sections ouvertes, l'on peut dire que « la porte est normalement ouverte », alors qu'avec le système à sections fermées, « la porte n'est ouverte que sur demande ».

Par ailleurs, le système de la voie fermée ne nuit en rien à l'expédition rapide des trains.

CHAPITRE II

Block-system absolu par appareils de correspondance (téléphone-télégraphe)

(656.256.1)

A la S. N. C. B., sur les lignes à double voie, le block-system par téléphone a, généralement, été substitué au block-system par télégraphe.

Examinons le cas du block-system à *voie fermée par téléphone* sur une ligne à double voie.

Considérons (fig. 111) les deux sections de block *AB* et *BC*.

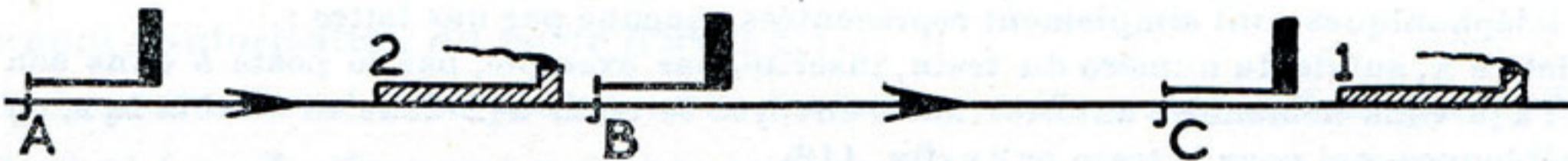


Fig. 111. — Block-system à voie fermée par téléphone.

La protection des trains est obtenue de la manière suivante :

1°) le garde-block du poste *B* ne peut laisser entrer un train n° 2 dans la section *BC* qu'après avoir demandé et obtenu l'autorisation de son collègue d'aval *C* ;

2°) il ne peut faire cette demande que lorsqu'il a reçu information du poste *C* que le train précédent n° 1 a libéré complètement la section *BC* ;

3°) le poste d'aval *C* ne peut donner cette autorisation au poste *B* que si le train précédent n° 1 a *effectivement* quitté la section *BC* et a été couvert par le signal du poste *C* ;

4°) lorsque le train n° 2 a été admis dans la section *BC*, le garde-block *B* couvre ce train en remettant son signal de block à l'arrêt et informe son collègue d'aval *C* de ce que le train est entré dans la section *BC* ;

5°) le poste *B* informe ensuite son collègue d'amont *A* de ce que la section *AB* est devenue libre, c'est-à-dire que le train n° 2 est sorti de cette section.

Les différentes communications ainsi échangées entre les postes *A*, *B* et *C* se font *par téléphone*, mais elles sont *inscrites* sous une forme abrégée conventionnelle

(A. B. C. Cz. D. Dz) dans un carnet spécial (1). Chaque poste dispose de deux carnets : un pour chaque sens de marche.

Les inscriptions se font selon une numérotation continue, mais on réserve les chiffres pairs pour un sens, les chiffres impairs pour l'autre sens. Enfin, les inscriptions se font à l'encre ou au crayon aniline de manière à rendre visible toute tentative de modifications.

Le block-system par téléphone à sections fermées sur les lignes à double voie est un mode d'exploitation économique et sûr mais il réclame un contrôle attentif et continu des inscriptions dans les carnets de block.

Il n'en reste pas moins vrai que, comme il n'existe aucune dépendance entre les signaux et les appareils de correspondance téléphoniques, on peut toujours craindre l'effet d'un oubli ou d'une négligence des agents et, il est clair, que le système qui donne le maximum de garantie est celui où l'on prévoit des enclenchements entre les signaux de block et les appareils de correspondance et où, par surcroît, les postes voisins sont sous la dépendance matérielle l'un de l'autre.

(1) Pour leur inscription dans les carnets de block, les formules employées lors des communications téléphoniques sont simplement représentées chacune par une lettre :

La lettre A, suivie du numéro du train, inscrite, par exemple, par le poste *b* dans son carnet signifie : « je vous demande l'autorisation d'envoyer le train n° 2 dans la section *bc* », ou si l'on veut « débloquez-moi pour le train n° 2 » (fig. 112).

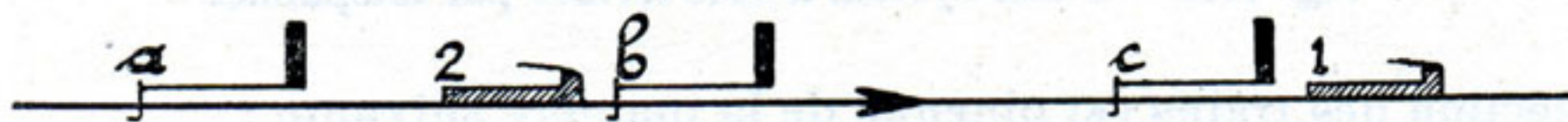


Fig. 112

La lettre B inscrite par le poste *c* dans son carnet signifie : « Je vous donne cette autorisation » ou si l'on veut : « je vous envoie le déblocage pour le train n° 2 ».

La lettre C que le poste *b* inscrit signifie : « Je vous annonce que le train n° 2 est entré dans la section *bc* ».

L'inscription Cz du poste *c* dans son carnet signifie : « Je vous accuse réception de votre annonce C ».

La lettre D inscrite par le poste *c* signifie : « Le train n° 2 est sorti de la section *bc* ».

L'inscription Dz du poste *b* dans son carnet signifie : « Je vous accuse réception de votre annonce D ».

(Évidemment, le poste *b* avait lui aussi envoyé en temps voulu l'annonce D au poste d'amont *a* lorsque le train n° 2 avait quitté la section *ab*).

Le garde-block inscrit pour chaque annonce :

le numéro d'ordre de la communication,

le numéro de la réponse,

l'heure à laquelle la communication a été faite.

Il inscrit non seulement les communications qu'il envoie, mais aussi celles qu'il reçoit.

CHAPITRE III

Block-system absolu par appareils de correspondance enclenchés avec les signaux de block

(656.256.2)

Conditions à réaliser.

Considérons le seul sens de marche A, B, C , d'une ligne à double voie (fig. 113) et envisageons le poste de block intermédiaire B :

1° le signal d'arrêt s_2 ne peut être mis au passage pour le train n° 2 que moyennant l'autorisation du poste d'aval C ;

2° le poste d'aval C ne peut donner lui-même cette autorisation que si le train précédent n° 1 a effectivement quitté la section BC ;

3° un train n° 2 qui franchit un poste de block B doit être couvert par la remise à l'arrêt du signal s_2 avant qu'un autre train (n° 3) puisse être autorisé à pénétrer dans la section AB ;

4° une autorisation du poste C ne doit permettre au poste d'amont B de mettre son signal au passage *qu'une seule fois*.

* * *

Première condition :

Pour mettre un signal de block au passage, il faut l'autorisation du poste d'aval.

Aussi longtemps que le poste B n'a pas reçu du poste C l'autorisation de mettre son signal s_2 au passage (c'est-à-dire le déblocage), le levier l_2 de manœuvre de ce signal est enclenché à l'arrêt (fig. 113).

Le poste C transmet le déblocage au moyen du *transmetteur* T_3 . Le poste B reçoit le déblocage dans le *récepteur* R_2 . Ces deux appareils sont reliés par un circuit électrique.

Le récepteur R_2 comporte notamment un piston qui, en position normale, est abaissé et enclenche à l'arrêt le levier l_2 (1).

Le transmetteur T_3 comprend également un piston qui, en position normale, est relevé.

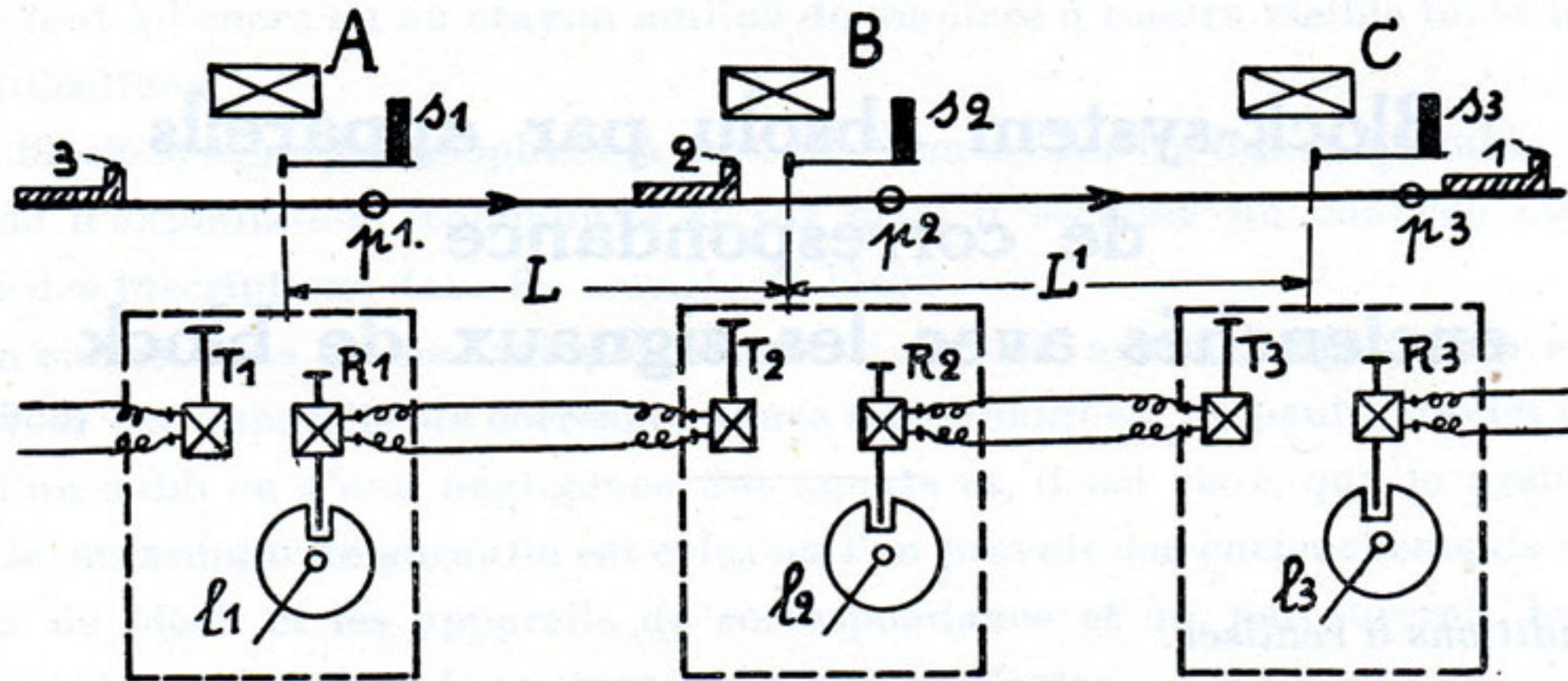


Fig. 113. — Block-system absolu par appareils de correspondance enclenchés avec les signaux de block.

Pour transmettre le déblocage, le garde-block C appuie de la main gauche sur le piston du transmetteur T_3 et de la main droite envoie en même temps au moyen d'une magnéto un courant alternatif dans le récepteur R_2 du poste B . Sous l'effet de ce courant (fig. 114), le piston du récepteur R_2 se relève et libère le levier l_2 du signal s_2 .

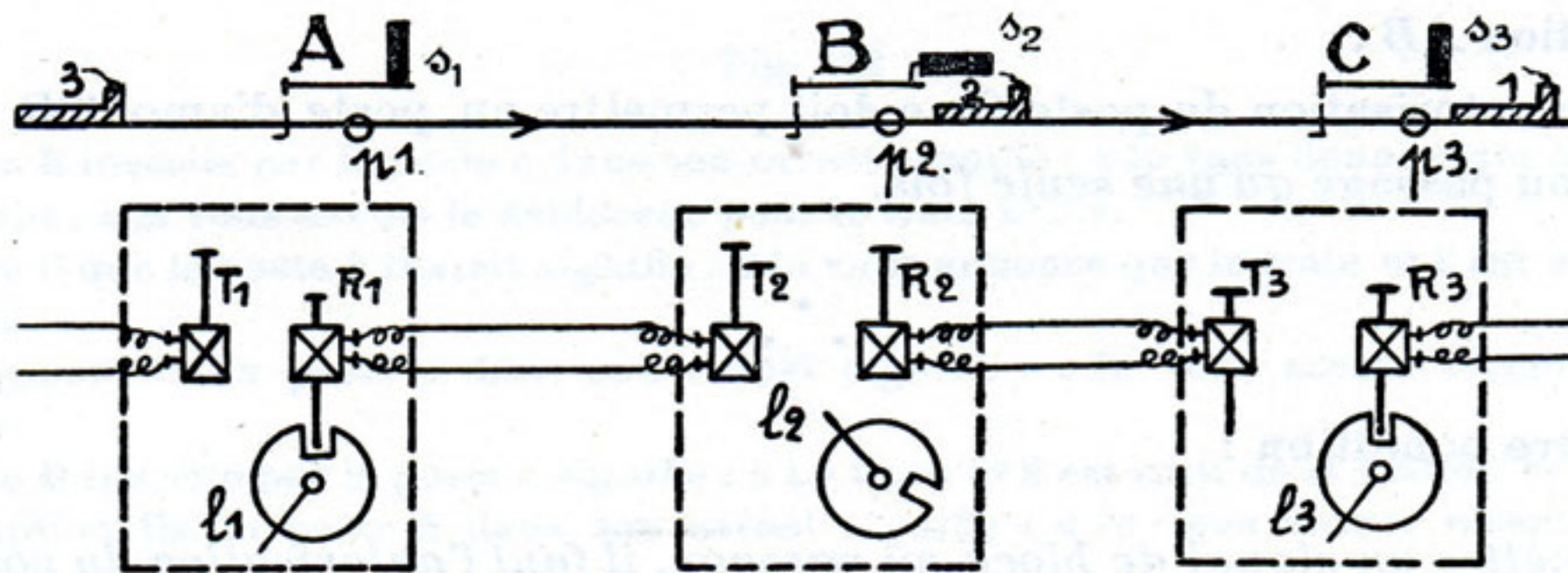


Fig. 114. — Déblocage de B par C.



(1) En réalité, le piston P se relève dès qu'on cesse d'appuyer dessus, mais la tige t qui le prolonge à l'intérieur de l'appareil (fig. 115) reste enfoncée et c'est cette tige t qui enclenche le levier du signal.

Cet enclenchement se fait indirectement, en ce sens que la tige t du récepteur enclenche une manette m (fig. 128, pages 84 et 86), qui, à son tour, enclenche le levier.

Fig. 115

Ainsi se trouve réalisée la première condition : la mise au passage d'un signal de block exige l'autorisation du poste d'aval.

Deuxième condition :

Le poste d'aval ne peut envoyer un déblocage au poste d'amont que si le train précédent a effectivement quitté la section.

Dans le block enclenché avec les signaux, cette certitude n'est pas laissée à l'appréciation du garde-block ; c'est le train lui-même qui, par l'intermédiaire d'une pédale (p_1, p_2, p_3), fig. 113 et 114, placée dans la voie, agit sur l'appareil de block pour informer le garde-block par le changement de couleur d'un voyant de ce qu'il a quitté la section et pour donner ainsi au garde-block l'autorisation et la possibilité de transmettre un nouveau déblocage. A cet effet, le piston du transmetteur est sous la dépendance d'un appareil dénommé « déclencheur de pédale » ou « champ de pédale » qui est lui-même relié électriquement à la pédale (1).

Aussi longtemps que le *dernier* essieu du train n'a pas foulé et dégagé la pédale, le déclencheur ne fonctionne pas et le garde-block est dans l'impossibilité matérielle d'enfoncer son transmetteur pour envoyer un déblocage à l'amont (voir page 80).

La deuxième condition est ainsi satisfaite.

Troisième condition :

Tout train qui franchit un poste de block (B), fig. 114, doit être couvert par un signal (s_2) avant qu'un autre train puisse être autorisé, par un déblocage, à pénétrer dans la section (AB) qu'il vient de quitter.

Pour satisfaire à la troisième condition, un enclenchement mécanique, réalisé indirectement entre le piston du transmetteur T_2 et le levier l_2 du signal s_2 , empêche matériellement de transmettre un déblocage aussi longtemps que ce levier l_2 est renversé, c'est-à-dire aussi longtemps que le signal est au passage.

Pour mettre le signal au passage, on a préalablement tourné la manette M vers la gauche (fig. 116 et page 86) (2). De ce chef, fig. 116, le bras b , calé sur l'arbre, a entraîné vers la gauche la latte l_1, l_2 par le bouton b_1 .

Or, sur la latte est fixée une plaque horizontale p qui est venue se placer sous le piston du transmetteur T_2 .

Pour pouvoir donner un déblocage à l'amont, il faut pouvoir enfoncer le transmetteur T_2 et, pour cela, il faut retirer la plaque p en tournant la manette M vers la droite, c'est-à-dire remettre le signal à l'arrêt.

(1) Nous reviendrons pages 77 à 79 sur la « pédale » de block et sur son « déclencheur ».

(2) Ce qui a été rendu possible grâce au relèvement du piston récepteur R .

Si donc le garde-block ne remettait pas son signal à l'arrêt derrière le train, il se trouverait dans l'impossibilité matérielle de transmettre un nouveau déblocage et arrêterait tout le trafic en amont sur la ligne considérée. Comme on le voit, le garde-block ne peut rester passif (1).

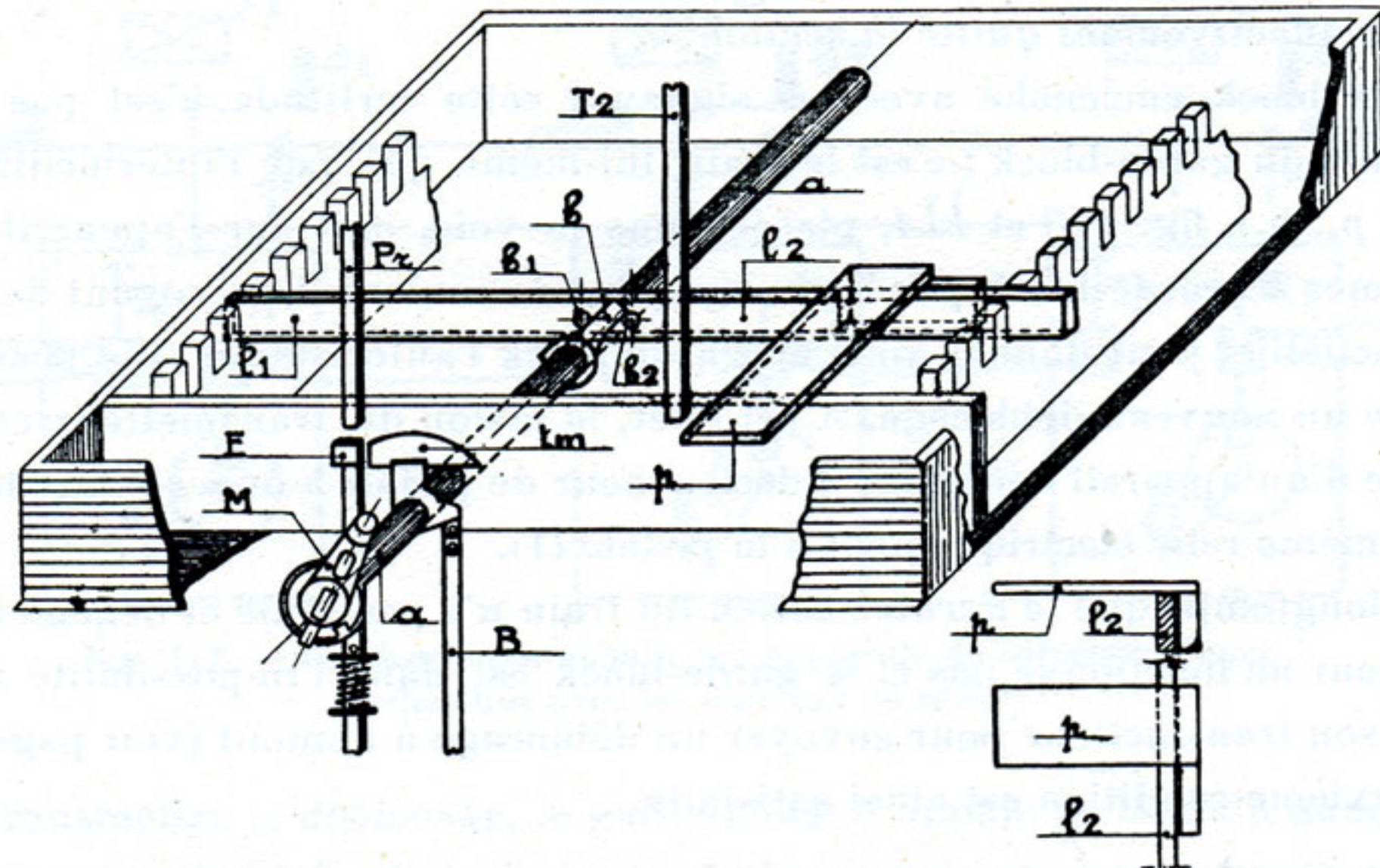


Fig. 116. — Enclenchement entre le piston du transmetteur et le levier du signal.

Quatrième condition :

L'autorisation donnée par le poste d'aval au poste d'amont ne doit permettre à celui-ci de mettre son signal au passage qu'une seule fois.

Cette condition est réalisée par l'enclenchement « monocinétique » porté par le levier du signal.

La nécessité de cet enclenchement résulte des considérations suivantes :

Avant le déblocage, tous les appareils sont en position normale, c'est-à-dire récepteurs R enfoncés, transmetteurs T relevés (fig. 113).

Après le déblocage du poste B , par le poste C , T_3 et R_2 sont en position renversée (fig. 114) (T_3 enfoncé, R_2 relevé), le levier l_2 du signal s_2 est libre.

(1) Si le garde-block B ne remettait pas son signal à l'arrêt derrière le train qui vient de franchir son poste, il n'y aurait pas d'accident à redouter aussi longtemps que ce garde-block ne lancerait pas un déblocage vers l'amont.

Mais si le garde-block B pouvait lancer un déblocage vers l'amont alors que le signal s_2 de son poste serait resté au passage, le train n° 3 pourrait, après son admission régulière dans la section AB , entrer dans la section BC sans que B ait demandé le déblocage à C et les 2 trains pourraient se trouver simultanément dans la section BC . On prévient ce danger par l'enclenchement ci-dessus entre le piston transmetteur et le levier du signal.

Supposons que le train n° 2 attendu, soit entré dans la section *BC* (fig. 117), le garde-block *B* doit refermer le signal s_2 de son poste (3^e condition).

Cela étant fait, envisageons que le poste précédent *A* demande au poste *B* un déblocage pour l'admission du train n° 3.

B pourra débloquer *A* puisque le train n° 2 a foulé la pédale p_2 de son poste et que le signal s_2 a été remis à l'arrêt derrière lui.

Le train n° 3, admis dans la section *AB*, se présentera donc au signal du poste *B*.

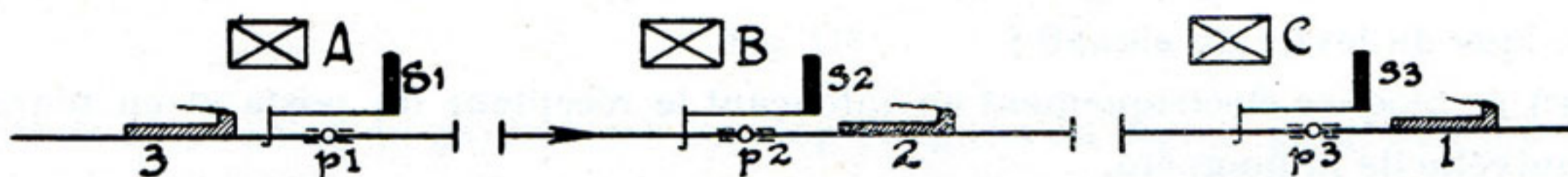


Fig. 117

Le garde-block *B* pourrait-il, contrairement à la règle, *mettre son signal s_2 au passage sans avoir reçu le déblocage du poste C*? Il le pourrait si le signal s_2 n'était enclenché *que* par le récepteur R_2 car celui-ci a gardé la position relevée qui lui a été donnée au moment du déblocage transmis par le poste *C* au poste *B* en vue de l'admission du train précédent n° 2 dans la section *BC* (1).

Pour parer à ce danger, *l'enclenchement monocinétique* est tel que, le récepteur R_2 ayant été relevé par la réception d'un déblocage, le levier du signal peut être renversé pour la mise au passage du signal, puis remis obligatoirement en position normale (signal à l'arrêt, fig. 116), *mais il est impossible de revenir en arrière, c'est-à-dire de remettre une deuxième fois le signal au passage sans que le signaleur se soit au préalable bloqué et n'ait reçu un nouveau déblocage du poste d'aval* (2).

L'enclenchement monocinétique immobilise donc le levier l_2 du signal en position d'arrêt aussi longtemps que le récepteur R_2 n'a pas été *renfoncé* en position normale. Le garde-block *B* est donc *obligé* d'enfoncer le piston du récepteur et de tourner la manivelle de sa magnéto, *c'est-à-dire de se bloquer*, sinon il lui serait impossible d'ouvrir son signal pour admettre le train n° 3 dans la section *BC*.

Mais en renfonçant le récepteur dans sa position normale, c'est lui qui cale le levier l_2 du signal en position d'arrêt (fig. 113) et, pour libérer ce levier, le garde-block doit solliciter un nouveau déblocage du poste d'aval *C*.

(1) En d'autres termes, un garde-block pourrait admettre un train dans une section de block sans autorisation du poste d'aval (donc sans avoir reçu de déblocage), si ce garde-block pouvait utiliser pour ce train le déblocage reçu pour le train n° 2.

(2) Nous donnons à titre documentaire, page 86, la description et le fonctionnement du « monocinétique ».

Remarque I. — Pour nous résumer, nous dirons qu'avant de pouvoir lancer un nouveau déblocage vers l'amont, il faut successivement :

1°) que le déclencheur de pédale ait fonctionné réellement, ce que l'on constate par le fait que le voyant du déclencheur est repassé du rouge au blanc ; or ceci n'a lieu que lorsque le *dernier* essieu du train a foulé la pédale (1) ;

2°) constater de visu que le train était complet, c'est-à-dire qu'il n'y a pas eu de *rupture d'attelage* (2) ;

3°) refermer le signal pour couvrir le train (de ce chef, on réalise le blocage mécanique du levier du signal) ;

4°) se bloquer électriquement en enfonçant le récepteur du poste et en tournant la manivelle de la magnéto.

C'est alors seulement qu'un nouveau déblocage vers l'amont pourra être donné par l'enfoncement du transmetteur du poste et la rotation simultanée de la magnéto.

Remarque II. — Si le signaleur refermait intempestivement le signal avant que le premier essieu du train ait franchi la pédale, il ne pourrait, à cause du monocinétique, revenir en arrière. Il devrait demander un nouveau déblocage au poste d'aval mais celui-ci ne pourrait le lui donner parce que son déclencheur de pédale n'a pas fonctionné, le signaleur devrait alors se servir de la « clé de pédale » et pour cela déplomber celle-ci (3). Le signaleur, ayant ensuite mis son signal au passage, attend que le train ait dégagé la pédale, puis il remet son signal à l'arrêt et se bloque électriquement.

Le déplombage de la clé de pédale est le point faible du block-system. Aussi, après chaque déplombage, le signaleur doit-il inscrire cette opération dans un carnet à ce destiné.

Remarque III. — *Rupture d'attelage.*

Le signaleur ne peut matériellement donner le déblocage en amont que lorsque le *dernier* essieu du train a foulé la pédale.

Mais si une rupture d'attelage vient à se produire, le déblocage pourra « matériellement » être donné lorsque la partie de tête du train aura dépassé la pédale et après que le signal aura été remis à l'arrêt. Cependant, la section que la partie de tête

(1) Dans un type de déclencheur plus récent, dont nous parlerons page 82, le passage du premier essieu du train sur la pédale du block *prépare* le fonctionnement du déclencheur. Le déclencheur ne fonctionne effectivement qu'au moment où le garde-block se rebloque après le passage du train.

(2) Le jour : présence du disque de queue avec anneau blanc.

La nuit : présence du disque de queue allumé.

(3) La clé de pédale est constituée d'un petit levier scellé par des plombs. Au moyen de cette clé, on peut exercer une pression qui peut remplacer mécaniquement l'action électrique de la pédale, en cas de non fonctionnement de celle-ci.

du train vient de quitter n'est pas effectivement libérée puisque la partie de queue détachée stationne entre la cabine A du block et la pédale p (fig. 118).

Il y a là un danger. Pour y obvier, il est *prescrit* au garde-block de ne mettre le signal à l'arrêt que lorsqu'il a constaté de visu que le train a *complètement* dégagé la section.

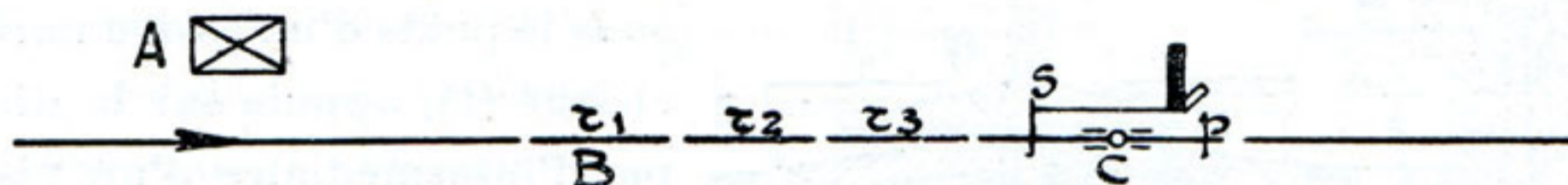


Fig. 118

Mais si la cabine du garde-block est trop éloignée du signal pour que cet agent puisse apercevoir l'arrière du train, on peut, en cas d'une rupture d'attelage, empêcher « matériellement » l'envoi du déblocage en amont. Il suffit d'établir, entre la cabine et la pédale, sur la section BC qui échappe à la vue du garde-block, une file de rails r_1, r_2, \dots isolés électriquement. Dans ces conditions, aussi longtemps qu'il y a un véhicule de la partie détachée du train sur ces rails, il est impossible de débloquer, bien que la pédale ait été foulée par la partie de tête (1).

Si la rupture d'attelage se produisait en amont de A, le garde-block la constaterait au passage du train.

* * *

Fonctionnement des circuits de la pédale de block et de son déclencheur

1. — Description de la pédale de block.

La pédale de block est formée de la combinaison d'un *contact électrique de rail* ou *pédale proprement dite P* et d'un *rail MN*, isolé électriquement des rails contigus (fig. 122).

Le rail isolé doit avoir une longueur au moins égale à la plus grande distance entre les essieux voisins d'un train (15 à 18 mètres).

Dans la pédale à mercure du type *Siemens* (fig. 119 et 120, schéma 121) le « contact de rail »

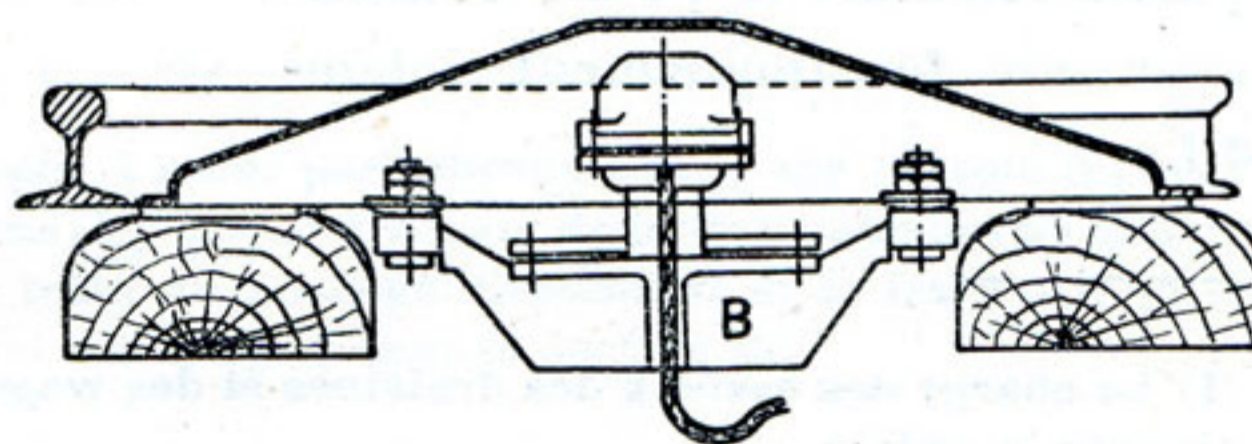


Fig. 119

ou pédale se compose d'une boîte en fonte B suspendue au patin du rail isolé, entre deux traverses, de manière à ne pas toucher la terre et éviter ainsi toute connexion entre le rail isolé et la terre.

(1) Les essieux mettant le relais de pédale en court-circuit.

La cavité *C*, fermée par un diaphragme flexible *D*, en acier spécial, est remplie de mercure en même temps que le conduit *E*. Le mercure affleure normalement à peu près à la hauteur de l'orifice *O*.

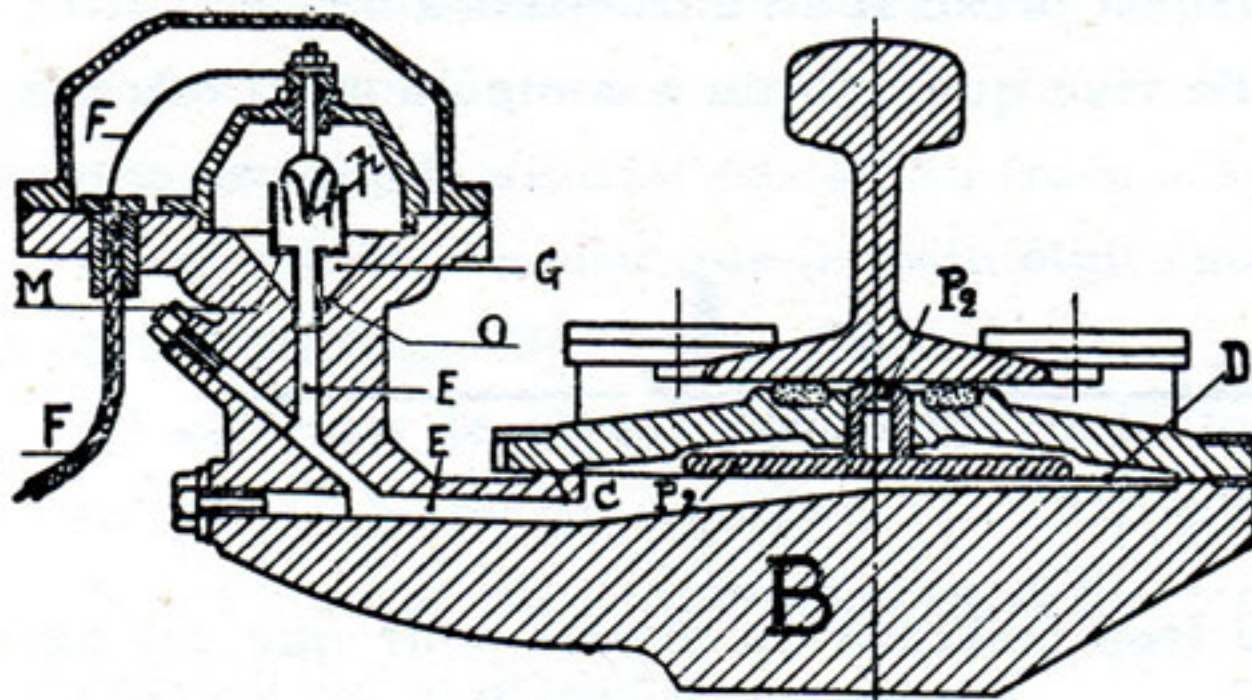


Fig. 120. — Pédale à mercure Siemens.

Le mercure ferme ainsi le circuit entre la masse de la pédale et la pointe *p*.

Le mercure fonctionne donc comme un interrupteur normalement ouvert et fermé au passage d'un essieu.

L'essieu passé, le mercure redescend et le contact est interrompu jusqu'à ce que, par une nouvelle flexion du rail, le processus recommence.

Quand le mercure se dilate *graduellement* sous l'effet d'une hausse de température, il déborde par l'orifice *O* dans le godet conique *G* qui s'évase de telle manière que le niveau ne puisse atteindre la pointe et occasionner un fonctionnement intempestif.

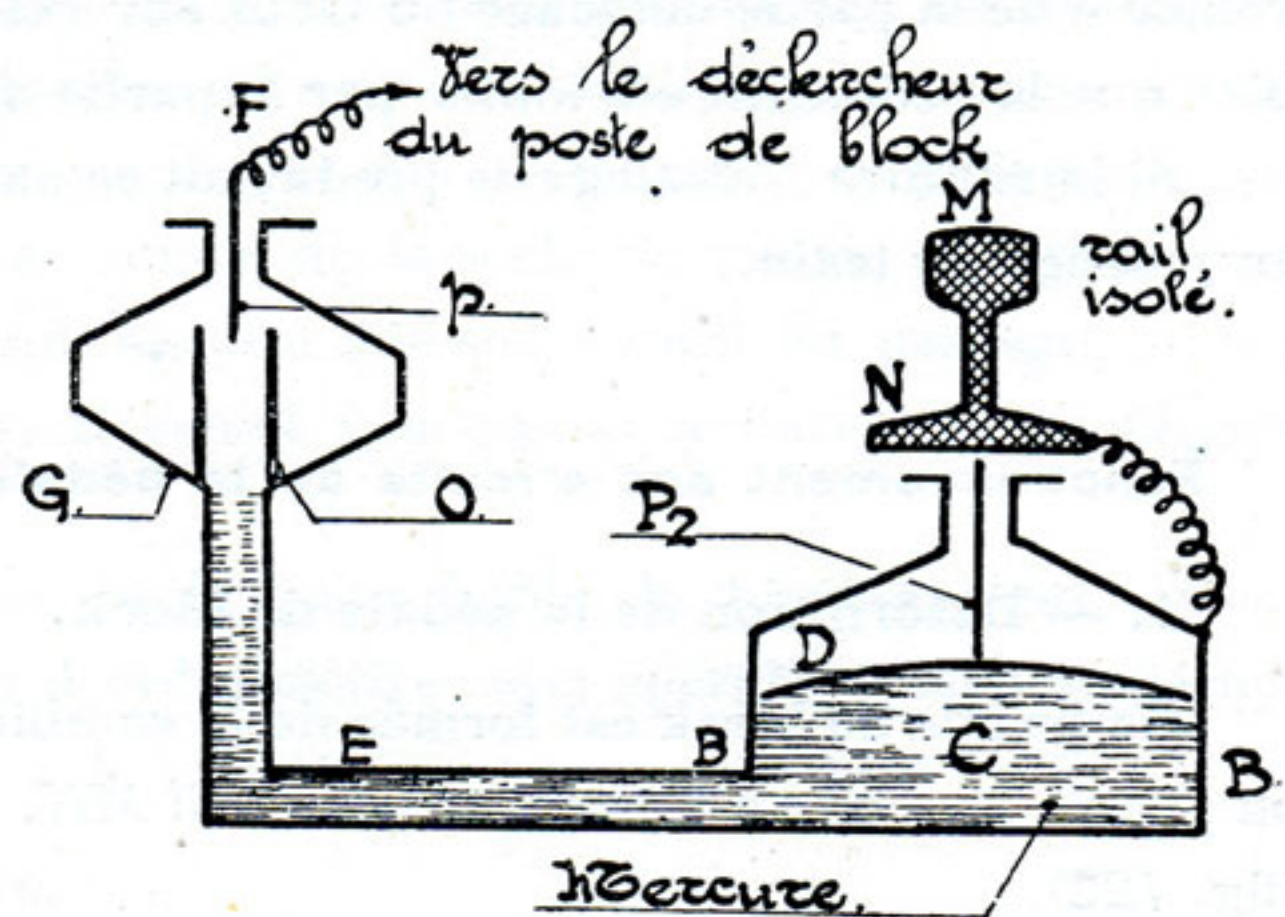


Fig. 121

(1) La charge des essieux des draisines et des wagonnets de service est insuffisante pour faire fonctionner la pédale.

Avec les autorails montés sur pneus, telles les « Michelinés » françaises, la charge par essieu ne peut dépasser 1^r,2 par roue, on ne peut donc plus compter sur le fonctionnement de la pédale à mercure comme interrupteur, fonctionnement qui exige une charge d'au moins 3 tonnes par roue.

Par ailleurs, la mise en court-circuit des deux rails isolés par l'essieu et les roues n'a pas lieu, le pneu jouant le rôle d'isolant. Il faut alors recourir à d'autres moyens, par exemple, la brosse métallique qui capte le courant sur les « crocodiles » (voir 1^{re} partie, page 54) et qui, dans ce cas, frotte contre les rails.

2. — Fonctionnement du circuit du déclencheur de pédale.

Les appareils de block comportent en outre un *déclencheur de pédale* (fig. 122), qui doit empêcher matériellement le signaleur de transmettre un déblocage en amont avant que le train précédent ne soit effectivement et complètement sorti de la section. Cet obstacle matériel consiste dans l'enclenchement du piston transmetteur (2^e condition, page 73 et fig. 124 et 125, page 81).

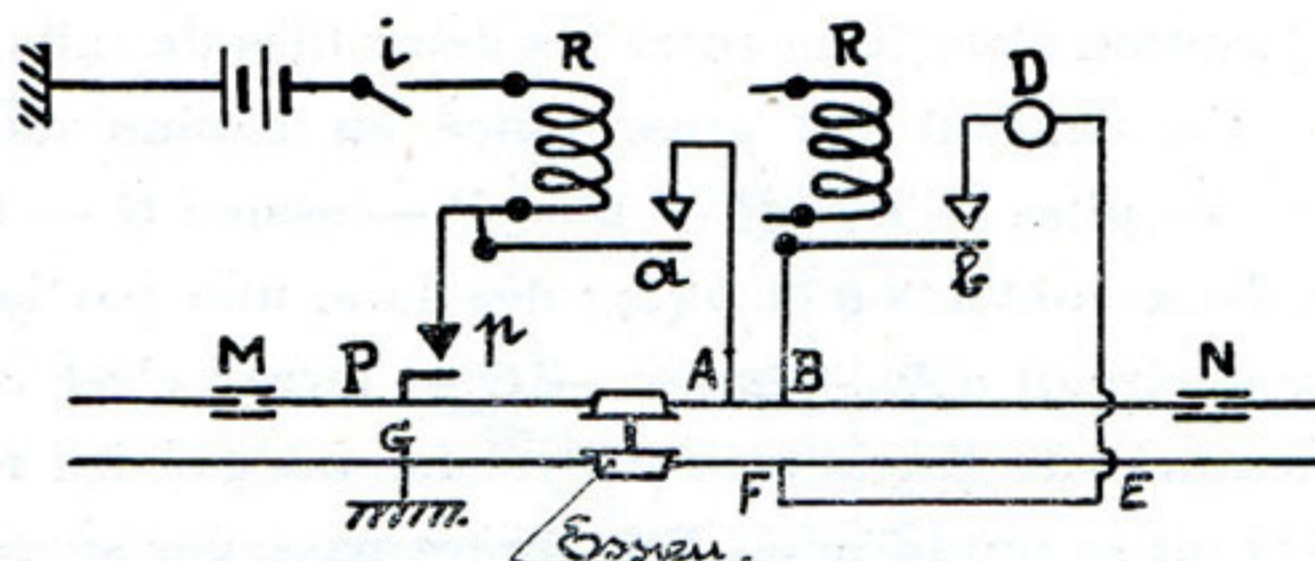


Fig. 122. — Circuit de la pédale de block et de son déclencheur.

Le levier du signal de block est muni d'un interrupteur *i* (fig. 122) qui se ferme lors de la mise au

passage du signal pour un train qui circule ou qui se gare et qui prépare ainsi la continuité du circuit de la pédale, on dit alors que la pédale est armée (1).

(1) Le déclencheur de block ne doit être actionné que par les trains en circulation ou qui se garent mais non par les trains qui manœuvrent ni par les wagonnets de service lourdement chargés.

Les petites palettes de signaux qui servent *uniquement pour les manœuvres* (position à 45°), restent sans relation avec la pédale de block, mais les petites palettes qui servent *uniquement pour les garages* (position à 90°) arment cette pédale.

Il s'ensuit que lorsqu'une rame en manœuvre ou un wagonnet de service franchit le signal de block à l'arrêt, l'interrupteur *i* reste ouvert et la pédale n'est pas armée (fig. 122).

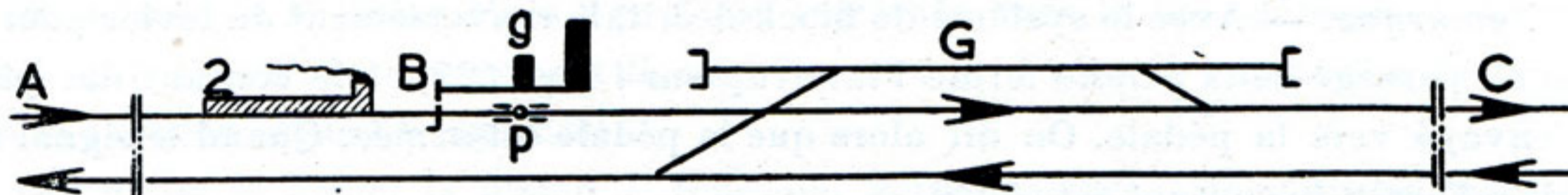


Fig. 123

Quand il s'agit d'un train n° 2, par exemple, à garer par rebroussement sur la voie G (fig. 123) le déclencheur de pédale du poste B a été armé (fig. 124 et 125) lors de la transmission du déblocage au poste A tout comme s'il s'agissait d'un train au passage. Cependant si le train n° 2 quitte la section AB, il passe sur la voie de garage G et n'entre pas dans la section BC.

Les choses se passent comme suit :

Lorsque la palette de garage *g* a été relevée à 90°, le mouvement du levier a fermé l'interrupteur *i* (fig. 122), mais la pédale *p* ne fait plus fonctionner automatiquement le déclencheur du poste B.

Le train, en foulant la pédale, fait fonctionner le relais *R* qui, d'ordinaire, envoie le courant dans le déclencheur mais qui, dans le cas présent, ferme un circuit qui passe par le bureau du chef de station.

Quand le garage est complètement effectué, le chef de station, en appuyant sur un poussoir spécial, libère le déclencheur du poste B. (Cette libération ne sera toutefois possible que si le rail isolé est libre, c'est-à-dire s'il n'est plus mis en court-circuit par les essieux du train en garage).

Le déclencheur ayant fonctionné, le poste B peut envoyer un déblocage au poste A pour l'admission des trains suivant dans la section AB.

La masse B de la boîte en fonte du contact de rail représentée en P est connectée au rail isolé MN tandis que la pointe p est connectée au circuit qui va à la cabine du signaleur.

Le *premier* essieu, en foulant la pédale, ferme le contact pP et établit, par ailleurs, la jonction électrique entre les deux files de rails.

Un courant est ainsi lancé en cabine dans le relais R suivant le circuit : terre — piles — i — R — p — P — essieu G — terre (1). De ce chef, le relais R ferme les deux contacts a et b (2) ; dès lors, une partie importante du courant est dérivée par le circuit aA — essieu — G — terre ; c'est ce courant qui maintient l'attraction *constante* de l'armature du relais, malgré les ruptures périodiques de contact qui peuvent se produire en P entre les passages successifs des essieux.

En ce moment, la dérivation de courant par le *déclencheur* D (circuit a — A — B — b — D — E — F — G — terre) est pratiquement nulle parce que la résistance du déclencheur et de son circuit est infiniment plus grande que la résistance des essieux entre B et F .

Lorsque le *dernier* essieu quitte le rail isolé, le courant est complètement envoyé par le circuit : terre — piles — R — a — A — B — b — D — E — F — G — terre. Le déclencheur de pédale fonctionne (voir page 81).

Le déclencheur ayant fonctionné, il est possible d'enfoncer le transmetteur, le signaleur remet d'abord son signal à l'arrêt derrière le train ; il peut alors enfoncer le *transmetteur* et envoyer en même temps le courant de déblocage au poste d'amont (3).

Remarque. — Avec le système de block décrit, le renversement du levier pour la mise au passage de la palette ferme l'interrupteur i (fig. 122) et le courant des piles est envoyé vers la pédale. On dit alors que la pédale est *armée*. Quand le signal est remis à l'arrêt, le courant est coupé.

Il n'en est pas de même dans le type le plus récent.

3. — Description du déclencheur de pédale de block.

Ramené à ses organes essentiels, le déclencheur est constitué, fig. 124 et 125, des éléments suivants :

(1) L'interrupteur i est ouvert lorsque le signal est à l'arrêt

(2) Pour la facilité de l'exposé, le relais R a été dédoublé sur la figure 122.

(3) Rappelons que si le signal est au passage, le transmetteur du poste est calé (page 73 et fig. 116) ; d'autre part, si le déclencheur n'a pas fonctionné, il n'y a pas moyen d'enfoncer le transmetteur.

1°) Un piston plongeur P (le transmetteur) (1) qu'on peut enfoncer à la main mais qui est constamment rappelé vers le haut par le ressort R .

2°) Une tige T , rappelée vers le haut par le ressort r .

3°) Un électro E dont l'armature A , pivotant autour de l'axe O , est rappelée vers la droite par le ressort B .

4°) Un cliquet C , relié à l'armature A .

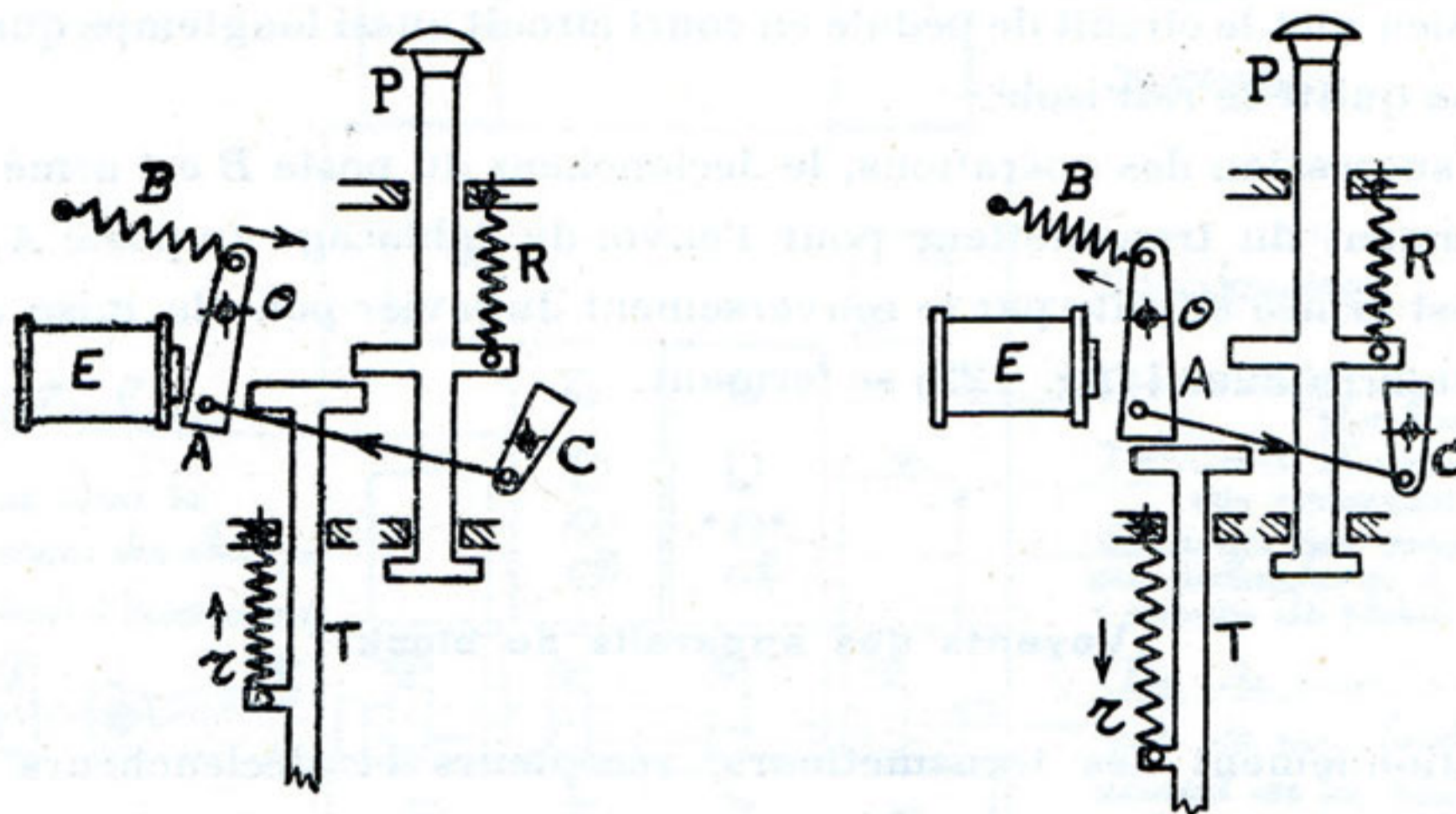


Fig. 124 et 125. — Principe du déclencheur de pédale de block.

La figure 124 représente le déclencheur dans sa position libre, c'est-à-dire *non armé*.

Si on enfonce le piston P , la tige T est entraînée vers le bas, dégageant l'armature A qui, sous l'effet du ressort B , bascule vers la droite et immobilise la tige T dans sa position abaissée (fig. 125).

Dès qu'on le lâche, le piston P remonte, mais le cliquet C , dans sa position nouvelle, empêche de l'enfoncer à nouveau. Le déclencheur reste ainsi armé jusqu'au moment où le dernier essieu du train a franchi le rail isolé. A cet instant, un courant est lancé dans l'électro E , l'armature A est attirée vers la gauche et l'ensemble reprend sa position initiale, c'est-à-dire que la tige T remonte et que le cliquet C s'efface permettant d'enfoncer à nouveau le piston plongeur P du transmetteur.

Résumé :

Ces explications données, nous récapitulerons la question comme suit :

1°) *Le déclencheur*, inséré dans le circuit de pédale, se résume à un électro qui, excité, libère le piston transmetteur.

(1) Le piston transmetteur du poste.

2°) Dans le circuit, *la pédale* agit comme un interrupteur fermé au passage des essieux du train d'où émission d'un courant qui agit sur le déclencheur. Cependant ce courant ne passe par le déclencheur que lorsque le *dernier* essieu a quitté le rail isolé car aussi longtemps qu'il y a un essieu sur le rail isolé, le déclencheur est hors circuit (fig. 122).

A ce moment, le circuit de pédale se rouvre.

3°) L'essieu met le circuit de pédale en court circuit aussi longtemps que le *dernier* essieu n'a pas quitté le rail isolé.

Dans la succession des opérations, le déclencheur du poste *B* est armé le premier par l'enfoncement du transmetteur pour l'envoi du déblocage au poste *A*. La pédale du poste *A* est armée ensuite par le renversement du levier pour la mise au passage du signal, l'interrupteur *i* (fig. 122) se fermant.

* * *

Voyants des appareils de block

Le fonctionnement des transmetteurs, récepteurs et déclencheurs est rendu sensible par la présence de voyants bicolores qui apparaissent derrière des lucarnes. Il existe une lucarne pour chaque appareil (fig. 126).

Les voyants du transmetteur et du récepteur sont :

rouges, quand ces appareils sont en position normale ;

blancs, quand ils sont en position renversée.

Le voyant du déclencheur est :

blanc, quand l'appareil est en position normale ;

rouge, quand l'appareil est en position renversée.

Dans un appareil de block, les cases renfermant les transmetteurs, les récepteurs et les déclencheurs ainsi que les voyants correspondants, sont encore dénommées « *champs* » transmetteurs, récepteurs ou déclencheurs.

Déclencheur nouveau modèle.

1. Avec le déclencheur décrit, rien n'empêche le signaleur, *avant de se bloquer derrière un train*, de transmettre un déblocage pour un deuxième train, pourvu qu'il ait remis son signal à l'arrêt derrière le dernier essieu du premier train.

Le transmetteur peut alors être enfoncé et un courant de déblocage pourrait être envoyé au récepteur du poste d'amont *sans que* le garde-block ait au préalable bloqué électriquement son signal.

C'est d'ailleurs pour parer à ce danger qu'il faut compléter l'installation par le « monocinétique ». Si non, le garde-block pourrait remettre ultérieurement son signal au passage sans avoir au préalable obtenu un déblocage du poste d'aval.

Appareil de block monphasé à 4 champs pour double voie

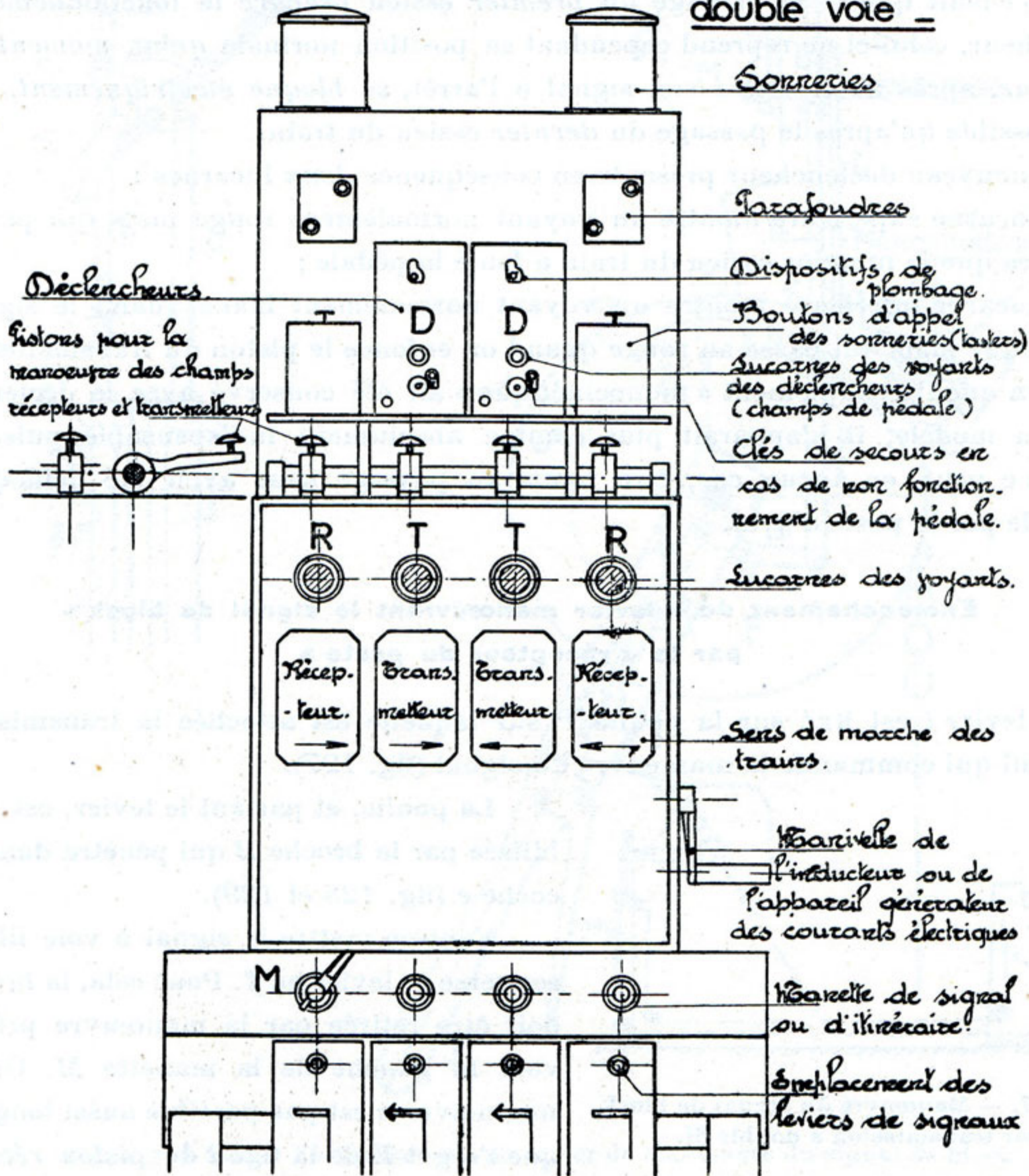


Fig. 126

2. Dans un type de déclencheur plus récent, on matérialise l'obligation pour le signaleur de se rebloquer avant de transmettre un nouveau déblocage vers l'amont.

Dans ce déclencheur nouveau modèle, le premier essieu en foulant la pédale de block prépare comme d'ordinaire le fonctionnement du déclencheur mais, à ce moment, le train a terminé son rôle actif. Cependant, le train joue encore un rôle passif par sa présence sur le rail isolé. En effet, quand on fait passer le courant de déblocage, s'il y a encore un essieu sur le rail isolé, le courant passe à la terre.

Il s'ensuit que si le passage du *premier* essieu *prépare* le fonctionnement du déclencheur, celui-ci ne reprend cependant sa position normale *qu'au moment où le signaleur*, après avoir remis son signal à l'arrêt, *se bloque électriquement*, ce qui n'est possible qu'après le passage du *dernier* essieu du train.

Ce nouveau déclencheur présente en conséquence *deux* lucarnes :

la lucarne supérieure montre un voyant normalement rouge mais qui passe au blanc dès que le premier essieu du train a foulé la pédale ;

la lucarne inférieure montre un voyant normalement blanc quand le signaleur s'est bloqué mais qui passe au rouge quand on enfonce le piston du transmetteur.

Bien que l'accouplement « monocinétique » ait été conservé avec le déclencheur nouveau modèle, il n'apparaît plus comme absolument indispensable puisque le signal ne peut, en aucun cas, être remis au passage sans avoir été déblocé au préalable par le poste d'aval.

Enclenchement du « levier manœuvrant le signal de block » par le « récepteur du poste »

Le levier l est fixé sur la poulie P sur laquelle est attachée la transmission à double fil qui commande la manœuvre du signal (fig. 127).

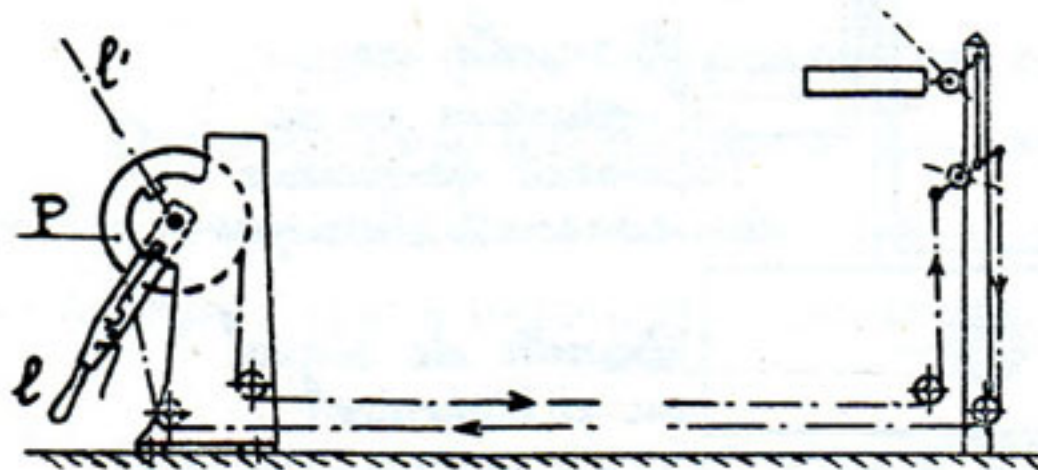


Fig. 127. — Manœuvre du signal de block par transmission à double fil.

La poulie, et partant le levier, est immobilisée par la broche B qui pénètre dans l'encoche e (fig. 128 et 129).

Veut-on mettre le signal à voie libre, on renverse le levier en l' . Pour cela, la broche B doit être retirée par la manœuvre préalable vers la gauche de la manette M . Or cette manœuvre n'est pas possible aussi longtemps que l'ergot E de la tige t du piston récepteur

P_r se trouve en face de la cale t_m , en forme de marteau, solidaire de la manette M et de la broche B .

Lorsque le poste d'aval envoie un déblocage, la tige t du récepteur se relève sous l'action d'un ressort, l'ergot E se relève de même ce qui permet au marteau t_m de passer sous l'ergot E quand on tourne la manette M vers la gauche.

Il est dès lors possible de mettre le signal de block au passage.

En général, les enclenchements sont réalisés par des pièces délicates, c'est pourquoi il faut les compléter par des dispositifs mécaniques plus résistants (sortes

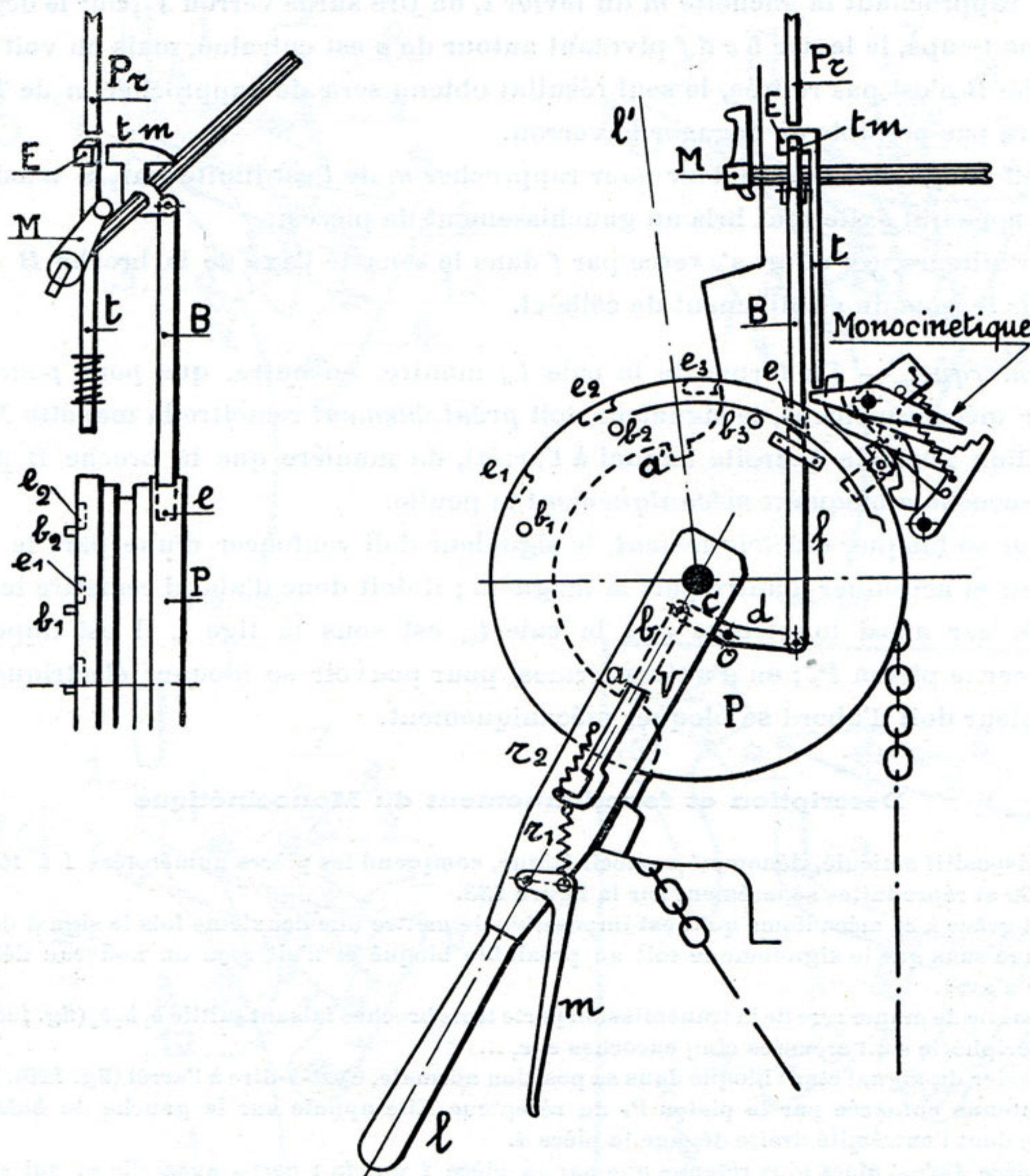


Fig. 128 et 129. — Enclenchement du levier de manœuvre du signal de block par le récepteur du poste.

de relais) qui, eux, peuvent subir des manipulations plus brutales. C'est ainsi que, dans le cas présent, la broche B pourrait être cisillée sous l'effort musculaire développé par le signaleur pour faire tourner la poulie.

Pour y obvier, le levier l est immobilisé dans ses deux positions extrêmes par un verrou V (fig. 129) qui s'engage dans une encoche correspondante $a a'$ du bâti.

Ce verrou est sollicité par les ressorts antagonistes r_1, r_2 .

En rapprochant la gachette m du levier l , on tire sur le verrou V pour le dégager ; en même temps, le levier $b c d f$ pivotant autour de o est entraîné, mais on voit que si la broche B n'est pas retirée, le seul résultat obtenu sera de rapprocher m de l , mais il ne sera pas possible de dégager le verrou.

L'effort que fait le signaleur pour rapprocher m de l est limité par la tension du ressort r_1 ce qui évite tout bris au gauchissement de pièces.

Par ailleurs, cet effort s'exerce par f dans le sens de l'axe de la broche B et non pas dans le sens du cisaillement de celle-ci.

Remarque. — La forme de la cale t_m montre, en outre, que pour pouvoir se bloquer mécaniquement, le signaleur doit préalablement remettre la manette M dans sa position normale à droite (signal à l'arrêt), de manière que la broche B pénètre dans l'encoche e bloquant mécaniquement la poulie.

Pour se bloquer électriquement, le signaleur doit renfoncer d'une part le piston récepteur et actionner d'autre part la magnéto ; il doit donc d'abord remettre le signal à l'arrêt car aussi longtemps que la cale t_m est sous la tige t , il est impossible d'enfoncer le piston P_r ; en d'autres termes, pour pouvoir se bloquer électriquement, le signaleur doit d'abord se bloquer mécaniquement.

Description et fonctionnement du Monocinétique

Le dispositif articulé, dénommé monocinétique, comprend les pièces numérotées 1 à 10 sur la figure 130 et reproduites séparément sur la figure 133.

C'est grâce à ce mécanisme qu'il est impossible de mettre une deuxième fois le signal de block au passage sans que le signaleur se soit au préalable bloqué et n'ait reçu un nouveau déblocage du poste d'aval.

La poulie de manœuvre de la transmission porte trois broches faisant saillie b_1, b_2, b_3 (fig. 128 à 133). Sur sa périphérie sont creusées cinq encoches e_1, e_2, \dots

Le levier du signal étant bloqué dans sa position normale, c'est-à-dire à l'arrêt (fig. 129), la tige t est maintenue enfoncée par le piston P_r du récepteur. Elle appuie sur la gauche du balancier 5 (fig. 130) dont l'extrémité droite dégage la pièce 4.

La pièce 4 n'est alors plus retenue que par la pièce 1 qui fait corps avec elle et qui s'appuie contre la tige t .

Quant au crochet 7, il est maintenu relevé par la pièce 5 appuyant sur la broche en saillie 9 fixée sur le crochet 7 lui-même.

La manette M actionnant la broche B est immobilisée, comme nous l'avons vu, page 85, par l'ergot supérieur E de la tige t , empêchant la rotation de la cale t_m .

La broche B pénètre dans l'encoche de la poulie empêchant toute poussée de la bielle articulée b , elle immobilise ainsi le double verrou V et par conséquent la poulie elle-même.

A la réception d'un déblocage lancé par le poste d'aval, la tige t remonte et provoque les mouvements ci-après du monocinétique (fig. 131).

La pièce 1 qui s'appuyait sur la tige *t* peut, à présent, s'incliner vers la gauche et son bec vient se placer cette fois sous la tige *t*. (Elle empêche, dès lors, un second blocage du récepteur avant les manœuvres du levier *l*, en premier lieu, pour la mise au passage du signal et, en second lieu, pour sa remise à l'arrêt).

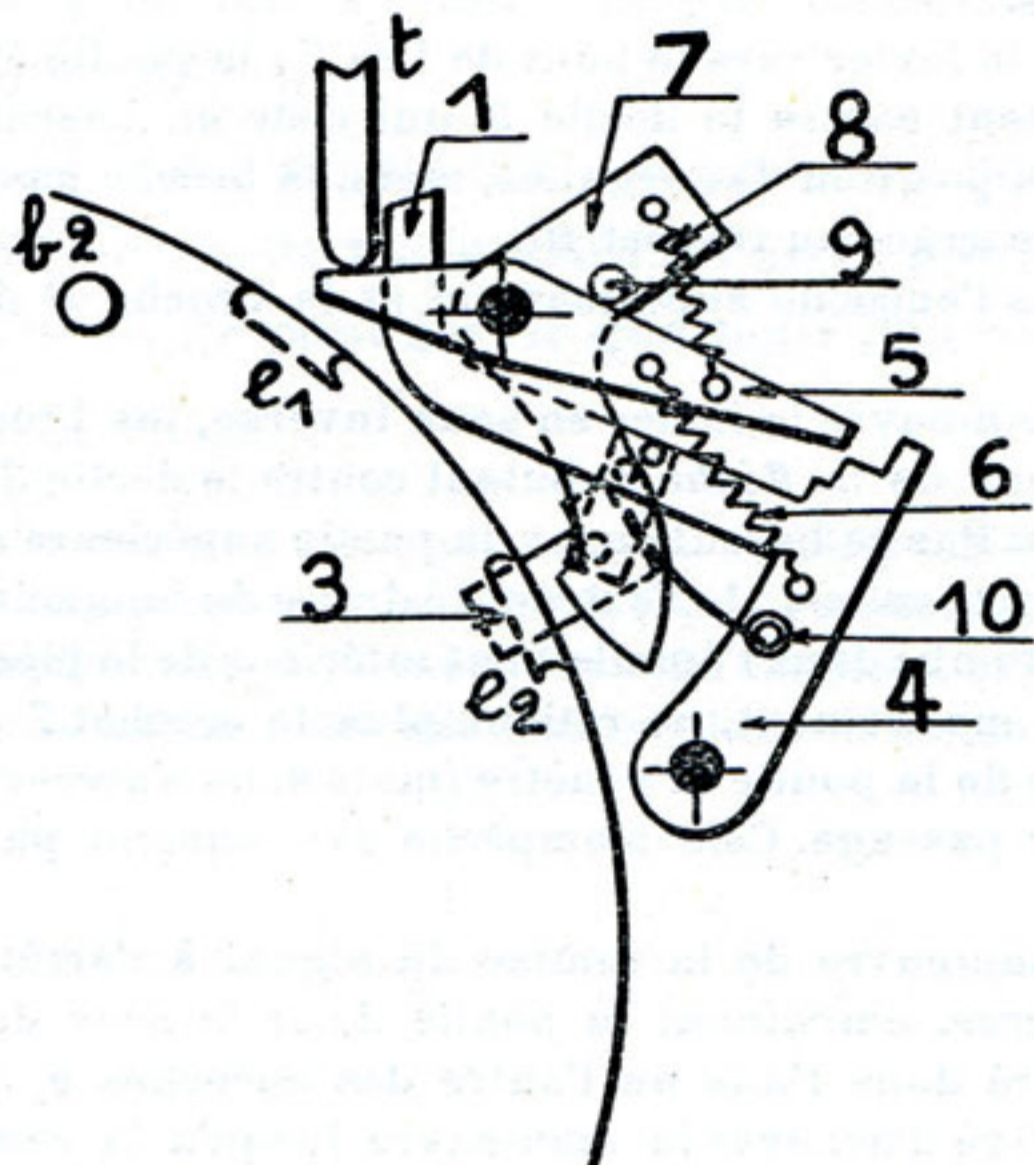


Fig. 130

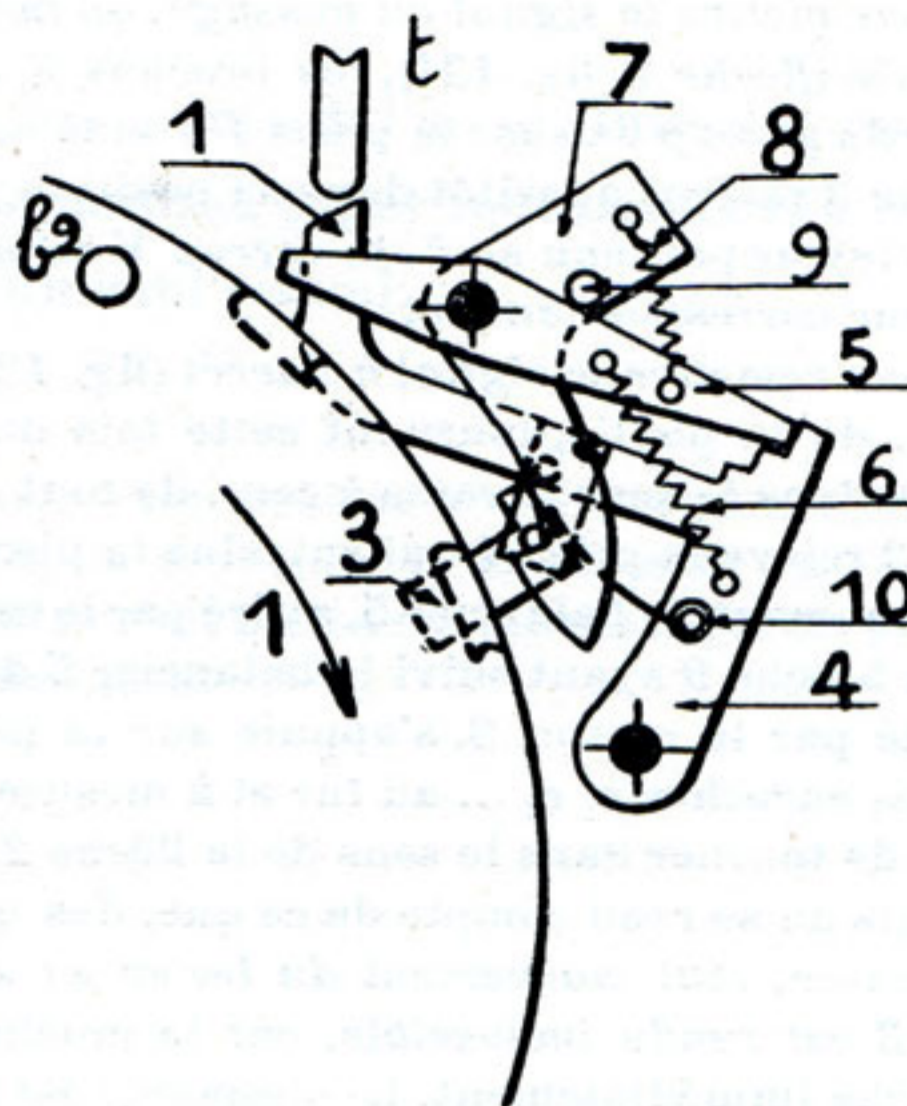


Fig. 131

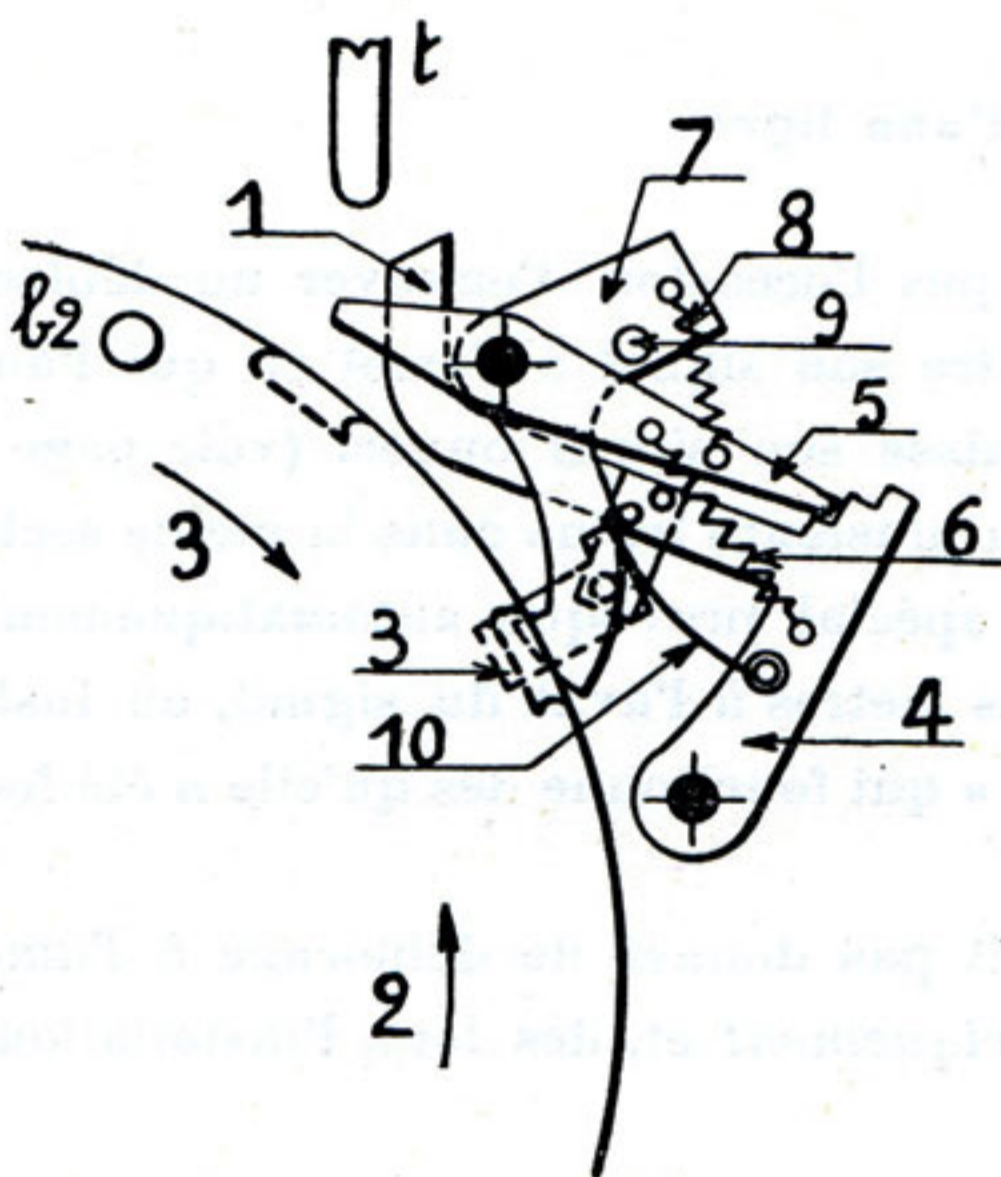


Fig. 132

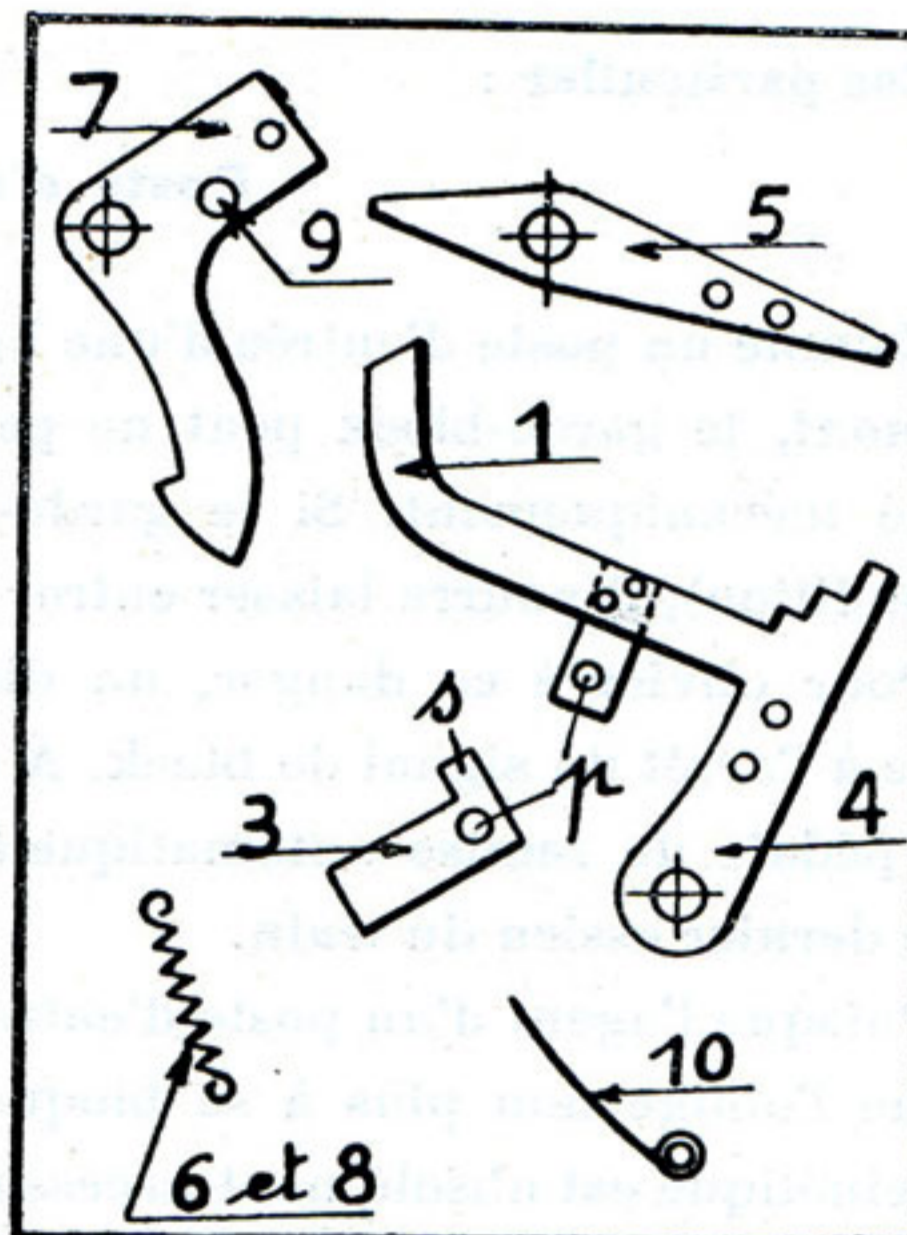


Fig. 133

Monocinétique.

L'extrémité droite du balancier 5 (attirée par le ressort 6) tombe et s'engage dans le redent supérieur de la pièce 4, mais le balancier 5 maintient toujours le crochet 7 écarté de la poulie à cause de la broche en saillie 9.

La rotation vers la gauche du marteau t_m a été rendue libre par la remontée de la tige t , le renversement de la manette M est devenu possible, la broche B étant dégagée de l'encoche, le signal peut être mis au passage.

La manette M étant dans sa position renversée (à gauche), la cale t_m se place sous l'ergot E de la tige t et empêche d'enfoncer le piston récepteur P_r .

Pour mettre le signal au passage, on manœuvre le levier vers le haut de l en l' ; la poulie étant entraînée (flèche 1, fig. 131), les broches $b_1 b_2 \dots$ butent contre le déclic 3, qui cède en basculant autour du pivot p fixé sur la pièce 1-4 sans modifier la position des organes, mais, la broche passée, le déclic 3 revient aussitôt dans sa position primitive grâce au ressort 10.

Le levier parvenu en l' , le verrou V retombe dans l'encoche supérieure a' et la broche B dans l'encoche correspondante e .

Pour remettre le signal à l'arrêt (fig. 132), on manœuvre le levier en sens inverse, les broches $b_1 b_2 \dots$ de la poulie, tournant cette fois dans le sens de la flèche 2, butent contre le déclic 3 qui bascule dans le sens inverse à celui de tout à l'heure. Par ce basculement, la partie supérieure s du déclic 3 relève la pièce 1 qui entraîne la pièce 4 et écarte celle-ci de l'extrémité droite du balancier 5. Dès ce moment, le balancier 5, attiré par le ressort 6, tombe dans l'épaulement inférieur de la pièce 4.

La broche 9 ayant suivi le balancier 5 dans son mouvement, ne retient plus le crochet 7 qui, sollicité par le ressort 8, s'appuie sur la périphérie de la poulie et pénètre (mais sans s'accrocher) dans les encoches $e_1 e_2 \dots$ au fur et à mesure de leur passage. Cela n'empêche évidemment pas la poulie de tourner dans le sens de la flèche 2.

Mais on se rend compte de ce que, dès que la manœuvre de la remise du signal à l'arrêt est commencée, tout mouvement du levier en sens inverse, entraînant la poulie dans le sens de la flèche 3 est rendu impossible, car le crochet 7 ancré dans l'une ou l'autre des encoches $e_1 e_2 \dots$ l'empêche immédiatement. Le signaleur est donc obligé d'achever la manœuvre jusqu'à la remise complète à l'arrêt du levier.

Cas particulier :

Poste d'entrée d'une ligne

Comme un poste d'entrée d'une ligne n'a pas l'occasion d'envoyer un déblocage en amont, le garde-block peut ne pas remettre son signal à l'arrêt ce qui l'aurait bloqué mécaniquement. Si le garde-block laisse son signal ouvert (voir page 73, 3^{me} condition), il pourra laisser entrer deux ou plusieurs trains dans la même section.

Pour obvier à ce danger, un dispositif spécial provoque automatiquement la remise à l'arrêt du signal de block. A quelques mètres à l'aval du signal, on installe une « pédale de remise automatique à l'arrêt » qui fonctionne dès qu'elle a été foulée par le dernier essieu du train.

Puisque l'agent d'un poste d'entrée ne doit pas donner de déblocage à l'amont, rien ne l'oblige non plus à se bloquer électriquement et, dès lors, l'installation du monocinétique est absolument nécessaire.

Il va sans dire que pour pouvoir rouvrir son signal, mis automatiquement à l'arrêt, le garde-block d'un poste d'entrée doit demander et recevoir le déblocage du poste d'aval.

Remarque. — Si plusieurs signaux donnent accès à une section de block, tous ces signaux doivent être reliés à un seul et même enclenchement monocinétique, ou bien tous les enclenchements monocinétiques des différents signaux doivent être rendus solidaires.

Si l'un des signaux a été mis au passage, puis remis à l'arrêt, tous les signaux de départ sont enclenchés à l'arrêt par le monocinétique (1) et tout déblocage envoyé de l'aval, ne peut servir que pour l'ouverture d'un seul signal.

(1) S'il n'en était pas ainsi, il serait possible après avoir renversé un levier de signal à la faveur d'un déblocage reçu et l'avoir remis en position normale, de renverser le levier d'un autre signal donnant accès à la même section de block et ce, à la faveur du même déblocage reçu. On pourrait donc admettre ainsi deux trains dans la même section de block.

CHAPITRE IV

Longueur des sections de block

L'espacement *minimum* entre les postes de block est la longueur L nécessaire pour qu'un train arrêté devant le signal B d'un poste soit efficacement couvert par le signal A du poste précédent, soit de 1.000 à 1.200 mètres (fig. 134) (1).

L'espacement *maximum* ne dépasse guère 4 kilomètres pour la raison qu'un train de voyageurs roulant par exemple à la vitesse moyenne de 60 km/h (1.000 mètres par minute) mettra 4 minutes pour dégager la section de block et les trains ne pourront se suivre qu'à cette cadence.

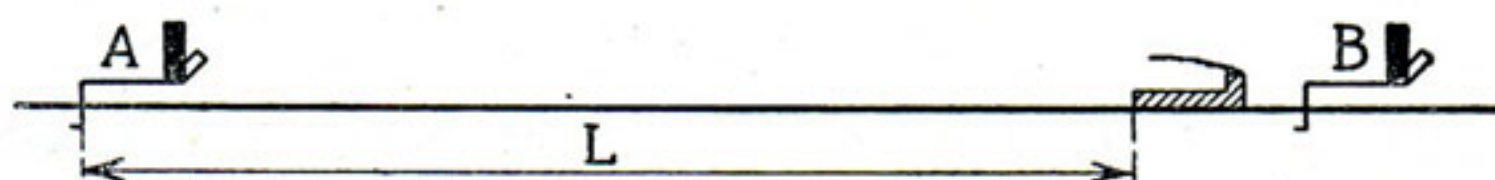


Fig. 134

Les lignes étant le plus souvent parcourues également par des trains de marchandises dont la vitesse moyenne descend à quelque 30 km/h, ceux-ci mettront 8 minutes pour dégager une section de 4 km.

Sur la ligne de Bruxelles-Midi à Gand-St. Pierre qui n'est parcourue que par des trains de voyageurs à allure rapide et relativement espacés, la longueur des sections atteint et dépasse même exceptionnellement 9 km en hiver. En été, par suite de la saison balnéaire, on remet en service des blocks intermédiaires distants au maximum de 5 km.

Il est clair que l'espacement des postes de block doit être d'autant plus petit que le trafic est plus intense.

Si sa vitesse est grande, la section sera rapidement libérée, l'espacement des postes de block peut donc être d'autant plus grand que la vitesse des trains est elle-même plus grande. Par ailleurs, comme la vitesse est, toutes choses égales,

(1) A la S. N. C. B., le signal de block est caractérisé sur les plans en ajoutant au symbole du signal d'arrêt absolu un petit rectangle incliné vers le haut (fig. 134).

fonction du profil en long, il s'ensuit que les rampes et les pentes réagissent sur la longueur des sections.

L'intensité du trafic à considérer est celle du moment de la journée où la ligne est le plus chargée tandis que la vitesse à envisager est celle du train le plus lent.

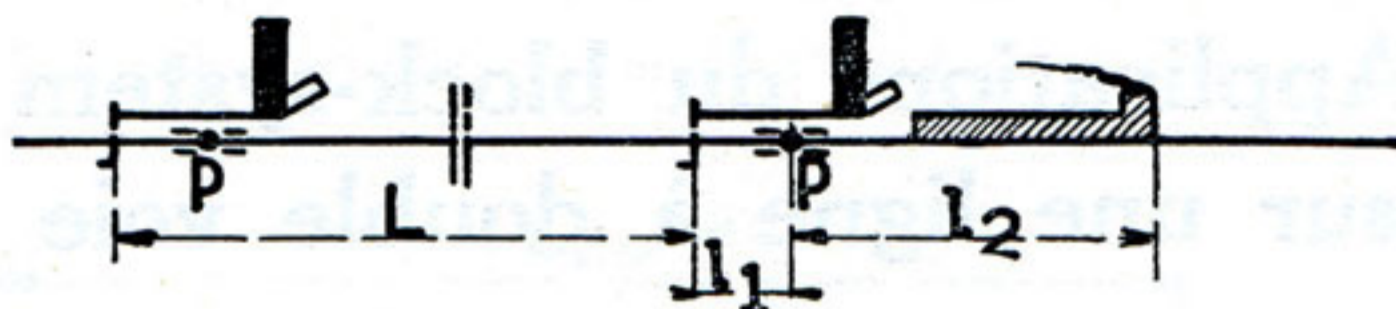


Fig. 135. — Temps nécessaire pour dégager une section de block.

Aux approches des gares, comme au départ de celles-ci, les trains roulant plus lentement, on rapproche d'ordinaire les postes de block.

Remarquons qu'il est souvent possible d'accroître le débit d'une ligne rien qu'en raccourcissant les sections de block.

Dans la détermination du temps t nécessaire pour dégager une section de block, il faut tenir compte de ce que le train doit dépasser la pédale p de toute sa longueur l_2 (fig. 135).

$$t = \frac{L + l_1 + l_2}{v}$$

CHAPITRE V

Applications du block-system sur une ligne à double voie

Sectionnement d'une ligne.

Dans l'étude du sectionnement de la ligne, on est naturellement amené à choisir les stations pour y établir un poste de block.

On y ajoute, autant que de besoin, des postes intermédiaires en pleine voie.

Les signaux des postes de block des stations doivent être placés à l'extrémité des quais d'embarquement, vers l'aval (en B, fig. 136), de manière à servir en même temps de signaux de départ aux trains qui s'arrêtent à la station.

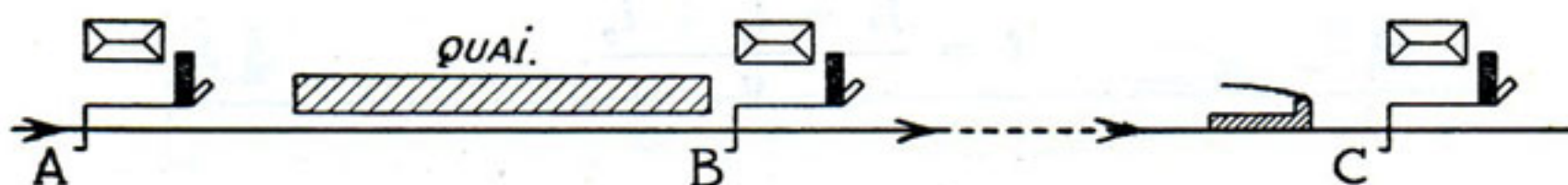


Fig. 136. — Sectionnement d'une ligne.

Cet emplacement prévient :

- 1° des accidents aux personnes ;
- 2° des retards aux trains.

En effet, imaginons que le signal de block soit placé à l'amont du quai (en A). Chaque fois que la section de block d'aval AC sera occupée, tout train, avant de faire arrêt en gare, sera d'abord retenu devant le signal de block à l'arrêt à l'entrée A de la gare. Les voyageurs, voyant la station proche, seront tentés de débarquer à un endroit dépourvu de quais, d'où risque d'accident.

L'arrêt à l'entrée de la station donnerait lieu à un retard que l'on évite en plaçant le signal à l'extrémité aval B du quai. En effet, pendant que les voyageurs débarquent et embarquent, le train précédent poursuit sa route et la section d'aval est généralement libérée avant le moment venu du départ du train arrêté à quai.

1^{er} cas d'application.

Station intermédiaire d'une ligne à double voie dans laquelle s'effectuent des manœuvres pour le dépôt et l'enlèvement des wagons chargés et vides, mais qui ne

sert pas au garage des trains soit parce que les besoins de l'exploitation ne le demandent pas, soit parce que les voies de la gare n'ont pas une longueur suffisante pour garer un train.

Pour signaler la station, il faut considérer les deux sens de marche et rechercher les points dangereux à couvrir à 50 mètres (fig. 137).

Les signaux de block *P* et *Q* sont placés à l'extrémité des quais.

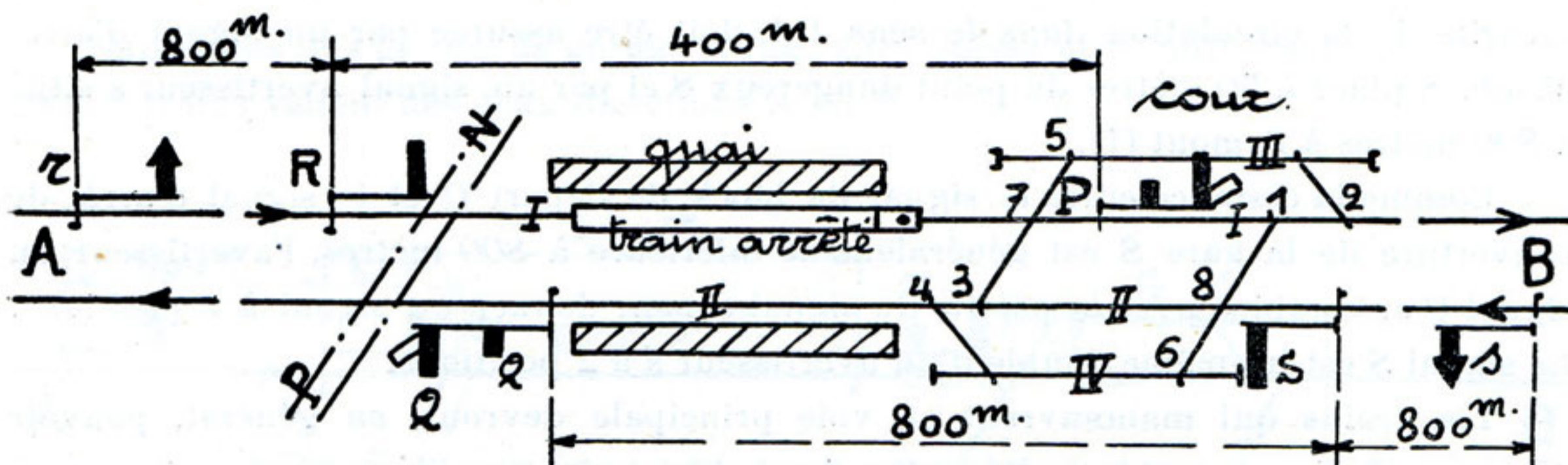


Fig. 137. — Signalisation d'une station intermédiaire d'une ligne à double voie.

Sens AB.

La locomotive d'un train stationnant sur la voie *I* rebrousse (1) sur la voie *III* par l'aiguillage 2 pour y déposer ou prendre des wagons (mouvement 1-2-III), ou refoule sur la voie *IV* par l'aiguillage 1 (mouvement I-1-6-IV).

Sens BA.

La locomotive d'un train stationnant sur la voie *II* rebrousse sur la voie *IV* par l'aiguillage 4 (mouvement II-4-IV) ou sur la voie *III* par l'aiguillage 3 (mouvement II-3-5-III).

Les liaisons 3-5 et 1-6 créent des points dangereux à l'endroit où elles recoupent les voies principales en 7 et en 8. Quand une rame en manœuvre emprunte la liaison 3-5, recoupant la voie principale *I*, la sécurité de la circulation dans le sens *AB* doit être assurée par un signal *R* placé à 50 mètres du point dangereux 7.

Si, comme c'est fréquemment le cas, il existe un passage à niveau (P. N.) aux abords de la gare, c'est à 50 mètres de ce passage à niveau que l'on place le signal *R*.

(1) Ces mouvements par rebroussement sont prévus pour éviter le danger des aiguillages abordés en pointe dans le garage direct.

Eu égard à la distance, le signal avertisseur du signal de block *P* se combine avec la palette d'arrêt absolu du sémaphore *R* pour donner une palette unique d'arrêt *R* mais à 3 positions.

Quant à l'avertisseur *r* du signal *R*, il sera constitué par une palette avertisseur à 3 positions, puisque les deux signaux d'arrêt absolu consécutifs suivants *R* et *P* sont distants de moins de 800 mètres (1).

Quand une rame emprunte la liaison 1-6, recoupant la voie principale *II*, la sécurité de la circulation *dans le sens BA* doit être assurée par un signal d'arrêt absolu *S* placé à 50 mètres du point dangereux 8 et par un signal avertisseur *s* situé à 800 mètres à l'amont (1).

Comme la distance entre le signal de block de départ *Q* et le signal d'arrêt de couverture de la gare *S* est généralement inférieure à 800 mètres, l'avertisseur du signal *Q* se combine avec la palette du signal *S* pour donner un signal à 3 positions. Le signal *S* est lui-même doublé d'un avertisseur *s* à 2 positions.

Les trains qui manœuvrent en voie principale devront, en général, pouvoir dépasser le signal de block *P* ou *Q*, afin de libérer les aiguillages 1, 2 ou 3, 4 pour exécuter leurs mouvements de refoulement vers les voies à marchandises. C'est pour autoriser le dépassement du signal *P* ou *Q* par le train en manœuvre qu'on ajoute à ces signaux *une palette de manœuvre* à deux positions (horizontale ou relevée à 45°).

Exécution de la manœuvre.

Le train attendu se présente régulièrement devant le signal *P*.

A l'approche du train, le garde-block met la palette de *manœuvre* de *P* à 45° (2) tout en laissant la grande palette à l'arrêt.

Remarquons que *la pédale de block n'est pas armée par la mise au passage de la palette de manœuvre* et, partant, elle n'agit pas, quand elle est foulée par la rame en manœuvre ; la section *R-P* reste donc occupée.

La manœuvre étant complètement terminée, le garde-block remet la palette de manœuvre à l'arrêt. C'est alors seulement et, pour autant que l'heure de départ du train soit proche, que le garde du block *P* demande le déblocage au poste d'aval. Ce déblocage reçu, le signaleur met la grande palette du block *P* au passage et le train quitte la gare.

(1) Distances de répétition :

800 mètres sur les lignes sur lesquelles la vitesse maximum est ≤ 100 km/h.

1.000 mètres sur les lignes sur lesquelles la vitesse est ≤ 120 km/h.

1.200 mètres sur les lignes sur lesquelles la vitesse dépasse 120 km/h.

(2) *Palette de manœuvre.* Rappelons que dans les stations, la palette de manœuvre relevée à 45° autorise la manœuvre ; quand elle est verticale, elle autorise le garage.

2^m cas d'application.

Station intermédiaire servant au garage des trains qui doivent être dépassés par d'autres plus rapides.

Ce garage peut se faire par rebroussement ou directement.

a) Garage par rebroussement.

Supposons que la voie de garage *G* (fig. 138) puisse être indifféremment utilisée par les trains venant des deux directions *A* ou *B*.

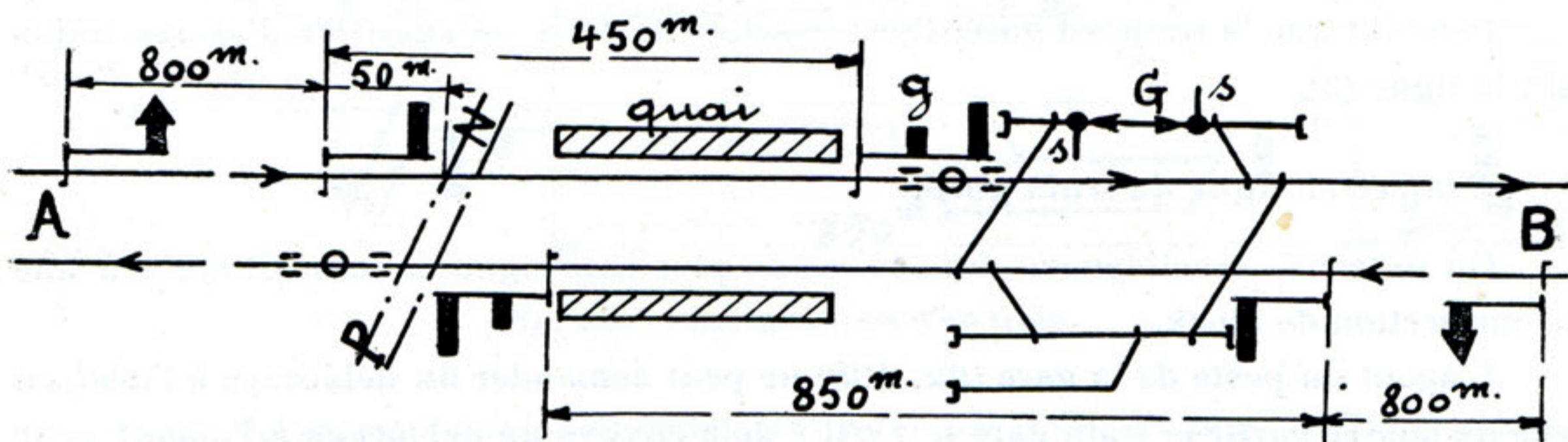


Fig. 138. — Garage d'un train par rebroussement.

La signalisation s'établit de la même manière que pour le premier cas, mais, ici, la palette de manœuvre pourra prendre 3 positions, la troisième (position verticale) étant celle qui, par définition, autorise le garage.

Par la mise à 90° de la palette de garage *g*, la pédale n'a pas été armée. Seule, la mise au passage de la grande palette armerait la pédale (1).

Le train en se garant foule donc la pédale sans actionner le champ déclencheur de block. Cependant, le train garé est sorti de la section de block, il faut donc agir sur le champ déclencheur sinon on ne pourrait plus envoyer de déblocage à l'amont et, puisque le train ne peut lui-même remplir cet office, on fait intervenir matériellement le chef de station de la manière suivante :

Aussitôt que la palette de garage est verticale, une sonnerie tinte dans le bureau du chef de station et avertit de la sorte le chef de station que le garage s'effectue à ce moment.

(1) La pédale empêche l'envoi d'un déblocage aussi longtemps que le train pour lequel le déblocage précédent a été donné ne soit sorti de la section.

Dès que le garage est complètement terminé, le chef de station appuie sur un taster (contact électrique) placé à côté de la sonnerie. Il fait ainsi fonctionner *en cabine* le champ de pédale et le garde-block peut de nouveau transmettre un déblocage à l'amont. Pendant la durée d'enfoncement du taster le tintement de la sonnerie cesse (1).

Quant au garde-block, il entend et voit fonctionner le champ de pédale ce qui signifie que le train est complètement garé ; il peut et doit donc remettre la palette de garage à l'arrêt.

A ce moment, le tintement de la sonnerie dans le bureau du chef de station cesse définitivement.

Pendant que le train est garé, il est possible de faire se succéder d'autres trains sur la ligne (2).

Rentrée en ligne du train garé.

On se trouve sensiblement dans le cas où plusieurs signaux donnent accès à une même section de block.

L'agent du poste de la gare (fig. 138) ne peut demander un déblocage à l'*aval* en vue de laisser partir le train garé n° 1 s'il a déjà envoyé un déblocage à l'*amont* pour un autre train n° 2.

Dans ce cas, il pourrait se faire que le train n° 2 pour lequel le déblocage a été transmis à l'amont, arrive à la station au moment où le signaleur, venant de recevoir de l'aval le déblocage pour le train n° 1 garé, mette un instant le signal de block au passage pour le départ du train garé.

Le mécanicien du train n° 2 entrant en gare à ce moment pourrait donc croire que c'est pour lui que le signaleur met le signal de block au passage et se croire ainsi autorisé à pénétrer dans la section d'aval, d'où danger de prise en écharpe ou de collision.

C'est pourquoi, un signaleur qui a envoyé un déblocage à l'amont, ne peut, sous aucune prétexte, ouvrir le signal de block pour permettre au train n° 1 garé de quitter la gare, si ce signal est aussi celui que doit observer le train n° 2 attendu.

(1) La sonnerie et le taster installés dans le bureau du chef de station, sont placés dans une armoire fermée à clé. Cette clé doit toujours être en possession du chef de station (ou de son délégué) qui seul est qualifié pour actionner le taster libérant la section.

Par ailleurs, avant d'appuyer sur le taster, le chef de station doit s'assurer de visu de ce que le train garé a effectivement dégagé la voie principale.

(2) Sur les figures 138 et 139, les lettres s indiquent des signaux à main.

b) *Garage direct.*

On considère (fig. 139) l'aiguillage *a*, donnant accès à la voie de garage (cette fois, pris en pointe), comme celui d'une bifurcation en pleine voie ; il s'ensuit que le signal de block est remplacé par un sémaphore chandelier *S*.

Le mâtereau de droite est surélevé puisqu'il se rapporte à la voie non déviée ; celui de gauche se rapporte à la voie de garage.

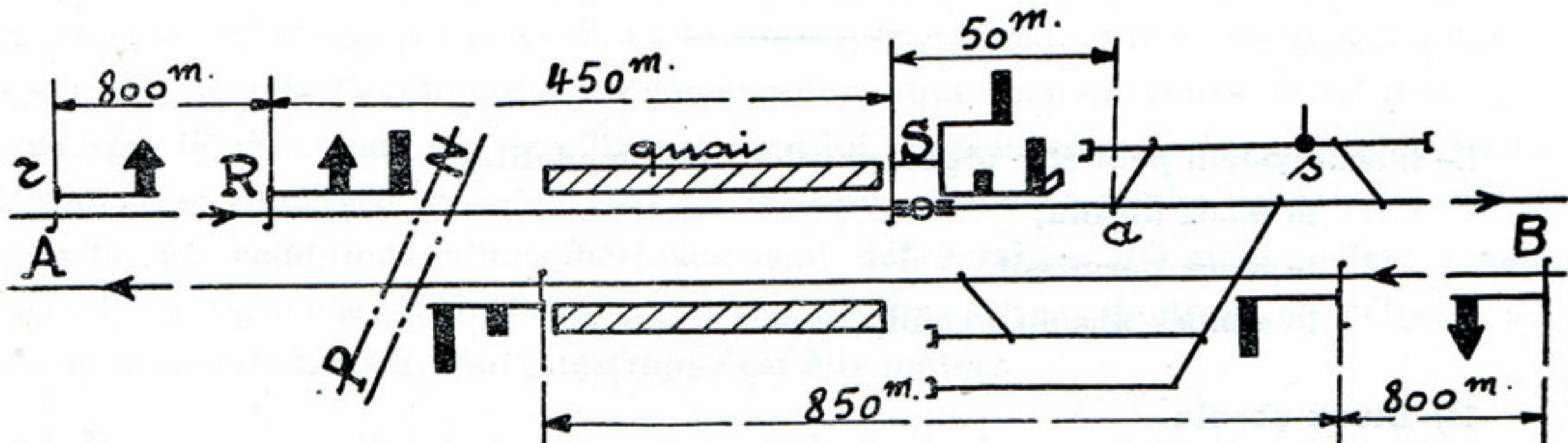


Fig. 139. — Garage direct d'un train.

Ce chandelier est répété, conformément aux principes, au moyen d'une palette avertisseur à 3 positions placée sur le sémaphore d'entrée *R* (1).

L'avertisseur *r* du signal d'entrée *R* répètera à la fois les indications des deux signaux d'arrêt absolu *R* et *S*, il sera donc aussi à 3 positions.

Le mâtereau surélevé du chandelier sera également muni d'une petite palette de manœuvre pour les manœuvres en voie principale.

Pour le départ du train garé, il faut et il suffit que le garde-block de la gare reçoive le déblocage de l'aval.

(1) 1^{re} partie, page 17.

CHAPITRE VI

Modalités du block-system

Le block-system peut être organisé selon trois modalités :

- le block absolu,
- le block permissif,
- le « block absolu » conditionnel.

1°) Block absolu.

Il est caractérisé par l'interdiction *absolue* de laisser pénétrer un train dans une section occupée, sauf le cas d'appareils dérangés ou d'accident. Ce système est appliqué en Belgique, en Allemagne, en Angleterre, en Hollande et sur une partie des Chemins de fer français.

2°) Block permissif.

Un train peut pénétrer dans une section occupée. Le mécanicien est autorisé à franchir le signal de couverture à l'arrêt mais il sait que la section est occupée et il doit régler sa marche en conséquence. En général, on exige que le train marque d'abord l'arrêt devant le signal placé à l'entrée de la section et attende quelques minutes avant de pénétrer dans celle-ci.

Ce système est indispensable avec *le block automatique*, l'absence d'agent au poste de block ne permettant pas au mécanicien de connaître la cause du maintien du signal dans sa position d'arrêt.

3°) « Block absolu » conditionnel.

Après avoir marqué un temps d'arrêt (5 minutes par exemple), au pied du signal couvrant la section occupée, le train peut pénétrer dans cette section mais *moyennant certaines formalités* (bulletin de pénétration), le mécanicien marchant à vue. Ce système est appliqué sur les lignes des régions Nord et Est de la Société Nationale des Chemins de fer français.

Comparaison.

La comparaison des trois systèmes doit se faire de deux points de vue : sécurité et débit de la ligne, étant entendu que la question de sécurité est prédominante.

1°) *Sécurité.* — Il nous paraît incontestable que le block absolu est celui qui donne la sécurité maximum.

Avec les blocks permissif et absolu conditionnel, ne peut-on craindre que le mécanicien d'un rapide trouvant, par exemple, fréquemment le *même* signal à l'arrêt (pour des raisons d'exploitation) et constatant chaque fois, au cours de sa marche à vue, que la voie reste toujours libre devant lui, ne peut-on craindre qu'il s'habitue à rouler avec confiance jusqu'au jour où le train précédent tombe en détresse ? Si ce jour-là, les conditions atmosphériques sont défavorables (tempête, neige, orage, brouillard) ou si c'est la nuit et si par surcroît le feu arrière du train en détresse est éteint accidentellement, une catastrophe est à redouter.

2°) Quant au *débit de la ligne*, avec le block absolu, le retard d'un train dans une section retarde l'ouverture des signaux des sections *d'amont* alors qu'avec les blocks permissif et absolu conditionnel, seul le premier train et quelquefois le second perdent du temps. Dans ce dernier cas, le débit de la ligne est plus grand, les trains se succédant plus rapidement. Mais on ne doit pas perdre de vue que, pendant le temps d'arrêt au pied du signal et pendant l'échange éventuel des formalités dans le cas des blocks permissif et conditionnel, le train aurait eu souvent le temps, dans le cas du block absolu, de dégager la section occupée. On peut, par ailleurs, corriger l'inconvénient signalé pour le block absolu en recourant à des sections de block plus courtes.

CHAPITRE VII

Block-system automatique

(656.256.3)

A. Principe.

Avec le block-system automatique, les signaux sont mis au passage ou à l'arrêt par le train lui-même, sans intervention manuelle.

Les différents organes du block automatique doivent naturellement travailler toujours dans le sens de la sécurité ; ils doivent donc être combinés de telle façon qu'une défaillance éventuelle d'appareillage ne puisse jamais donner une fausse indication de voie libre, mais commande au contraire l'arrêt ou le ralentissement du train.

Quelles sont les raisons qui militent en faveur du block automatique ?

1°) L'intensité du service des trains.

L'exploitation par trains courts et fréquents peut suffire parfois à imposer le block automatique. Les opérations du block manuel sont lentes et, quand il s'agit, par exemple, d'écouler les trains à intervalles de 3 en 3 minutes, la régularité du service devient précaire à la moindre perturbation.

Le block automatique offre sur le block manuel l'avantage d'un fonctionnement beaucoup plus rapide.

2°) L'économie résultant de la suppression du personnel gardes-blocks.

Évidemment, c'est un bilan à établir. Il faut que les charges supplémentaires d'intérêts, d'amortissement et d'entretien soient inférieures à l'économie en salaires entrevue.

Si le coût du block automatique sur une section déterminée est, pour fixer les idées, de 15.000.000 frs. Les charges d'intérêts seules à 4 %, (sans l'amortissement) représenteront 600.000 frs par an.

Si, d'autre part, une équipe de 3 gardes-blocks par poste coûte 60.000 en salaires (3×20.000 frs) par an (chiffres de 1939). Il faudra pouvoir supprimer $\frac{600.000}{60.000} = 10$ équipes de 3 agents pour couvrir les charges financières, sans économie.

A cet égard, il faut distinguer le cas où le personnel du block manuel ne fait que cela de celui où ce personnel est occupé à d'autres travaux.

Fréquemment, le block est desservi par les gardes-barrières des passages à niveau ou par le personnel des stations.

Souvent, on a pu supprimer les gardes-blocks qui étaient installés dans une cabine indépendante mais proche de la gare, en transférant les appareils dans le bâtiment même de la gare, à portée du personnel de celle-ci.

En ce qui concerne les gardes-barrières des passages à niveau, la question a quelque peu changé d'aspect.

Le coût élevé de ce gardiennage a incité les chemins de fer à réduire sérieusement le nombre des passages à niveau (1) ou à supprimer le gardiennage lui-même en installant aux passages à niveau des signaux d'avertissement acoustiques et lumineux.

Là où le gardiennage des passages à niveau a disparu, la dépense en salaires du personnel affecté à la manœuvre du block a dû être imputée *entièrement* à la signalisation ; la desserte du block manuel est donc devenue plus coûteuse.

3°) L'électrification des voies ferrées a entraîné sur certains réseaux l'emploi de la signalisation lumineuse de jour et de nuit.

Or, celle-ci créait des conditions techniques et financières favorables à l'établissement simultané du block automatique.

* * *

Les postes de block n'étant pas gardés, le block automatique est nécessairement un block « permissif », c'est-à-dire qu'un mécanicien, trouvant un signal à l'arrêt, peut le franchir après avoir marqué l'arrêt et avoir attendu un certain temps ou bien après avoir marqué l'arrêt et avoir observé certaines consignes. De toutes manières, le mécanicien doit ensuite rester maître de sa vitesse de façon à pouvoir arrêter son train dans la zone visible devant lui.

Le block automatique s'applique aussi bien sur les lignes sur lesquelles les trains sont remorqués par la vapeur que sur celles exploitées par traction électrique, les signaux pouvant affecter la forme de signaux mécaniques à voyants entraînés par moteurs électriques ou la forme de panneaux lumineux dont les feux sont commandés directement par des relais électriques.

* * *

(1) Par suppression pure et simple quand ils étaient de peu d'importance, par détournement de chemins vers d'autres passages à niveau nécessairement gardés, par la construction d'ouvrages d'art (passages supérieurs ou inférieurs).

Avant d'entrer dans le détail des modalités diverses d'exécution, nous ne pourrions mieux faire pour dégager le principe du block automatique que d'exposer le problème réduit à son expression la plus simple (fig. 140 et 141).

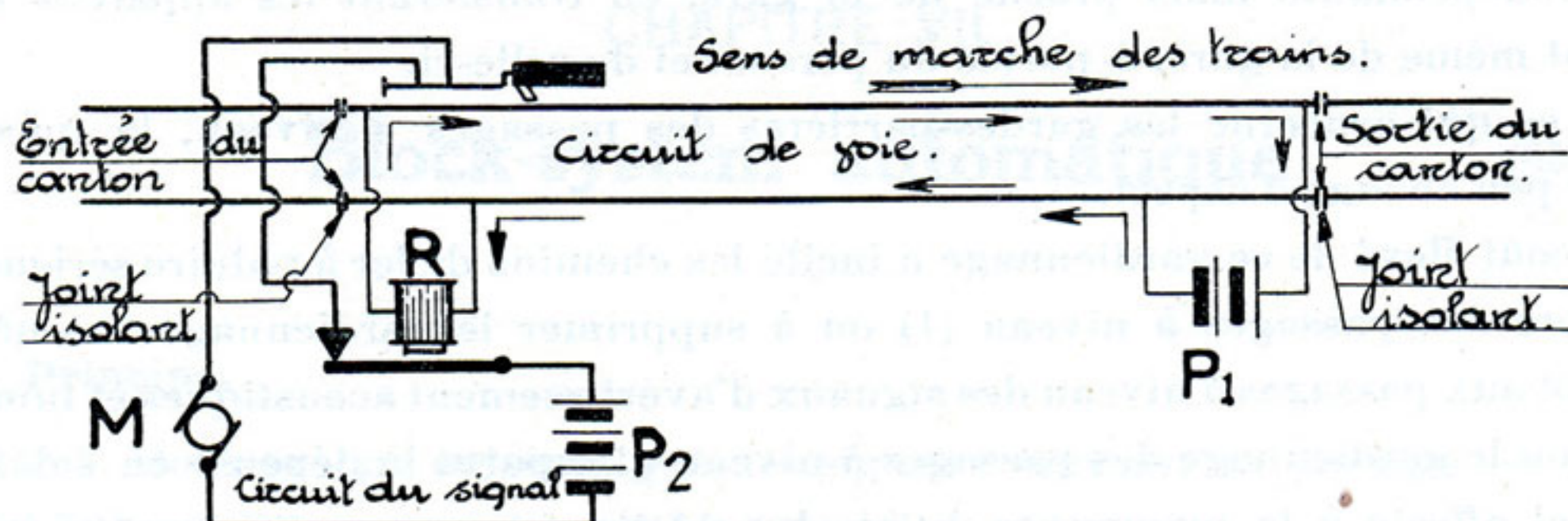


Fig. 140. — Schéma de principe du block automatique à sections ouvertes avec signalisation mécanique.
Canton libre.

Pour assurer l'espacement des trains sur une même voie et éviter les rattrapages, la voie est divisée en sections ou cantons de longueur variable mais pouvant atteindre 2 kilomètres.

L'entrée de chaque canton est commandée par un signal.

Le block automatique est basé sur l'emploi de *circuits de voie* actionnant des *relais*.

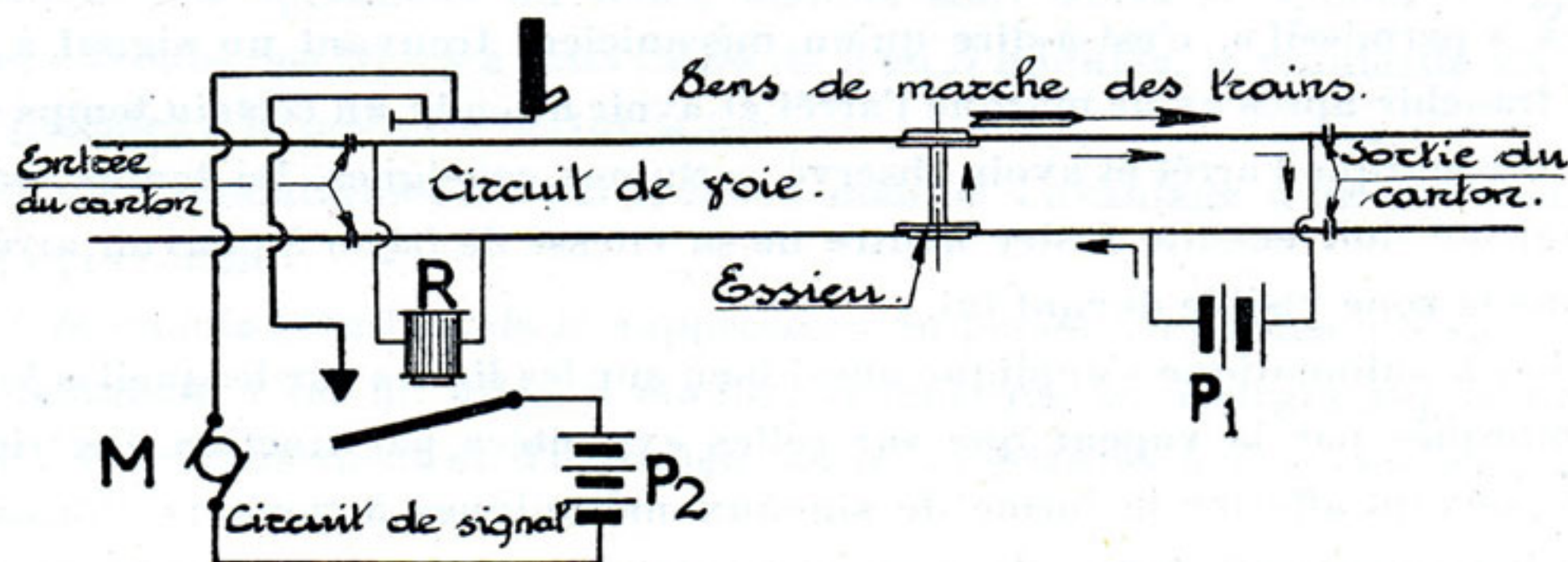


Fig. 141. — Canton occupé.

Ces relais, selon qu'ils sont excités ou non, ferment ou ouvrent d'autres circuits qui commandent les moteurs des signaux à voyants ou qui assurent l'allumage et l'extinction des feux des panneaux lumineux.

Les circuits de voie sont réalisés de la manière suivante (fig. 140).

Chaque canton constitue un circuit électrique formé par les deux files de rails et terminé à ses deux extrémités par des joints isolants. L'isolement du joint est constitué

par une plaque intercalaire en cuir ou en caoutchouc ; les bouts des rails étant assemblés par des éclisses en bois comprimé et bakéliné ou par des éclisses métalliques isolées des rails par des fourrures en fibre bakélinée.

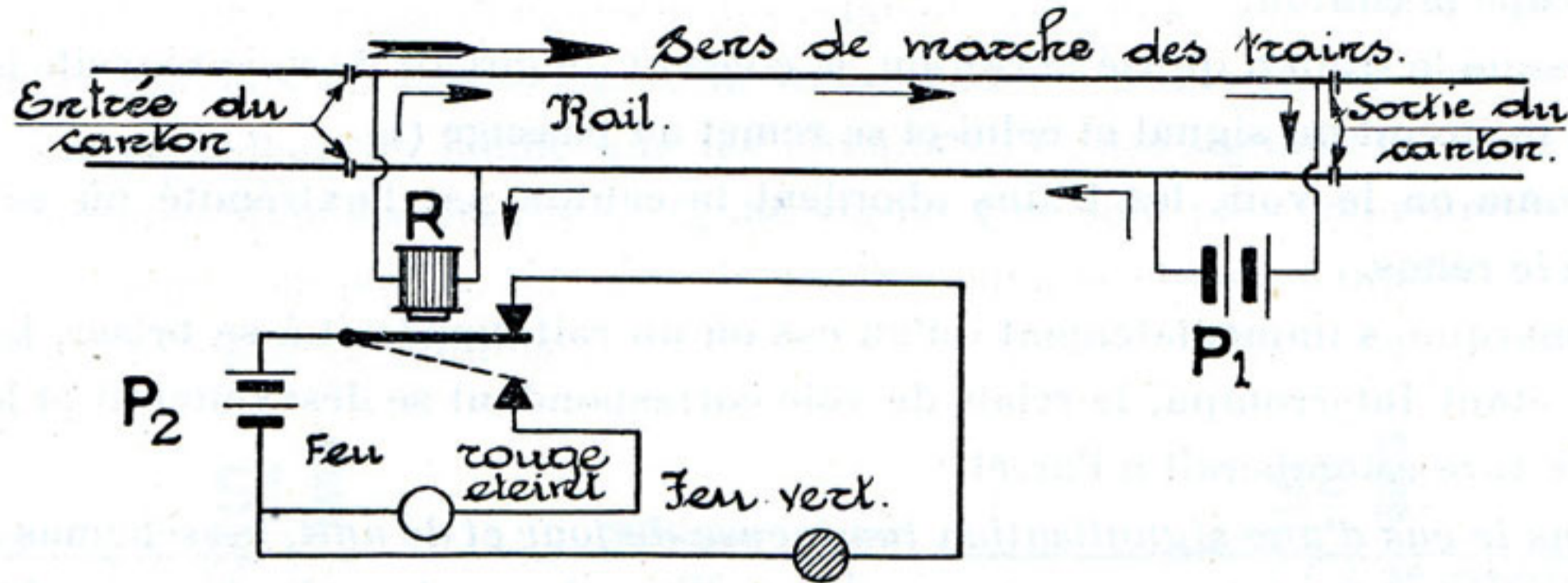


Fig. 142. — Schéma de principe du block automatique à sections ouvertes avec signalisation lumineuse de jour et de nuit.
Canton libre.

Ce circuit est parcouru par un courant de faible tension (1 ou 2 volts) fourni, du côté aval, en P_1 , par une pile, un accu ou un transformateur si l'on fait usage du courant alternatif.

A l'amont, c'est-à-dire du côté opposé à l'alimentation, un relais R est branché sur les deux rails conducteurs.

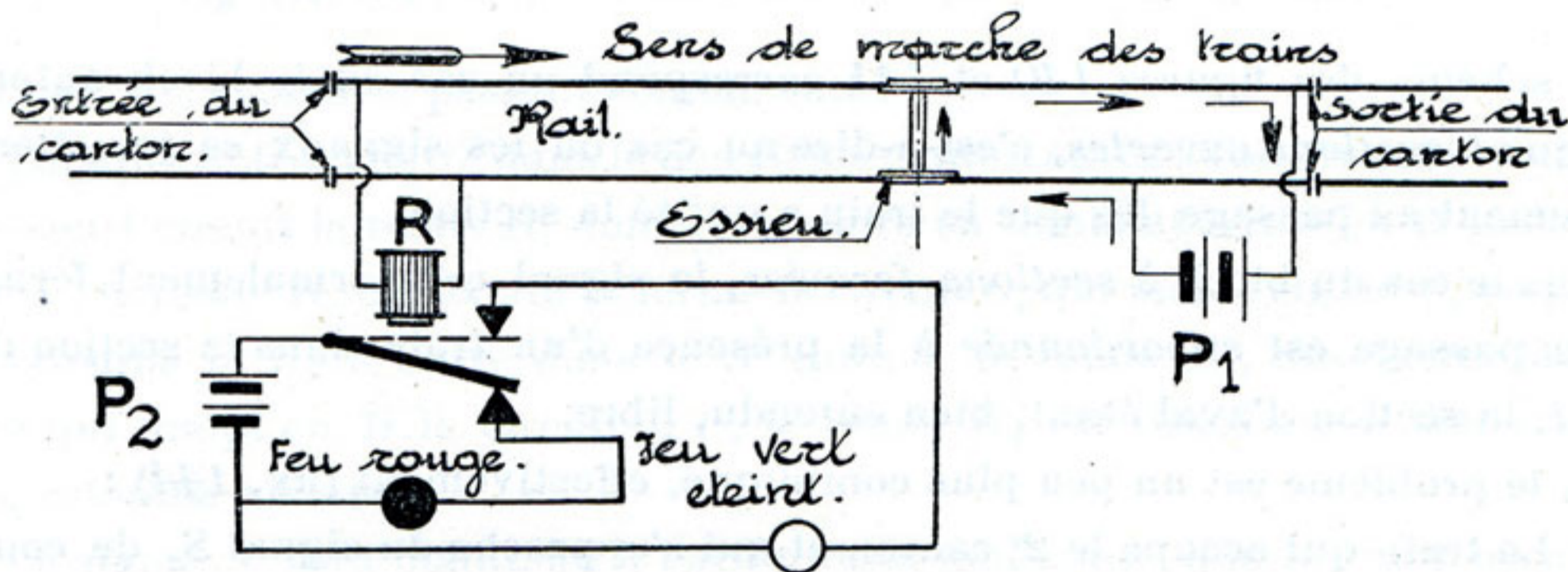


Fig. 143. — Canton occupé.

Lorsque le canton n'est occupé par aucun train, le relais reçoit normalement le courant du circuit de voie, il attire son armature qui ferme le circuit du signal (fig. 140).

La pile P_2 envoie un courant dans le moteur M dont la rotation entraîne le signal vers sa position d'ouverture.

Au contraire, lorsqu'un train entre dans le canton, le courant du circuit de voie est dérivé par les essieux et les roues du train. Le relais de voie R , ne recevant plus

un courant suffisant, lâche l'armature ; celle-ci ouvre le circuit du signal qui retombe à l'arrêt sous l'effet de la gravité, assurant ainsi la protection du canton occupé (fig. 141).

Le train se couvre donc lui-même et maintient le signal à l'arrêt aussi longtemps qu'il occupe le canton.

Lorsque le train a quitté le canton, le courant du circuit de voie réexcite le relais, fermant le circuit du signal et celui-ci se remet au passage (1).

Comme on le voit, les trains abordent le canton par l'extrémité où se trouve branché le relais.

Remarquons immédiatement qu'au cas où un rail viendrait à se briser, le circuit de voie étant interrompu, le relais de voie correspondant se désexciterait et le signal de couverture retomberait à l'arrêt.

Dans le cas d'une signalisation lumineuse de jour et de nuit, les schémas de principe, simplifiés à l'extrême, se présenteraient comme le montrent les figures 142 et 143.

Quand le canton est libre, l'armature du relais R excité ferme le circuit du feu vert qui apparaît et ouvre le circuit du feu rouge qui s'éteint.

Quand un train occupe la section, le relais est désexcité et c'est le feu rouge qui apparaît et le feu vert qui s'éteint.

* * *

Sections ouvertes — Sections fermées

Le schéma des figures 140 et 141 correspond au cas où le block automatique fonctionne à *sections ouvertes*, c'est-à-dire au cas où les signaux se remettent automatiquement au passage dès que le train a quitté la section.

Dans le cas du block à *sections fermées*, le signal est normalement fermé et sa mise au passage est *subordonnée* à la présence d'un train dans la section de block *d'amont*, la section *d'aval* étant, bien entendu, libre.

Ici, le problème est un peu plus compliqué, effectivement (fig. 144) :

1°) Le train qui occupe le 2^e canton et qui s'approche du signal S_2 de couverture du 3^e canton, doit provoquer la mise au passage de ce signal *d'aval*, pour autant bien entendu que le 3^e canton ne soit pas occupé.

2°) Le train doit provoquer la remise à l'arrêt du signal de protection S_2 dès qu'il a dépassé celui-ci.

(1) Le relais se désexcite et le signal se remet à l'arrêt dès que le *premier* essieu du train pénètre dans le canton, mais le signal *d'amont* restera à l'arrêt aussi longtemps que le *dernier* essieu du train occupe le canton *d'amont*.

3°) Enfin, aussi longtemps qu'il n'est pas sorti du 3^e canton, le train doit bloquer à l'arrêt le signal S_2 qui le protège de manière que le train suivant ne puisse le mettre au passage avant que le canton soit libéré. D'où la nécessité d'un *circuit de relais supplémentaire* placé sous le contrôle des relais de voie des deux cantons successifs.

Nous retrouvons sur le schéma de la figure 144 les relais R_1, R_2 des circuits de voie du cas précédent, de même que les circuits C_1, C_2 des signaux S_1, S_2 de couverture des cantons. Mais les circuits C_1, C_2 des signaux ne sont plus commandés par les relais R_1, R_2 mais bien par les relais R_3, R_4 insérés dans le circuit supplémentaire l_2, l_1 de liaison entre les deux cantons.

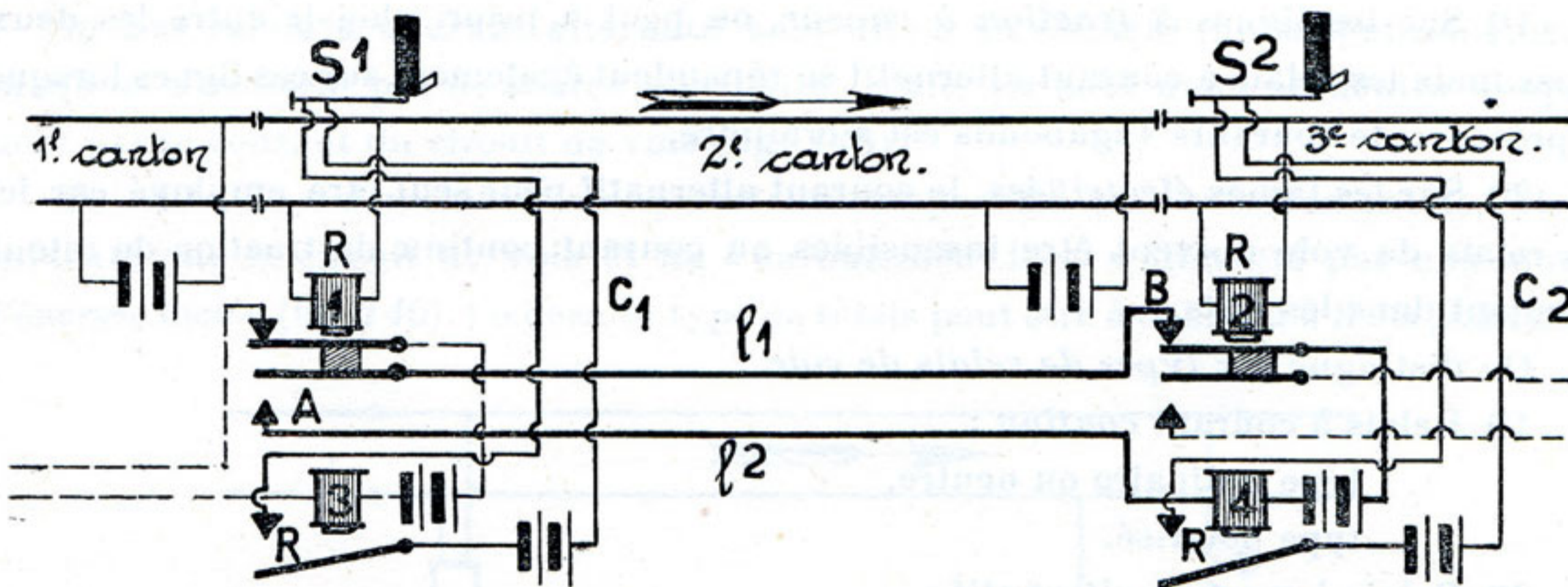


Fig. 144. — Principe du block automatique à sections fermées.

Dès lors, les choses se passent comme suit :

1°) Lorsque le train entre dans le deuxième canton après avoir franchi le signal S_1 , il met en court circuit le relais R_1 , dont l'armature en tombant ferme en A le circuit de liaison l_2, l_1 , le relais R_4 est excité et ferme le circuit C_2 qui met le signal S_2 au passage.

2°) Lorsque le train entre dans le 3^e canton, le relais R_2 , désexcité, lâche son armature qui rompt en B le circuit l_2, l_1 , le relais R_4 est désexcité à son tour et le signal S_2 retombe à l'arrêt.

3°) Le signal S_2 sera maintenu à l'arrêt aussi longtemps que le train occupera le troisième canton.

Il ne s'ouvrira de nouveau qu'à l'approche d'un second train qui aura dépassé le signal S_1 et pour autant, bien entendu, que le troisième canton soit libre (1).

* * *

(1) En tête de ligne, les signaux de couverture du premier canton se confondent généralement avec les signaux de départ d'une grande gare et sont manœuvrés *manuellement* d'un poste de signalisation.

Remarque. — Il existe encore d'autres modalités. telle que le block automatique à *allumage d'approche*. Dans ce système, les signaux sont normalement éteints et leur allumage est provoqué par l'engagement d'un train sur le circuit de voie qui précède le signal.

Ce système vise à réaliser une économie de courant et présente, par ailleurs, un certain intérêt du point de vue de la protection contre les attaques aériennes.

B. Relais de voie.

Les relais de voie peuvent être à courant *continu* ou à courant *alternatif*.

1°) Sur les lignes à *traction à vapeur*, on peut à priori choisir entre les deux types mais les relais à courant alternatif se répandent également sur ces lignes lorsque la présence de courants vagabonds est à craindre.

2°) Sur les lignes *électrifiées*, le courant alternatif peut seul être employé car ici les relais de voie doivent être insensibles au courant continu de traction de retour circulant dans les rails.

On distingue six types de relais de voie :

1°) Relais à courant *continu* :

type ordinaire ou neutre,
type polarisé.

2°) Relais à courant *alternatif* :

type ordinaire à un élément,
type ordinaire à deux éléments,
type polarisé à deux éléments,
type de fréquence à deux éléments.

a) Relais à courant continu.

Les relais à *courant continu* sont en général des relais ordinaires ou neutres, à deux positions :

1°) électro excité, armature attirée et donnant des contacts hauts ;
2°) électro désexcité, armature abandonnée et donnant des contacts bas.

Les relais à courant continu du type *polarisé* par un aimant permanent peuvent donner trois positions ; ils sont munis de deux armatures :

une armature neutre qui fonctionne comme celle d'un relais du type neutre,
une deuxième armature polarisée par un aimant permanent et qui pivote dans un sens ou dans l'autre, suivant le sens du courant dans les deux bobines de l'électro. Il s'ensuit qu'en dehors de la position de repos, on peut avoir, lorsque l'électro est excité, deux contacts hauts différents, l'un à droite, l'autre à gauche.

Les relais à courant continu offrent les *avantages* suivants :

- faible prix d'achat,
- simplicité de montage,
- facilité d'entretien,
- sûreté de réglage,
- consommation d'énergie 8 à 10 fois plus faible comparée à celle des relais à courant alternatif.

Par contre, ils présentent l'*inconvenient* d'être facilement affectés par les courants étrangers aux circuits de voie.

b) Les relais à courant alternatif sont dits à *un élément* (un seul enroulement) lorsqu'ils n'utilisent pas de source auxiliaire locale. Ils sont donc alimentés uniquement par le courant du circuit de voie (fig. 145).

Ils sont dits à *deux éléments* quand ils comportent un « enroulement de voie », alimenté par le circuit de voie et un « enroulement local » alimenté par une source d'énergie locale (fig. 146). Ce dernier type de relais peut être à *deux* ou à *trois positions*.

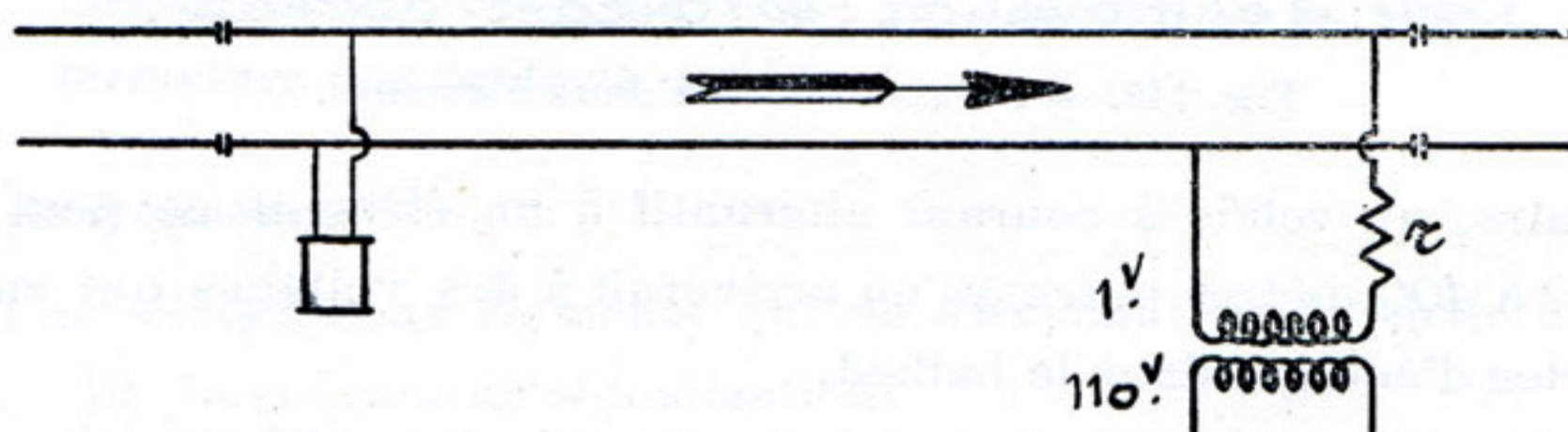


Fig. 145. — Relais de voie à un élément.

Le relais à *un élément* convient aux zones très courtes (300 à 400 mètres). Son montage s'effectue de la même manière que pour un relais à courant continu (fig. 145).

L'alimentation de la zone est faite par un transformateur qui abaisse le courant d'alimentation générale de 110 volts à une tension de l'ordre de *un* volt. Une résistance ou impédance de réglage et de protection *r* est connectée entre le transformateur et la voie.

Dans le relais à *deux éléments*, l'*élément local* est constamment en charge à la tension de distribution (ordinairement 110 volts), l'*élément de commande* (circuit de voie) ne reçoit qu'une tension de 1/2 volt environ (fig. 146).

Pour que ce relais s'excite, les deux enroulements doivent être parcourus par des courants *d'intensité* et *de phase* bien déterminées.

Le relais est excité quand le canton est libre ; il retombe en position de repos dès que les files de rails sont court-circuitées par les essieux d'un train.

Comparés aux relais à un élément, les relais à deux éléments présentent l'avantage que la consommation totale peut être répartie inégalement entre les deux enroulements et qu'on peut ainsi reporter presque toute la puissance nécessaire sur le circuit local *bien isolé*.

Le courant de commande venant du circuit de voie qui parcourt l'autre enroulement n'ayant qu'une faible puissance à fournir (intensité et voltage faibles), il est possible d'allonger les sections jusqu'à 3 ou 4 km sans que les pertes par le ballast soient excessives.

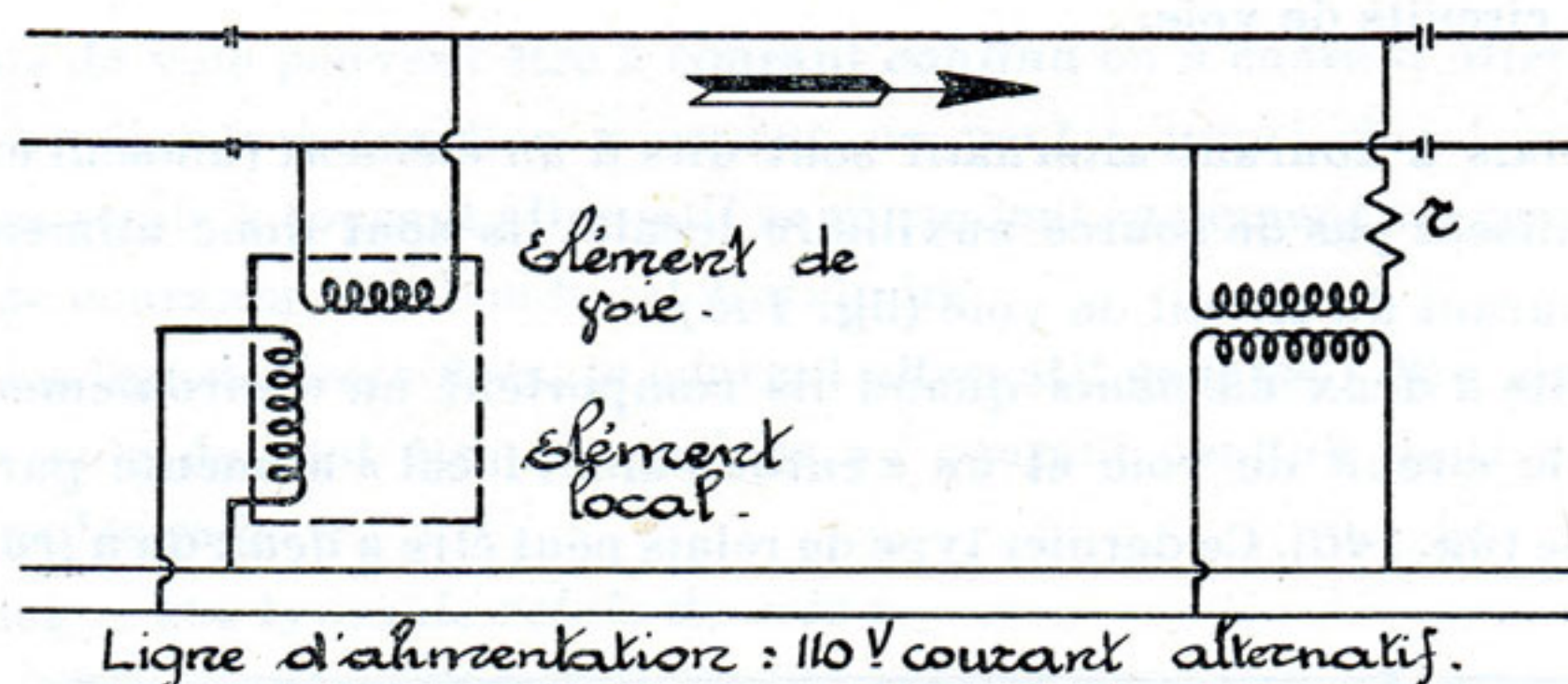


Fig. 146. — Relais de voie à deux éléments.

Au contraire, un relais à courant alternatif à un élément ne peut être utilisé au-delà de 300 à 400 mètres parce qu'on arriverait à des voltages qui entraîneraient de grosses pertes d'énergie dans le ballast.

Cependant la consommation des relais à courant alternatif est très supérieure à celle des relais à courant continu.

Les relais à courant alternatif à 2 éléments présentent une grande sécurité contre les courants vagabonds car ils ne peuvent fonctionner que si les deux enroulements reçoivent des courants ayant exactement la même fréquence.

Les relais à courant alternatif à deux éléments (deux enroulements inducteurs) sont les plus employés (fig. 146).

Ils fonctionnent :

soit sur le principe du galvanomètre, une bobine *mobile* qui reçoit le courant de commande (émanant du circuit de *voie*) est placée dans le champ d'un enroulement *fixe* alimenté par un circuit *local*,

soit sur le principe des moteurs à courant alternatif dont le rotor est soumis aux deux champs magnétiques produits l'un, par une source *locale* de courant alternatif, l'autre, par le courant de *voie*, les deux courants présentant entre eux une différence de phase voisine de 90° et qu'on peut régler par résistances, impédances ou condensateurs.

La partie mobile est l'organe d'entraînement des contacts du relais.

On associe toujours aux transformateurs d'alimentation une résistance ou impédance qui, comme la résistance ohmique dans le cas du courant continu, limite le débit.

On se sert de l'impédance pour régler le déphasage entre les deux enroulements du relais.

Certains relais comportent en outre un *condensateur* permettant de faire varier le déphasage.

Dans les relais à deux éléments comportant *trois* positions, l'une d'elles est obtenue par le déphasage dans un sens, du courant de voie et du courant local, l'autre étant obtenue par le déphasage dans le sens opposé. Il en résulte que le passage d'une position extrême dans une autre peut s'obtenir par l'inversion des connexions de l'enroulement de voie.

Il existe aussi des relais à deux éléments à courant alternatif du type *polarisé*. Ce sont des relais qui peuvent non seulement fermer ou couper un circuit, mais aussi le fermer dans un sens ou dans l'autre, c'est-à-dire qui peuvent donner *trois positions* :

- position neutre ou de repos,
- fermeture des contacts avant,
- fermeture des contacts arrière.

Relais de fréquence.

Il s'agit de relais à deux éléments qui ne s'excitent qu'à partir d'une fréquence déterminée, celle du courant de signalisation.

On y a recours sur les lignes à traction électrique à courant alternatif (25 périodes par seconde ou $16 \frac{2}{3}$ périodes par seconde) pour lesquelles les relais de signalisation (courant à 50, 60 ou 100 périodes par seconde) doivent être insensibles aux effets du courant de traction.

* * *

C. Chevauchement des sections.

Sur les lignes à trafic intense, on doit raccourcir les sections de block et accélérer les vitesses. Il est alors prudent de prévoir des dispositions spéciales pour éviter qu'un train n° 1 arrêté un peu au-delà d'un signal ne soit tamponné par un train n° 2 suivant dont le mécanicien n'aurait pas observé à temps ce même signal en position d'arrêt. C'est surtout important avec le block permissif.

Deux moyens sont employés :

- les signaux d'avertissement,
- le chevauchement des sections.

1°) Nous avons déjà parlé des signaux avertisseurs *franchissables à l'arrêt*, ils préviennent les mécaniciens de la position dans laquelle ils doivent s'attendre à trouver le signal suivant.

Ils leur permettent ainsi de rouler avec plus d'assurance, c'est-à-dire de maintenir une vitesse élevée tout en ayant la possibilité de respecter les signaux commandant l'arrêt (1).

2°) La position des joints isolants peut être prévue avec ou sans *chevauchement* des sections.

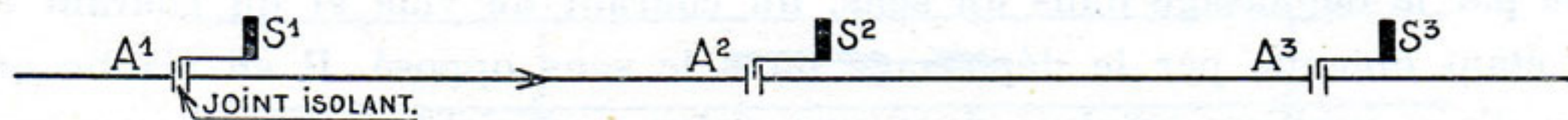


Fig. 147. — Block automatique sans chevauchement.

Lorsque le block automatique est établi sans chevauchement, chaque signal de couverture est implanté à l'origine même (A_1, A_2, \dots) du circuit de voie (fig. 147).

En cas de *chevauchement ordinaire* (fig. 148), l'origine des circuits de voie est décalée vers l'aval par rapport à l'origine des cantons d'une longueur $l = A_1 B_1$ que l'on dénomme « chevauchement » et qui, normalement, est égale à la distance d'arrêt d'un train en cas de freinage d'urgence.

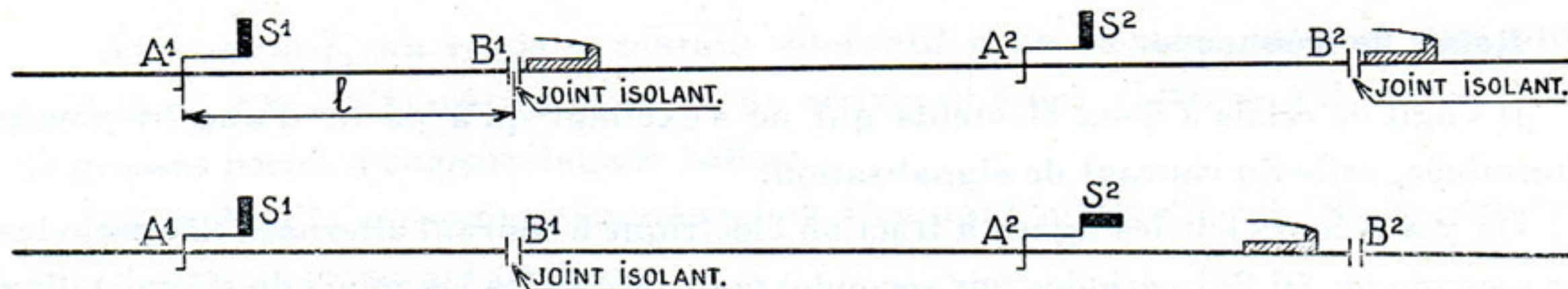


Fig. 148 et 149. — Chevauchement ordinaire.

Dans ces conditions, le signal S_1 se ferme quand le premier essieu du train dépasse le point B_1 et il ne peut se rouvrir que lorsque le dernier essieu a dépassé le point B_2 .

Si donc un train s'arrête au-delà du point B_2 (fig. 148), il est protégé par la longueur du chevauchement $A_2 B_2$ dans le cas où le mécanicien d'un train suivant dépasserait le signal S_2 à l'arrêt.

Mais si un train, passé sous S_2 à voie libre (fig. 149), s'arrête en amont de B_2 , entre A_2 et B_2 , il sera sans doute protégé par le signal précédent S_1 , mais comme le signal S_2 est toujours à voie libre (2), ce train pourrait être tamponné par un train suivant qui se serait arrêté devant S_1 , mais qui, s'étant remis en marche (3),

(1) 1^{re} partie, page 6 et suivantes.

(2) La section de chevauchement n'étant pas entièrement franchie.

(3) Le block automatique étant permissif.

continuerait indûment sa route voyant S_2 au passage. On évite ce danger par le chevauchement absolu.

Chevauchement absolu.

Ici (fig. 150), chaque canton comprend deux circuits de voie successifs :

- 1°) la petite section ou chevauchement proprement dit $A_1 B_1, A_2 B_2$, qui s'étend immédiatement en aval des signaux S_1, S_2 (350 mètres par exemple) ;
- 2°) la grande section $B_1 A_2, B_2 A_3$ (1.500 mètres par exemple).

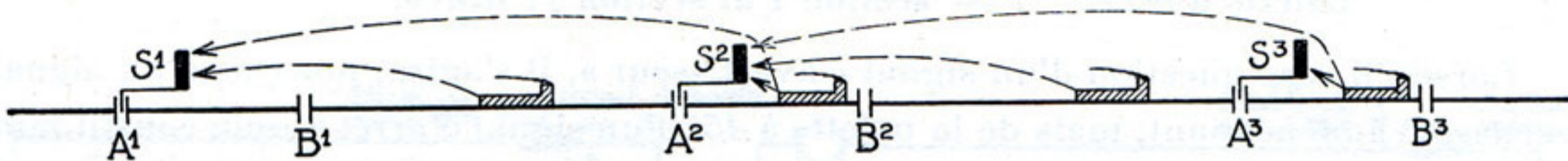


Fig. 150. — Chevauchement absolu.

Le montage est tel que tout train occupant uniquement la grande zone $B_1 A_2$, extérieure au chevauchement, est protégé par le seul signal S_1 alors qu'un train inscrit à l'intérieur de la petite section $A_2 B_2$ est protégé par les deux signaux S_2, S_1 .

D. Section tampon :

On peut aussi donner au chevauchement $A_1 B_1, A_2 B_2$ (fig. 150), une longueur égale à celle du canton de même origine ; il y a alors toujours entre deux trains au moins une section entière, c'est le système de la section tampon.

Exemple. — Un train occupant un canton $A_2 A_3$ (fig. 147) est protégé par les deux signaux S_2, S_1 qu'il maintient à l'arrêt. Il ne libérera le signal S_1 qu'après avoir mis le signal S_3 à l'arrêt, c'est-à-dire après avoir complètement dépassé celui-ci.

E. Block-system automatique sur une ligne à traction vapeur.

Nous considérons le cas de l'exploitation à sections ouvertes.

La ligne est supposée équipée de signaux mécaniques à voyants.

Les circuits de voie sont à courant continu.

Ils sont alimentés par un élément de pile de forte capacité donnant 1,2 volt.

Un câble, établi le long de la voie, contient :

- 1°) la ligne d'alimentation des moteurs des signaux et des électros de maintien ;
- 2°) les circuits de commande des avertisseurs.

Les palettes des signaux sont mises en mouvement par des moteurs série à courant continu.

Dans tous les schémas qui vont suivre, les circuits parcourus par le courant électrique sont dessinés en traits pleins ; les circuits momentanément sans courant, en traits interrompus (1).

Considérons les sections *I*, *II*, *III*, couvertes par les signaux *A*, *B*, *C* dont les palettes peuvent occuper trois positions :

par exemple, pour le signal *A* :

palette horizontale = position d'arrêt pour la section *I* occupée,
 palette à 45° = section *I* libre mais section *II* occupée,
 palette à 90° = section *I* et section *II* libres.

Lorsqu'il sera question d'un signal « avertisseur », il s'agira, non pas d'un signal avertisseur indépendant, mais de la palette à 45° d'un signal d'arrêt absolu constituant le signal d'avertissement du signal suivant.

Schéma I (fig. 155).

Un train se présente devant le signal *A*. Les sections *I*, *II*, *III* étant supposées libres, les relais de voie R_I , R_{II} , R_{III} sont excités.

Tous les signaux sont au passage dans la position à 90° .

Considérons le cas du signal *A*.

La palette *A* étant à 90° , le circuit du moteur est coupé par les contacts de palette A^1 et A^2 (partie inférieure gauche du schéma *I*).

Le relais de ligne r_B (qui, à l'emplacement du signal *A*, contrôle la position de la palette *B*) est excité parce que le contact de palette B^5 est établi (palette *B* à 90°).

Les contacts R_I^2 du relais de voie, r_B^2 du relais de ligne et A^4 du contact de palette étant établis, l'électro de maintien E_1 retient la palette du signal *A* dans sa position d'ouverture à 90° (2).

(1) Les symboles des figures 151 et 152 signifient :

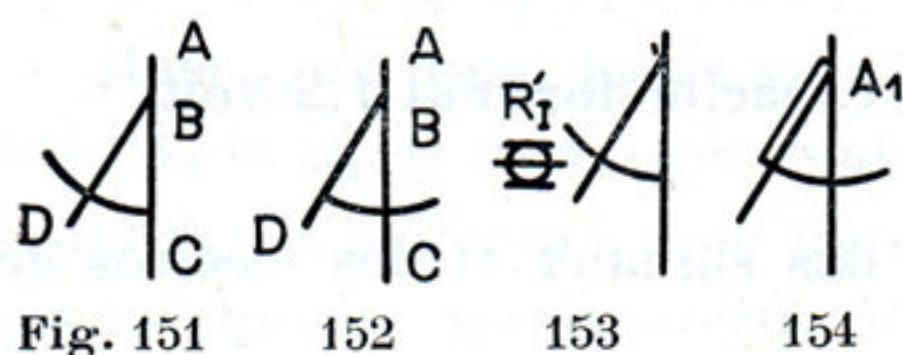


Fig. 151

152

153

154

dans le cas de la fig. 151, que le courant électrique passe *ABC* et est coupé suivant *ABD* ;

dans le cas de la fig. 152, que le circuit est coupé suivant *ABC* et établi suivant *ABD*.

Ces symboles s'appliquent aussi bien au cas des interrupteurs et commutateurs ordinaires qu'aux contacts fermés ou ouverts par les armatures mobiles des relais.

Fig. 153. R_1' = contact commandé par l'armature du relais R_1 . Fig. 154 = contact de palette du signal *A*.

(2) Voir page suivante.

Schéma II (fig. 157).

Le train est entré dans la section I.

Les essieux court-circuitant les deux files de rail, le relais de voie R_I se désexcite.

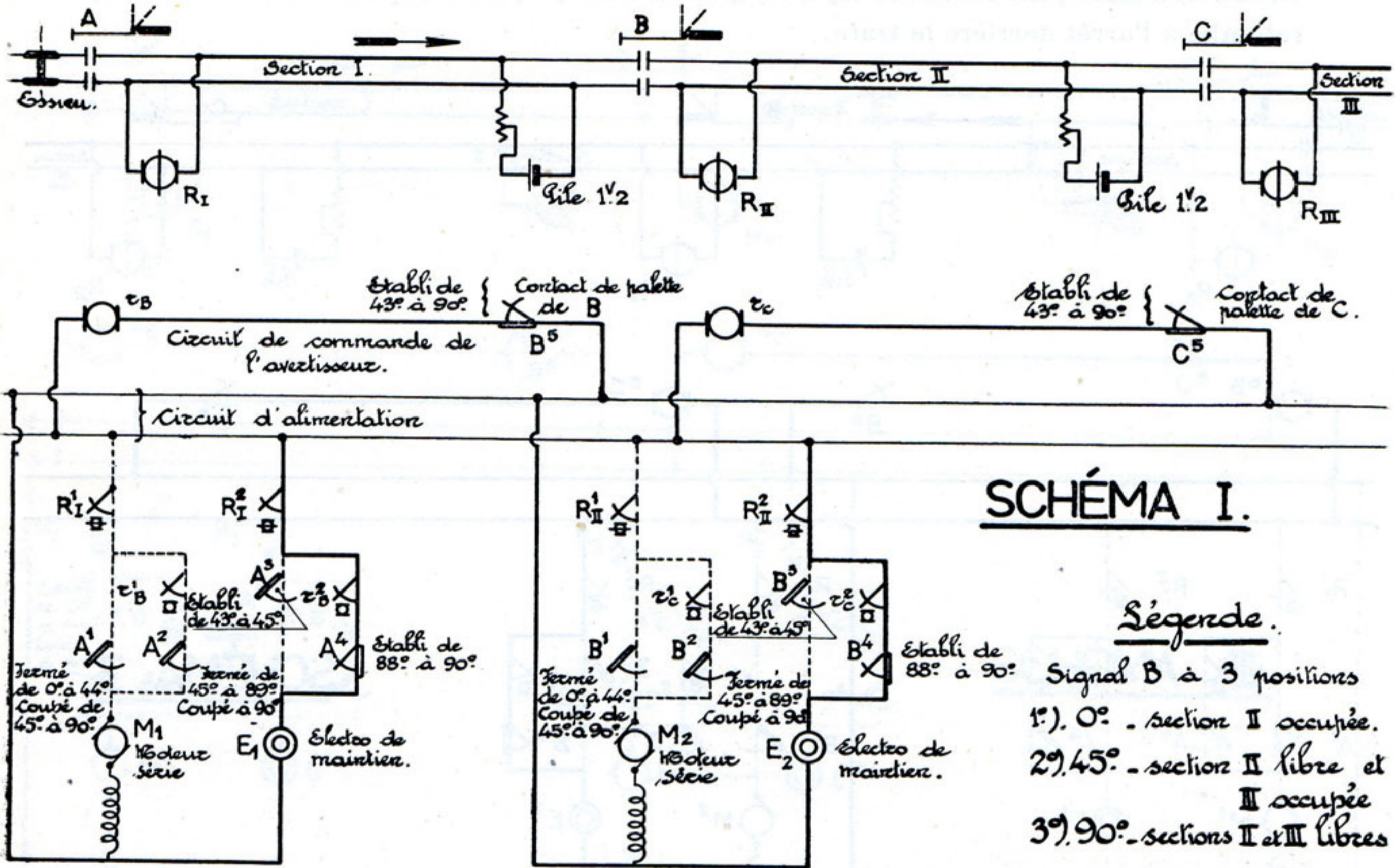


Fig. 155. — Block automatique avec signalisation mécanique (sections ouvertes).
Le train aborde le signal A.

Le contact R_I^2 de ce relais coupe le circuit de l'électro de maintien E_1 du signal A.
Sous l'effet de la gravité, la palette retombe à l'arrêt, couvrant le train à l'arrière.
Tous les circuits de la partie gauche du schéma II sont coupés.

Renvoi de la page précédente.

(1) R_I^1 et R_I^2 sont des interrupteurs toujours ouverts ou fermés en même temps parce que, en fait, l'armature du relais de voie R_I commande simultanément ces deux contacts.

Il en va de même pour les relais de ligne r_B dont l'armature donne les deux contacts simultanés r_B^1 et r_B^2 .

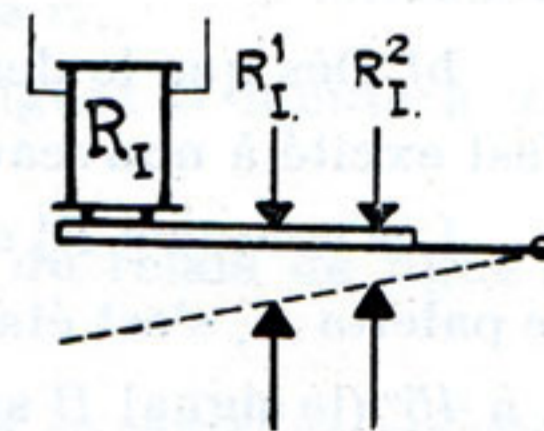


Fig. 156

Schéma III (fig. 158).

Le train est entré dans la section II.

a) Le relais de voie R_{II} se désexcite et son armature en position R_{II}^2 coupe le circuit de l'électro de maintien E_2 du signal B dont la palette, qui se trouvait à 90° , retombe à l'arrêt derrière le train.

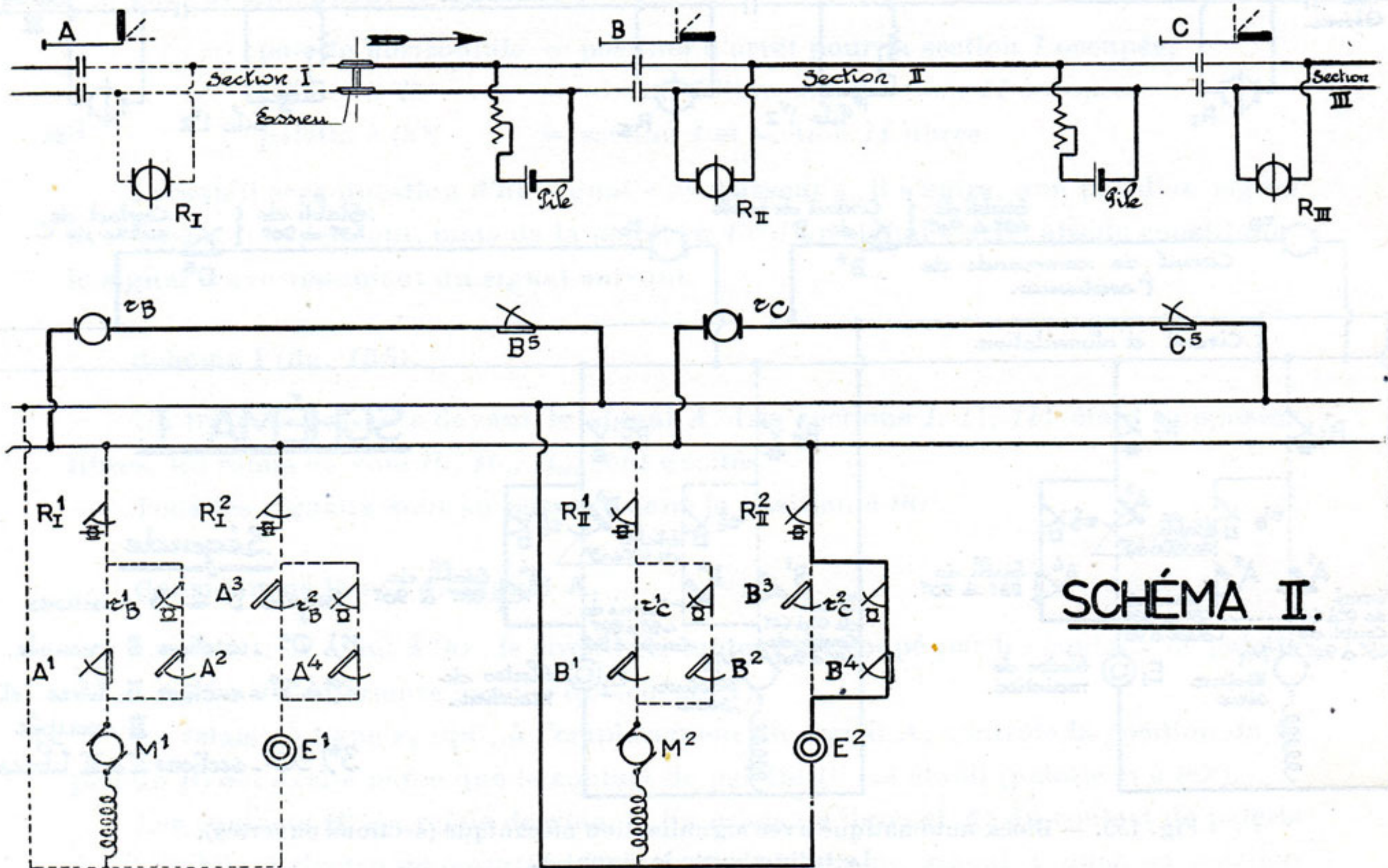


Fig. 157. — Le train est entré dans la 1^{re} section.

Tous les circuits de la partie droite du schéma III sont coupés.

A ce moment, le contact de palette B^5 coupe le circuit du relais de ligne r^B qui se désexcite.

b) Dès que le dernier essieu du train a quitté la section I, le relais de voie R_I s'est excité à nouveau.

Les contacts R_I^1 et R_I^2 s'établissent. Le circuit du moteur se ferme car le contact de palette A_1 s'est établi (il est établi de 0 à 44°). Mais le moteur fait monter la palette A à 45° (le signal B suivant étant à l'arrêt); à ce moment du mouvement de la palette (45°), le contact A_1 est coupé et le moteur s'arrête.

D'autre part, le contact A^3 vient de s'établir (de 43 à 45°), l'électro de maintien E_1 s'excite et retient la palette dans la position à 45° .

A ce moment, le relais de ligne r_B qui contrôle la position de la palette B est toujours désexcité et l'avertisseur du signal B ne peut se mettre au passage (à 90°).

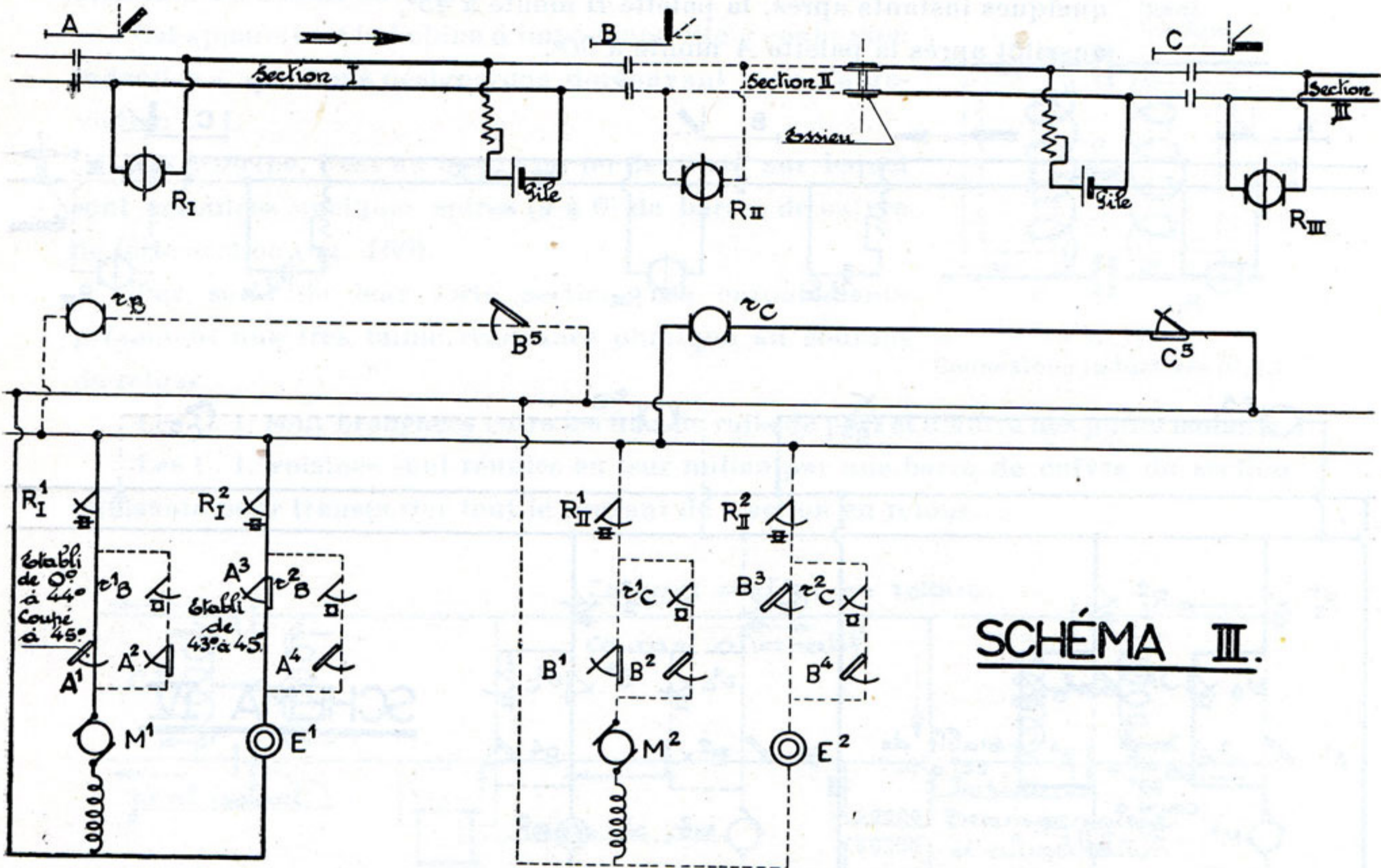


SCHÉMA III.

Fig. 158. — Le train est entré dans la section II.

Schéma IV (fig. 159).

Le train quitte la section II et pénètre dans la section III.

Le relais de voie R_{III} se désexcite.

Le signal C se met à l'arrêt ce qui désexcite le relais de ligne r_C .

Au moment où le dernier essieu quitte la section II, le signal B monte à 45° comme nous l'avons vu pour le signal A .

A ce moment (45°), le contact de palette B^5 établit le circuit du relais de ligne r_B qui s'excite, les contacts r_B^1 et r_B^2 se ferment.

Par ailleurs, le contact A^2 étant établi, le moteur du signal A se remet en marche. La palette A monte à 90° . A ce moment le contact A^2 est coupé et le moteur s'arrête,

mais le contact A^4 vient de s'établir et l'électro de maintien E_1 s'excite à nouveau, retenant la palette A dans la position à 90° .

En résumé, pour le schéma IV, nous avons successivement :

palette C à l'arrêt,

quelques instants après, la palette B monte à 45° ,

aussitôt après la palette A monte à 90° .

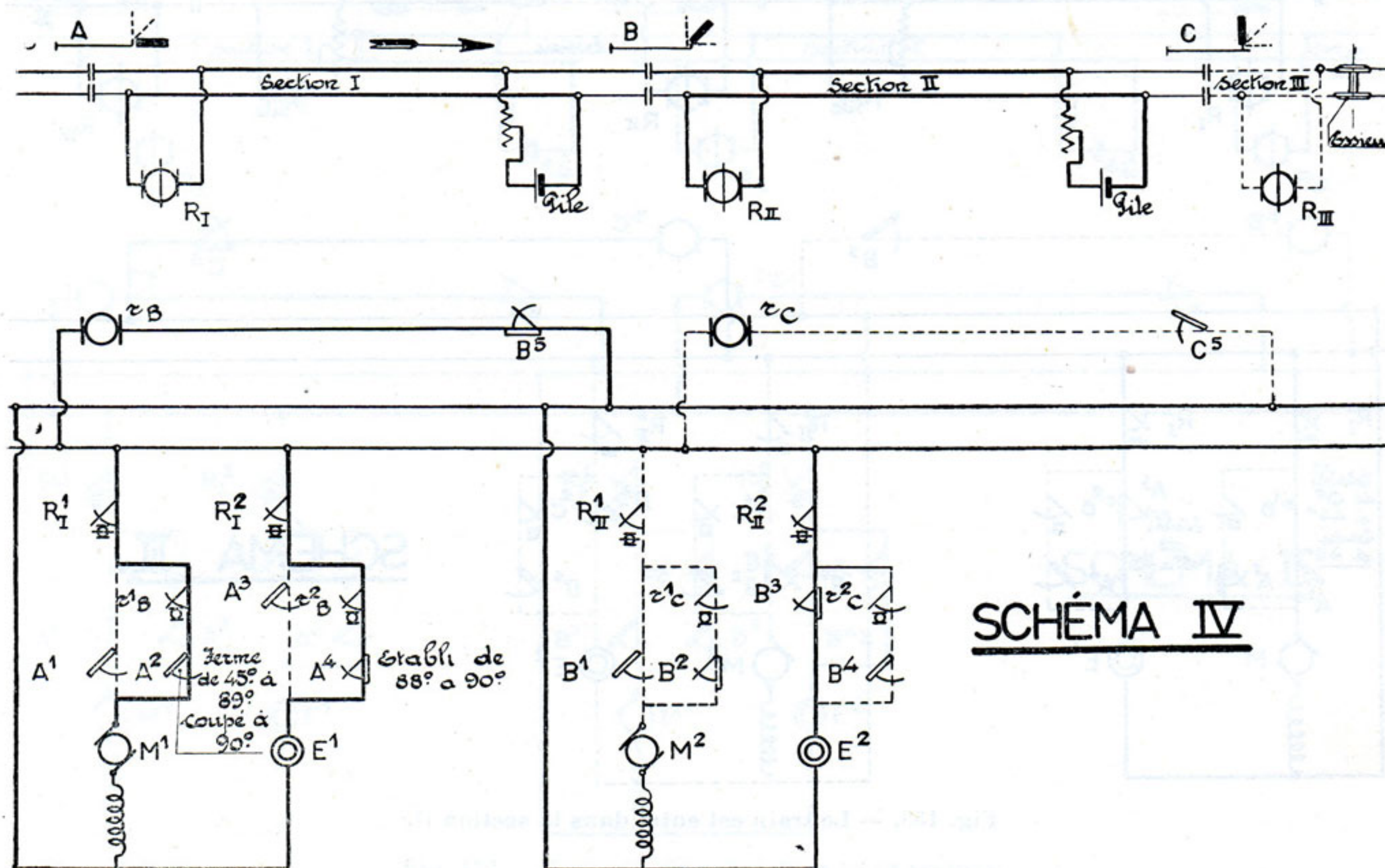


SCHÉMA IV

Fig. 159. — Le train est entré dans la section III.

F. Block-system automatique sur les lignes à traction électrique.

Nous envisageons uniquement le cas de la traction par courant continu.

Le courant continu de traction est distribué par fil aérien ou par troisième rail ; le conducteur de retour est constitué par les deux rails de roulement.

Normalement les rails d'une même file sont soigneusement connectés entre eux par des câbles souples soudés à l'endroit des joints pour assurer le retour du courant électrique aux sous-stations. Mais, avec le block automatique, les joints *isolants* qui limitent les cantons de block, constituent un obstacle au passage du courant de retour.

Il a donc fallu : d'une part, recourir au courant *alternatif* pour l'alimentation des circuits de voie car le fonctionnement des circuits de voie à courant continu serait influencé par les courants de traction et trouver, d'autre part, un appareil qui transmette parfaitement le courant continu d'un canton à l'autre mais qui arrête le courant alternatif du circuit de voie.

Cet appareil est la bobine d'impédance dite « *connexion inductive* », que nous désignerons dorénavant sous l'abréviation C. I.

En principe, c'est un noyau de fer feuilleté sur lequel sont enroulées quelques spires (4 à 6) de barres de cuivre de forte section (fig. 160).

Par suite de leur forte section, ces enroulements présentent une très faible résistance ohmique au courant de retour.

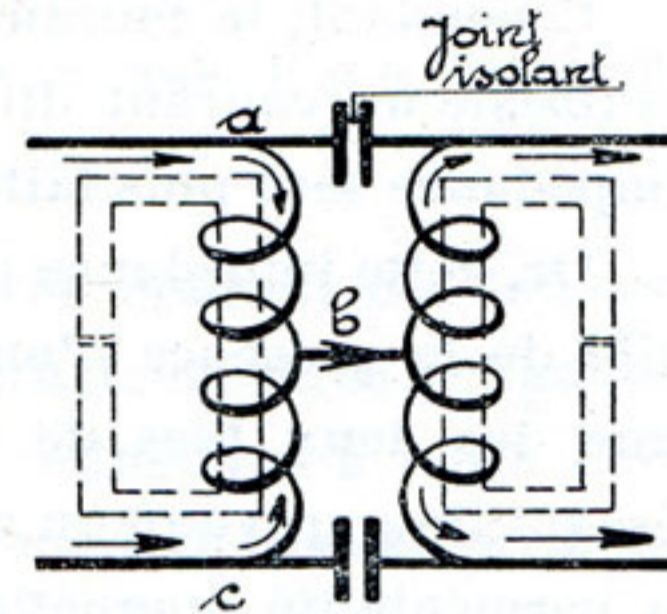


Fig. 160
Connexions inductives (C. I.).

Les C. I. sont branchées entre les files de rails de part et d'autre des joints isolants.

Les C. I. voisines sont réunies en leur milieu par une barre de cuivre de section suffisante pour transporter tout le courant de traction en retour.

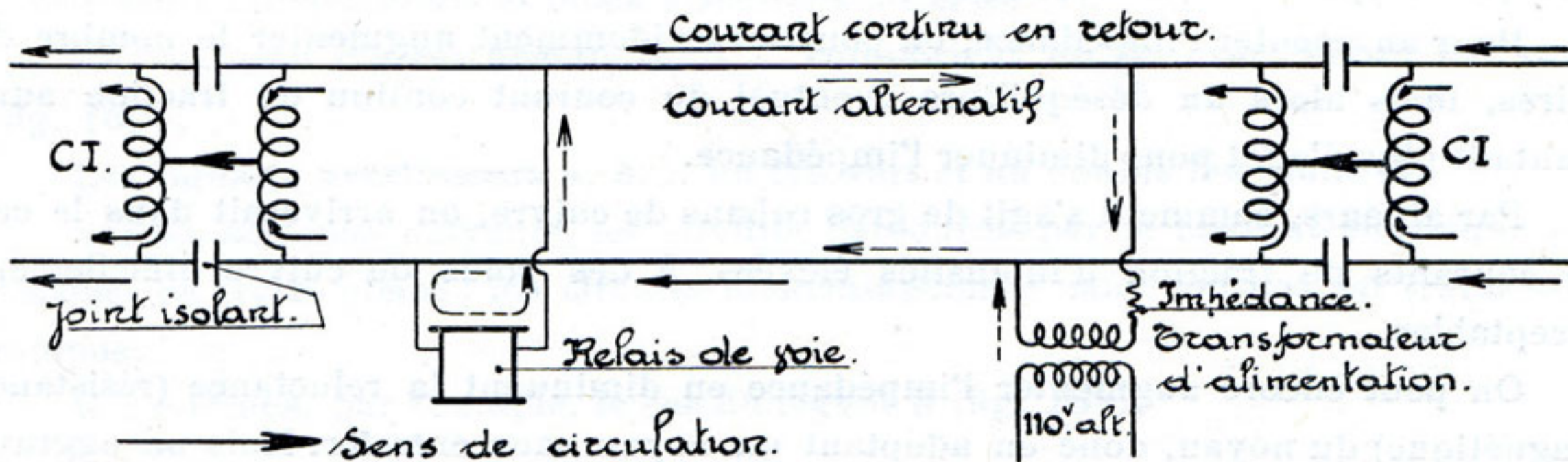


Fig. 161

Dès lors, le courant continu de retour se partage entre les deux branches *ab* et *cb* en deux courants d'intensités sensiblement égales. Les deux moitiés de l'enroulement étant parcourues *en sens inverse* par une moitié du courant, les actions magnétisantes dans chaque branche sont égales et opposées et ne produisent donc aucun flux dans le noyau de fer.

Pour passer d'un rail à l'autre, le courant alternatif du circuit de voie devrait parcourir successivement les deux moitiés d'enroulement *dans le même sens* (*ac*) (fig. 160 et 161). Dans ces conditions, contrairement au courant de traction, il donne naissance à un flux magnétique. La réaction (ωL) qui en résulte se compose avec la

résistance ohmique (r) pour donner une résistance apparente ou impédance ($\sqrt{r^2 + \omega^2 L^2}$) qui s'oppose pratiquement au passage du courant alternatif du circuit de voie.

L'impédance des connexions inductives est, par ailleurs, d'autant plus grande que la fréquence (f) est plus élevée ($\omega = 2\pi f$).

Cependant, le courant alternatif du circuit de voie n'est pas complètement arrêté, il subsiste un courant dit « de fuite » dont l'intensité sera d'autant plus grande que l'impédance sera plus faible.

Or, cette impédance peut diminuer dans certains cas, par exemple, lorsque, par suite de la présence d'un éclissage électrique rompu ou défectueux dans le canton, l'une des deux files de rails transportera plus de courant continu que l'autre. Ce déséquilibre provoquera un flux dans le noyau de la C. I. qui pourra même se saturer. La perméabilité magnétique diminuera donc et, avec elle, l'impédance de la C. I. Si la chose se produit, le courant alternatif du circuit de voie passera d'un rail à l'autre avec une intensité suffisante pour amener la désexcitation du relais *comme si la voie était occupée par les essieux d'un train*.

Ces considérations montrent qu'il y a intérêt à augmenter l'impédance des C. I., tout en maintenant leur résistance ohmique à un chiffre très bas. Il faut aussi veiller à ce que l'impédance varie le moins possible.

Pour augmenter l'impédance, on pourrait évidemment augmenter le nombre de spires, mais alors un déséquilibre éventuel du courant continu de traction aura d'autant plus d'effet pour diminuer l'impédance.

Par ailleurs, comme il s'agit de gros rubans de cuivre, on arriverait dans le cas de courants de traction d'intensités élevées, à des poids de cuivre difficilement acceptables.

On peut encore augmenter l'impédance en diminuant la reluctance (résistance magnétique) du noyau, donc en adoptant un noyau sans entrefer. Mais on aggrave les inconvénients signalés dans les cas de déséquilibre dans les intensités des courants de retour dans les deux files de rails, le noyau se saturerait beaucoup plus rapidement et le courant de fuite du circuit de voie prendrait alors des valeurs inadmissibles.

On constate donc qu'il faut un entrefer pour empêcher la diminution de l'impédance sous l'effet de la saturation provoquée par le courant continu de traction.

Si, à cause de cet entrefer du noyau, on a, dans les conditions normales, une moindre résistance au passage du courant alternatif du circuit de voie, on est prémuni, par ailleurs, contre un déséquilibre, pas trop important, du courant de traction au retour (1).

(1) Pour diminuer les fuites de courant du circuit de voie par les C. I., on peut encore augmenter artificiellement l'impédance de celles-ci en ajoutant (fig. 162) un enroulement secondaire E en fil fin

Les connexions inductives sont établies d'ordinaire de manière à ne pas donner un shuntage gênant du circuit de voie alternatif tant que le déséquilibre entre les intensités des courants parcourant les deux files de rails n'atteint pas 20 % du courant total de retour.

G. Block-system automatique à sections ouvertes sur une ligne électrifiée équipée avec la signalisation lumineuse.

Nous nous plaçons dans le cas de la traction électrique en courant continu avec retour par les deux files de rails. Les circuits de voie fonctionnent donc obligatoirement en courant alternatif et sont pourvus de connexions inductives à leurs extrémités. Le type de relais de voie le plus fréquemment utilisé dans ce cas est le relais à courant alternatif à deux éléments et à deux positions.

L'espacement des signaux de block *A*, *B*, etc., est fixé d'après les nécessités du trafic. La distance entre deux signaux consécutifs varie entre 1.000 m et 2.000 m.

Dans le cas de sections *courtes*, l'avertisseur de chaque signal est combiné avec le signal de block d'amont.

Pour plus de simplicité, nous n'examinerons que le cas de sections *longues* avec avertisseurs *indépendants* et block à *sections ouvertes* (1).

Les signaux d'arrêt absolu *A*, *B*,... comportent un feu vert et un feu rouge (fig. 163) ;

Les signaux avertisseurs *a*, *b*,... un feu vert et un double feu jaune (2).

Sur les schémas suivants, les circuits parcourus par le courant électrique sont dessinés en traits pleins ; les circuits momentanément sans courant, en traits interrompus.

Considérons, par exemple, le cas du signal *B* (fig. 163).

dont les extrémités sont reliées aux bornes d'un condensateur de manière à constituer un *circuit résonnant* ($\omega L = \frac{1}{\omega C}$).

L'impédance du primaire de la C. I. est théoriquement infinie si on néglige la résistance ohmique du circuit. Pratiquement, celle-ci n'est pas nulle et l'impédance de la C. I. est seulement très grande.

Grâce à cette construction, le courant de fuite est réduit.

(1) Voir remarque page 67.

(2) 1^{re} partie, page 23.

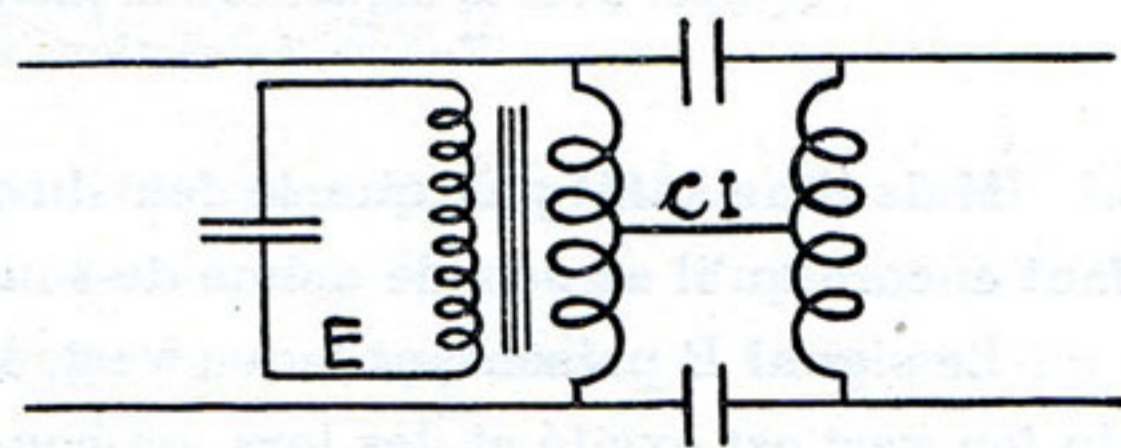


Fig. 162

a) Prenons comme point de départ le cas où aucun train ne circule. Toutes les sections sont libres. Le relais de voie R_{II} en particulier est excité. Son armature est attirée vers le haut et dans cette position, le commutateur R_{II}^1 qu'elle commande coupe le circuit du feu rouge r_B du signal B et ferme celui de son feu vert v_B (coin inférieur droit de la figure).

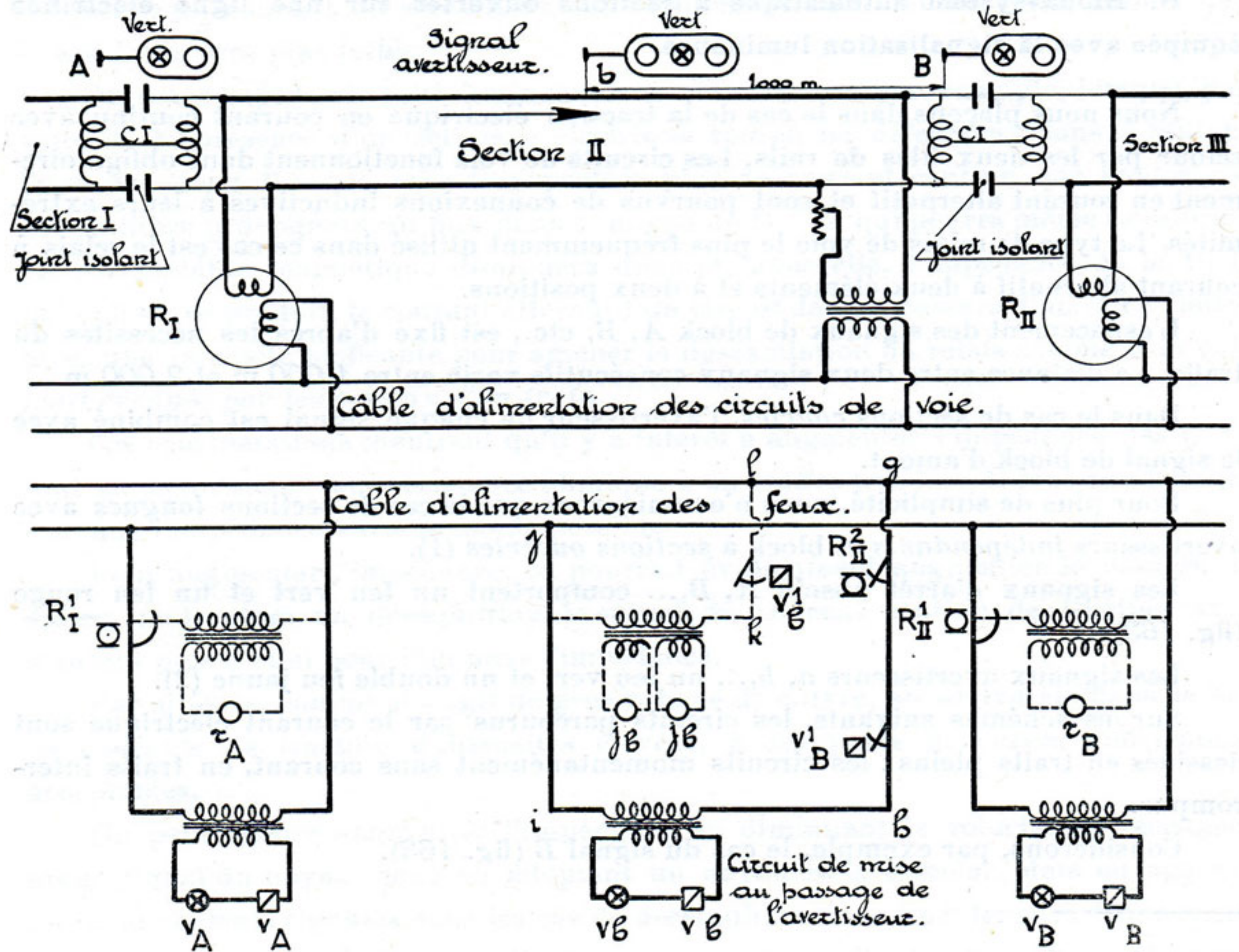


Fig. 163. — Block automatique sur une ligne électrifiée équipée avec la signalisation lumineuse de jour et de nuit. Toutes les sections sont libres.

LÉGENDE

- feu rouge ●
- feu vert ⊗
- feu jaune ⊙
- feu éteint ○
- relais de contrôle ◻

Mais il ne suffit pas que le feu du signal B soit vert, il faut encore qu'il en soit de même de son avertisseur b .

Le signal B présentant le feu vert, le relais de contrôle v_B du feu vert est excité et dès lors, on constate que le circuit de mise au passage du signal avertisseur b est établi. En effet, il ne contient que les contacts R_{II}^2 du relais de voie R_{II} et v_B^1 du relais de contrôle v_B qui tous deux sont excités.

Dès que le feu vert v_b du signal avertisseur brûle, le relais de contrôle correspondant v_b s'est excité et son interrupteur v_b^1 a coupé le circuit des deux feux jaunes j_b de l'avertisseur.

On voit que les deux feux jaunes du signal avertisseur ne s'éteignent qu'après allumage du feu vert correspondant. Ceci a pour but d'éviter l'extinction complète du panneau du signal avertisseur.

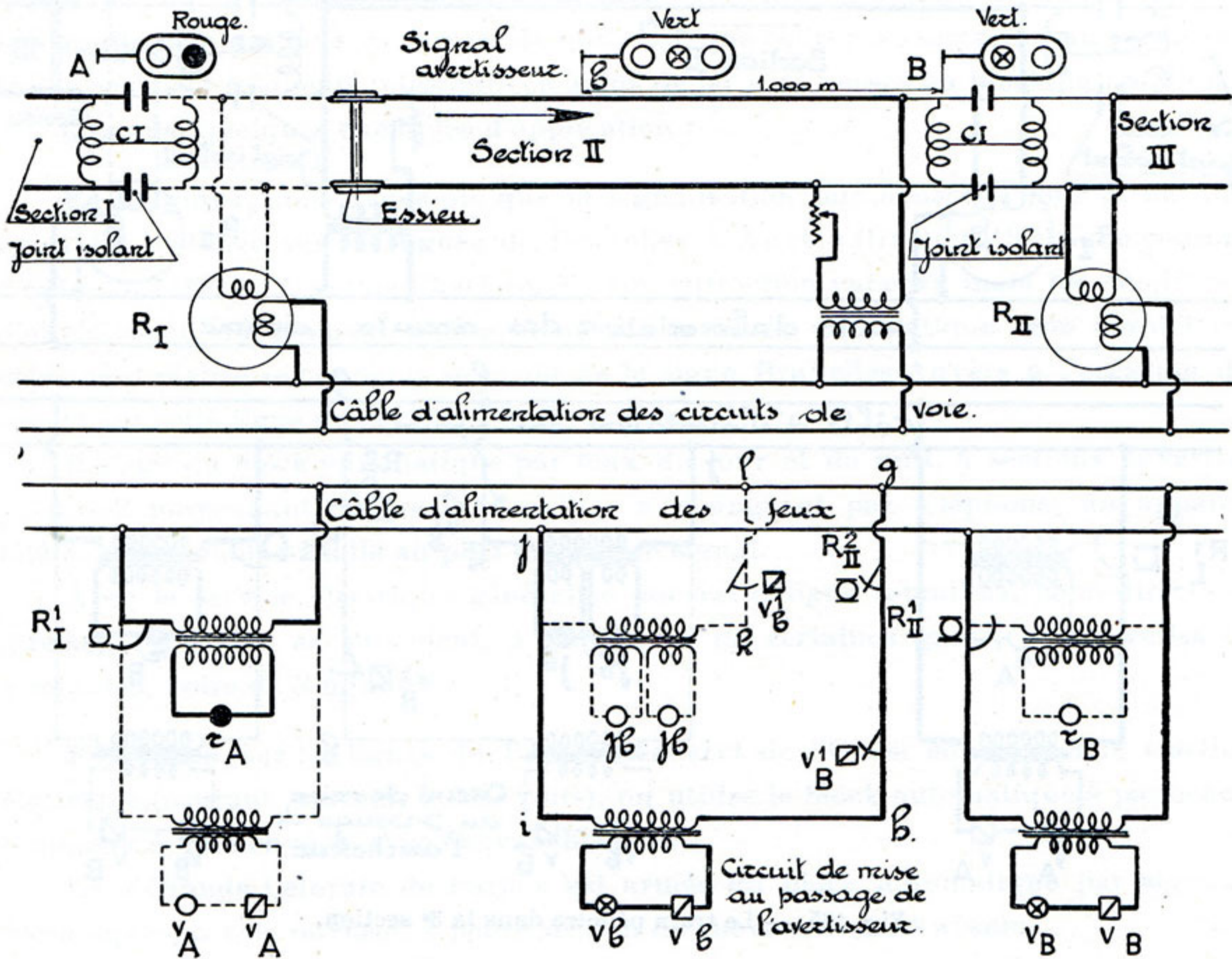


Fig. 164. — Un train pénètre dans la section II.

b) Supposons maintenant qu'un train pénètre dans la section II (fig. 164). Le relais R_I se désexcite, son armature retombe, le contact R_I^1 coupe le circuit du feu vert v_A du signal A et ferme celui du feu rouge r_A qui apparaît. Le train est donc couvert aussi longtemps qu'il occupe la section II.

c) Dès que le train a dégagé la section II (fig. 165), le relais R_I se réexcite, coupe le circuit du feu rouge r_A et ferme celui du feu vert v_A .

Mais, à ce moment, la section *III* est occupée. Le signal *B* est passé à l'arrêt parce que le relais R_{II} s'est désexcité. Le feu rouge r_B est apparu et le feu vert v_B s'est éteint par le mouvement du commutateur R_{II}^1 commandé par l'armature du relais de voie R_{II} .

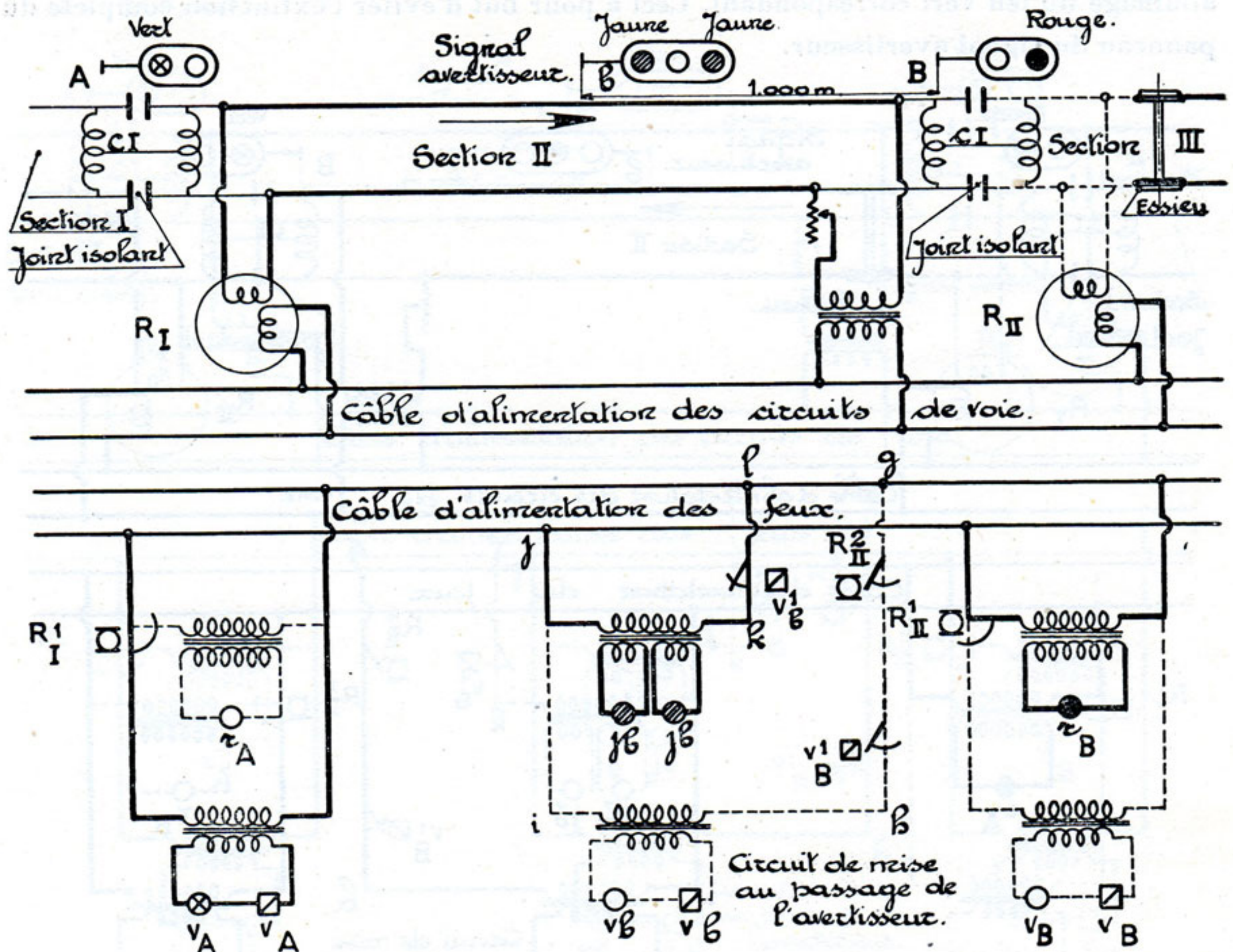


Fig. 165. — Le train pénètre dans la 3^e section.

A son tour, le relais de contrôle du feu vert v_B s'est désexcité. L'avertisseur *b* est passé du vert au jaune ; en effet, le circuit *j i h g* est coupé par les contacts R_{II}^2 du relais de voie R_{II} et v_B^1 du relais de contrôle v_B , tous deux désexcités, tandis que le circuit *j k l* d'allumage des feux jaunes s'est établi, grâce à la désexcitation du relais de contrôle v_B et à la fermeture du contact v_B^1 de ce relais.

Quand la section *III* est libérée, le relais de voie R_{II} s'est réexcité ; R_{II}^1 fait repasser le signal *B* au vert (fig. 163). Le relais v_B se réexcite, les contacts R_{II}^1 et v_B^1 se ferment et rétablissent le circuit de mise au passage de l'avertisseur *b* (feu vert v_B).

H. Applications du block automatique.

Le block automatique fonctionne *en Amérique* sur 150.000 km de voie dans les conditions les plus satisfaisantes.

En Europe, avant la guerre de 1914, en dehors des chemins de fer du type « Métro », le block automatique était encore peu utilisé et le plus souvent avec signalisation par signaux mécaniques.

Depuis lors, l'extension de l'électrification a conduit certains réseaux à adopter la signalisation par feux de jour et de nuit. Lorsque celle-ci s'associait à un service de trains courts et fréquents, plusieurs chemins de fer sont passés au block automatique.

Ci-après, quelques exemples d'application :

En Belgique, nous avons dit que la signalisation lumineuse de jour et de nuit avait été installée sur les lignes de Bruxelles à Anvers (traction électrique courant continu à 3.000 volts) et de Charleroi à Namur (traction vapeur), mais les conditions d'exploitation du moment n'exigeaient pas le block automatique. Son emploi est cependant réalisé sur certains tronçons de la ligne Bruxelles-Anvers à l'occasion du report sur cette ligne du service omnibus vapeur.

Il s'agit du block automatique par feux de jour et de nuit, à sections ouvertes, permissif moyennant certaines formalités s'échangeant par téléphone, un appareil téléphonique étant installé au pied de chaque signal.

Avec le service électrique généralisé sur cette ligne (omnibus, semi-directs et directs), les trains se succèdent, à l'approche de certaines gares, à intervalles de 4 minutes, voire de 3 minutes.

En France, sur les lignes du Paris-Orléans et de l'Ouest équipées à la traction électrique (courant continu, 1.500 volts), on utilise le block automatique à panneaux lumineux à voie ouverte avec chevauchement.

La « Grande Ceinture de Paris » est armée du block automatique par signaux mécaniques, à voie ouverte, à petite section de chevauchement absolu.

Le block automatique du métropolitain (courant continu, 600 volts) est à panneaux lumineux, à voie ouverte et à section tampon.

En Suisse, sur quelques courtes sections des lignes électrifiées (courant alternatif monophasé 15.000 volts, 16 2/3 périodes p. s.), le block automatique fonctionne à voie fermée soit par signaux mécaniques soit par signaux lumineux.

En Allemagne, sur la « *Stadtbahnen* » de Berlin (courant continu, 800 volts), le block automatique fonctionne à sections ouvertes, par signaux lumineux de jour et de nuit.

En Italie, sur les lignes électrifiées (courant continu, 3.000 volts et courant triphasé 3.600 volts, $16 \frac{2}{3}$ périodes), on applique, en pleine voie, sur les sections les plus récentes, le block automatique par signaux lumineux de jour et de nuit, à sections ouvertes.

En Angleterre. Les réseaux anglais du Southern Railway, London and North Eastern Railway, London Midland and Scottish Railway et le métro de Londres emploient le block automatique à sections ouvertes.

Sur leurs lignes électrifiées (courant continu, 600 volts), c'est la signalisation lumineuse de jour et de nuit qui est utilisée.

La signalisation mécanique en block automatique n'est généralement employée que sur certaines lignes de plein air du métro et sur des lignes à vapeur du London and North Eastern Railway.

Sur le Southern Railway, on retrouve cependant les quatre modalités : sections ouvertes et fermées, signalisations mécanique et lumineuse.

Quant au Great Western Railway, il utilise le block automatique à sections ouvertes, avec signaux lumineux de jour et de nuit. La signalisation est la même pour la traction électrique (courant continu, 600 volts) que pour la traction à vapeur.

En Hollande, le block automatique fonctionne à voie ouverte sur de courtes sections au voisinage de quelques gares importantes et aussi, en vue de réaliser des économies, sur certains parcours.

Qu'il s'agisse de traction vapeur ou de traction électrique (courant continu, 1.500 volts), le block automatique fonctionne par signaux mécaniques ; seule, une section à traction électrique est équipée du block automatique avec signaux lumineux de jour et de nuit.

Au Danemark, le block automatique a été établi, en 1934, sur un tronçon de la ligne Copenhagen-Klampenborg (traction électrique à courant continu, 1.500 volts) avec signalisation lumineuse de jour et de nuit.

Remarque. — Si, le plus souvent, c'est le block automatique à sections ouvertes que l'on emploie plutôt que le système à sections fermées, c'est parce que, en l'espèce, il n'y a pas de personnel et que, partant, il n'y a pas de défaillance à craindre de ce côté.

En automatique, la sécurité est donc la même dans les deux cas. Dans ces conditions, on adopte le système à sections ouvertes parce que les installations sont beaucoup plus simples à réaliser (page 105) que dans les cas des sections fermées. Or, l'expérience a prouvé que la plupart des dérangements provenaient de la complication des connexions et qu'il y avait le plus grand intérêt du point de vue du fonctionnement régulier des installations à adopter le schéma le plus simple.

CHAPITRE VIII

Lignes à simple voie

(656.255)

Sur les lignes à simple voie la sécurité exige que les trains soient couverts à l'avant et à l'arrière (voir page 65).

En d'autres termes, il faut :

- 1°) éviter la rencontre des trains qui circulent en sens contraire ;
- 2°) empêcher le rattrapage des trains en maintenant l'espacement des trains qui se suivent dans le même sens.

Les systèmes employés sont :

- l'exploitation en navette,
- le pilotage,
- le bâton pilote,
- le block-system.

1. L'exploitation en navette.

Sur les lignes secondaires de faible longueur et sur lesquelles le nombre des trains est assez réduit pour permettre l'exploitation sans croisement, la sécurité sera tout naturellement assurée si le service est fait *en navette* par une seule locomotive sous pression (1).

Une seconde locomotive ne peut pénétrer sur la ligne qu'en cas de détresse de la première.

2. Exploitation par le pilote.

Là où l'intensité du trafic le justifie, la voie unique est dédoublée dans les gares pour permettre les croisements ou les évitements.

Pour que la sécurité soit assurée, le train n° 2 avant de s'engager dans la section *B A* (fig. 166) doit attendre que le train n° 1 circulant en sens contraire soit arrivé au point de croisement *B*.

(1) Ou par deux locomotives accouplées.

On sera sûr que les choses se passeront bien ainsi si, sur la section *A B*, le train n° 1 est accompagné d'un *agent pilote* qui reviendra avec le train n° 2 (un pilote unique évidemment) (1).

Avec ce système, si l'on veut donner une priorité à un train, par exemple, si après le train n° 1 l'on veut expédier le train n° 3 avant d'admettre le train n° 2 dans la section *A B*, le pilote doit revenir de *B* en *A* (à pied, en vélo) pour accompagner le train n° 3 jusqu'en *B*.



Fig. 166

On peut aussi décider dans ce dernier cas, que le train n° 1 sera expédié sans pilote, mais avec un ordre écrit délivré par celui-ci. Le pilote suivra par le train n° 3 et reviendra avec le train n° 2.

Si l'on désire faire passer successivement *plusieurs trains dans le même sens*, chacun d'eux emportera un ordre écrit sauf le dernier train qui emmènera le pilote.

3. Exploitation par le bâton pilote.

Il est plus simple de remplacer le pilote par un bâton unique, *le bâton pilote*.

Le bâton pilote (train staff) est une pièce de bois ou de fer (fig. 167) sur laquelle sont gravés ou peints les noms *A* et *B* des deux gares ou postes terminus de la section de ligne à voie unique.



Fig. 167

Tout mécanicien soit d'un train, soit d'une locomotive isolée, qui circule sur la section à voie unique et dans quelque sens que ce soit, doit être en possession du bâton pilote *unique*.

Le bâton est affecté exclusivement à l'intervalle compris entre ces deux gares. Quand le mécanicien remet le bâton à la première gare destinataire, il en reçoit un autre (de couleur différente) pour continuer sa marche sur la section à voie unique suivante.

Si le gardien du poste remettait au mécanicien pour l'autoriser à pénétrer dans la section d'aval un bâton affecté à la section d'amont, lequel est d'une autre couleur, le mécanicien a pour consigne de le refuser.

Ce système est particulièrement économique, mais présente l'inconvénient que si deux trains se suivent dans le même sens, le bâton pilote doit être renvoyé par un agent spécial à la station de départ.

(1) Autrefois, traversée du tunnel à voie unique de Braine-le-Comte sur la ligne de Bruxelles-Midi à Paris-Nord.

Par ailleurs, comme il n'y a plus de pilote, le système du ticket porté par le premier train et délivré par le pilote lui-même n'est plus possible dans ce cas-ci et il faut recourir à d'autres mesures pour assurer à la fois la sécurité et la célérité dans l'expédition des trains.

4. Exploitation par le bâton pilote et le ticket.

C'est le mécanicien du *dernier* des trains circulant *en rafale* dans le même sens *A B* qui est porteur du bâton pilote.

Les mécaniciens des trains *précédents* reçoivent chacun un ticket. Ces tickets numérotés sont extraits d'un carnet à souches et remplis par l'agent qualifié de la gare qui les remet aux mécaniciens.

Le livre à souche lui-même est *fixé* à l'intérieur d'une boîte spéciale, fermée par un verrou qui ne peut être ouvert qu'au moyen du bâton pilote *dont une extrémité est terminée en forme de clé* (fig. 168). Il est donc impossible à l'agent qualifié de *A* d'expédier un train s'il n'est pas en possession du bâton pilote et, c'est pour cela que le bâton pilote ne part qu'avec le dernier train circulant dans le même sens.



Fig. 168

Pour éviter que la boîte ne reste ouverte après le départ d'un train dont le mécanicien emporte le bâton pilote, la serrure de la boîte est combinée de telle sorte que la clé, faisant corps avec le bâton, ne puisse être dégagée que pour autant que la boîte ait été fermée et verrouillée.

Enfin, l'agent qui remet un ticket à un mécanicien, lui *montre* toujours le bâton pilote. Ce qui veut dire : « les tickets sont dans la boîte, j'ai fermé celle-ci à clé. Je possède le bâton et nul autre que moi ne peut délivrer un ticket ».

Chaque ticket n'est employé qu'une seule fois ; à la fin du parcours, le mécanicien le remet à l'agent qualifié, qui l'annule. Les tickets sont envoyés périodiquement au chef de district qui s'assure de leur emploi régulier.

Ce système interdit bien l'expédition de deux trains en sens contraire, mais il n'assure pas l'*espacement* des trains roulant dans le même sens.

Si l'on veut garantir cet espacement, il faut compléter l'organisation par les systèmes de block analogues à ceux des lignes à double voie.

5. Exploitation par le bâton pilote enclenché électriquement.

Le système *Webb et Thompson* comporte aux deux stations extrêmes d'une section à voie unique, un appareil porte-bâtons (fig. 169). Chaque appareil contient un certain nombre de bâtons *G* disposés dans des rainures.

A et B étant les postes extrêmes d'une section à voie unique, supposons que A ait à expédier un train vers B, il demande à B l'autorisation de prendre un bâton au moyen d'une sonnerie conventionnelle en appuyant sur sa touche T. Si B est prêt à recevoir ce train, il répond de même en appuyant sur la touche de son appareil.

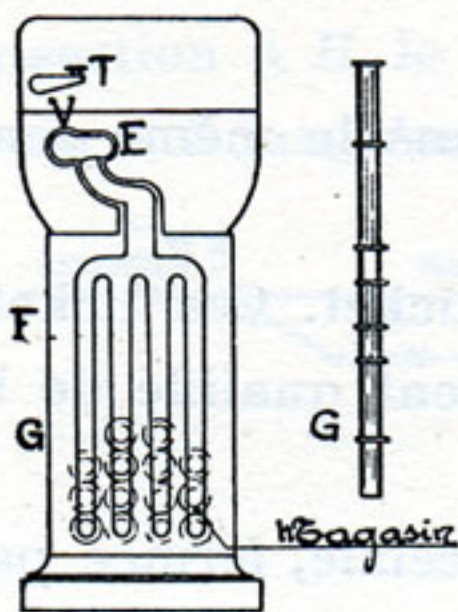


Fig. 169

Appareil porte-bâtons
Webb et Thompson.

Cette manœuvre envoie vers A par le fil de ligne un courant qui déclenche le verrouillage V de l'appareil de A et permet la sortie d'un bâton par E. Les bâtons sont pourvus de nervures qui les retiennent dans le magasin.

Le dispositif est tel qu'il est impossible de retirer un deuxième bâton, soit en A, soit en B, tant que le premier bâton qui a été retiré, n'a pas été remplacé dans l'un quelconque des appareils des postes extrêmes. Il s'ensuit qu'il ne peut circuler qu'un seul train dans la section.

Les appareils *Webb-Thompson* sont très utilisés en Angleterre. Les anciens bâtons longs et lourds sont fréquemment remplacés par des « bâtons-miniature ».

Les chemins de fer chinois de *Péking-Hankow* utilisent des appareils *Webb-Thompson* contenant une dizaine de bâtons.

Les lignes congolaises de *Bukama à Sakania* (C. F. K.) de *Port Franqui à Bukama* et de *Tenke à Dilolo* (L. K. D.), exploitées par la Compagnie du Chemin de fer du *Bas-Congo au Katanga* (B. C. K.) sont équipées du bâton-pilote électrique *Webb-Thompson*.

Le nombre de bâtons affectés à l'ensemble des deux appareils d'une section de block est de trente.

Remarque. — Il existe encore d'autres systèmes :

a) L'exploitation par la « *tablette* », système imaginé par Tyer. Il fonctionne d'après un principe d'enclenchement électrique analogue à celui du *Webb-Thompson*, mais les bâtons pilotes sont remplacés par des disques métalliques (« *tablets* ») de 12 cm de diamètre.

b) Tous les systèmes précédemment décrits sont aussi désignés en Angleterre sous le nom de « *token* ».

6. Appareils permettant l'échange des bâtons-pilote ou des tablettes à grande vitesse.

Les trains *directs* qui pourraient franchir les postes intermédiaires sans arrêt doivent néanmoins ralentir au pas pour échanger les bâtons ou les tablettes avec facilité et éviter tout risque d'accident. Certaines compagnies emploient des appareils spéciaux permettant l'échange en vitesse.

Les appareils du « *Great Western* », permettent l'échange des bâtons à une vitesse de 24 km/h. Ils comportent (fig. 170) un appareil transmetteur et un appareil récepteur.

Le transmetteur est constitué d'un poteau portant une emboîture dans laquelle l'agent qualifié introduit le bâton. Celui-ci est terminé en boucle, de manière à pouvoir être saisi plus facilement par le mécanicien.

Le récepteur comporte une planche ouatée qui présente au train un bras sur lequel le mécanicien enfle au passage la boucle du bâton.

Les appareils irlandais *Purdon* permettent d'échanger les bâtons *Webb-Thompson* à une vitesse plus grande encore. Ici, le transmetteur-récepteur comporte deux parties :

- un appareil fixé sur la locomotive,
- un appareil installé sur la voie.

Au poste d'échange, le bras *inférieur* de l'appareil de voie attrape le bâton de fin de section porté par une broche articulée de la locomotive ; en même temps, le bras *supérieur* de l'appareil de voie cède le bâton d'origine de la section suivante qui est saisi par la deuxième broche de la locomotive.

Quant aux appareils *Wittaker*, ils permettent l'échange des tablettes à une vitesse de 100 km/h.

7. Signalisation et enclenchements dans les gares.

Les systèmes que nous venons d'exposer ne visent que la sécurité *entre* les gares, il faut encore que celle-ci soit assurée *dans* les gares.

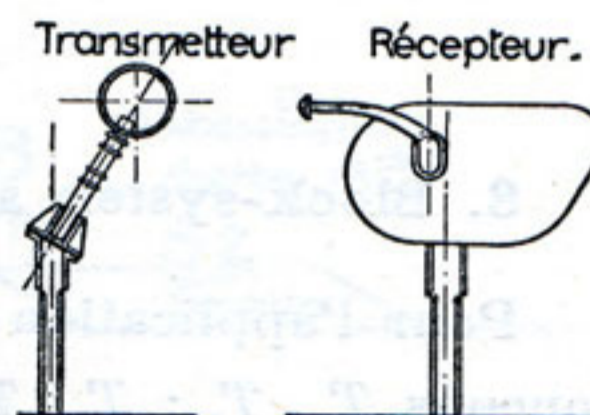


Fig. 170
Appareil permettant d'échanger les bâtons-pilote en vitesse.

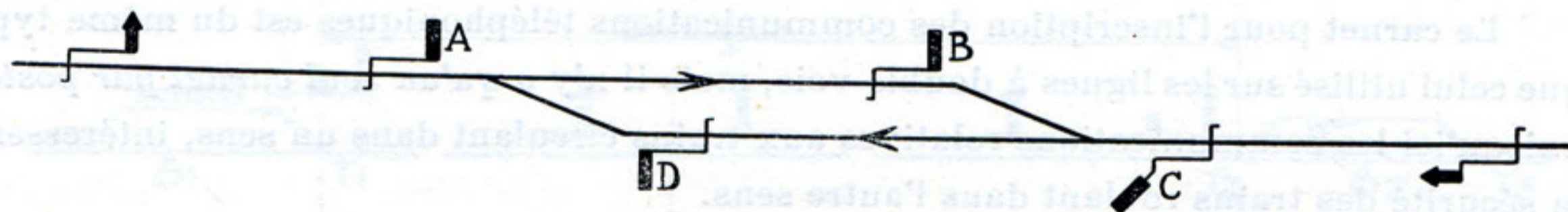


Fig. 171

Aux gares de croisement les trains sont reçus sur la voie de gauche. Les signaux de couverture des gares comportent d'ordinaire un signal sémaphorique d'arrêt absolu doublé par un signal avertisseur. Les enclenchements sont tels qu'on ne peut mettre à voie libre ni le signal d'entrée A (fig. 171), ni le signal de sortie B d'une direction, si le signal d'entrée C correspondant à l'autre direction a été mis à voie libre pour la réception d'un train.

Quelquefois, on prend une précaution supplémentaire : certains postes comportent un dispositif interdisant la mise à voie libre du signal de sortie, si le bâton pilote (ou la tablette ou le token) est absent. A cet effet, le levier de ce signal ne peut être mis à voie libre qu'en libérant un verrou manœuvré par la clé du bâton pilote.

* * *

8. Block-system appliqué à la voie unique.

Pour l'application du block-system, les lignes à simple voie sont divisées en tronçons $T_1, T_2; T_3, T_4; \dots$ sur lesquels deux trains circulant *en sens inverse* ne peuvent jamais être engagés simultanément (fig. 172).



Fig. 172. — Block-system sur une ligne à voie unique.

Les tronçons sont donc limités par les stations de croisement S_1, S_2, \dots

Outre ses deux postes d'extrémité T_1 et T_2 , chaque tronçon peut comporter un ou plusieurs postes intermédiaires P_1, P_2 , limitant les cantons de block.

Block-system par téléphone

Le block est interrompu dans la traversée des stations de croisement.

Le carnet pour l'inscription des communications téléphoniques est du même type que celui utilisé sur les lignes à double voie, mais il n'y a *qu'un seul carnet par poste*, puisqu'ici les communications relatives aux trains circulant dans un sens, intéressent la sécurité des trains roulant dans l'autre sens.

Le tronçon T_1, T_2 entre deux stations de croisement S_1, S_2 ne peut être occupé par deux trains circulant simultanément en sens inverse, mais deux ou plusieurs trains peuvent rouler en même temps dans le même sens. Il y a deux cas à considérer :

- 1° celui où il n'y a pas de poste de block entre les deux stations de croisement ;
- 2° celui où, entre les stations de croisement, il y a un ou plusieurs postes intermédiaires.

Premier cas.

Le tronçon $T_1 T_2$ de ligne à voie unique ne comprend qu'une seule section de block (fig. 173).

La section $T_1 T_2$ sera considérée comme libre dès que le dernier train qui a circulé sur cette section aura été couvert par les signaux de la station d'arrivée S_2 , remis à

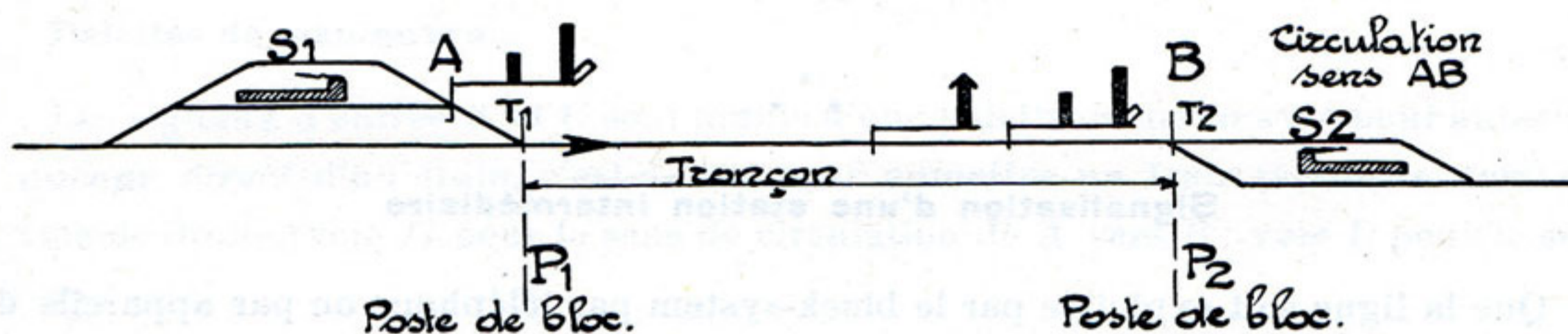


Fig. 173. — Le tronçon de ligne à voie unique ne comprend qu'une seule section de block.

l'arrêt derrière lui et pour autant qu'aucune manœuvre n'engage la partie de voie comprise entre le signal de block A du poste précédent et le signal d'arrêt B couvrant la station d'arrivée.

C'est alors seulement que le déblocage peut être donné par le poste d'aval P_2 au poste d'amont P_1 (1).

Deuxième cas.

Le tronçon à voie unique comprend deux sections de block (fig. 174).

Le poste P_2 ne peut envoyer le déblocage au poste P_1 que si :

- 1°) la section $P_1 P_2$ est libre et
- 2°) si aucun train circulant en sens inverse n'est engagé sur la section $P_2 P_3$.

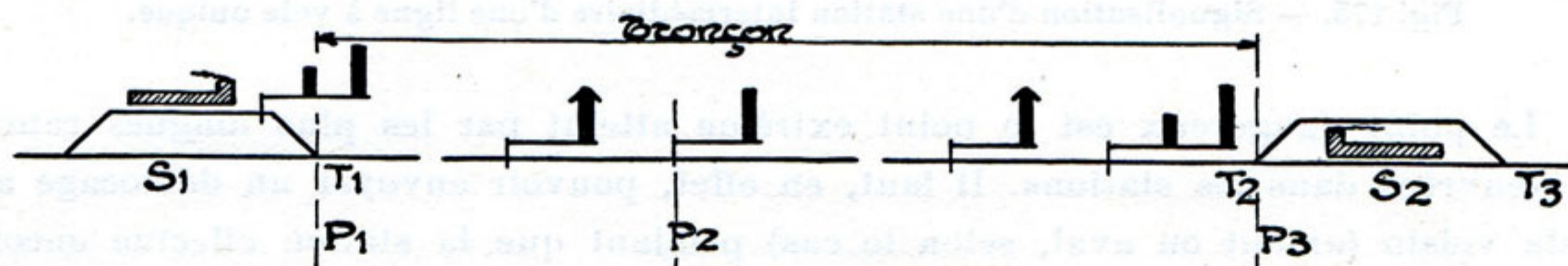


Fig. 174. — Le tronçon à voie unique comprend 2 sections de block.

Le danger du block-system par téléphone, c'est que la station expéditrice ne lance le train avant d'avoir reçu l'avis que le train précédent est réellement sorti de la section d'aval.

(1) Pour ne pas compliquer la figure, nous n'avons représenté les signaux que pour un seul sens de circulation.

Ou encore que l'agent préposé à l'expédition des trains ne se décharge sur le personnel du bureau du soin d'échanger les communications, celles-ci peuvent alors anticiper sur les faits ou ne pas être conformes à ceux-ci.

Le block-system par appareils de correspondance enclenchés avec les signaux de block fait disparaître ces dangers, mais la description des appareils de block utilisés dans ce cas nous entraînerait trop loin.

* * *

Signalisation d'une station intermédiaire

Que la ligne soit exploitée par le block-system par téléphone ou par appareils de correspondance enclenchés avec les signaux de block, la signalisation d'une station intermédiaire se présente comme suit.

Signaux de couverture.

Normalement, sur les lignes à voie unique de la S. N. C. B., une station intermédiaire *S* de moyenne importance (fig. 175) est couverte de chaque côté par un signal d'entrée *A* et *C* à deux positions (0° et 45°) (1) placé à 50 mètres du point dangereux.

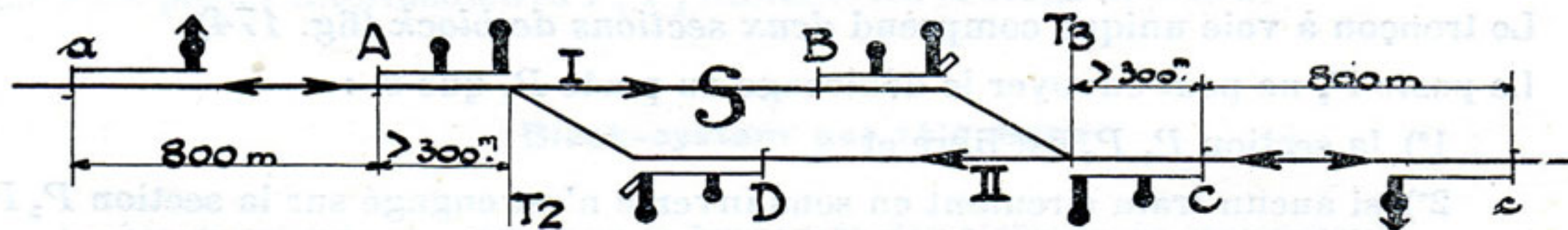


Fig. 175. — Signalisation d'une station intermédiaire d'une ligne à voie unique.

Le point dangereux est le point extrême atteint par les plus longues rames manœuvrées dans les stations. Il faut, en effet, pouvoir envoyer un déblocage au poste voisin (amont ou aval, selon le cas) pendant que la station effectue encore certaines manœuvres à l'abri du signal de couverture *A* (ou *C*) (2).

(1) Voir page 10.

(2) En aucun cas, la distance entre le signal *A* (ou *C*) et la pointe de l'aiguillage de dédoublement ne peut être inférieure à 300 mètres. En effet, un train de 300 mètres de longueur, venant de *A*, stationnant sur la voie *I*, et qui s'avance ensuite en voie principale dans la direction du signal *C* pour rebrousser vers *D*, sur la voie *II*, doit, pendant cette manœuvre, être couvert par le signal *C*, placé à 300 mètres au moins de l'aiguillage de dédoublement situé au droit de *T*₃.

Avertisseurs.

Les signaux d'entrée *A* et *C* sont répétés à 800 mètres respectivement par un signal avertisseur *a* et *c* à deux positions :

- 1°) palette horizontale, si le signal d'entrée est à l'arrêt ;
- 2°) palette relevée à 45°, si le signal d'entrée est au passage.

Palettes de manœuvre.

Les signaux d'entrée *A* et *C* sont munis d'une palette de manœuvre pour autoriser le *garage direct* d'un train, c'est-à-dire pour admettre un train (à contre voie) sur la voie de droite (voie *II* pour le sens de circulation de *A* vers *B* ; voie *I*, pour le sens *C* vers *D*) (1).

Signaux de block.

La sortie de chacune des voies de la station intermédiaire est commandée par un *signal de block* *B* (ou *D*) muni d'une palette pouvant occuper deux positions (0° et 45°) et d'une petite palette de manœuvre à deux positions (0° et 45°).

Cette palette de manœuvre est mise au passage pour autoriser le dépassement du signal de block par les *trains* en manœuvre ainsi que par les trains qui doivent *garer* par rebroussement.

(1) Souvent dans ce cas, le signaleur ne sera autorisé à mettre la palette de manœuvre au passage qu'après que le *train à garer* aura fait un arrêt devant le signal d'entrée.

TROISIÈME PARTIE

LES ENCLENCHEMENTS

(656.257)

Dans les installations importantes, les leviers qui actionnent les nombreux appareils situés en campagne (signaux, aiguillages, verrous de calage d'aiguilles), sont groupés dans des *postes centraux* ou *cabines*.

Les *enclenchements* sont des dispositifs qui rendent solidaires les manœuvres des différents leviers d'une cabine de manière à empêcher toute combinaison de position des appareils en campagne qui pourrait compromettre la sécurité de la circulation.

Ainsi, le levier de commande d'un signal ne peut être manœuvré pour ouvrir ce signal si les aiguilles de l'itinéraire qu'il protège ne sont pas placées dans la position convenable.

Les enclenchements peuvent être réalisés par des procédés exclusivement mécaniques ou par des moyens électriques.

A. — Généralités sur les enclenchements mécaniques

1. — Position des appareils en campagne et des leviers en cabine.

En campagne, tout appareil de la voie (signal, aiguillage, verrou de calage d'aiguilles) peut occuper deux positions extrêmes :

la position habituelle ou *position normale* ; elle résulte d'un *choix* comme le montrent les exemples suivants ;

la position inverse ou *position renversée*.

Exemples :

1. Dans l'exploitation à sections fermées (page 67), les signaux sont normalement en position d'arrêt, tandis que dans le système à sections ouvertes, les signaux sont normalement ouverts.

2. *Un aiguillage*, dans sa position normale, sera disposé :
soit pour assurer la continuité de la voie principale,
soit pour éviter un itinéraire passant par un point dangereux,
soit encore dans la direction la plus parcourue et ce, pour des facilités d'exploitation.

3. *Un verrou d'aiguilles* sera normalement retiré, car le signaleur doit toujours pouvoir disposer de l'aiguillage. Le verrou sera engagé quand l'aiguillage sera, soit dans sa position normale, soit dans sa position renversée.

Il est cependant des cas où le verrou pourra être engagé dans sa position habituelle ou normale.

En cabine, le levier de manœuvre de chacun des appareils situés en campagne, peut de même occuper deux positions extrêmes, *normale* ou *renversée*, lesquelles correspondent aux positions occupées en campagne par l'appareil lui-même. Conséquemment, les leviers de manœuvre n'ont, en général, que deux positions *stables* possibles, ils ne peuvent jamais être abandonnés dans une position intermédiaire.

En cabine, tous les leviers de manœuvre sont *rangés parallèlement* l'un à côté de l'autre. *Tous ces leviers doivent pouvoir être placés ensemble dans leur position normale.*

Les leviers reliés par un enclenchement ne doivent pas pouvoir être manœuvrés en même temps, mais seulement l'un après l'autre.

Remarques. — 1. Le levier de manœuvre d'un *signal avertisseur* est enclenché avec celui du signal d'arrêt absolu correspondant de manière que le signal avertisseur soit toujours ouvert *après* le signal d'arrêt absolu et toujours fermé *avant* lui, les indications de ces deux signaux ne pouvant pas être contradictoires.

2. En général, chaque appareil de changement de voie est commandé par un levier distinct. Toutefois, les deux changements de voie de chaque côté des traversées-jonctions *doubles* (tome III, page 173) sont manœuvrés par un seul levier.



Fig. 176

Il arrive également que les deux aiguillages formant « liaison » (fig. 176) sont actionnés par un seul levier.

3. *Les verrous de calage* des aiguilles ne sont appliqués qu'aux aiguillages abordés par la pointe.

Le verrou a pour office de maintenir la lame directrice de l'aiguille fortement appliquée sur son rail d'appui.

Le verrou est généralement manœuvré par un levier distinct de celui qui commande l'aiguillage. Cependant, dans certains dispositifs, le verrou est entraîné par le levier d'aiguille lui-même (tome III, pages 200 à 207).

2. — Pour réaliser *les conditions optima de sécurité*, il faut :

1°) que le signaleur ne puisse, à l'aide des signaux sous sa dépendance, donner passage à un train pour une direction déterminée *avant* d'avoir disposé convenablement *tous* les aiguillages sur le parcours envisagé ;

2°) que le signaleur, une fois le passage donné, pour une direction déterminée, ne puisse plus modifier la position des aiguillages pour un autre itinéraire sans avoir *au préalable* modifié la position des signaux en conséquence c.-à-d. avoir refermé les signaux couvrant le premier itinéraire, disposé les aiguillages convenablement pour le deuxième itinéraire, ouvert enfin les signaux qui protègent ce deuxième itinéraire.

3°) que le signaleur ne puisse ouvrir simultanément plusieurs signaux commandant des itinéraires convergents ou sécants ou opposés.

En règle générale, *pour autoriser une circulation*,

— on manœuvre d'abord les leviers qui commandent *les aiguillages* que le train empruntera en dernier lieu c.-à-d. que l'on prépare l'itinéraire en commençant par la fin,

— puis, l'on manœuvre les leviers *des signaux*, autorisant le passage, en terminant par l'ouverture du signal que le train rencontrera le premier.

En procédant ainsi, l'on est certain que lorsque le train s'engagera sur l'itinéraire autorisé, le mécanicien trouvera la voie partout correctement disposée et tous les signaux ouverts (1).

3. — Enclenchements binaires.

Les enclenchements binaires n'intéressent que *deux* leviers.

Exemples :

1. Pour pouvoir renverser le levier 5, il faut que le levier 8 se trouve dans sa position normale.

2. Pour pouvoir renverser le levier 3, il faut que le levier 4 soit dans sa position renversée.

3. Pour pouvoir renverser le levier 1, il faut que le levier 2 soit dans sa position normale *ou bien* soit dans sa position renversée. Ce dernier type d'enclenchement est

(1) Pour simplifier l'exposé, nous laissons de côté les « leviers d'itinéraires ».

employé, par exemple, pour immobiliser le levier de commande d'un aiguillage par le levier de manœuvre *du verrou* quand celui-ci est renversé ; ce renversement du levier de verrou ne pouvant d'ailleurs se faire que si le levier de l'aiguillage se trouve dans *l'une ou l'autre* de ses positions extrêmes : normale ou renversée.

4. — Représentation des enclenchements.

Les spécialistes ont cherché à représenter les enclenchements sous une forme qui soit à la fois simple et claire. Citons parmi les plus connues les notations de *Cossman* (1), de *Despons* (2), de *Bricka* (3), de *Descubes* (4), de *Perrin* (5) et de *Verdeyen* (6).

Nous emploierons cette dernière parce que c'est celle utilisée à la S. N. C. B.

Nous représentons un levier a dans sa position normale par le symbole $\frac{a}{\cdot}$, ce même levier dans sa position renversée par $\frac{\cdot}{a}$, ce levier dans sa position normale ou dans sa position renversée par \bar{a} .

Si le levier est représenté par un chiffre, nous aurons de même et successivement les symboles $\frac{1}{\cdot}$, $\frac{\cdot}{1}$, $\bar{1}$.

La notation Verdeyen $(\frac{1}{\cdot}, \frac{\cdot}{1}, \bar{1})$ ne prévoit pas le point que nous plaçons au-dessous ou au-dessus de la barre horizontale selon que le levier se trouve dans sa position normale ou dans sa position renversée $(\frac{1}{\cdot}, \frac{\cdot}{1}, \bar{1})$, mais la présence du point est de nature à éviter les erreurs d'écriture ou de lecture.

La relation d'enclenchement à établir entre deux leviers s'écrit sous la forme d'une égalité (7) dont le premier membre comporte le symbole du premier levier, représenté dans la position que l'on désire lui voir occuper (par exemple : $\frac{\cdot}{a}$) et le second membre représente le symbole du second levier dans la position qu'il doit occuper pour permettre la position du premier levier ; on aura :

$$\frac{\cdot}{a} = \frac{b}{\cdot}$$

et l'on convient que le signe = signifie : *exige*.

(1) Cossman — Revue Générale des Chemins de fer — juillet 1880.

(2) Despons — Revue Générale des Chemins de fer — octobre 1904.

(3) Bricka — Cours de Chemins de fer — tome I.

(4) Descubes — Revue Générale des chemins de fer — novembre 1898

(5) Perrin — Annales des Mines — décembre 1905.

(6) Verdeyen — Bulletin du Congrès des Chemins de fer — septembre 1920.

(7) Ce n'est pas une égalité réelle, c'est une relation entre deux termes.

Nous dirons dès lors que pour pouvoir renverser le levier *a*, *il faut* que le levier *b* se trouve dans sa position normale, ou, en d'autres termes, que le renversement du levier *a* exige que le levier *b* soit dans sa position normale.

De même, l'enclenchement $\dot{b} = \dot{c}$ signifie que le renversement du levier *b* exige que le levier *c* se trouve dans sa position renversée.

Enfin, $\dot{d} = \bar{e}$ signifie que le renversement du levier *d* exige que le levier *e* se trouve dans sa position normale *ou bien* dans sa position renversée.

5. — Enclenchements conditionnels ou enclenchements multiples.

Ce sont les enclenchements qui mettent en relation entre eux, *au moins trois leviers*.

Ils sont de deux types repris aux exemples ci-après :

a) Si le levier 5 est dans sa position normale, il faut, pour pouvoir renverser le levier 7, que le levier 9 soit dans sa position normale.

L'enclenchement à réaliser entre les leviers 7 et 9 est subordonné à la condition que le levier 5 se trouve dans sa position normale, c'est donc un enclenchement *conditionnel*.

b) Pour pouvoir renverser le levier 2, il faut que l'un des leviers 5, 6 ou 7 soit renversé.

L'enclenchement à réaliser est *multiple* puisque l'on peut indifféremment réaliser un des enclenchements

$$\dot{2} = \dot{5} \quad \text{ou} \quad \dot{2} = \dot{6} \quad \text{ou} \quad \dot{2} = \dot{7}$$

Il suffit donc que l'un de ces trois enclenchements soit réalisé pour pouvoir renverser le levier 2. En fait, dans le bâti, ils sont réalisés tous les trois.

6. — Enclenchements directs.

Ce sont ceux qui sont *matériellement et directement* réalisés en cabine.

Leur principe fondamental consiste à utiliser des pièces spéciales (taquets ou cales) qui, solidaires des leviers, se meuvent avec ceux-ci et dont la position relative interdit ou autorise la manœuvre d'autres leviers.

7. — Enclenchements indirects.

Ce sont ceux qui résultent de la coexistence d'autres enclenchements. Les enclenchement indirects ne sont donc pas réalisés matériellement et directement.

Supposons que l'on réalise les deux relations

$$\frac{\dot{a}}{a} = \frac{\dot{b}}{b} \quad \text{et} \quad \frac{\dot{b}}{b} = \frac{\dot{c}}{c},$$

c.-à-d. que le renversement du levier a exige le renversement préalable du levier b et que le renversement du levier b exige que le levier c soit dans sa position normale.

Il en résulte évidemment que, pour pouvoir renverser le levier a , il faut que le troisième levier, le levier c , se trouve dans sa position normale, ce qui se traduit par la relation

$$\frac{\dot{a}}{a} = \frac{\dot{c}}{c}.$$

C'est là un enclenchement *indirect* qui résulte de la coexistence des deux enclenchements considérés

$$\frac{\dot{a}}{a} = \frac{\dot{b}}{b} \quad \text{et} \quad \frac{\dot{b}}{b} = \frac{\dot{c}}{c}.$$

8. — Enclenchements réciproques.

Il faut entendre par là que, quand, dans une même cabine, un enclenchement tel que

$$\frac{\dot{b}}{b} = \frac{\dot{a}}{a}$$

doit relier deux leviers (fig. 177), l'on matérialise cet enclenchement par un dispositif *mécanique* tel qu'il réalise non seulement la relation précitée, mais encore la relation $\frac{\dot{a}}{a} = \frac{\dot{b}}{b}$ (fig. 178).

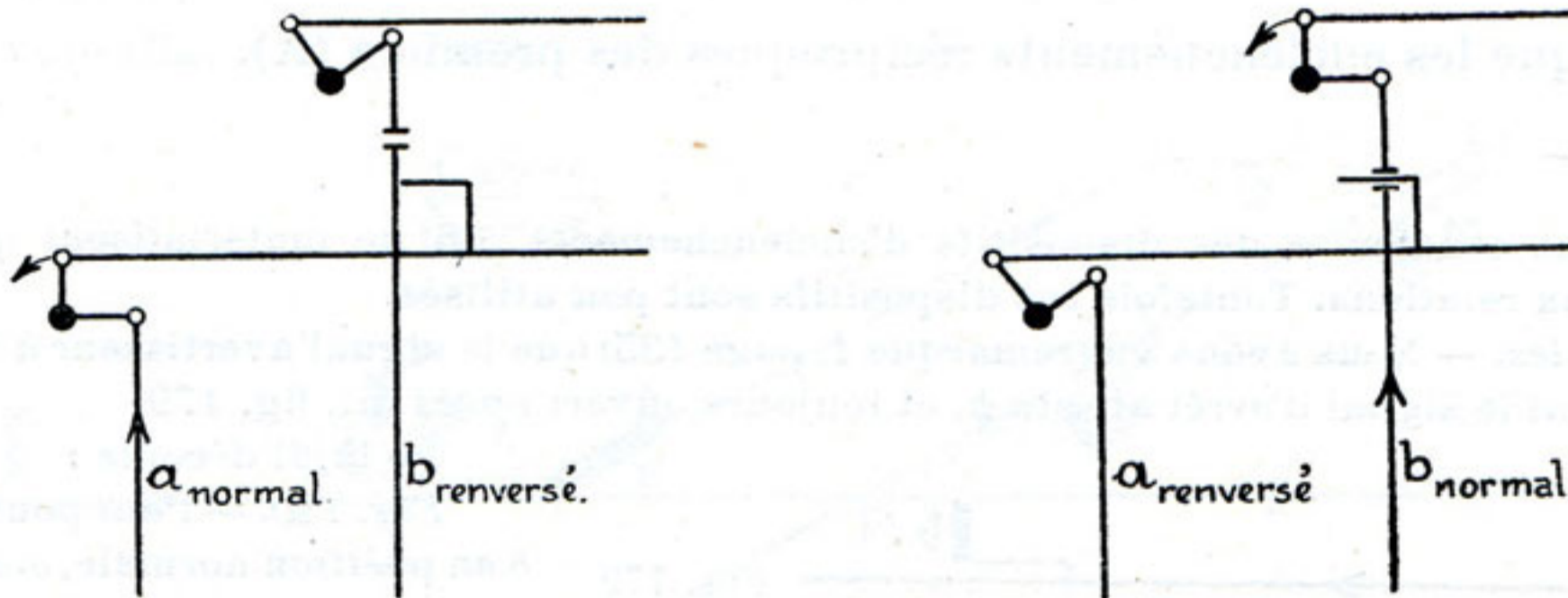


Fig. 177 et 178. — Réciprocité des enclenchements.

$$\frac{\dot{b}}{b} = \frac{\dot{a}}{a} \quad \frac{\dot{a}}{a} = \frac{\dot{b}}{b}.$$

Après l'opération préparatoire qui consiste dans le renversement du levier, l'enclenchement est tel que, le levier b étant renversé, il enclenche le levier a dans sa position normale, fig. 177. Alors, il y a réciprocité, c.-à-d. que a , dans sa position renversée, enclenche b dans sa position normale, fig. 178.

Ces deux figures montrent que les mouvements indiqués par les flèches sont *matériellement* impossibles.

Fig. 177. — Il est impossible de renverser a , si b n'est pas dans sa position normale.

Fig. 178. — Il est impossible de renverser b , si a n'est pas dans sa position normale.

C'est ce qui permet de dire que ces deux enclenchements mécaniques sont *réciproques* ; mais cette réciprocité ne va pas de soi ; la matérialisation simultanée des deux égalités a été *voulue* et obtenue par des organes combinés à cette fin (1).

On ne peut donc parler de la réciprocité des enclenchements comme s'il s'agissait d'énoncer un principe général.

Conséquemment, en pratique, le technicien qui doit procéder à la vérification *matérielle* d'une table d'enclenchements ne peut se croire autorisé à n'effectuer que la moitié des *essais*, sous le prétexte de la réciprocité d'action.

9. — Enclenchements élémentaires.

Considérons deux leviers a et b .

Nous pouvons réaliser entre eux les combinaisons suivantes :

$$\begin{aligned} \dot{a} &= \frac{b}{\cdot}, & \dot{a} &= \dot{b} \quad (2), & \dot{a} &= \bar{b} & (A) \\ \text{et} & & & & & & \\ \dot{b} &= \frac{a}{\cdot}, & \dot{b} &= \frac{a}{\cdot} \quad (2), & \bar{b} &= \frac{a}{\cdot} \quad (3) & (B) \end{aligned}$$

qui ne sont que les enclenchements réciroques des premiers (A).

(1) On peut construire des dispositifs d'enclenchements qui ne matérialisent que l'une ou l'autre des deux relations. Toutefois ces dispositifs sont peu utilisés.

(2) *Exemples.* — Nous avons vu (remarque 1, page 135) que le signal avertisseur a doit toujours être fermé *avant* le signal d'arrêt absolu b , et toujours ouvert *après* lui, fig. 179.

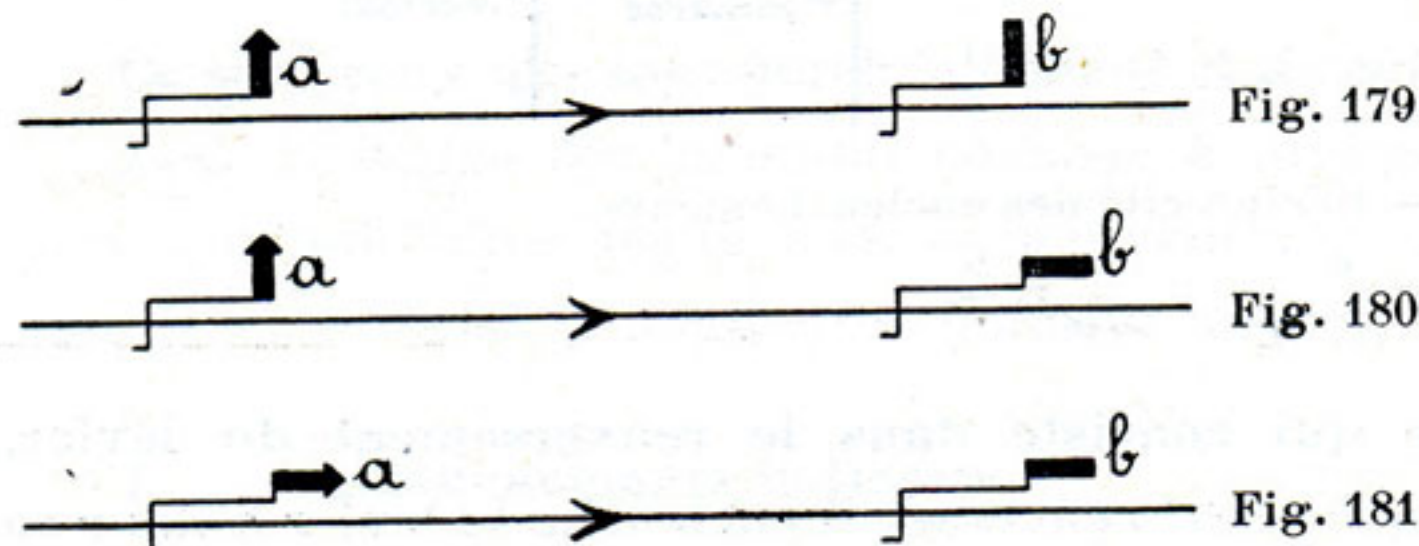
De là, il découle :

Fig. 180. — Pour pouvoir remettre b en position normale, c.-à-d. à l'arrêt, il faut que a soit *déjà* remis à l'arrêt :

$$\frac{b}{\cdot} = \frac{a}{\cdot}$$

Fig. 181. — Avant d'ouvrir a , il faut *d'abord* ouvrir b c.-à-d. que pour renverser a , il faut que b soit renversé :




$$\dot{a} = \dot{b}$$



(3) Le levier b , en mouvement, enclenche le levier a .

Les six arrangements possibles entre deux leviers se ramènent donc aux trois enclenchements (A) ci-dessus.

A la S. N. C. B., dans les diagrammes graphiques d'enclenchements,

- la relation $\frac{\dot{a}}{a} = \frac{b}{\dot{b}}$ se représente par un cercle *bleu*, symbole Fig. 182 
- » $\frac{\dot{a}}{a} = \frac{\dot{b}}{b}$ » » » *rouge*, » Fig. 183 
- » $\frac{\dot{a}}{a} = \frac{\bar{b}}{\bar{b}}$ » » » *noir*, » Fig. 184 

d'où les noms de *taquet* (ou *cale*) bleu, taquet rouge, taquet noir, donnés habituellement aux taquets (ou aux cales) qui réalisent ces égalités.

B. — Projet d'enclenchements

L'étude d'un projet d'enclenchements comporte deux parties :

1°) *la rédaction du programme d'enclenchements*. Il s'agit de préciser les conditions à réaliser entre les leviers de manœuvre des signaux, des aiguillages et des verrous de calage des aiguilles ;

2°) *l'établissement du tableau des enclenchements mécaniques* propres à réaliser ce programme.

1. — Exemple.

A titre d'application, considérons le cas très simple d'une bifurcation d'une ligne à double voie (fig. 185 et 186).

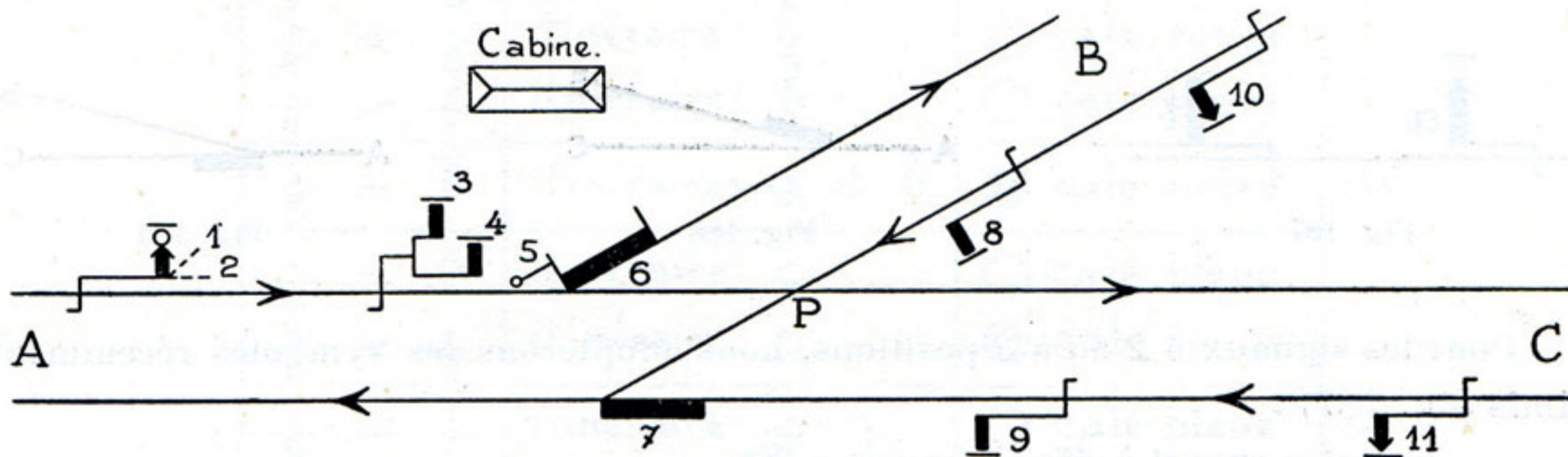


Fig. 185. — Signalisation d'une bifurcation d'une ligne à double voie.

Pour la simplification des connexions, pour le raccourcissement de la longueur de celles-ci, pour éviter le croisement des fils de commande, la cabine sera installée dans le voisinage de la bifurcation. Les connexions se dirigeront ainsi directement vers la droite et vers la gauche de la cabine.

Numérotons les leviers de commande de tous les appareils tels qu'ils se présentent dans l'ordre géographique, en cheminant de la gauche vers la droite, comme indiqué sur le croquis fig. 185.

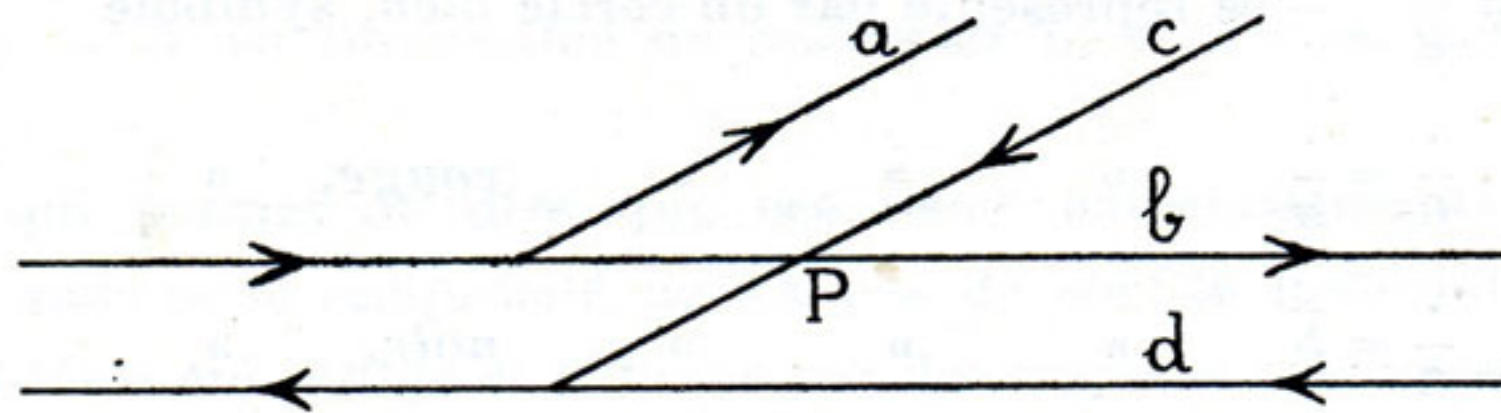


Fig. 186. — Itinéraires possibles : a, b, c et d.

Le premier signal rencontré, le signal avertisseur comportant 2 positions de passage (45° et 90°), il doit être prévu 2 leviers distincts 1 et 2 ;

- pour le chandelier, nous aurons les 2 leviers 3 et 4 ;
- pour le verrou d'aiguille, le levier 5 ;
- pour l'aiguillage, le levier 6, etc.

Normalement, l'aiguillage 6 est dirigé dans la direction AB, car c'est la position de protection du point dangereux P. Pour des raisons du même ordre, l'aiguillage 7 est dirigé normalement dans la direction AC (cas d'un train arrêté entre 7 et A et qui, éprouvant des difficultés pour démarrer, recule d'abord vers 7, pour reprendre ensuite sa marche en avant).

L'aiguillage 6, abordé par la pointe, est pourvu d'un verrou de calage. L'aiguillage 7 abordé par le talon, n'en a pas.

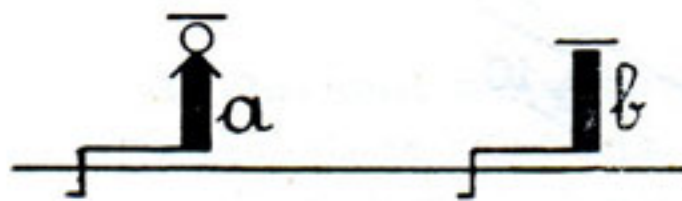


Fig. 187



Fig. 188



Fig. 189

Pour les signaux à 2 ou à 3 positions, nous adopterons les symboles récemment admis (fig. 187) :

- signal a ouvert à 45° ou ouvert à 90° ,
- signal b ouvert à 90° .

Pour les aiguillages, la représentation usuelle est celle de la figure 188 pour la direction AB, ou celle de la figure 189 pour la direction AC.

Quant aux verrous de calage de l'aiguillage,
la fig. 190 représente le verrou normalement engagé et *pouvant* verrouiller l'aiguillage dans la position normale uniquement (la figure montre le verrou engagé),

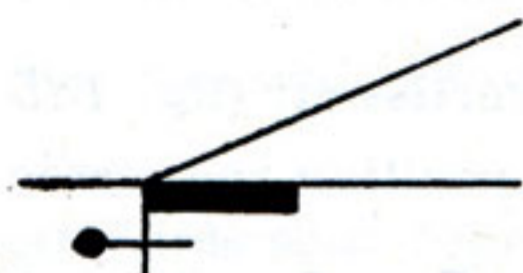


Fig. 190. — Verrou engagé.



Fig. 191. — Verrou retiré.

la fig. 191 représente le verrou normalement retiré, *pouvant* verrouiller l'aiguillage dans la position normale ou dans la position renversée, (la figure montre le verrou retiré).

2. — Programme des enclenchements.

Inscrivons les 11 leviers dans l'ordre numérique sous la forme de la table à double entrée de Pythagore (fig. 192).

$\frac{\dot{1}}{1} = \frac{\dot{3}}{3}$ de même :	itinéraire <u>a</u>	⊙ cale rouge.	
$\frac{\dot{2}}{2} = \frac{\dot{4}}{4}$	itinéraire <u>b</u>	⊙ cale rouge.	
$\frac{\dot{3}}{3} = \frac{\dot{5}}{5}$	itinéraire <u>a</u>	⊙ cale rouge.	
$\frac{\dot{3}}{3} = \frac{\dot{6}}{6}$	itinéraire <u>a</u>	○ cale bleue.	
$\frac{\dot{4}}{4} = \frac{\dot{5}}{5}$	itinéraire <u>b</u>	⊙ cale rouge.	
$\frac{\dot{4}}{4} = \frac{\dot{6}}{6}$	itinéraire <u>b</u>	⊙ cale rouge.	
$\frac{\dot{4}}{4} = \frac{\dot{7}}{7}$	itinéraire <u>b</u>	○ cale bleue.	
$\frac{\dot{5}}{5} = \frac{\dot{6}}{6}$	itinéraires <u>a</u> et <u>b</u>	● cale noire.	(1)
$\frac{\dot{6}}{6} = \frac{\dot{7}}{7}$	itinéraire <u>c</u>	○ cale bleue.	
$\frac{\dot{6}}{6} = \frac{\dot{8}}{8}$	itinéraire <u>c</u>	⊙ cale rouge.	
$\frac{\dot{7}}{7} = \frac{\dot{8}}{8}$	itinéraire <u>c</u>	○ cale bleue.	(2)
$\frac{\dot{8}}{8} = \frac{\dot{9}}{9}$	itinéraire <u>c</u>	⊙ cale rouge.	
$\frac{\dot{9}}{9} = \frac{\dot{10}}{10}$	itinéraire <u>c</u>	○ cale bleue.	
$\frac{\dot{10}}{10} = \frac{\dot{11}}{11}$	itinéraire <u>d</u>	⊙ cale rouge.	

Fig. 192

(1) Le verrou 5 est *retiré* en position normale. Pour pouvoir l'engager, il faut que l'aiguillage 6 soit dans sa position normale (itinéraire *a*) ou qu'il soit dans sa position renversée (itinéraire *b*).

(2) Il y a : itinéraire *c*, il faut lire : itinéraire *d*.

Abordons l'examen des enclenchements à réaliser en considérant un à un et successivement les leviers *de la rangée supérieure* et en les rapprochant successivement de tous les leviers inscrits dans *la première colonne de gauche*.

Nous voyons que :

pour pouvoir renverser le levier 1 du signal avertisseur (fig. 185 et 186), il faut que le levier 3 du signal d'arrêt absolu soit dans sa position renversée.

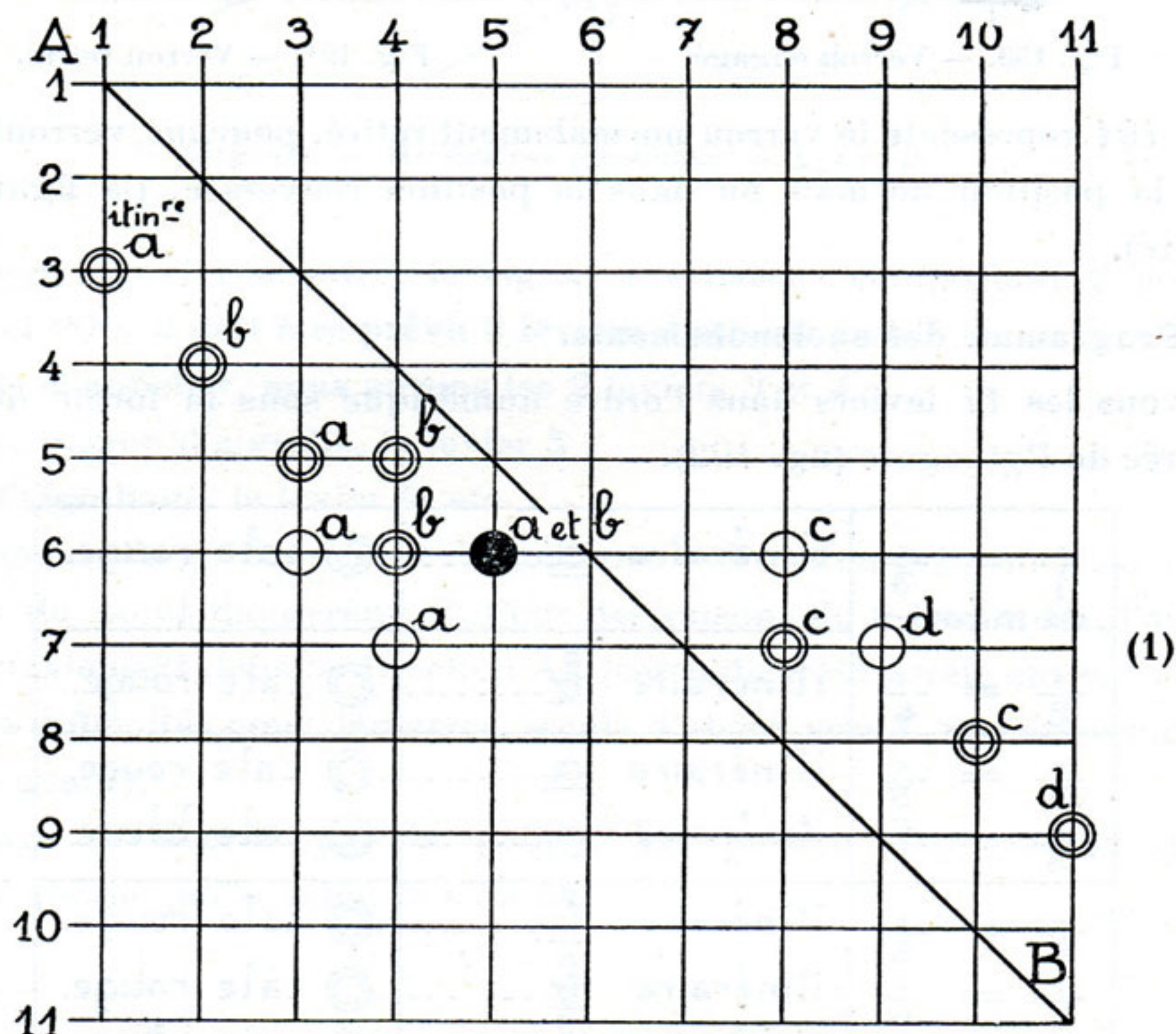


Fig. 193

Au fur et à mesure que nous traçons le programme des enclenchements (fig. 192), nous reportons les symboles des enclenchements à réaliser sur la fig. 193, aux nœuds de croisement des colonnes et des rangées.

Remarque. — Les réciproques se trouvent de l'autre côté de la diagonale *AB* par rapport aux cales effectives (fig. 193).

3. — Incompatibilités.

La figure 186 montre les quatre itinéraires possibles : *a*, *b*, *c* et *d*. Reportons-les sur le tableau fig. 194.

(1) A l'intersection de la verticale 4 avec l'horizontale 7, il faut *b* au lieu de *a*.

L'on voit d'après cette figure que :

- l'itinéraire *a* est compatible avec *c* et *d* et incompatible avec *b*,
- l'itinéraire *b* est compatible avec *d* et incompatible avec *a* et *c*,
- l'itinéraire *c* est compatible avec *a* et incompatible avec *b* et *d*,
- l'itinéraire *d* est compatible avec *a* et *b* et incompatible avec *c*.

Les *incompatibilités* sont représentées par un trait vertical inscrit au croisement des rangées avec les colonnes correspondantes.

Les itinéraires *compatibles* correspondent aux carrés non marqués d'un trait vertical.

Les indications sont symétriques par rapport à la diagonale *AB*, montrant ainsi la réciprocité des incompatibilités.

	a	b	c	d
a		|		
b	|		|	
c		|		|
d			|	

Fig. 194

4. — Réalisations.

— L'incompatibilité des itinéraires *a* et *b* résulte de l'enclenchement des leviers 3 et 4.

On a (voir pages 143 et 144) :

$$\frac{\cdot}{3} = \frac{6}{\cdot} \text{ dont la réciproque est } \frac{\cdot}{6} = \frac{3}{\cdot}, \text{ qui, rapprochée de } \frac{\cdot}{4} = \frac{\cdot}{6}, \text{ donne } \frac{\cdot}{4} = \frac{3}{\cdot}.$$

— L'incompatibilité des itinéraires *c* et *b* résulte de l'enclenchement des leviers 8 et 4.

On a :

$$\frac{\cdot}{8} = \frac{6}{\cdot} \text{ dont la réciproque est } \frac{\cdot}{6} = \frac{8}{\cdot}, \text{ qui, rapprochée de } \frac{\cdot}{4} = \frac{\cdot}{6}, \text{ donne } \frac{\cdot}{4} = \frac{8}{\cdot}.$$

— L'incompatibilité des itinéraires *d* et *c* résulte de l'enclenchement des leviers 9 et 8.

On a :

$$\frac{\cdot}{8} = \frac{\cdot}{7}, \frac{\cdot}{9} = \frac{7}{\cdot} \text{ dont la réciproque est } \frac{\cdot}{7} = \frac{9}{\cdot}, \text{ d'où } \frac{\cdot}{8} = \frac{9}{\cdot}.$$

CHAPITRE II

Postes centraux de signalisation (656.257)

1. — Postes mécaniques.

Dans les postes mécaniques, c'est l'*effort manuel* que le signaleur développe sur des leviers qui, transmis en campagne par tringles rigides ou par fils, provoque la manœuvre des appareils (aiguilles, signaux, etc.) (1).

2. — Postes à pouvoir.

Dans ceux-ci, c'est un *fluide moteur* (aujourd'hui l'électricité) qui exécute la manœuvre des appareils en campagne conformément aux opérations du signaleur en cabine. Ici, en agissant sur des petits leviers ou sur des manettes, le signaleur ferme des circuits électriques qui provoquent la manœuvre des appareils. Le signaleur peut dès lors manœuvrer *sans fatigue et avec le maximum de rapidité* des appareils lourds et souvent très éloignés qu'il lui serait souvent impossible d'entraîner directement.

Ces postes sont appelés « postes à pouvoir » par analogie avec la désignation anglo-saxonne « power-working ».

(1) Nous donnons le nom de signaleur, et non d'aiguilleur, à l'agent stationnaire de la cabine bien qu'il manœuvre plus d'aiguillages que de signaux, parce que, en fait, la manœuvre des aiguillages n'est qu'une opération préalable à l'ouverture des signaux.

CHAPITRE III

Postes mécaniques du système Saxby et Farmer

Les grilles basculantes G (fig. 195) et les taquets T fixés sur les barres coulissantes B constituent les deux termes de l'enclenchement *Saxby*.

Le basculement des grilles n'est possible que pour certaines positions des taquets. Les grilles *basculées* immobilisent les taquets dans ces positions (fig. 197).

Réciproquement, dans certaines positions des taquets, le basculement des grilles est impossible (fig. 198).

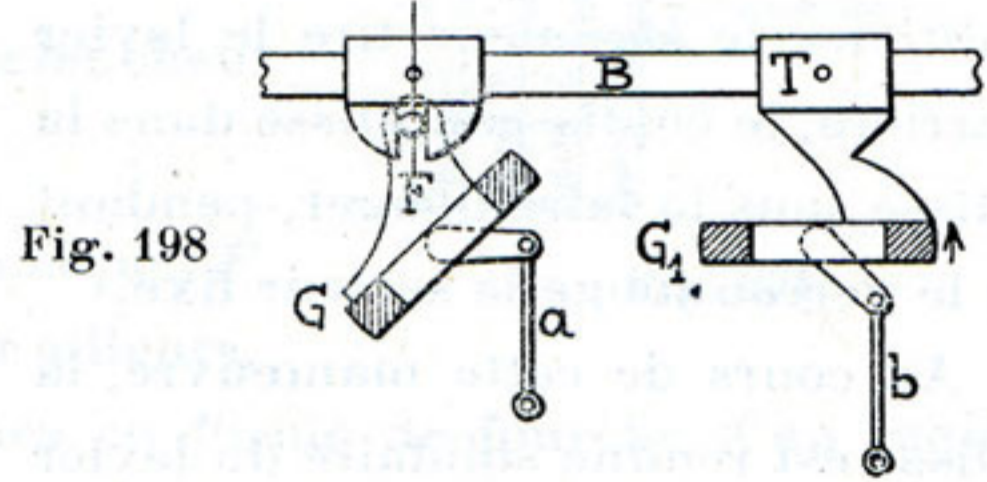
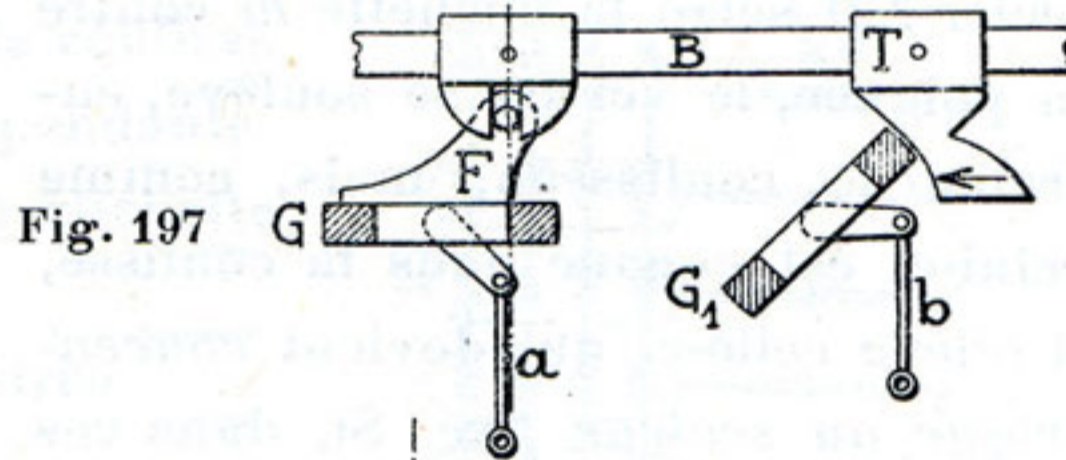
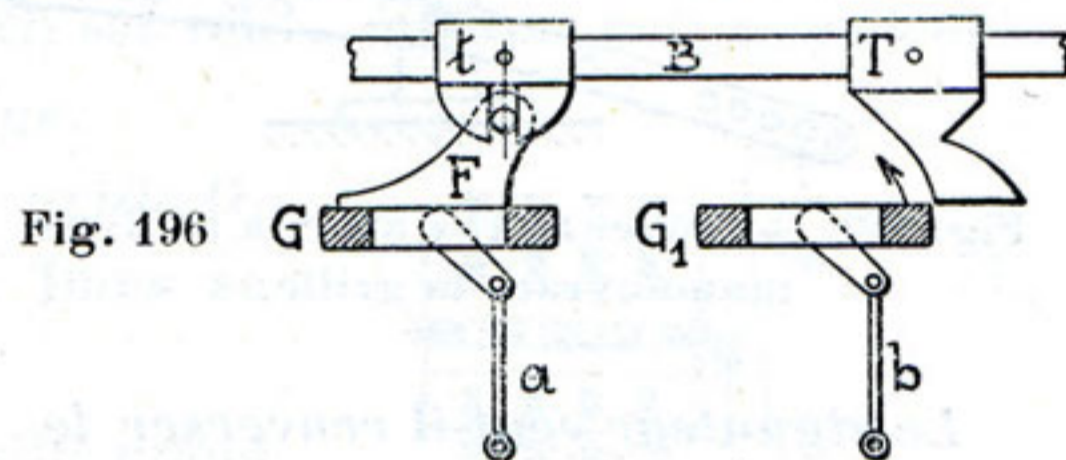
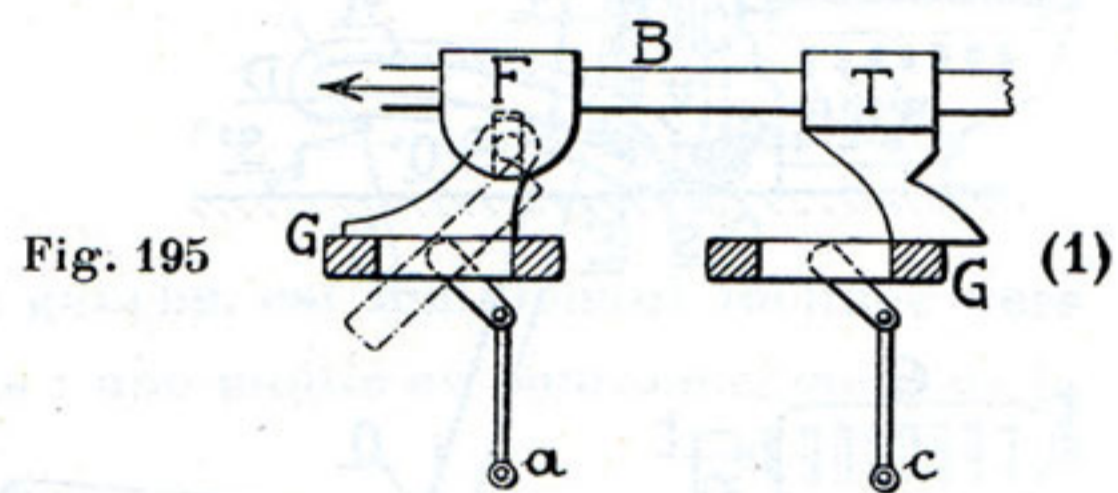
1. — Comment se produit le jeu des grilles et des taquets ?

Écartons les détails de construction pour ne retenir que le principe du fonctionnement.

Qu'il s'agisse de manœuvrer un signal, un aiguillage, un verrou de calage d'aiguilles, le levier aux mains du signaleur est de même type dans les trois cas.

Ce levier L , fig. 199, pivotant autour de l'axe O , entraîne soit les deux fils $F F$ de la transmission, fig. 200, qui manœuvre l'appareil en campagne, par exemple, un signal ou un aiguillage, soit la tringle t , fig. 201, actionnant un aiguillage dans le cas d'une transmission rigide.

Le centre de rotation O du levier est aussi le centre d'un secteur fixe $S S'$ disposé sur le plancher de la cabine (2).



(1) Sur la figure 195, la lettre F doit occuper le même emplacement que sur les figures 196 à 198.
 (2) D'ordinaire, les transmissions sont sous le plancher.

Le levier porte une clichette *m* qui actionne le verrou *v* rappelé par un ressort *r* maintenu dans une boîte fixée au levier.

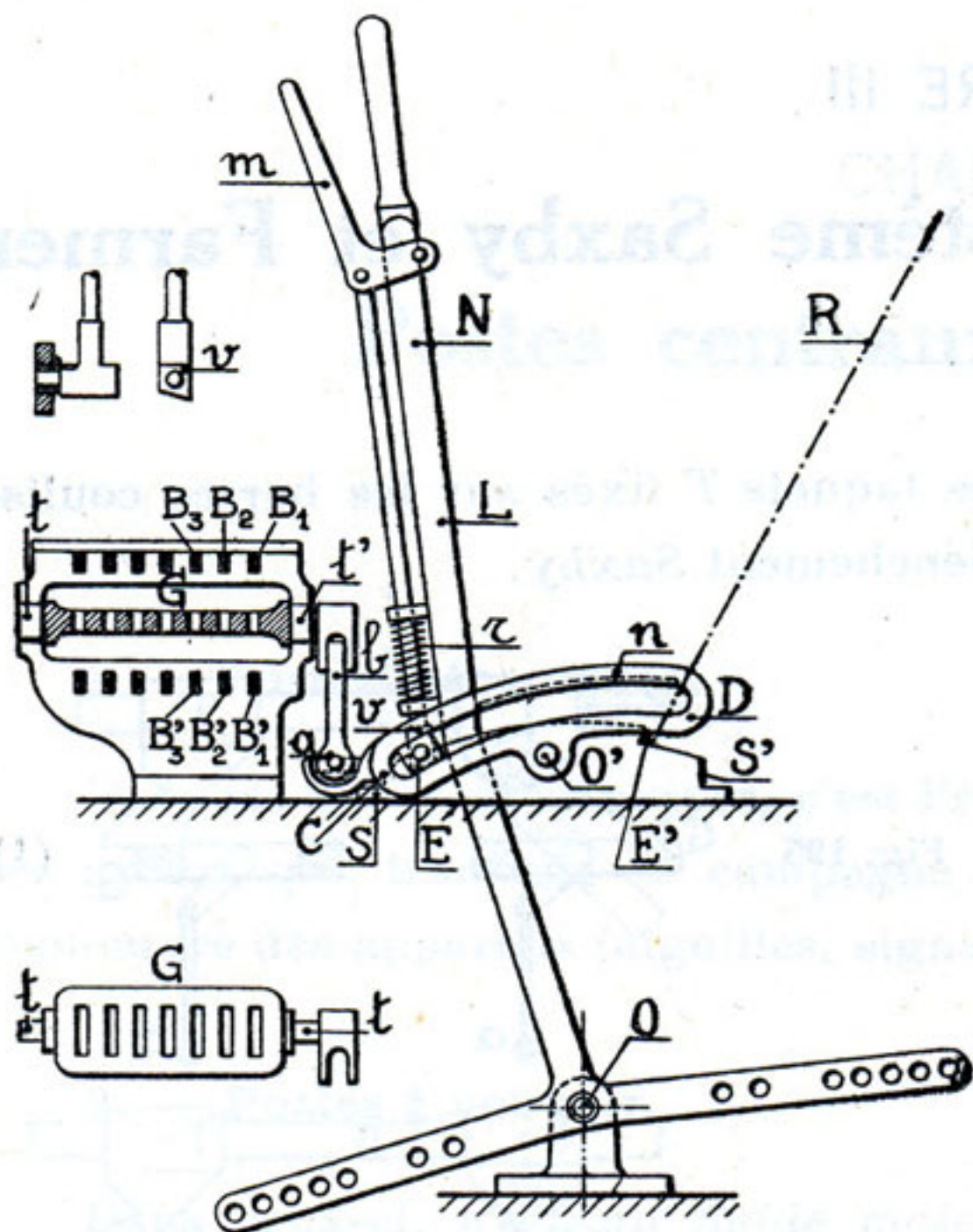


Fig. 199. — Levier Saxby avec la coulisse manœuvrant la grille.

Le signaleur veut-il renverser le levier ? Il serre la clichette *m* contre la poignée, le verrou se soulève, entraîne le coulisseau, mais, comme celui-ci est engagé dans la coulisse, il relève celle-ci qui devient concentrique au secteur fixe. Si, dans ces conditions, le signaleur tire le levier en arrière, le coulisseau glisse dans la coulisse sans la faire bouger, pendant que le verrou longe le secteur fixe.

Au cours de cette manœuvre, la coulisse est rendue solidaire du levier par le fait que la nervure *n*, portée par la coulisse basculante, (fig. 202 et 203) reste constamment engagée dans la rainure de la boîte à ressort.

En pénétrant dans les encoches *E E'* du secteur fixe, le verrou immobilise le levier dans sa position normale *N* ou dans sa position renversée *R*.

Quand, de la main, on serre la clichette *m* contre la poignée du levier, on relève le verrou et on déverrouille le levier.

Par ailleurs, le verrou *v* est prolongé horizontalement par un coulisseau engagé dans une coulisse *CD*, formant balancier (fig. 203), coulisse qui bascule autour de l'axe *O'*.

Remarquons que la coulisse *CD* a le même rayon que le secteur fixe *S S'* ; lorsqu'elle est dans sa position moyenne, elle est concentrique à ce secteur.

Lorsque le levier est dans sa position normale *N*, la coulisse est inclinée vers la gauche comme le montre la fig. 199.

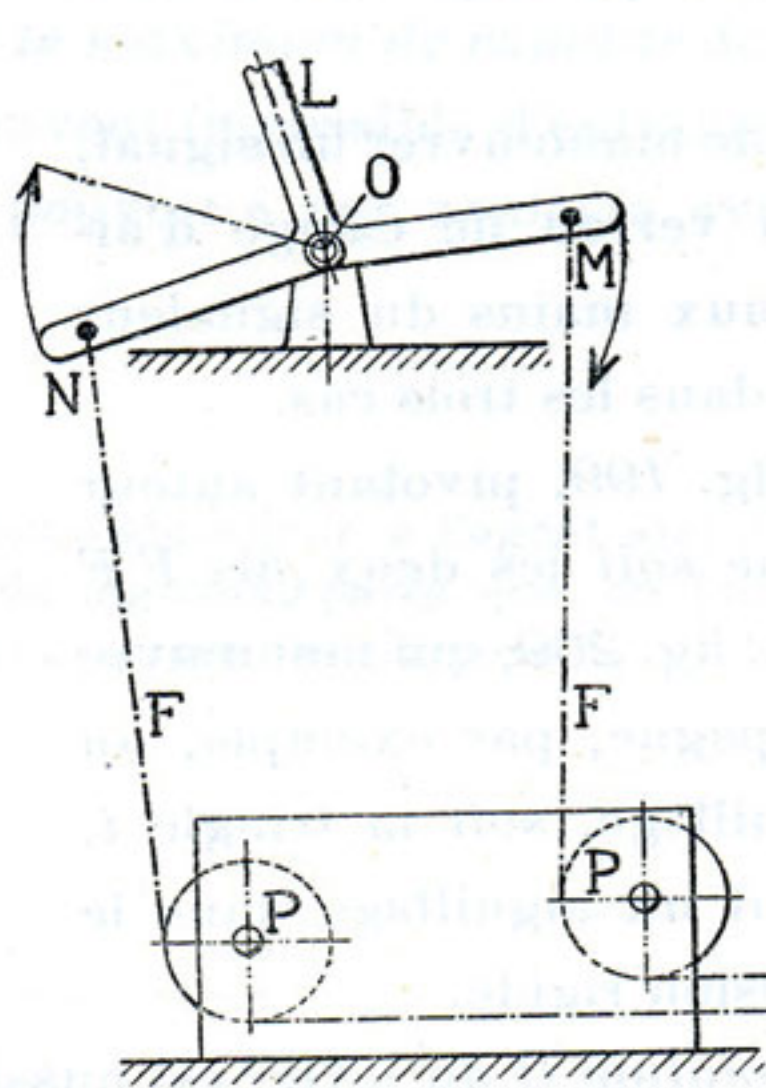


Fig. 200. — Transmission par double fil.

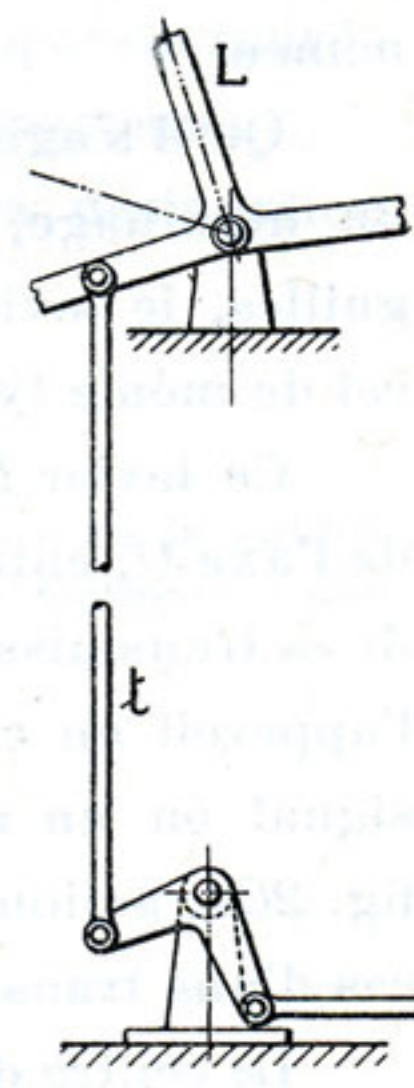


Fig. 201. — Transmission par tringles rigides.

Au bout de la course du levier, le signaleur lâche la clichette, le verrou descend dans l'encoche *E'* du secteur fixe, immobilisant le levier dans sa position renversée ; mais, du même coup, le coulisseau en descendant a entraîné la coulisse qui bascule en prenant une position symétrique de celle représentée sur la figure 199.

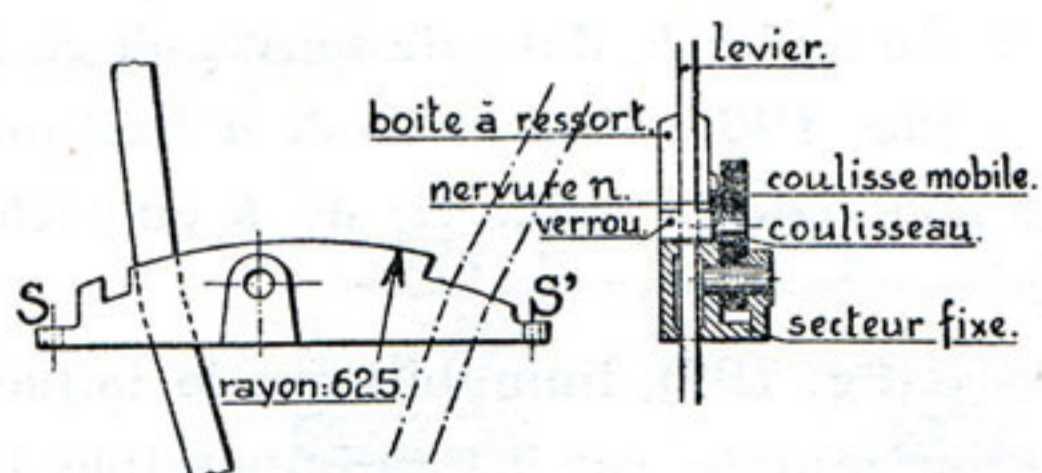


Fig. 202. — Secteur fixe et boîte à ressort.



Fig. 203. — Coulisse basculante.

La coulisse, primitivement inclinée vers la gauche, est maintenant inclinée vers la droite. Ce mouvement s'est fait en deux fois : une moitié au commencement de la manœuvre du levier, l'autre moitié à la fin.

L'extrémité *a* de la coulisse (fig. 199 et 203) est reliée à l'appareil d'enclenchement par une petite bielle *b*, dite *bielle de calage*.

L'appareil d'enclenchement comporte une grille *G*, supportée par deux tourillons *t t'* (fig. 199). Dans sa position normale, la grille est horizontale.

Quand le signaleur renverse le levier, la grille prend la position indiquée en pointillé, fig. 197, car la coulisse agit sur elle par la bielle *b* et la manivelle correspondante.

Chaque levier ou plus exactement chaque clichette de levier manœuvre une grille (fig. 204).

La grille est percée de lumières rectangulaires.

2. — Voulons-nous rendre un levier *b* enclencheur d'un levier *a* ?

Nous fixerons sur la grille *G* du levier *a* un taquet *F* portant un bouton en saillie, fig. 195 et 196. Par ailleurs, ce bouton peut coulisser entre les deux branches en forme de fourche d'un taquet *t* fixé sur une barre *B*, placée juste au-dessus d'une des lumières de la grille.

Cette barre coulisse dans des supports fixes ou chaises et ce mouvement se fait dans la direction perpendiculaire à l'axe *t t'* de la grille (fig. 199).

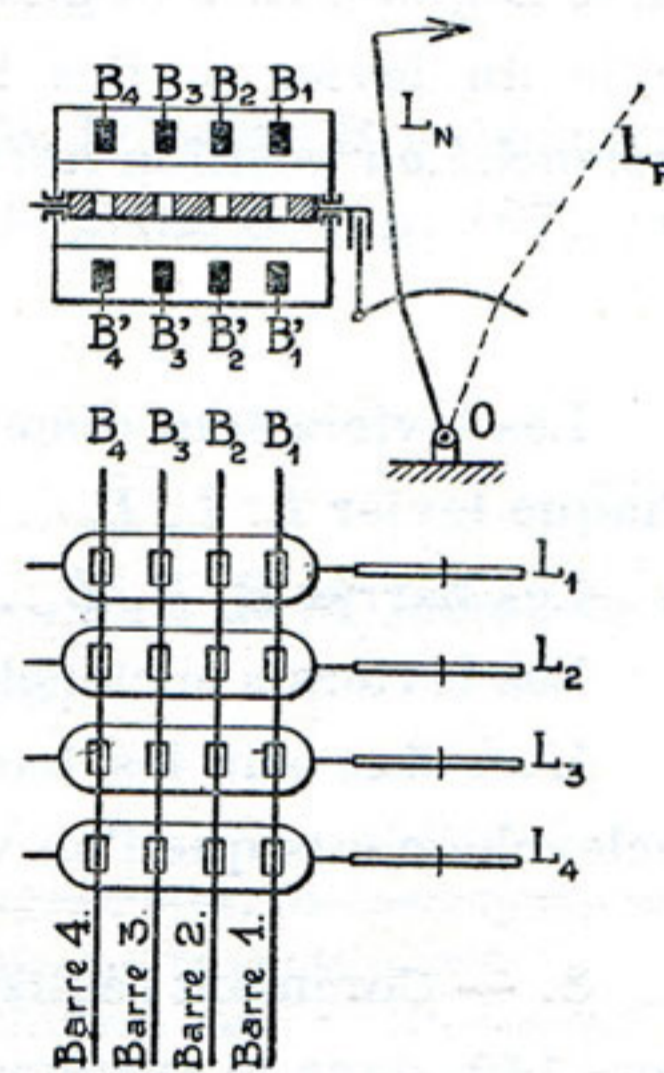


Fig. 204

Lorsque le signaleur renverse le levier a , la grille s'incline ainsi que la fourche F , la barre B est entraînée vers la gauche (fig. 195 et 198).

Si, sur cette même barre, nous fixons, à un autre endroit, un taquet T tel que, dans sa position normale, il se place *au-delà* de la partie pleine de la grille d'un autre levier b , comme montre la figure 196, nous voyons :

qu'il n'est possible d'incliner la grille G_1 du levier b , donc de renverser ce levier, que si la grille du levier a reste horizontale (fig. 196) ; si la grille de a était inclinée, le taquet T viendrait se placer sur la partie pleine de la grille G_1 de b empêchant le basculement de G_1 , (fig. 198).

La grille G_1 du levier b étant renversée (fig. 197), immobilisera le taquet T et par suite la grille G du levier a en position horizontale, car il sera impossible de faire glisser la barre B vers la gauche.

Le levier b est donc enclencheur et le levier a a été enclenché en position normale, par le levier b renversé. On a :

$$\frac{\cdot}{b} = \frac{a}{\cdot}$$

Réciproquement, si le signaleur renverse le levier enclenché a (fig. 198), la barre B glisse vers la gauche, le taquet T se place au-dessus de la partie pleine de la grille du levier b . Dès lors, il est impossible de renverser le levier b qui a été enclenché en position normale, par le levier a renversé, et l'on a :

$$\frac{\cdot}{a} = \frac{b}{\cdot}$$

Les leviers sont disposés en plus ou moins grand nombre les uns à côté des autres. Chaque levier $L_1 L_2 L_3 \dots$ (fig. 204) a sa grille $G_1 G_2 G_3 \dots$

Les barres $B_1 B_2 B_3 \dots$ passent au-dessus ou en dessous de toutes les grilles.

Les leviers « enclenchés » actionnent chacun une barre au moyen de leur grille.

L'on fixe sur les barres, au-dessus ou en dessous, des taquets appropriés aux enclenchements que l'on veut réaliser.

3. — Comment réalise-t-on les trois combinaisons élémentaires de la formule (A) page 140, dans le système Saxby ?

Les leviers b, c, d (fig. 205) sont ceux que nous désirons pouvoir renverser si, bien entendu, rien ne s'y oppose.

1. Relation $\frac{\cdot}{b} = \frac{a}{\cdot}$ ou taquet bleu (fig. 206).

La figure 205 montre que pour pouvoir renverser b (pour la mise au passage du signal b , par exemple), il faut que la grille G du levier a soit horizontale (c.-à-d. que l'aiguillage a soit en position normale) : $\frac{\cdot}{b} = \frac{a}{\cdot}$.

Cette condition est réalisée par la forme particulière du taquet A ; on voit, en effet, que dans la position du taquet A, il est possible d'incliner la grille G_1 , comme indiqué en pointillé, le taquet A se plaçant en dehors de la grille.

L'on constate aussi que pour pouvoir renverser a , il faut que la grille G_1 du levier b soit horizontale c.-à-d. le levier b en position normale : $\frac{\dot{c}}{a} = \frac{b}{\dot{}}$, enclenchement réciproque du précédent.

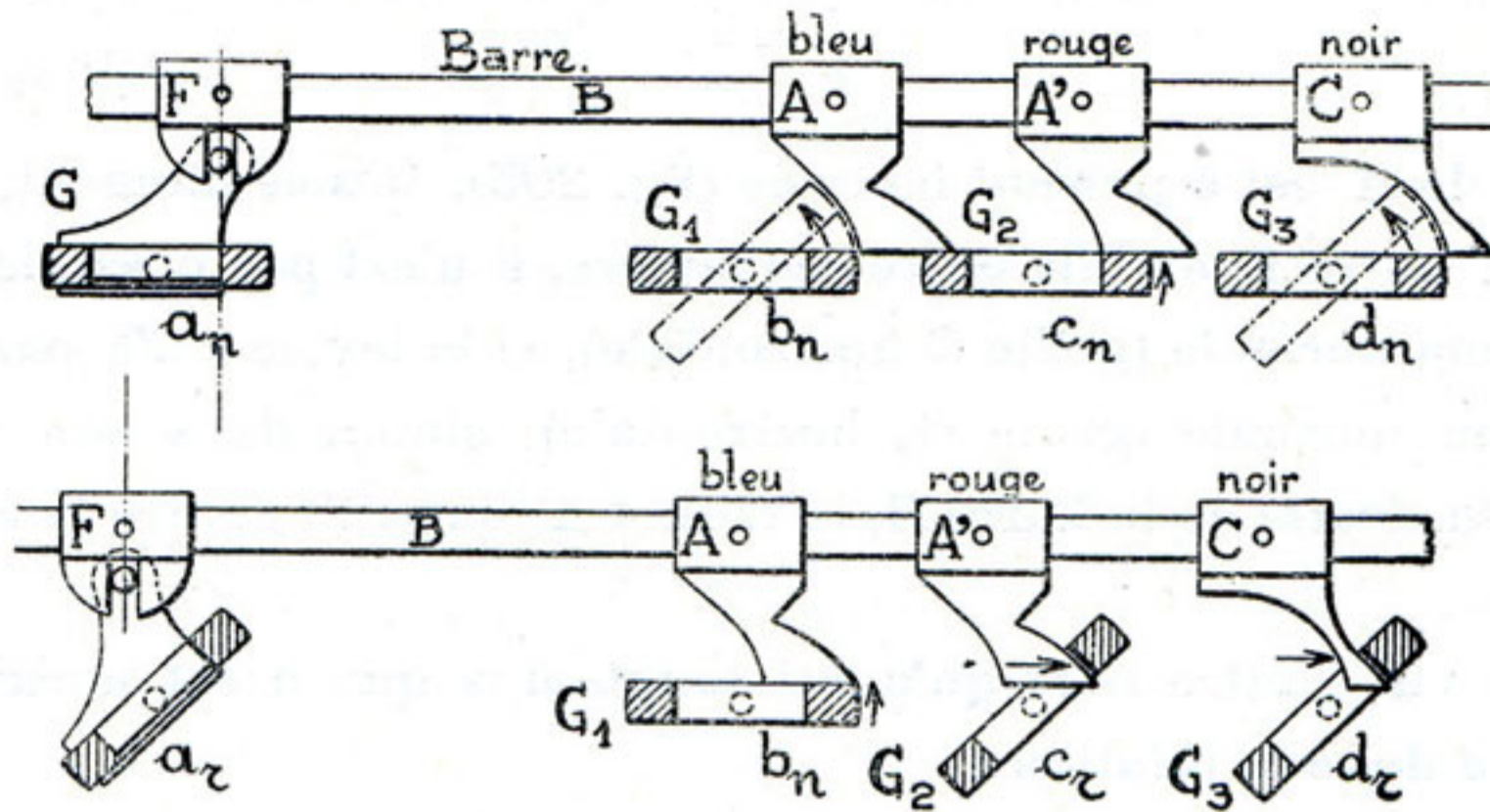


Fig. 205

En effet, si b était renversé, la grille G_1 serait inclinée, la barre B ne pourrait glisser vers la gauche puisque le taquet A, butant contre la grille G_1 (fig. 197), l'on ne pourrait basculer la grille G de a ; donc : $\frac{\dot{c}}{a} = \frac{b}{\dot{}}$ (1).

2. Relation $\frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{a}}{a}$ ou taquet rouge (fig. 207).

On utilise le même taquet du type A, mais on ne le place plus de la même façon par rapport à la grille G_2 du levier c . Appelons-le A' (fig. 205).

(1) Les enclenchements *directs* se lisent verticalement sur les diagrammes, ils correspondent à la relation « grille-taquet », réalisée entre un levier enclencheur b et un levier enclenché a .

Les leviers *enclencheurs* correspondent aux lettres ou aux chiffres lus *verticalement* au diagramme (fig. 206, 207 et 208).

Les leviers *enclenchés* correspondent aux lettres ou aux chiffres lus *horizontalement*.

Les enclenchements *réciproques* se lisent également *verticalement* sur le diagramme et correspondent à la relation « taquet-grille », cette fois, c'est a qui est devenu levier enclencheur et b , levier enclenché (fig. 209).

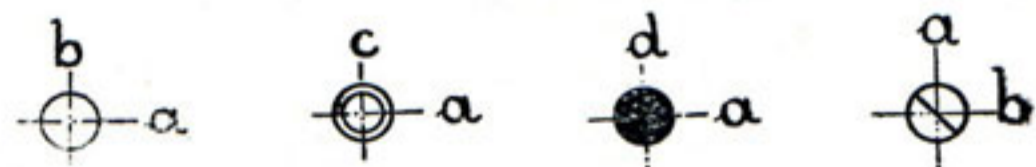


Fig. 206 Fig. 207 Fig. 208 Fig. 209

En fait, les termes leviers enclencheurs et les leviers enclenchés ne sont généralement utilisés qu'avec les enclenchements *directs* figurant sur le diagramme de réalisation des enclenchements.

L'on voit que dans la position normale des deux leviers a et c , le taquet A' au-dessus de la grille G_2 se trouve sur la partie pleine de cette grille et l'empêche de tourner.

Donc, aussi longtemps que a est normal, on ne peut renverser c .

Mais, si au préalable, on a renversé a (fig. 205), l'on voit que le taquet A' a glissé vers la gauche et qu'il est maintenant possible de renverser le levier c , donc c renversé exige que a soit renversé, ou :

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{a}}{a}$$

La grille G_2 de A' est à présent inclinée (fig. 205). Dès ce moment, du chef de la solidarité que la barre B établit entre ces leviers, il n'est pas possible de remettre le levier a en position normale (grille G horizontale), si le levier c n'a pas été lui-même remis en position normale (grille G_2 horizontale), sinon, dans son mouvement de glissement vers la droite de la barre B , le taquet A' buterait contre le rebord intérieur de la grille G_2 .

Nous avons vu d'autre part qu'aussi longtemps que a est normal, on ne peut renverser c ; on a donc la relation :

$$\frac{a}{\dot{a}} = \frac{c}{\dot{c}}$$

qui est la réciproque de la relation précédente.

3. Relation $\frac{\dot{d}}{d} = \frac{\bar{a}}{a}$ ou taquet noir (fig. 208).

Pour réaliser cette combinaison, on utilise un taquet du type C (fig. 205). Dans la position normale du levier a , la partie concave du bec de ce taquet dépasse légèrement la grille G_3 de manière à permettre la rotation de celle-ci.

Dans la position renversée du levier a , le bec du taquet se trouve au-dessus de la lumière de la grille G_3 de façon qu'il n'existe qu'un jeu de 1 mm au plus entre la partie convexe du bec et la partie pleine de la grille ; la rotation de la grille G_3 est donc encore possible, mais, dans toute position intermédiaire du levier a , la grille G_3 est immobilisée et le levier d est enclenché ; nous pouvons donc dire que pour renverser d , il faut que le levier a soit à fond de course, normal ou renversé, et l'on a :

$$\frac{\dot{d}}{d} = \frac{\bar{a}}{a}$$

mais on peut dire aussi que

a en mouvement enclenche d normal ou

$$a \text{ en } m^t = \frac{d}{\dot{d}}$$

Remarque générale.

La sécurité donnée par les enclenchements dépend, cela va sans dire, de l'exactitude au montage dans la position des taquets et dans leurs dimensions, comme des dimensions des lumières et du pourtour des grilles.

Il faut prévenir à temps les effets de l'usure, non seulement pour les taquets et les grilles, mais encore pour les articulations des leviers, coulisses, bielles de calage, etc., tout jeu notable des articulations pourrait modifier la position relative des taquets et des grilles.



CHAPITRE IV

Postes à pouvoir

Cabine électrique à manœuvre individuelle des aiguillages

Généralités.

Prenons pour exemple la grande cabine électrique de la gare de *Bruxelles-Nord*.

La capacité de manœuvre de cette cabine centrale est très grande, elle centralise la manœuvre de 56 signaux et elle permet de tracer plus de 900 itinéraires différents à travers les 200 aiguillages du « gril ». Le gril est constitué par l'ensemble des aiguillages qui relient les 16 voies à quai aux 8 voies de départ et aux voies du faisceau de garage des rames de voitures.

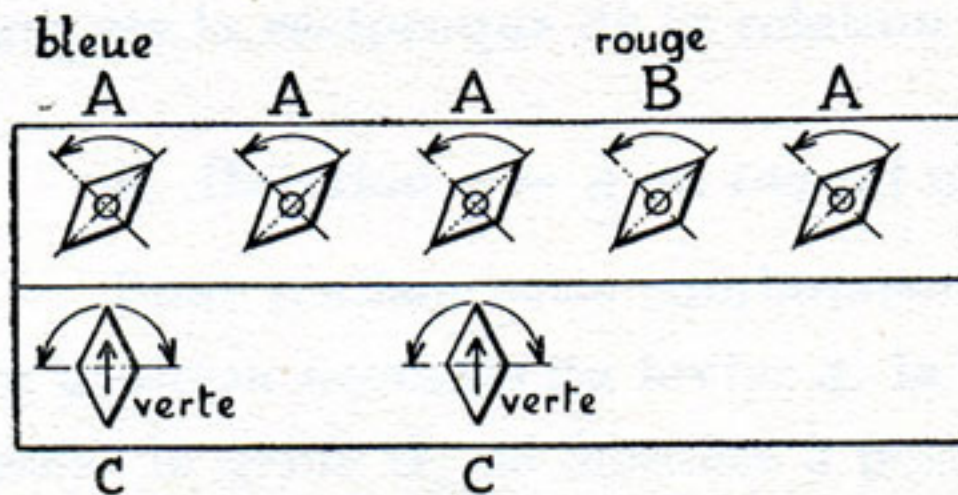


Fig. 210

Le bâti des enclenchements mesure 18 mètres de long et l'appareillage électrique comporte quelque 16.000 contacts.

L'appareil central comprend deux rangées de leviers ou manettes (fig. 210).

Sur la rangée *supérieure* se trouvent :

les 118 manettes A (bleues) de manœuvre des *aiguillages*,

les 36 manettes B (rouges) de manœuvre des *signaux*.

A la rangée *inférieure* apparaissent :

les 163 manettes d'*itinéraires* C (vertes) qui servent au *contrôle* et à l'*immobilisation* des manettes d'*aiguillages*.

La cabine est desservie en permanence par trois agents. Le nombre d'agents dépend à la fois du nombre de manettes, de la longueur du bâti et de la densité du trafic.

En face des agents, bien en vue, est reproduit le plan schématique des voies avec indication des appareils (aiguillages et signaux) désignés par un numéro ou par une lettre. Sur ce plan, les voies libres sont lumineuses, les voies occupées sont obscures.

Si l'une des lampes éclairant le tableau vient à s'éteindre, la voie correspondante apparaît comme si elle était occupée. C'est l'application du principe : tout dérangement doit se traduire dans le sens de la sécurité.

Sur ce plan est indiquée la position normale des aiguillages.

Chaque manette *d'aiguillage* peut occuper deux positions extrêmes :

inclinée à 45° vers la droite, la manette se trouve dans sa position normale. Celle-ci est celle qui correspond à la position normale de l'aiguillage dans la voie.

inclinée à 45° vers la gauche, elle se trouve dans sa position renversée qui correspond à la position renversée de l'aiguillage.

En général, les manettes en cabine portent les mêmes numéros ou les mêmes lettres que les appareils qui y correspondent sur le plan.



Supposons qu'un train doive parcourir un itinéraire déterminé du plan.

Posons-nous trois questions :

1. Que doit faire le signaleur pour tracer le parcours que doit suivre le train dans la gare ?

2. Comment aura-t-il la certitude que cet itinéraire est correctement tracé ?

3. Comment le personnel en campagne sera-t-il informé de ce que l'itinéraire est établi correctement c.-à-d. que l'autorisation de circuler peut être donnée au mécanicien ?

Reprenons chacun de ces points.

1. — Que doit faire le signaleur pour tracer l'itinéraire à parcourir par le train ?

En suivant cet itinéraire sur le plan, le cabinier détermine aisément :

les aiguillages qui doivent rester dans leur position normale et ceux dont la position doit être renversée.

Nous avons dit qu'il s'agit d'un appareil à manœuvre individuelle, c.-à-d. que, *chaque* aiguillage en campagne a sa manette (ou son levier) de manœuvre en cabine (1).

Dès lors, rien de plus simple pour le signaleur que de placer les manettes dans les positions normales ou renversées exigées par l'itinéraire.

(1) Toutefois, les deux aiguillages d'une « liaison de voies » sont manœuvrés par un seul levier.

a) *Moteur d'aiguillage.*

Pour les aiguillages qui doivent être renversés, le renversement de la manette correspondante en cabine a pour effet de fermer le circuit électrique de 120 volts alimentant le moteur qui manœuvre l'aiguillage.

Il s'agit d'un *moteur à enroulement série à courant continu* dont le mouvement de rotation commande, par engrenages démultiplicateurs et vis sans fin, une crémaillère *C* (fig. 211 et 212) reliée aux deux lames d'aiguilles. La course de la crémaillère est égale au déplacement de l'aiguillage augmenté de ce qui est nécessaire pour le verrouillage (1).

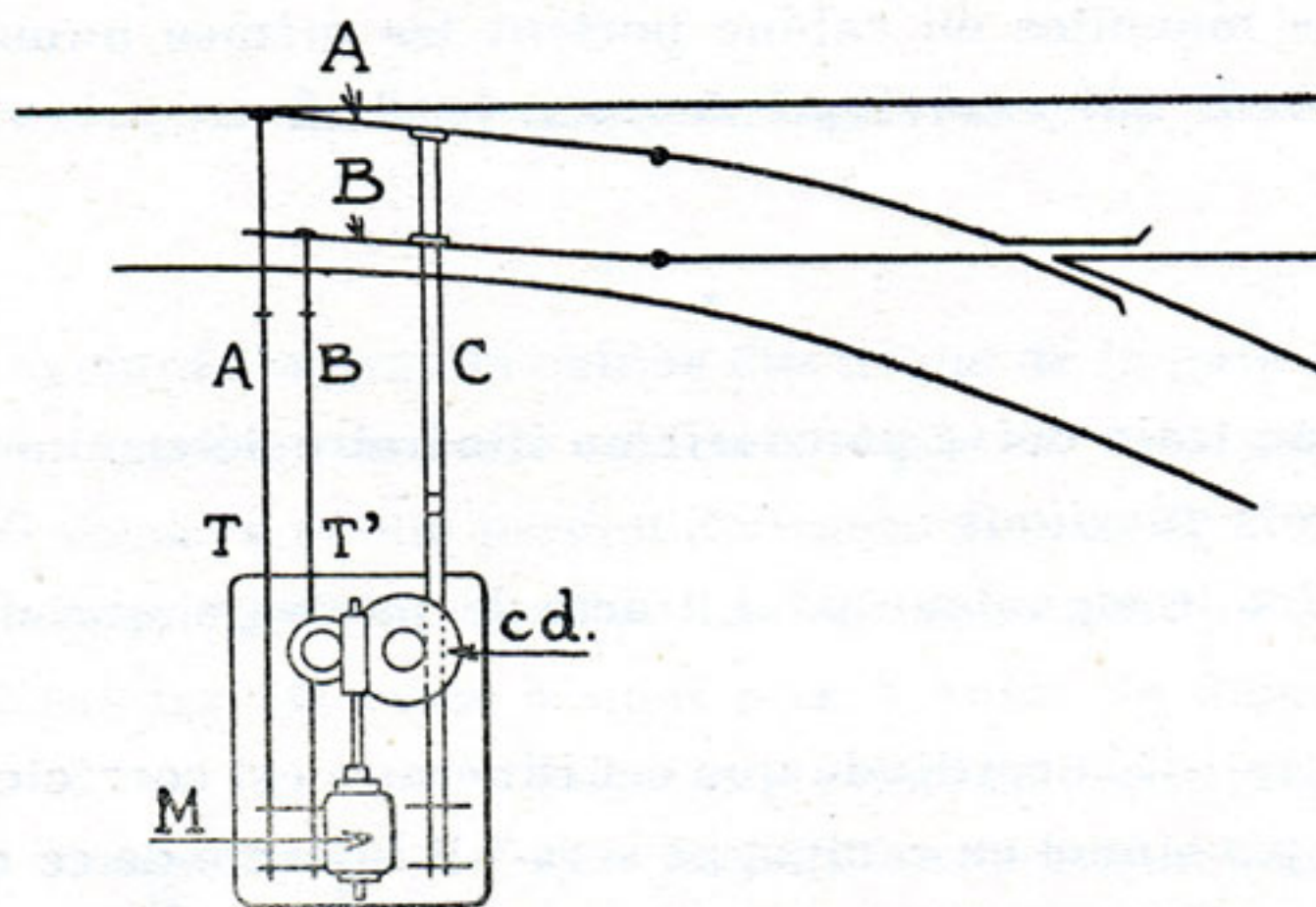


Fig. 211. — Schéma de l'appareil de manœuvre des aiguilles système A. C. E. C.

Le moteur électrique est muni de deux enroulements inducteurs *a* et *b* (fig. 215) permettant de faire tourner l'induit dans les deux sens (2).

Les connexions entre manettes en cabine et moteurs dans la voie sont établies par câbles suivant les dispositions prévues au schéma de principe de la figure 215.

Il convient qu'en fin de course, le courant soit *coupé* ; il faut aussi, qu'à ce moment, le circuit soit *préparé* pour la manœuvre inverse. Ces deux contacts de commutation existent donc dans tout moteur d'aiguille.

Afin de permettre la suppression du rhéostat de démarrage, les enroulements inducteurs et induits présentent une résistance ohmique élevée (soit respectivement 5 et 3,5 ohms).

(1) A la S.N.C.B., les aiguillages manœuvrés électriquement sont munis de « crochets Büssing » et le même levier change la position de l'aiguillage et le verrouille en même temps (Tome III, fig. 281 à 289, page 207).

(2) En cas de suppression de courant, le moteur peut être manœuvré à la main par une manivelle que l'on adapte directement sur l'axe du moteur.

b) *Position normale de l'aiguillage.*

La fig. 215 représente le schéma de l'appareil de manœuvre relié à un aiguillage simple placé dans sa *position normale* (1).

1°) Une source de courant de 120 volts est destinée à l'alimentation du moteur d'aiguille *M*.

Mais, en ce moment, le moteur est arrêté car

le commutateur 1 d'une part,

les commutateurs 4 et 7 d'autre part, coupent l'accès du courant de 120 volts respectivement aux enroulements inducteurs *a* et *b* du moteur.

Pour le surplus, la ligne de manœuvre du moteur, dessinée en traits interrompus, n'étant pas parcourue par le courant, est mise à la terre, ce qui protège le moteur d'une mise sous tension accidentelle de cette ligne.

2°) Un courant de contrôle de 30 volts parcourt le circuit dessiné en traits gras. L'électro de contrôle correspondant *B* est excité, il attire son armature qui fait apparaître un voyant *blanc* sous les yeux du cabinier.

Tout est en ordre.

c) *Renversement de l'aiguillage.*

Avant de renverser la manette d'aiguillage, le signaleur ferme d'abord l'interrupteur d'économie (fig. 224). S'il n'y a aucun véhicule sur le rail *r_i*, isolé électriquement (2), l'électro *E_{ri}* s'excite, attire son armature qui libère la manette de commande et permet la manœuvre de cette dernière.

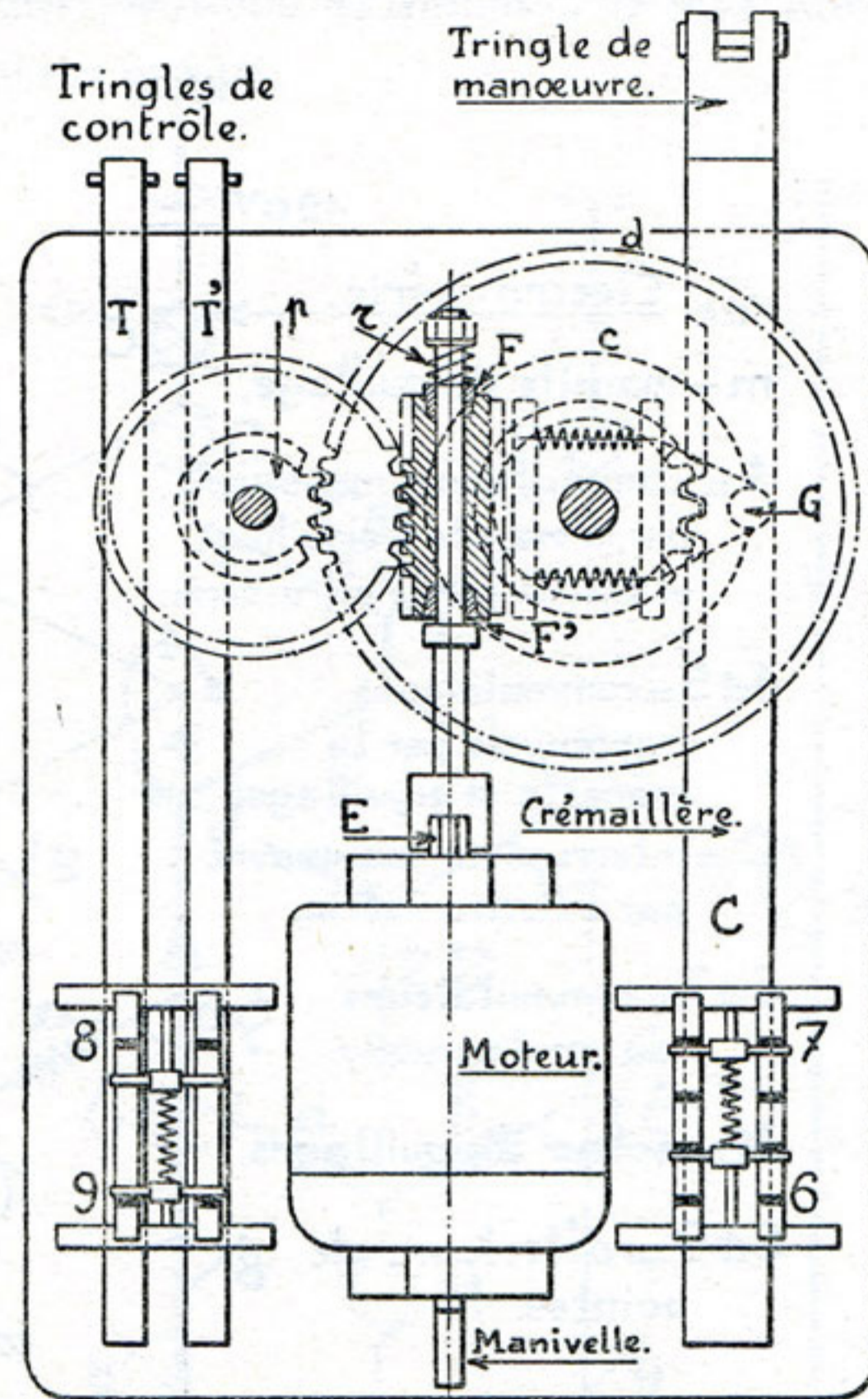


Fig. 212. — Manœuvre des aiguillages système A. C. E. C.

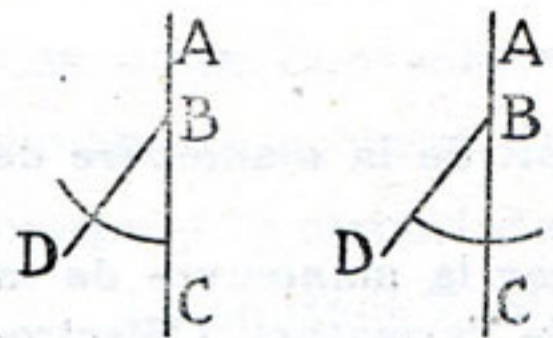


Fig. 213

Fig. 214

(1) Symboles : figure 213 : le courant électrique circule suivant *ABC* et est coupé suivant *ABD*.

figure 214 : le courant électrique passe suivant *ABD* et est coupé suivant *ABC*.

(2) Rail isolé — tome II : Signalisation, page 103.

S'il y avait un essieu sur le rail isolé, cet essieu mettrait en court-circuit les deux rails auxquels aboutissent les connexions de l'électro E_{rt} , celui-ci étant désexcité, son armature abandonnée bloquerait la manette de commande.

Le signaleur tourne ensuite la manette d'aiguillage m de 90° vers la gauche (fig. 216), ce qui a pour effet de renverser mécaniquement les contacts 1, 2 et 3

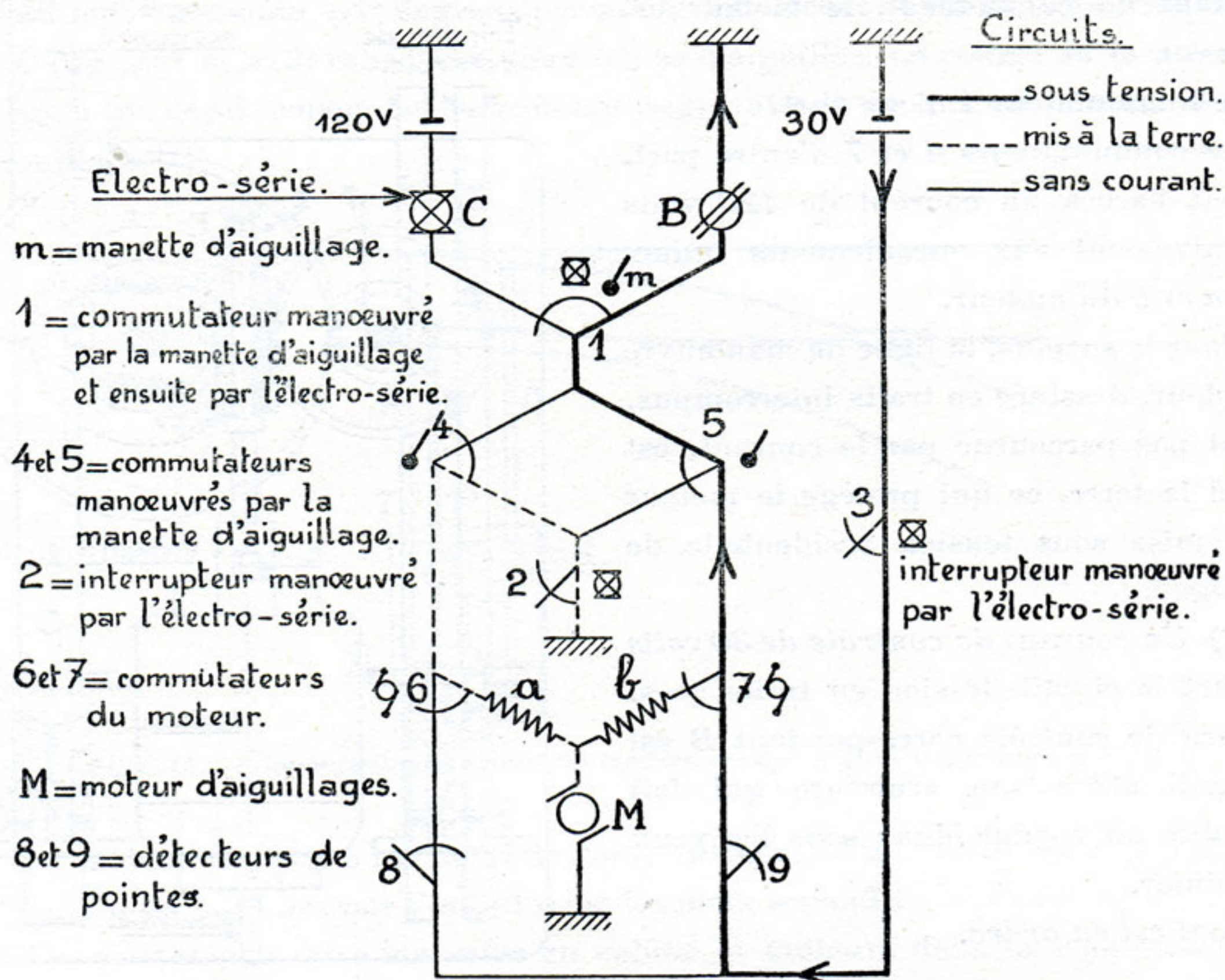


Fig. 215. — Manœuvre électrique des aiguillages. Position normale.

(fig. 216 et 217) solidaires de l'électro-série (1), ainsi que les contacts 4 et 5, situés sur un tambour entraîné par la manette et met ceux-ci dans la position indiquée sur la figure 216.

Le courant de 120 volts circule alors comme indiqué en traits gras sur cette figure. Il est admis dans l'enroulement inducteur a du moteur M qui se met à tourner en entraînant l'aiguillage dans la position renversée (fig. 217).

(1) Electro de faible résistance (0,1 ohm), monté en série dans le circuit de la manœuvre de l'aiguillage.

L'armature de l'électro-série C est d'abord soulevée mécaniquement par la manœuvre de la manette. Ce soulèvement représente une fraction importante de la course de l'armature. L'électro-série achève de l'attirer tout à fait.

Pendant la rotation du moteur, l'électro-série *C* est excitée, son armature reste donc collée et les contacts 1, 2 et 3 sont maintenus dans leur nouvelle position.

Deux tringles de contrôle *T* et *T'*, fig. 211 et 212, sont reliées chacune à l'une des pointes d'aiguille.

Lorsque les deux tringles occupent l'une des positions extrêmes, l'un des interrupteurs 8 ou 9 est fermé, soit 9 (fig. 215), 8 étant ouvert.

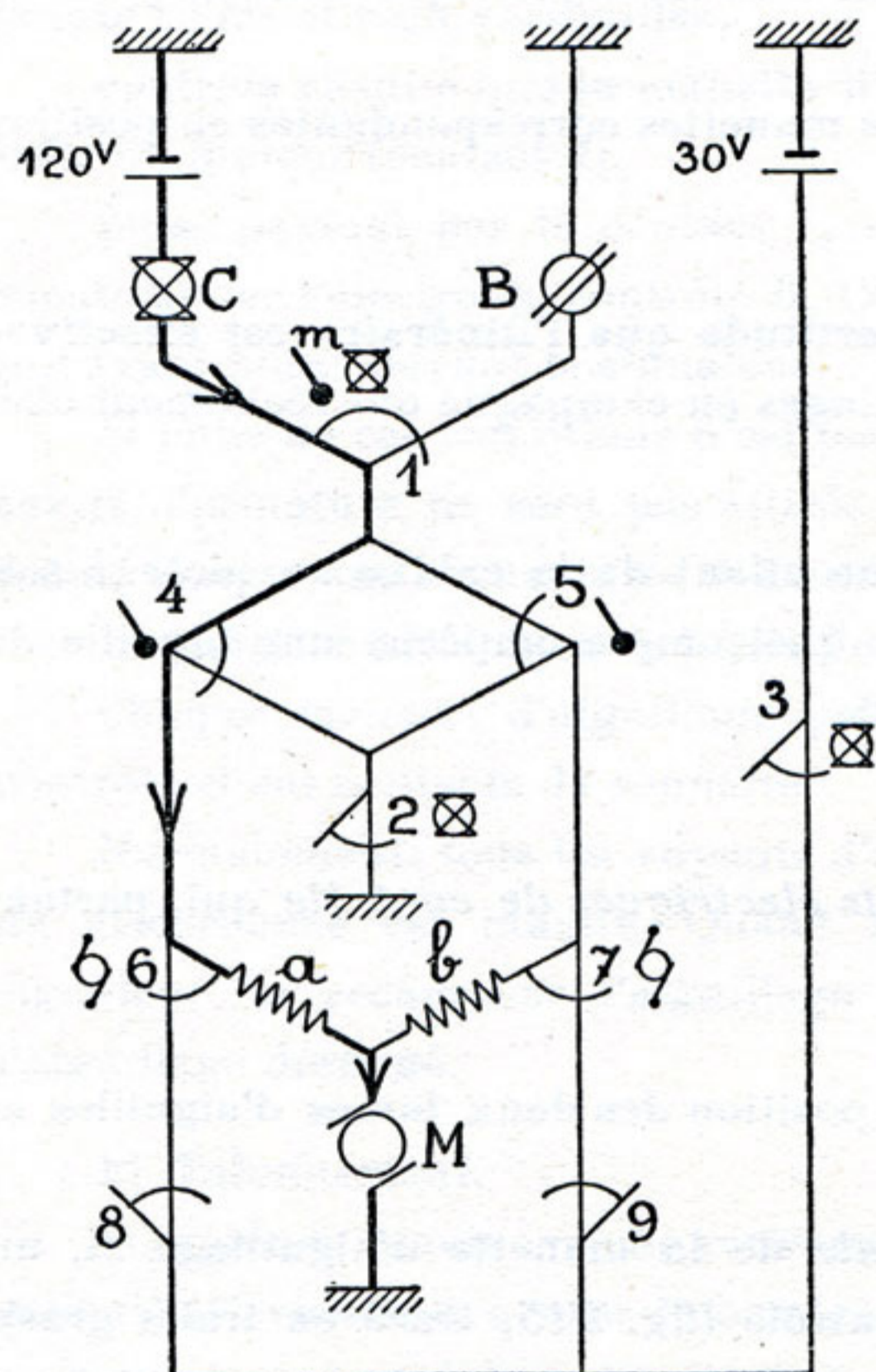


Fig. 216. — Mouvement de renversement de l'aiguillage.

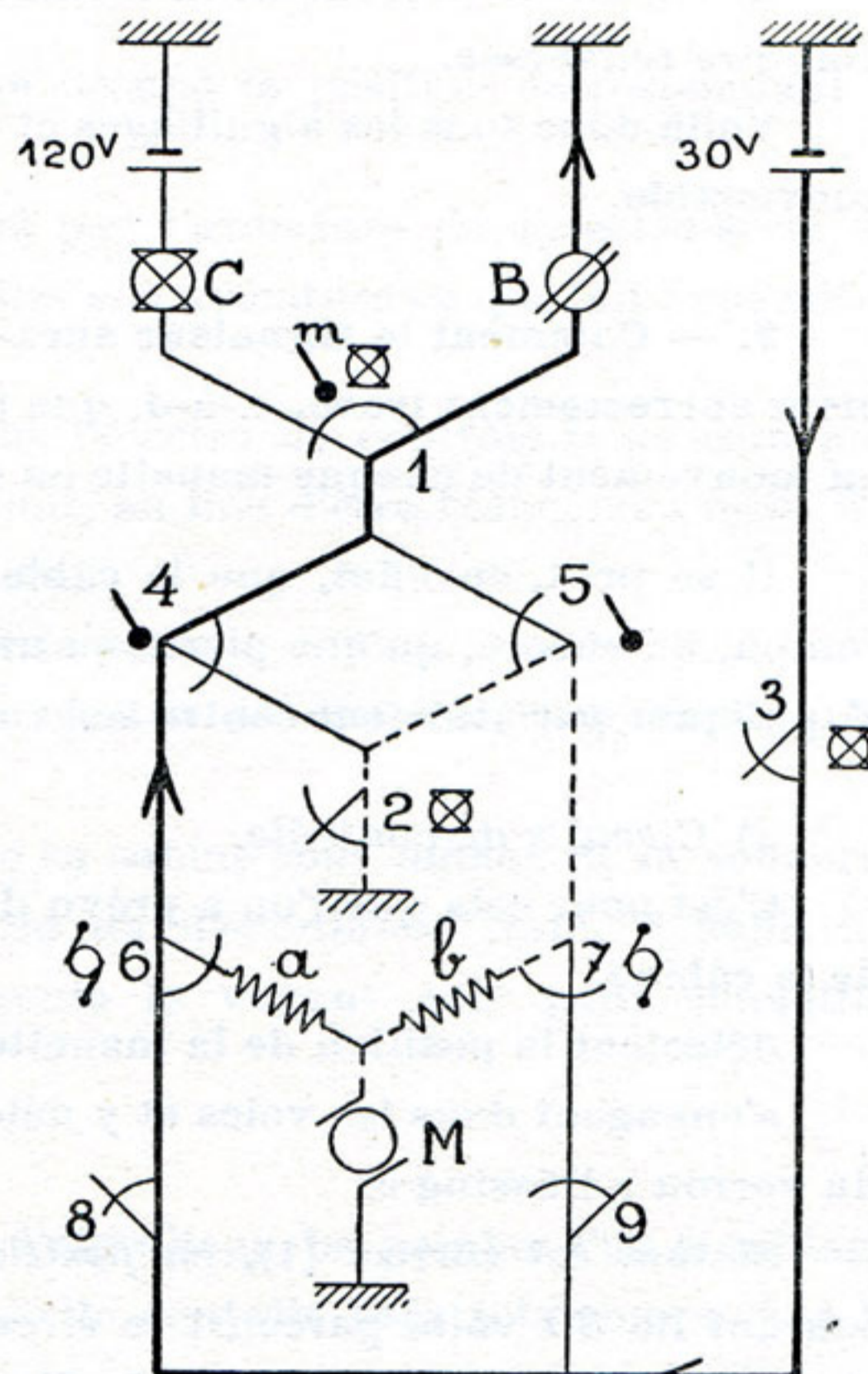


Fig. 217. — Position renversée.

Lorsque les deux tringles occupent l'autre position extrême, l'autre interrupteur, soit 8 est fermé (fig. 217), 9 étant ouvert.

Par ailleurs, la crémaillère *C* actionne deux contacts 7 et 6 (fig. 211 et 212). Ces deux contacts sont respectivement renversés au commencement et à la fin de la course du moteur. De ce fait, en fin de course de l'aiguillage, le contact 6 se renverse, coupant le circuit de 120 volts vers le moteur (fig. 217).

Le contact 7, s'étant renversé dès le début de la manœuvre, a préparé ainsi le circuit pour la manœuvre dans l'autre sens (fig. 216).

Le contact manœuvré par le détecteur de pointe 8 s'inverse également préparant le passage du courant de contrôle de 30 volts.

Dès que le moteur a terminé sa course, les contacts 1, 2 et 3 qui dépendent de l'électro-série C, reprennent la position inverse (fig. 217). Le courant de 120 volts est ainsi coupé, l'électro-série se désexcite et le courant de contrôle de 30 volts s'établit comme indiqué en traits gras sur la figure 217.

Le signaleur procède de la même façon pour tous les aiguillages dont la position doit être renversée.

Voilà donc tous les aiguillages et toutes les manettes correspondantes en position convenable.

2. — Comment le signaleur aura-t-il la certitude que l'itinéraire est effectivement correctement tracé, c.-à-d. que les aiguillages en campagne ont réellement obéi au mouvement de chaque manette en cabine ?

Il se peut, en effet, que le câble électrique allant de la cabine au moteur soit rompu, ou encore, qu'une pierre ou un obstacle quelconque empêche une aiguille de s'appliquer parfaitement contre son rail d'appui.

a) *Circuits de contrôle.*

C'est pour cela que l'on a prévu des *circuits électriques de contrôle* qui, partant de la cabine,

détectent la position de la manette,

s'engagent dans les voies et y détectent la position des deux lames d'aiguilles et du verrou « Büssing ».

Si tout est correct (1), en position normale de la manette d'aiguillage *m*, un courant de 30 volts parcourt le circuit de contrôle (fig. 215, tracé en traits gras), l'armature de l'électro de contrôle *B* (situé près de la manette en cabine) est attirée et ce mouvement fait apparaître un voyant *blanc* aux yeux du signaleur.

De même, en position renversée de la manette d'aiguillage *m*, le courant de contrôle de 30 volts parcourt le circuit suivant le tracé en traits gras de la figure 217.

(1) Tout est correct :

1°) si l'aiguille *collée* contre son rail d'appui ne présente pas d'entrebaillement supérieur à 5 mm,

2°) si la pointe d'aiguille *ouverte* offre bien une ornière suffisante pour le passage du mentonnet du bandage des roues,

3°) si le crochet du verrou Büssing de la pointe *collée* est bien engagé derrière le tasseau fixé au contrerail,

en d'autres termes, si le verrouillage est suffisant et les aiguilles parfaitement immobilisées.

Résumons-nous. Le schéma de la figure 217 montre que :

ce courant contrôle d'abord la position normale de l'armature du relais de l'électro-série C (contact 3),

puis, en passant par le contact 8, manœuvré par le détecteur de pointe, vérifie ainsi si la pointe d'aiguille fermée est bien collée, si la pointe d'aiguille ouverte est suffisamment ouverte,

contrôle encore que le moteur a bien terminé sa course ce qui correspond à une pointe collée et bien verrouillée,

contrôle ensuite que la manette d'aiguillage occupe la position correspondant à celle du moteur (contact 4),

puis, passant par le contact 1, manœuvré par l'armature de l'électro-série C, vient exciter l'électro de contrôle B. Celui-ci attire son armature ce qui fait apparaître le voyant *blanc* devant le signaleur.

Si l'une de ces conditions n'est pas satisfaite, l'électro de contrôle B ne sera pas excité, l'armature ne sera pas attirée et le voyant, au lieu d'être blanc, sera *noir*. En même temps, une *sonnerie de discordance* tintera.

Le cabinier est donc averti par *l'ouïe* et par *la vue*.

Chaque manette d'aiguillage possède son électro de contrôle, son voyant de contrôle et ses contacts de sonnerie.

Normalement, tous les voyants d'aiguillage en cabine sont *blancs* et la sonnerie de discordance est muette. Quand la sonnerie de discordance tinte, il suffit au signaleur de rechercher l'aiguillage qui présente le voyant *noir* pour connaître l'aiguillage dérangé.

b) *Talonnement.*

Si, après la manœuvre de renversement de l'aiguillage, les pointes d'un aiguillage articulé (1) viennent à être *talonnées*, le circuit de contrôle sera interrompu par le commutateur de pointe qui a été manœuvré par la tringle reliant la pointe *ouverte* au moteur. Il en sera de même du contact du moteur actionné par la tringle de manœuvre. L'électro de contrôle sera désexcité et présentera au signaleur le voyant *noir*.

c) *Remise ultérieure de l'aiguillage en position normale.*

Le signaleur remet la manette d'aiguillage *m* en position normale à *droite*, fig. 215, en même temps qu'il manœuvre l'interrupteur d'économie (fig. 224) de manière à exciter l'électro E_{rl} dont l'armature maintenait la manette enclenchée dans sa position renversée.

(1) Aiguillage articulé : aiguillage avec assemblage à pivot au talon — tome III, page 158.
Talonnabilité — tome III, page 134.

Par suite du jeu des contacts 1 et 7 et aussi des contacts 4 et 5 entraînés par le tambour de la manette (fig. 217), le courant de 120 volts passe dans l'enroulement inducteur *b*, lequel, étant inverse de l'enroulement *a*, provoque la rotation du moteur en sens contraire et ramène l'aiguillage dans la position normale (fig. 215).

Les contacts 1, 2, 3, 4 et 5, suivent le mouvement de la manette de manœuvre, mais, comme déjà dit, les contacts 1, 2 et 3, qui dépendent de l'électro-série C, reprennent la position de la figure 215 dès que le moteur a terminé sa course dans un sens ou dans l'autre, aucun courant ne traversant plus l'électro-série.

Contrôle. — A la fin de la course du moteur, lors de la remise en position normale, tous les contacts sont ramenés dans la position représentée figure 215, ce qui établit le circuit de contrôle de 30 volts comme suit : contacts 3, 9, 7, 5, 1 et électro B.

d) *Manettes d'itinéraires.*

Nous avons vu comment le signaleur traçait l'itinéraire à emprunter par le train. Mais ce n'est pas tout ! Il faut encore :

- 1° éviter les erreurs dans le tracé du parcours lui-même,
- 2° empêcher le signaleur de modifier la position des aiguillages pendant le passage du train.

C'est ici qu'apparaît *la manette (ou le levier) d'itinéraire.*

Placée dans la deuxième rangée de l'appareil central (fig. 210), cette manette C présente une flèche (verte) dirigée vers le haut quand elle est en *position normale, c.-à-d. lorsque aucun itinéraire n'est tracé.*

On peut renverser la manette d'itinéraire en lui imprimant un mouvement de rotation à 90°, soit à droite, soit à gauche (fig. 210), *chacun* de ces mouvements contrôlant un itinéraire. Les 163 manettes d'itinéraires de la cabine de Bruxelles-Nord contrôlent ainsi en principe 326 itinéraires distincts.

A chaque itinéraire signalisé correspond donc, en principe, une manette d'itinéraire à renverser dans un sens bien défini c.-à-d. à droite *ou* à gauche.

Deux itinéraires donnés par une même manette, sont incompatibles.

Constatons d'abord que *des enclenchements mécaniques s'opposent au renversement des manettes d'itinéraires C* (fig. 210), si les manettes A des aiguillages intéressés dans le parcours du train n'occupent pas la position voulue.

La manette d'itinéraire remplit *une seconde fonction*, aussi importante que la première, à savoir : *une fois renversée, la manette d'itinéraire immobilise toutes les manettes des aiguillages intéressés au parcours.*

Les manettes, correctement placées pour l'itinéraire choisi, étant immobilisées, toute manœuvre qui tendrait à tracer un deuxième itinéraire (convergent ou sécant) intéressant partiellement ou totalement le premier est impossible.

Il s'ensuit que, en renversant la manette d'itinéraire correspondant au parcours à suivre, le signaleur peut contrôler que les deux conditions susindiquées sont satisfaites, c.-à-d.,

1°) qu'il ne s'est pas trompé dans la préparation de son tracé,

2°) qu'il est certain que les manettes des aiguillages intéressés seront bloquées pendant le passage du train.

3. — Comment le personnel en campagne sera-t-il informé de ce que l'itinéraire est établi correctement, c.-à-d. que l'autorisation de circuler peut être donnée au mécanicien du train ?

Nous avons dit, page 154, que dans la rangée supérieure de l'appareil central, se trouvent des manettes (rouges) *B* (fig. 210) de manœuvre *des signaux*, intercalées entre les manettes (bleues) *A* de manœuvre des aiguillages. Ces manettes sont chacune en relation avec *un signal* (1), implanté dans la voie et protégeant, à une certaine distance en amont, le premier point dangereux de l'itinéraire à parcourir.

Toute modification dans la position du signal avertira le personnel en campagne (chef de station, chef-garde, mécanicien) que l'itinéraire couvert par ce signal peut ou ne peut pas être abordé en toute sécurité.

Mais, il va sans dire qu'il faut créer entre la manette *B* de manœuvre du signal (fig. 210) et la manette d'itinéraire *C* une dépendance telle que *la manette de signal ne puisse être renversée avant que la manette d'itinéraire ait été elle-même renversée*.

Il faut, en effet, empêcher que le signaleur puisse donner au personnel en campagne l'autorisation de circuler si les manettes d'aiguillages ne sont pas toutes préalablement correctement placées et immobilisées.

Cette condition est réalisée, en principe, par *un enclenchement mécanique*. Elle peut l'être également par un enclenchement électrique.

Ce seul enclenchement est cependant encore insuffisant. En effet, s'il matérialise bien l'obligation de renverser les manettes d'itinéraires *C* et conséquemment les manettes d'aiguillages *A* dans la position correspondante, il n'empêche pas le renversement de la manette *B* du signal dans le cas où les aiguillages n'ont pas obéi au mouvement de la manette.

Pour réaliser cette dernière condition, on a recours *aux circuits électriques d'accouplement du signal*.

Étudions d'abord les enclenchements mécaniques.

(1) Ou avec plusieurs signaux incompatibles.

1°) *Enclenchements mécaniques.*

A propos des cabines *Saxby*, nous avons vu (page 147) que les grilles des leviers enclencheurs entraînent des barres coulissantes portant *des taquets* qui, dans certaines positions, immobilisent les grilles d'autres leviers qui sont ainsi enclenchés.

Nous retrouvons ici un principe analogue.

Les enclenchements mécaniques entre manettes d'itinéraires *C* (fig. 210) et manettes d'aiguillages *A* sont réalisés au moyen de *comes*, de *taquets* et de *barres*, renfermés dans le bâti de la table d'enclenchements (fig. 218).

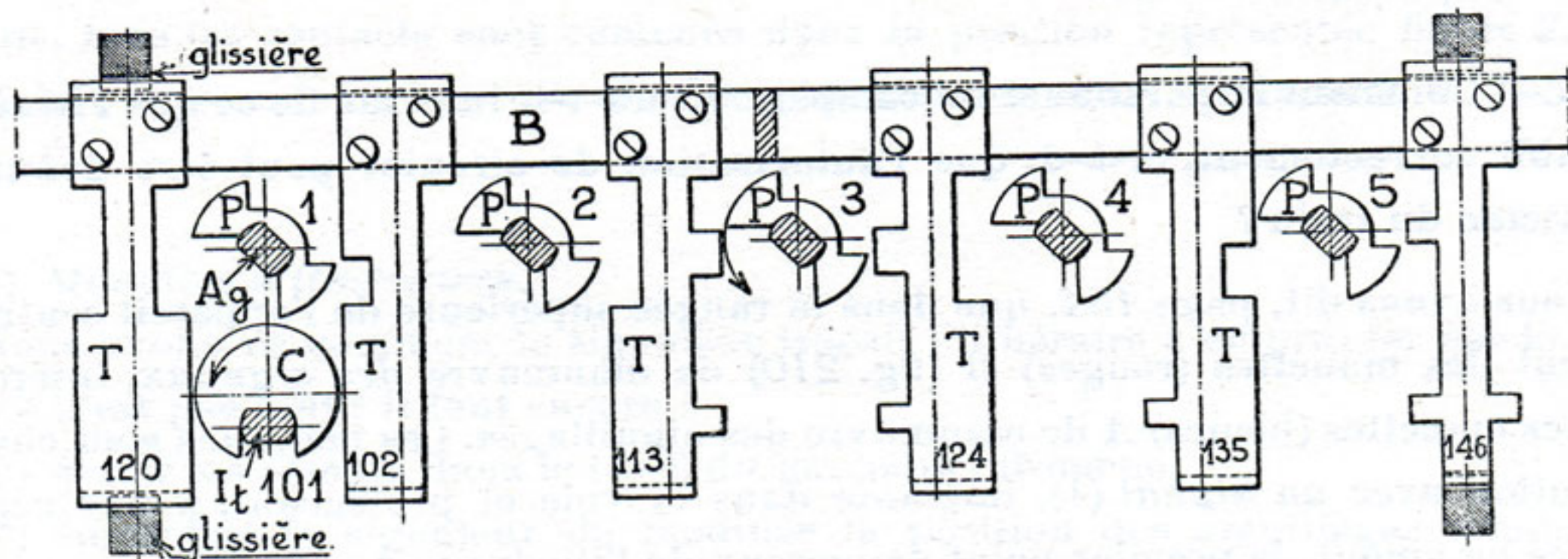


Fig. 218. — Table d'enclenchements.

$$\leftarrow 101 g = \frac{1}{3} \bar{5}, \quad \rightarrow 101 d = \frac{3}{5}$$

Les axes des manettes d'itinéraires *I_t* portent des *comes C*, dites *comes d'entraînement* ou *entraîneurs*.

Par ailleurs, les axes des manettes d'aiguillages *A_g* portent également des *comes P* profilées, d'un type unique cette fois.

Renversées vers la gauche, les *comes I_t* des manettes d'itinéraires entraînent vers la gauche par leur excentricité les *barres d'enclenchement B* par l'intermédiaire de *taquets de butée T*.

Les *taquets T*, portés par ces barres, viennent alors caler par la droite les manettes d'aiguillage *A_g* dans des positions obligées normales ou renversées.

Renversées vers la droite, les *comes C* des manettes d'itinéraires entraînent les barres d'enclenchement *B* vers la droite et enclenchent par la gauche les manettes d'aiguillages.

La figure 218 montre que :

1°) pour pouvoir renverser *vers la gauche* la manette d'itinéraire 101, il faut que l'aiguillage 1 soit en position normale, l'aiguillage 3 en position renversée et l'aiguillage 5 soit en position normale ou soit en position renversée :

$$\leftarrow 101 g = \frac{1}{3} \bar{5},$$

2°) pour pouvoir renverser vers la droite cette même manette d'itinéraire 101, il faut que l'aiguillage 3 soit en position normale et l'aiguillage 5 soit en position renversée :

$$\rightarrow 101 d = \frac{3}{5}.$$

2°) *Circuits électriques d'accouplement de signal* (1).

La manette de manœuvre du signal, lorsqu'elle est dans sa position normale, fig. 219, c.-à-d. inclinée de 45° vers la droite, est immobilisée par l'armature A d'un électro, dit électro d'accouplement. Cette armature A s'engage dans une encoche de la came d'enclenchement fixée sur l'axe même de la manette du signal (fig. 220).



Fig. 219

Pour mettre le signal au passage, il faut pouvoir renverser la manette en lui faisant faire une rotation de 90° vers la gauche. Mais, pour cela, il faut préalablement exciter l'électro d'accouplement c.-à-d. fermer le circuit d'excitation, dit circuit d'accouplement.

Le circuit d'accouplement s'établit à travers les contacts fermés des manettes d'itinéraires, correctement disposées, et des relais qui contrôlent, en position attirée, l'existence des diverses conditions de sécurité requises pour la mise au passage du signal. Telles sont, notamment :

- la position correcte des aiguillages en campagne, concordant avec celle des manettes correspondantes en cabine ;
- la non occupation des circuits de voie ;
- les slots ou autorisations d'accès à des zones desservies par d'autres postes ;
- la réception du déblocage pour le signal intéressé, etc.

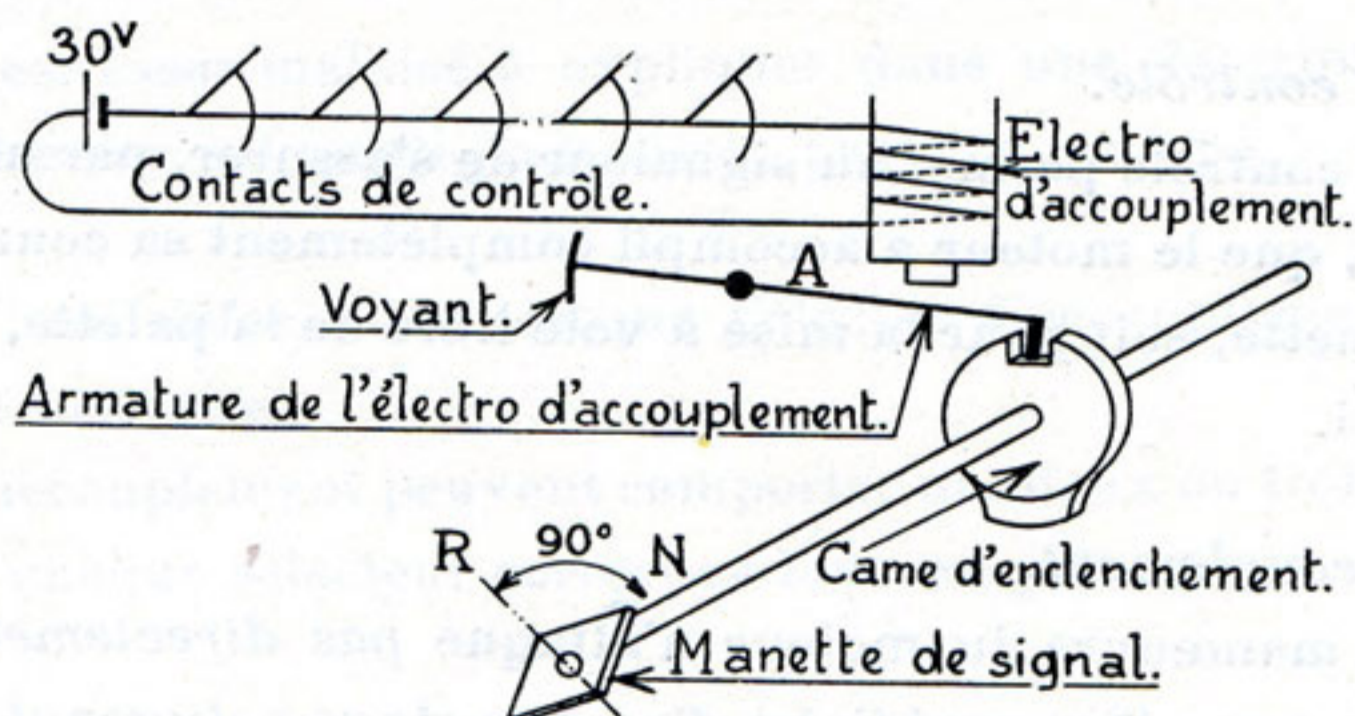


Fig. 220

Si l'une de ces conditions n'est pas réalisée, l'électro d'accouplement n'est pas attiré et son armature immobilise la manette du signal en position normale (fig. 220).

(1) Conférence sur la manœuvre électrique des aiguillages et des signaux — M. Arnould, Ingénieur en chef à la S. N. C. B. — juin 1943.

Supposons, au contraire, que tous ces contacts soient fermés, l'armature A de l'électro d'accouplement (fig. 220) sera attirée, le voyant qui en est solidaire passera au *blanc* alors qu'il apparaissait *rouge* dans l'autre position correspondant à la manette immobilisée en position normale.

Le signaleur est donc averti que la manette du signal est libre.

a) *Manœuvre du signal.*

Le renversement de la manette de signal a deux effets :

1°) il achemine vers une « boîte d'accouplement », placée sur le signal, le courant d'accouplement (voir plus loin) ;

2°) il ferme le circuit d'alimentation du moteur qui peut, en liaison avec la boîte d'accouplement précitée, entraîner la palette intéressée.

Le moteur de signal, comme le moteur d'aiguillage, est du type série, à courant continu, comportant :

1°) Deux enroulements inducteurs, bobinés en sens inverse, permettant le renversement du sens de rotation du moteur.

Pour éviter la manœuvre d'un rhéostat de démarrage, les enroulements inducteur et induit du moteur présentent une résistance assez élevée. La résistance totale de l'induit et de l'inducteur est d'environ 11 ohms.

2°) Des commutateurs de fin de course coupent automatiquement le courant d'alimentation du moteur après un nombre de tours correspondant soit à un mouvement de translation bien défini de la tringle d'attaque de la palette sémaphorique, soit au mouvement nécessaire pour faire passer la palette du signal d'une position à l'autre (de 0° à 45°, ou de 0° à 90°, ou de 45° à 90°).

b) *Circuit de contrôle.*

Un circuit de contrôle permet au signaleur de s'assurer, par un voyant qui passe du *noir* au *blanc*, que le moteur a accompli complètement sa course, c.-à-d., selon la position de la manette, soit pour la mise à voie libre de la palette, soit pour la remise à l'arrêt de celle-ci.

c) *Boîte d'accouplement.*

La tringle de manœuvre du moteur n'attaque pas directement la palette sémaphorique, mais bien par l'intermédiaire d'un *tringlage polygonal* (fig. 221 à 223).

Lorsque un électro spécial, placé sur le signal dans une boîte dite d'accouplement, est excité, le tringlage polygonal est rigide ; s'il est désexcité, le tringlage polygonal est déformable.

Or, c'est seulement dans le cas où le tringlage polygonal est rigide que le mouvement du moteur est transmis à la palette sémaphorique pour la mise du signal à voie libre. Le courant d'excitation de cet électro est le courant d'accouplement du signal (fig. 220).

d) *Remise à l'arrêt automatique du signal.*

Lorsque le signal est à voie libre, si l'électro d'accouplement du signal (le sélecteur) vient à être désexcité, la palette du signal retombe à l'arrêt par son propre poids.

Il y a donc remise à l'arrêt automatique du signal si l'une des conditions de sécurité, intercalées dans le circuit d'accouplement, vient à disparaître et ce, préalablement au retour en position normale du moteur commandé par la position correspondante de la manette.

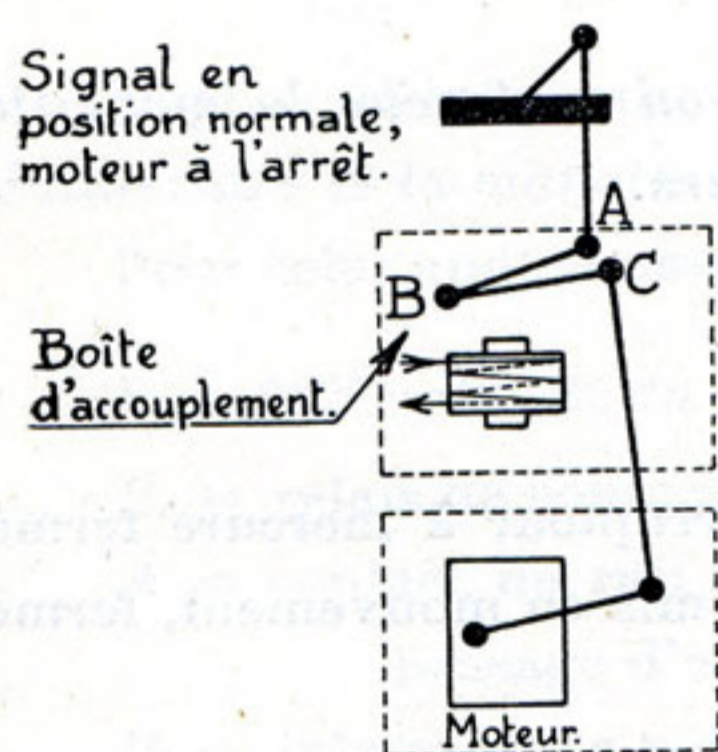


Fig. 221

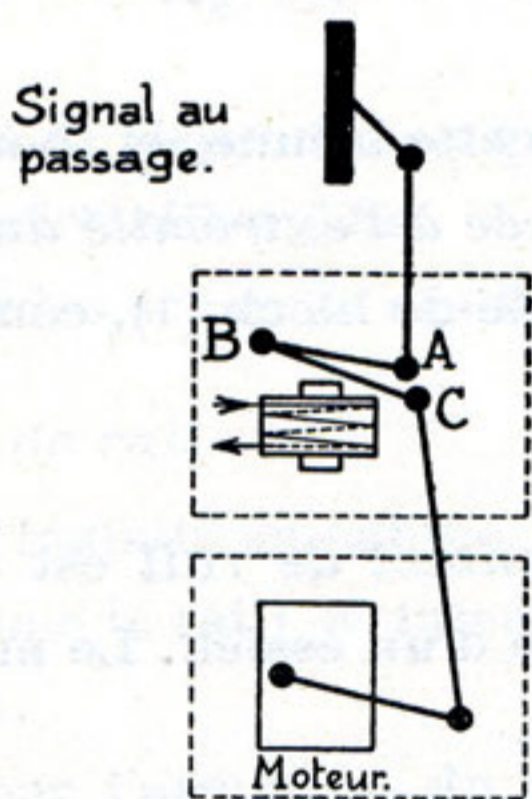


Fig. 222

Manœuvre du signal.

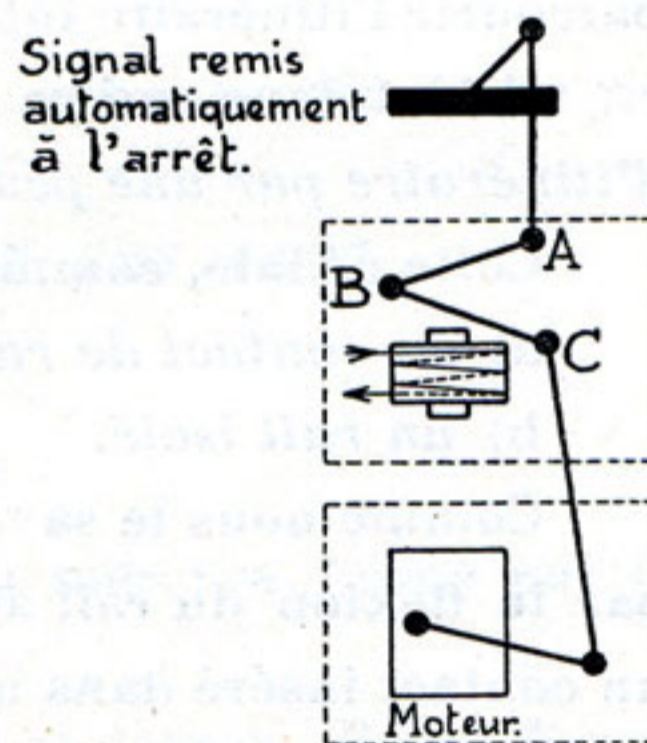


Fig. 223

e) *Tringlage.*

Le tringlage est assez malaisé à expliquer dans une description succincte, mais on peut en représenter schématiquement le principe comme le montrent les figures 221 à 223.

L'angle ABC est déformable lorsque l'électro d'accouplement est excité, il est rigide dans le cas contraire.

Les boîtes d'accouplement peuvent comporter un, deux ou trois sélecteurs (électros d'accouplement), chaque sélecteur correspondant, en principe, à une palette (1).

(1) Lorsqu'un sémaphore est pourvu d'une grande palette s'adressant aux trains en circulation et d'une petite palette pour les manœuvres ou pour les garages, il n'y a néanmoins qu'un seul moteur, mais celui-ci est relié à une boîte d'accouplement à deux sélecteurs.

Dans ces conditions, si l'itinéraire est prévu pour un train, c'est le sélecteur de la grande palette qui est excité et seule cette grande palette est mise à voie libre par le mouvement du moteur.

S'il s'agit d'une manœuvre ou d'un garage de train par rebroussement, seule la petite palette indique le passage lorsque le sélecteur correspondant est excité.

f) *Pédale de fin d'itinéraire.*

Avec les appareils précédents, la sécurité est totale aussi longtemps que la manette du signal est renversée (signal au passage), *mais il n'en est plus de même dès que le signal est remis à l'arrêt.*

En effet, supposons que dès que la locomotive du train a franchi le signal couvrant l'itinéraire à parcourir, le signaleur remette inopinément la manette de signal en cabine en position normale (signal à l'arrêt), il supprime la dépendance qui existait entre cette manette et la manette d'itinéraire. Celle-ci, libérée, peut être remise en position normale, supprimant toute relation entre manettes d'itinéraire et manettes des aiguillages intéressés dans le parcours.

Mais qui plus est, ces derniers leviers peuvent, à leur tour, être manœuvrés pendant que le mécanicien, qui vient à peine de dépasser le signal, achève de parcourir l'itinéraire intéressé !

Il faut donc encore combler cette lacune, et, pour cela, *on enclenche la manette d'itinéraire par une pédale, placée à l'extrémité du parcours.*

Cette pédale, comme la pédale de block (1), comprend :

- a) *un contact de rail,*
- b) *un rail isolé.*

Comme nous le savons, *le contact de rail* est un interrupteur à mercure fermé par la flexion du rail au passage d'un essieu. Le mercure, mis en mouvement, ferme un contact inséré dans un circuit.

La fermeture de ce contact signifie qu'un essieu est passé sur le contact de rail précisément à l'extrémité du parcours.

Quant au rail isolé, il contrôle à son tour qu'aucun essieu ne se trouve sur un tronçon de voie d'une longueur égale à la plus grande distance pouvant exister entre deux essieux, pratiquement 18 mètres.

Schématiquement, les choses se présentent comme suit (fig. 224) :

Le courant part d'une batterie dont le négatif est mis électriquement à la terre. Du pôle positif, le courant traverse une résistance R , parcourt le rail isolé RI , le relais E_{ri} en cabine, retourne au rail-terre RT dans la voie et, de là, au négatif de la batterie par la terre.

Dans ces conditions, si un essieu vient occuper le rail isolé, il met en court-circuit l'électro E_{ri} qui ne peut s'exciter. Il en sera ainsi pendant toute la durée du passage du train puisque nous avons choisi une longueur de rail isolé supérieure à la plus grande distance pouvant exister entre deux essieux dans le train.

(1) Signalisation : 2^e partie, page 77.

La pédale de fin d'itinéraire qui, comme nous l'avons vu, est formée d'un contact de rail et d'un rail isolé, permet donc de déceler le passage du *dernier* essieu d'un train au-delà du dernier point dangereux à protéger.

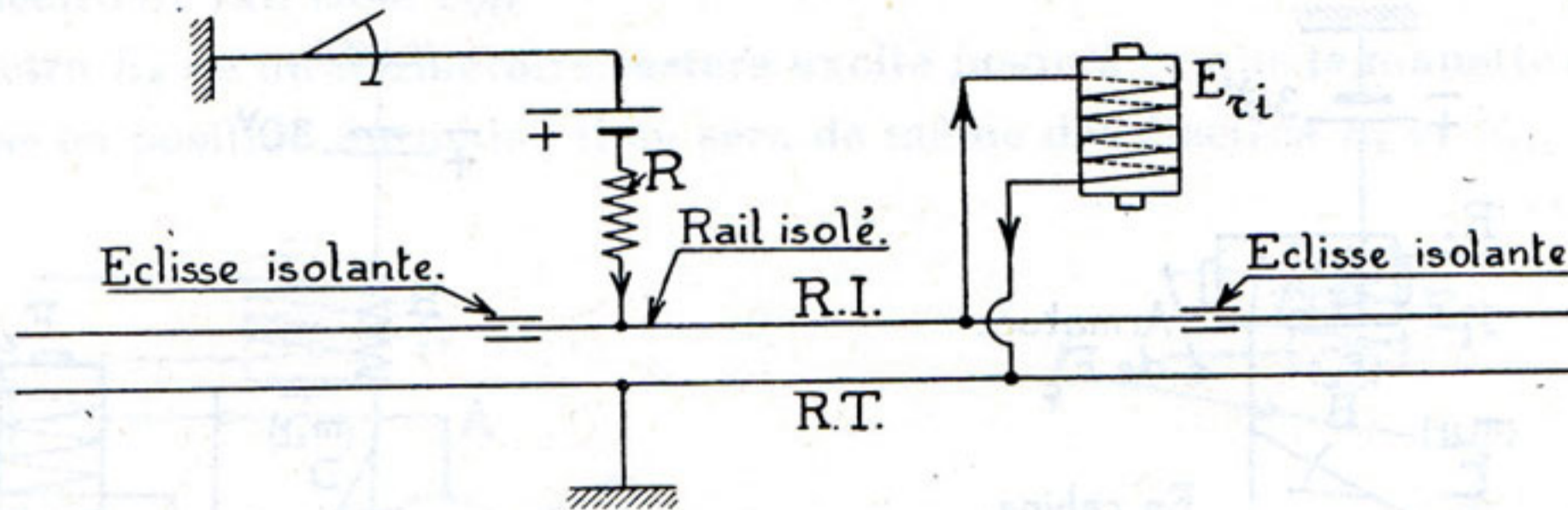


Fig. 224

Voyons maintenant *quelle est la dépendance qui existe entre la pédale de fin d'itinéraire et la manette d'itinéraire elle-même.*

Pour cela, appuyons-nous sur les schémas des figures 225, 226 et 227.

Fig. 225 : circuit du contact de rail.

E_c = relais de contact de rail installé en cabine.

A = contact de rail (placé sous le rail) = interrupteur à mercure, fermé par le passage d'un essieu.

B = interrupteur actionné par l'armature du relais E_c ci-dessus. B est fermé quand E_c est excité.

C = interrupteur actionné par la manette d'itinéraire. Il est fermé quand cette manette est renversée.

J = interrupteur fermé quand l'électro de rail isolé E_{ri} n'est pas excité.

Fig. 226 : circuit de rail isolé.

E_{ri} = électro de rail isolé.

D = interrupteur actionné par la manette d'itinéraire. Il est fermé quand cette manette est renversée.

Fig. 227 : circuit de libération de la manette d'itinéraire..

E_{ri} = électro de fin d'itinéraire.

F = interrupteur actionné par la manette d'itinéraire. Il est fermé quand cette manette est renversée.

G = interrupteur fermé quand E_c est excité.

H = interrupteur fermé quand E_{ri} est excité.

Si nous suivons le passage d'un train sur la pédale, que voyons-nous ?

L'itinéraire étant tracé, les contacts C (fig. 225), D (fig. 226) et F (fig. 227) ont été fermés par le renversement de la manette d'itinéraire (m_{it}).

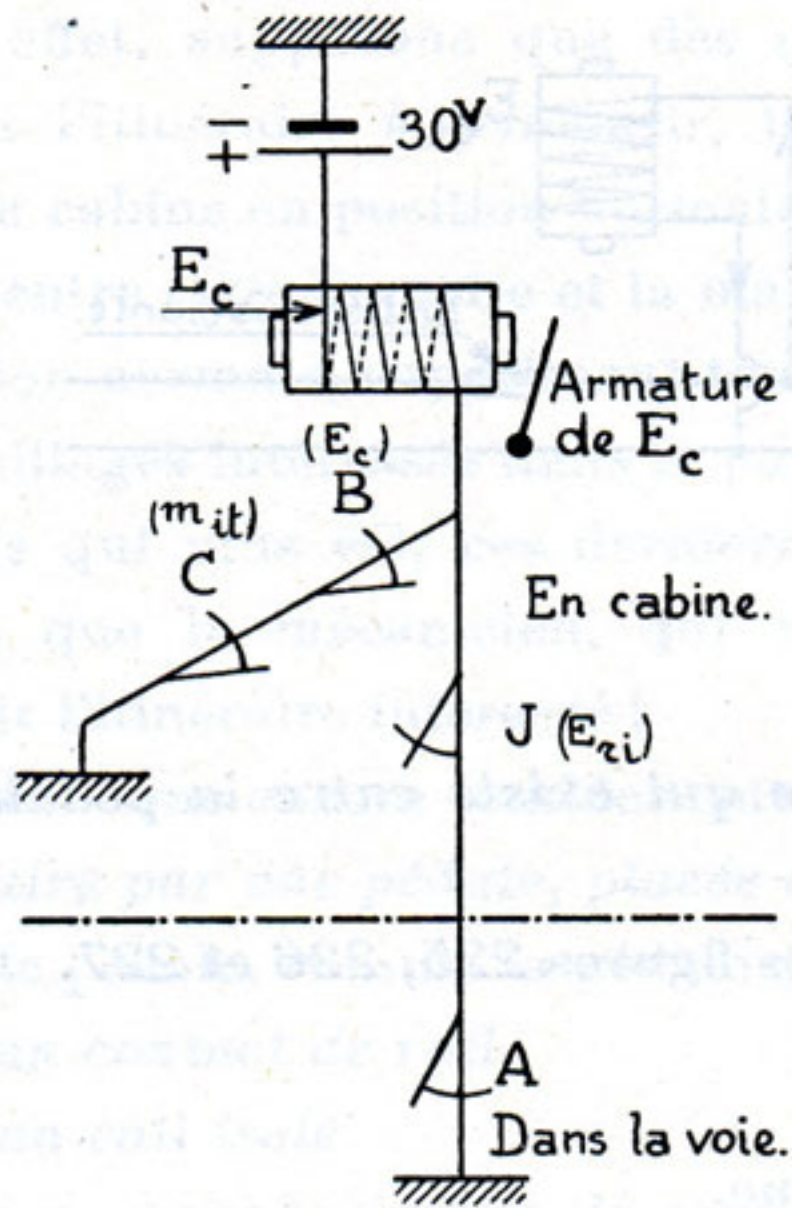


Fig. 225

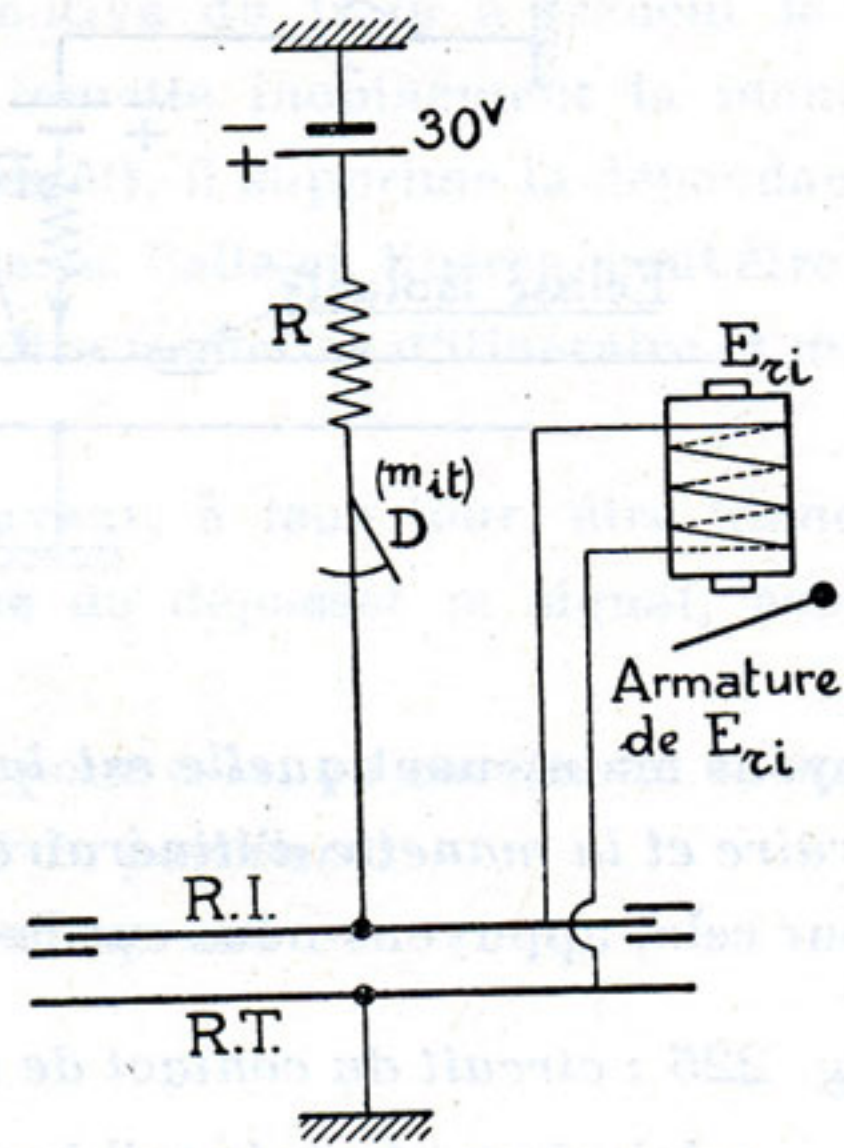


Fig. 226

Au passage du *premier* essieu l'électro E_{rt} se désexcite. J se ferme, le contact de rail A (au bas de la fig. 225) s'établit par jaillissement de mercure, le relais E_c de contact de rail en cabine s'excite, le contact B se ferme, l'armature de E_c reste attirée car le circuit : terre — batterie — E_c — B — C — terre est fermé.

E_c restera excité jusqu'à ce que la manette d'itinéraire soit remise en position normale.

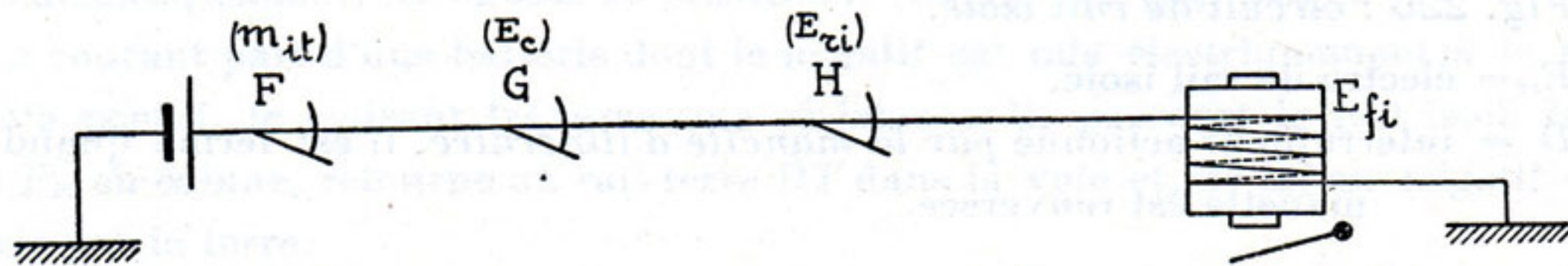


Fig. 227

Mais le passage de ce *premier* essieu sur ce rail isolé a eu pour effet, fig. 226, de mettre en court-circuit l'électro E_{rt} qui avait été excité par le renversement de la manette d'itinéraire. E_{rt} désexcité ne se réexcitera qu'après le passage du *dernier* essieu.

Passons à la figure 227.

Après le passage du *dernier* essieu, l'électro de fin d'itinéraire E_{β} s'excite à son tour parce que *tous* les interrupteurs F , G et H de ce circuit sont maintenant *simultanément* fermés (F par la manette d'itinéraire, G par le relais de contact de rail E_c et H par l'électro de rail isolé E_{ri}).

L'électro E_{β} de fin d'itinéraire restera excité jusqu'à ce que la manette d'itinéraire soit remise en position normale ; il en sera de même des électros E_c et E_{ri} .

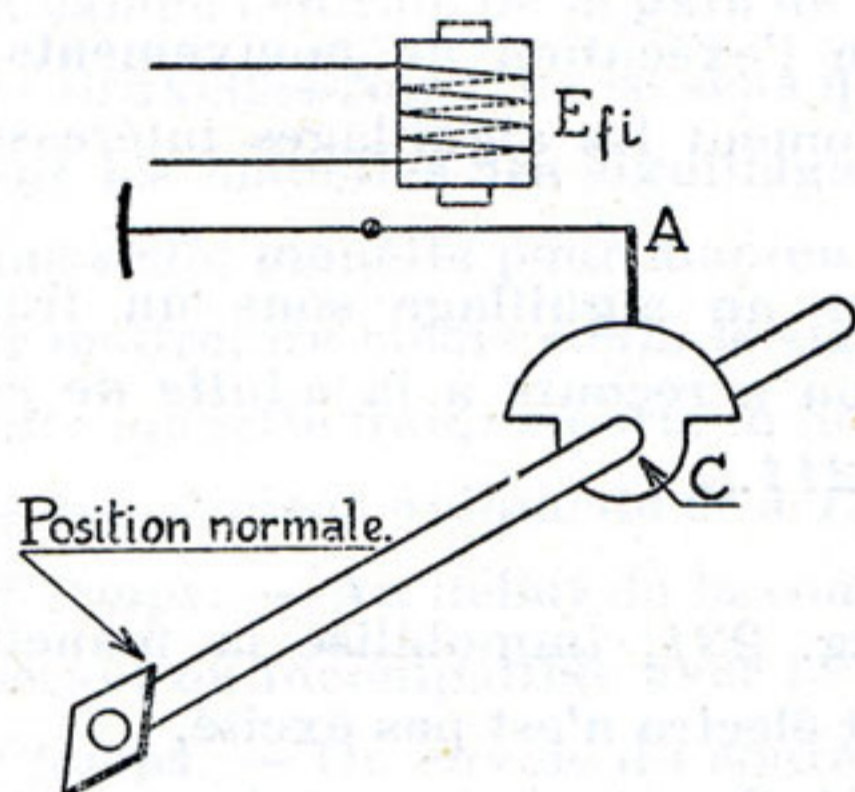


Fig. 228

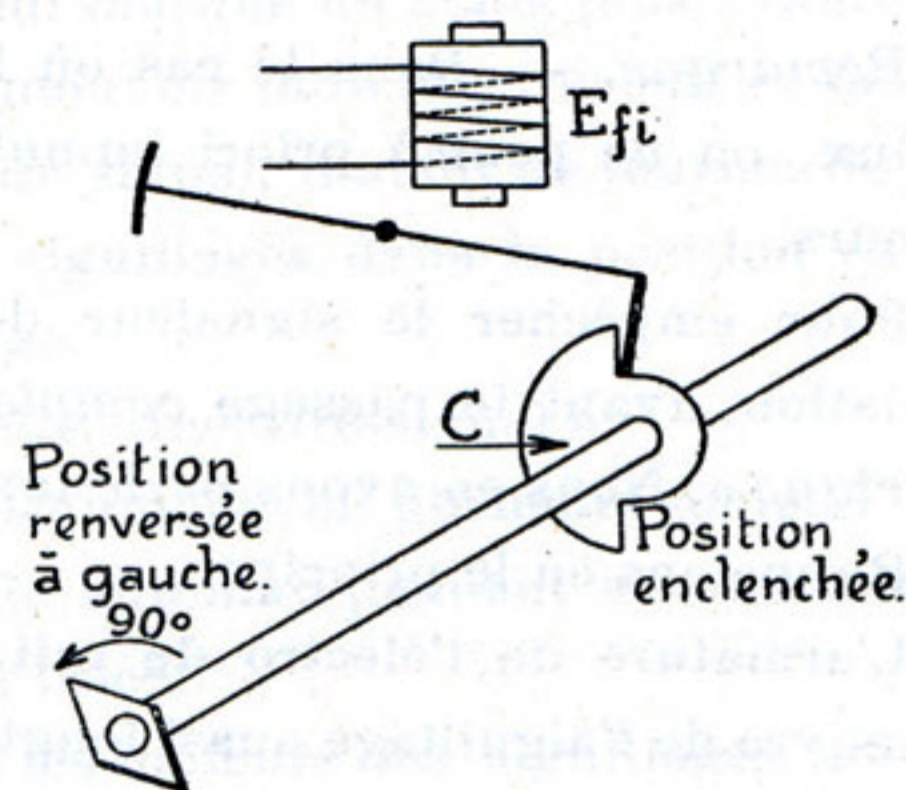


Fig. 229

g) Rôle de l'électro de fin d'itinéraire E_{β} .

L'électro de fin d'itinéraire E_{β} est utilisé pour immobiliser *électriquement* la manette d'itinéraire *en position renversée* quand l'armature de cet électro E_{β} est désexcitée, alors même que cette manette d'itinéraire aurait été libérée *mécaniquement* par la remise en position normale de la manette de signal.

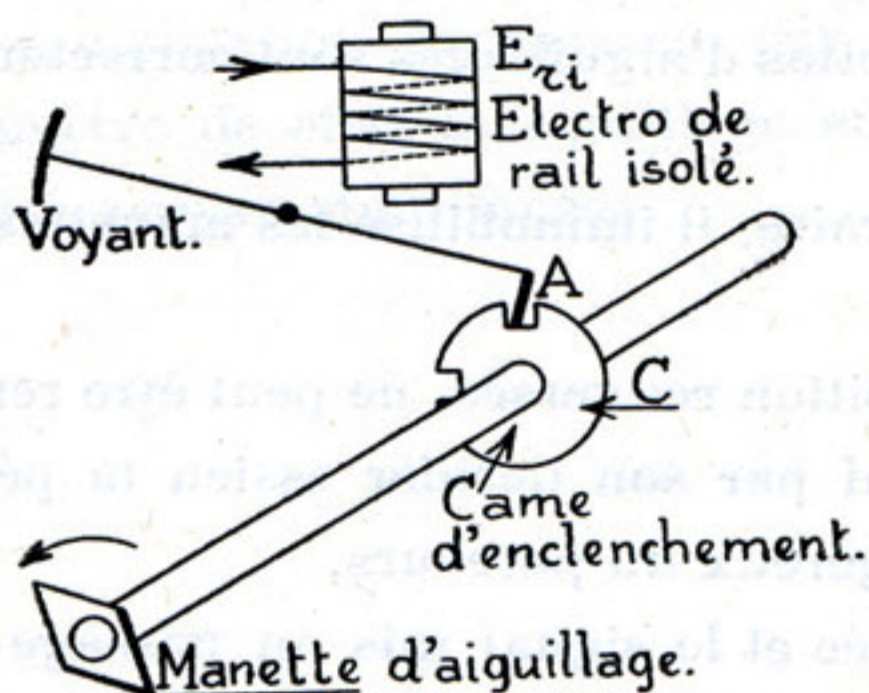


Fig. 230

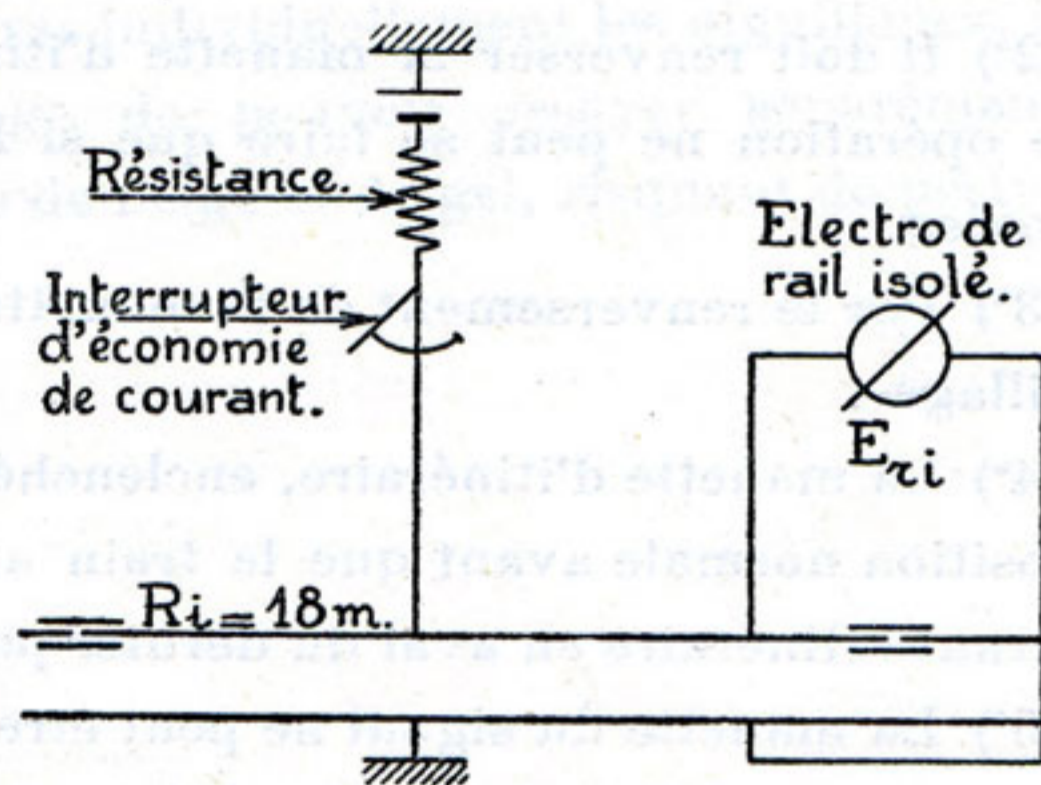


Fig. 231

Après renversement de la manette d'itinéraire de 90° , fig. 228, 229 et 230, soit à gauche, soit à droite, l'armature A de l'électro de fin d'itinéraire E_{β} désexcité, enclenche cette manette par la came C . (L'armature A , qui est tombée, n'est ramenée en position d'attraction que quand E_{β} est excité c.-à-d. quand le *dernier* essieu du train a foulé la pédale de fin de parcours).

Ainsi la sécurité des parcours signalisés est complète.

En effet, si le signaleur remettait inopinément la manette *de signal* à l'arrêt immédiatement après le passage de la locomotive au-delà du signal, la manette *d'itinéraire*, quoique libérée *mécaniquement* par la manette de signal, resterait immobilisée *électriquement* jusqu'après passage du *dernier* essieu du train au-delà du dernier point dangereux du parcours.

Remarque. — Dans le cas où l'on envisage l'exécution de mouvements sans signaux, on ne peut à priori immobiliser directement les aiguillages intéressés au parcours.

Pour empêcher le signaleur de manœuvrer un aiguillage sous un train en circulation, avant le passage *complet* du train, on a recours à la « *latte de calage électrique* ». Nous en avons parlé tome III, page 211.

Rappelons en le principe.

L'armature de l'électro de rail isolé E_{ri} , fig. 231, immobilise la manette de manœuvre de l'aiguillage aussi longtemps que cet électro n'est pas excité.

Cet électro ne s'excitera que si le rail isolé R_i , placé devant les pointes de l'aiguillage protégé, est libre c.-à-d. si aucun véhicule ne circule par dessus.

h) *Résumons-nous.*

1°) Pour tracer l'itinéraire à suivre par un train, le signaleur manœuvre en cabine les manettes de commande des aiguillages en campagne intéressés au parcours en question.

2°) Il doit renverser la manette d'itinéraire qui correspond au parcours choisi. Cette opération ne peut se faire que si les manettes d'aiguillages sont correctement disposées.

3°) Par le renversement de la manette d'itinéraire, il immobilise les manettes des aiguillages.

4°) La manette d'itinéraire, enclenchée en position renversée, ne peut être remise en position normale avant que le train ait franchi par son dernier essieu la pédale clôturant l'itinéraire en aval du dernier point dangereux du parcours.

5°) La manette du signal ne peut être renversée et le signal mis au passage que si *toutes* les conditions de sécurité insérées dans le circuit d'accouplement sont bien réalisées, en particulier que tous les aiguillages ont bien obéi au mouvement des manettes correspondantes et peuvent être parcourus dans cette position.

Le signaleur doit pouvoir à tout instant remettre la manette de manœuvre du signal en position d'arrêt, soit pour couvrir un train venant de dépasser le signal, soit pour empêcher un train d'aborder un itinéraire où un obstacle imprévu vient de se présenter.

3. — Manette-itinéraire-signal.

La cabine centrale de la gare de Bruxelles-Midi marque un stade plus avancé sur celle de Bruxelles-Nord, en ce sens qu'au lieu de mouvoir *individuellement et successivement* les manettes des aiguillages, puis celle du signal, il suffit de tourner de 0° à 120° une seule manette pour manœuvrer tous les aiguillages dans la position exigée et pour mettre, *du même coup*, le signal au passage.

Cette manette unique porte le nom de « manette-itinéraire-signal ».

Le mouvement unique de 0° à 120° , s'opère néanmoins en plusieurs temps :

1^{er} temps. — Au début de la course, on vérifie automatiquement si aucun itinéraire sécant ou incompatible avec le premier n'est tracé.

2^e temps. — On envoie du courant dans tous les moteurs des aiguillages dont la position doit être modifiée et on immobilise ensuite ces aiguillages.

3^e temps. — Si toutes les sécurités sont réalisées, on met le signal à voie libre.

Avantages. — Il n'y a plus de tâtonnements, c.-à-d. plus de position de manette d'aiguillage à rechercher ; la manœuvre est plus simple et plus rapide.

Inconvénient. — On a laissé subsister à côté de la manœuvre par manette d'itinéraire-signal, la possibilité de manœuvrer individuellement les aiguillages. C'est une complication compensée par l'avantage de pouvoir essayer séparément la manœuvre de chaque aiguillage en période de neige et de gel, risquant de perturber les manœuvres simultanées.

CHAPITRE V

Autres perfectionnements techniques des cabines centrales électriques

D'une part, le désir de concentrer dans un même poste la manœuvre d'aiguillages et de signaux de zones très étendues, zones antérieurement desservies par plusieurs cabines dont les interventions dans un parcours devraient être coordonnées par des liaisons téléphoniques, a conduit à envisager des appareils de commande très étendus.

Les tables des enclenchements mécaniques deviennent lourdes et la mise en place des barres nécessite des dispositifs onéreux pour leur déplacement et leur stabilisation. Les bâtiments destinés à recevoir ces appareils deviennent vastes et ne peuvent plus toujours s'insérer à l'emplacement désirable dans un aménagement complexe.

D'autre part, les progrès réalisés depuis plusieurs années dans la fabrication des relais inspire confiance aux constructeurs dans l'utilisation massive de ces éléments de sécurité.

Il en est résulté une nouvelle formule de réalisation des postes à pouvoir, dans lesquels la table d'enclenchements mécaniques disparaît. *Les enclenchements sont réalisés électriquement entre les relais de commande des appareils en campagne.*

Ces relais sont disposés sur des étagères montées dans un local de forme quelconque, qui peut même être éloigné du local des signaleurs. Ceux-ci actionnent les relais à l'aide de manettes ou de boutons disposés sur un pupitre de dimensions réduites. Ces boutons ou manettes sont libres, mais les schémas d'actionnement des relais sont établis de telle sorte que ces derniers n'obéissent à l'impulsion venant du pupitre que si toutes les conditions de sécurité sont réalisées.

Un tableau lumineux, parfois appelé *tableau de contrôle optique*, placé devant le signaleur traduit d'une façon très complète le résultat, quant aux appareils en campagne, des tracés d'itinéraires commandés.

Plusieurs modalités de réalisation ont été présentées par des firmes spécialisées ; peu d'entre elles ont dépassé le stade des essais pratiques. A ce jour, aucun réseau n'a encore l'expérience de tous les aspects que peuvent présenter ces nouvelles formules aux points de vue de l'entretien et des modifications des nouveaux appareils.

Il est à remarquer que la desserte des pupitres est plus rapide que celles des appareils antérieurs à table d'enclenchements mécaniques et leviers individuels. Toutefois, l'économie de personnel n'est pas massive, compte tenu de ce qu'un seul agent ne peut *surveiller* avec sûreté les opérations multiples, s'exécutant dans une zone très étendue, dont il pourrait effectuer le tracé des itinéraires.

D'autres appareils de liaison, tels que haut-parleurs et « train-describers » (1) doivent, dans ce but, contribuer à diminuer les opérations de block requises simultanément des signaleurs.

(1) Les « train-describers » sont des tableaux lumineux compartimentés annonçant l'arrivée des trains avec l'indication de leur nature (express, omnibus,...).

QUATRIÈME PARTIE

COMMANDE CENTRALISÉE DE LA CIRCULATION DES TRAINS

CHAPITRE I

Généralités

L'emploi de l'électricité dans les postes à pouvoir a permis de faire manœuvrer des aiguilles et des signaux à des distances continuellement croissantes.

De très grandes gares peuvent ainsi n'être desservies que par une seule cabine de signalisation.

Mais alors, souvent, le signaleur ne peut plus contrôler *de visu* tous les mouvements qui s'exécutent à sa commande sur toute l'étendue de la gare.

Si l'on a pu s'affranchir du contrôle visuel du signaleur, c'est parce que les installations électriques permettent, comme nous l'avons vu, un contrôle absolu des opérations, la sécurité est donc parfaitement assurée.

Mais, l'inconvénient de l'extension du champ d'action des postes à pouvoir, c'est qu'il faut que *chaque* signal, que *chaque* aiguillage soient reliés à la cabine centrale par des circuits électriques *de commande* et *de contrôle*.

Il s'ensuit que :

1°) un très grand nombre de câbles partent de la cabine pour aboutir aux appareils en campagne,

2°) ces câbles sont d'autant plus longs que les appareils sont plus éloignés de la cabine.

Conclusion : un poste à pouvoir de grande amplitude coûte cher.

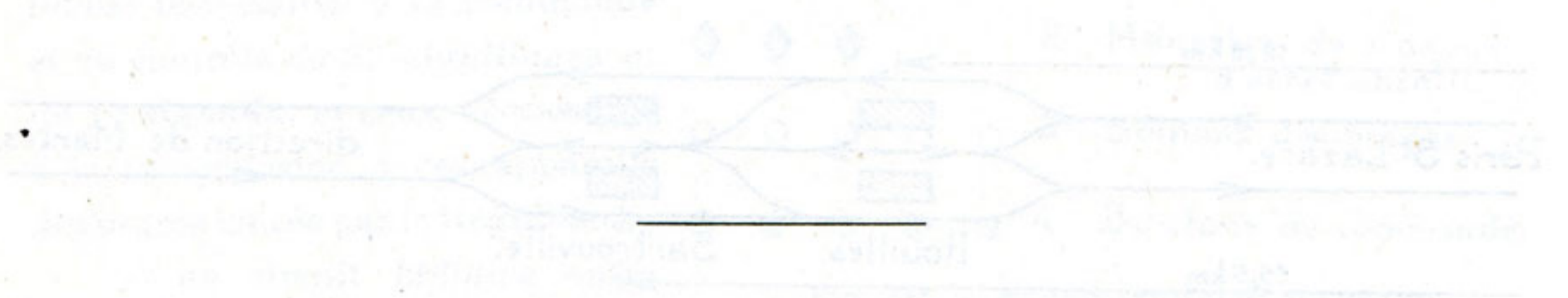
C'est ici qu'apparaît l'intérêt *de la commande centralisée* de la circulation des trains.

Par ce système, il est possible de faire desservir un grand nombre d'aiguilles et de signaux à des distances de plusieurs dizaines de kilomètres, avec seulement *deux* fils. Un câble à deux conducteurs part de la cabine centrale et passe par les divers appareils desservis en campagne.

Le courant de commande ou de contrôle emprunte ces deux mêmes conducteurs qui, *successivement*, transmettent les diverses indications de commande et de contrôle.

La limite pratique d'exploitation est donnée par ce fait que, même aux heures les plus chargées, les indications de commande et de contrôle doivent pouvoir *se succéder* sur la ligne sans qu'il en résulte un retard qui puisse gêner l'exploitation. Par ailleurs, de même que pour le *dispatching*, à chaque système de commande centralisée correspond un nombre maximum de *combinaisons* de commande et de contrôle.

La commande centralisée peut se rapporter à une seule gare ou à plusieurs gares ou à une bifurcation de pleine voie, dont tous les mouvements sont assurés par un seul et même agent ; celui-ci sera le signaleur ou l'opérateur d'un poste, par exemple, le dispatcher.



CHAPITRE II

La Commande centralisée de Paris-St Lazare

A titre d'exemple, nous dirons quelques mots de la Commande centralisée de Paris-St Lazare que nous avons vu fonctionner en 1934 tant à Paris qu'à Houilles et à Sartrouville.

1. — Position du problème.

L'installation de ce poste en 1933, a répondu à une situation d'exploitation très particulière.

Le service de la banlieue de Paris s'étant accru considérablement, il devenait de plus en plus difficile de faire circuler les nombreux trains omnibus sur les vingt premiers kilomètres au départ de Paris, de la grande ligne à deux voies de Paris au Havre, sans gêner le trafic des express et des rapides.

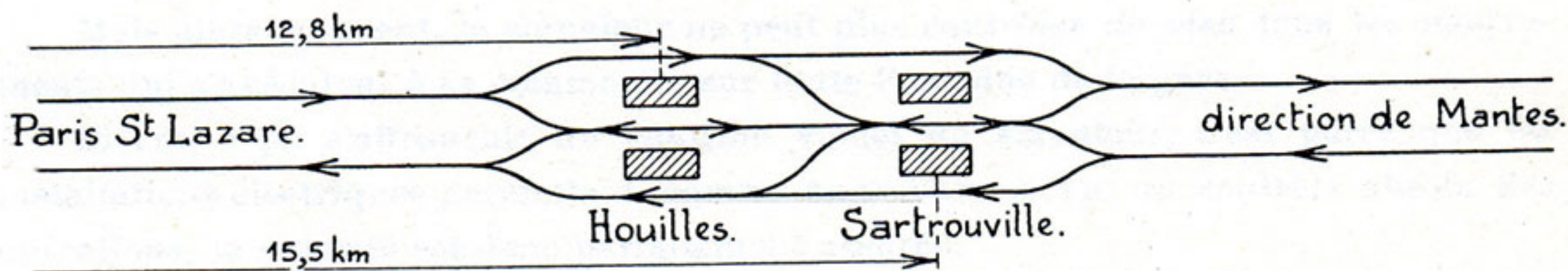


Fig. 232. — Troisième voie, installée entre les deux voies principales et utilisée à volonté dans un sens ou dans l'autre.

L'idée première fut de créer un *quadruplement* des voies entre les gares de *Houilles* et de *Sartrouville* (fig. 232). Cela aurait permis à un train omnibus, circulant devant un express, d'assurer son service de débarquement et d'embarquement dans ces deux gares pendant qu'il était dépassé, sur la 3^e ou la 4^e voie rapide, par l'express le suivant.

Mais le service de banlieue, cause des difficultés de circulation, est un trafic à « pointes » de sens différent suivant les périodes de la journée ; le matin, la pointe est vers Paris, le soir, elle est vers la banlieue.

Comme cette pointe ne se manifeste jamais en même temps dans les deux sens, il est apparu, plutôt que de créer un *quadruplement* des voies très coûteux, qu'il suffirait d'installer une *troisième* voie entre Houilles et Sartrouville. Intercalée entre les deux voies principales existantes et raccordée à ses deux extrémités aux deux directions, cette troisième voie pouvait être *utilisée à volonté*, et suivant les besoins du trafic, *soit dans un sens, soit dans l'autre*.

Le quadruplement aurait créé des difficultés d'expropriation alors que l'on disposait des terrains pour établir la troisième voie.

La détermination du sens de circulation de la troisième voie appartient au Régulateur (Dispatcher) de Paris-S^t Lazare, chargé de la régulation du trafic sur la ligne de Paris à Mantes.

On a supprimé complètement les cabines d'aiguillages de Houilles et de Sartrouville et on a confié au Régulateur de Paris *la manœuvre effective* des signaux et des aiguilles de ces deux gares en équipant la section Houilles-Sartrouville au moyen d'une commande centralisée (1).

2. — Appareillage.

L'installation comprend :

— à Paris-S^t Lazare, un meuble central de commande et de contrôle (fig. 233) ;

— à Houilles et à Sartrouville,

les différents organes (moteurs, relais) nécessaires à la commande et au contrôle de 22 aiguillages et de 14 signaux, et ceux nécessaires à la transmission à ces appareils des ordres lancés par le Régulateur ;	◇ ◇ ◇ ◇ ◇	1	Manettes d'aiguillages.
	◇ ◇ ◇	2	Manettes de signaux d'arrêt absolu.
	○ ○ ○ ○ ○	3	Boutons d'aubinage.
	● ● ● ● ●	4	Boutons de commande.

— un circuit *bifilaire* entre Sartrouville et Paris-S^t Lazare (15 km).

Fig. 233. — Meuble central de commande du Régulateur de Paris-S^t Lazare.

(1) A titre documentaire, nous reproduisons ci-dessous, fig. 234, les schémas des gares de Houilles et de Sartrouville avec l'indication des aiguillages et des signaux.

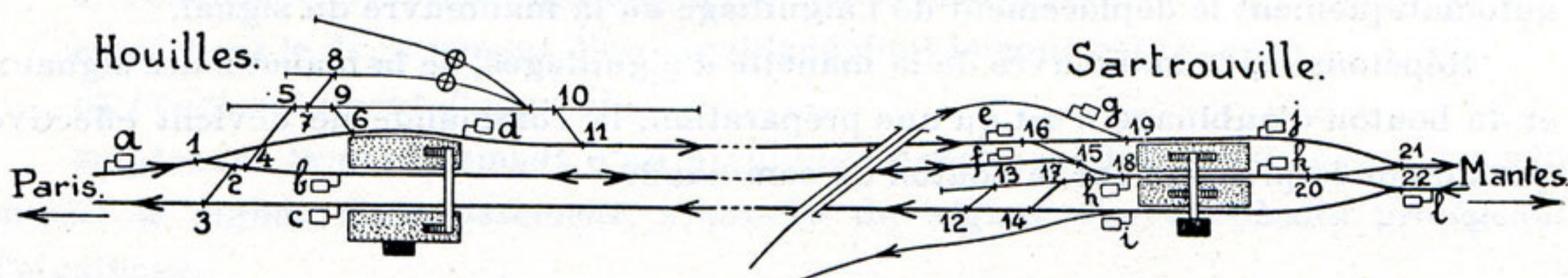


Fig. 234. — Gares de Houilles et de Sartrouville avec indication des aiguillages 1, 2, 3,... et des signaux a, b, c,...

A la partie supérieure du meuble central de Paris-S^t Lazare se trouve *un croquis des voies et signaux* de la zone commandée ; sur ce croquis s'allument en blanc et en rouge les lampes qui contrôlent la libération ou l'occupation par les trains des divers circuits de voie.

Au-dessous du tableau schématique sont disposées :

a) sur une première rangée *les manettes d'aiguillages* (fig. 233).

Chacune peut occuper deux positions, correspondant aux positions normale et renversée de l'aiguillage.

La position occupée réellement sur le terrain par l'aiguille est indiquée auprès de la manette par l'allumage d'une lampe blanche (position normale) ou verte (position renversée).

b) Au-dessous des manettes d'aiguillages, une deuxième rangée comprend *les manettes des signaux d'arrêt absolu*.

Ces manettes peuvent prendre, en général, deux positions :

verticale, commande de fermeture du signal,

inclinée, commande d'ouverture du signal.

Les manettes, tant d'aiguillages que de signaux, ne font que *préparer* les ordres de commande. Ceux-ci ne sont lancés sur la ligne qu'au moment de la manœuvre du « bouton spécial de commande ».

c) Au-dessous des manettes des signaux sont alignés des « *boutons d'aubinage* » c.-à-d. des « boutons de remise automatique des signaux à l'arrêt ».

Un signal d'arrêt absolu déterminé se ferme automatiquement après le passage du premier train qui le franchit si le bouton d'aubinage correspondant a été *enfoncé* au moment de la commande d'ouverture de ce signal.

Lorsque, au contraire, le bouton d'aubinage est *tiré*, les signaux de block automatique, assurant l'espacement des trains, fonctionnent librement c.-à-d. se ferment et s'ouvrent automatiquement sous l'action des circuits de voie.

d) Enfin, sous les boutons d'aubinage, se trouve la rangée des « *boutons de commande* ».

C'est en appuyant un instant sur l'un de ces boutons de commande que le Régulateur déclenche l'envoi dans le circuit de « l'ordre de commande » qui provoque automatiquement le déplacement de l'aiguillage ou la manœuvre du signal.

Répetons-le, la manœuvre de la manette d'aiguillages, de la manette des signaux et du bouton d'aubinage n'est qu'une préparation, la commande ne devient effective que lors de la pression sur le bouton de commande.

e) *Une manette spéciale* peut également occuper trois positions :

les deux positions extrêmes correspondent aux deux sens d'exploitation de la voie unique,

la troisième est une position intermédiaire provoquant la fermeture des signaux d'accès dans les deux sens vers la voie centrale.

La mise en position extrême de cette manette, en vue de renverser le sens de circulation sur la voie centrale, a pour résultat de fermer, après envoi d'un « code de commande », les signaux d'accès d'un sens déterminé et de provoquer l'ouverture des signaux d'accès de l'autre sens, si les premiers sont effectivement fermés et si la voie unique est libérée de toute circulation.

Il convient de préciser que seuls les signaux d'arrêt absolu sont commandés du poste de régulation de Saint-Lazare.

3. — Manœuvre des appareils.

Les *aiguillages* sont entraînés par des moteurs électriques robustes ; une manœuvre manuelle sur place est également prévue.

Les *signaux* sont constitués par des feux de panneaux lumineux, allumés ou éteints par l'excitation ou la désexcitation de relais.

La manœuvre des manettes et des boutons est absolument libre, aucun dispositif d'enclenchement ne reliant ces manettes. C'est à pied-d'œuvre que la sécurité est totalement réalisée, les appareils n'obéissant à l'ordre de commande que si toutes les conditions de sécurité sont effectivement remplies.

Pour cela, sont réalisés :

a) *le contrôle impératif permanent des aiguillages,*

empêchant l'ouverture du signal d'arrêt absolu si tous les aiguillages situés sur l'itinéraire ou protégeant cet itinéraire ne sont pas dans leur position convenable, provoquant la fermeture du signal si le contrôle en position correcte d'un de ces aiguillages vient à manquer ;

b) *le contrôle impératif de fermeture des signaux d'arrêt absolu,*

empêchant le déplacement d'un aiguillage si les signaux protégeant cet aiguillage ne sont pas contrôlés à la fermeture ;

c) *l'enclenchement des aiguillages par zones isolées,*

empêchant le déplacement d'un aiguillage dont la zone est occupée ;

d) *l'enclenchement d'approche,*

empêchant le déplacement d'un aiguillage devant un train qui, ayant franchi ouvert le *signal d'avertissement*, approche du *signal d'arrêt absolu* protégeant l'aiguillage.

Ainsi, à aucun moment, un opérateur maladroit ne peut, matériellement, commettre une faute contre la sécurité.

4. — Fonctionnement de la commande centralisée de la circulation des trains.

Comme nous l'avons dit, c'est sur *deux* fils seulement que sont transmis *tous les codes de commande* de Paris à Houilles ou à Sartrouville et *tous les codes de contrôle* en sens inverse.

L'agent régulateur de la circulation des trains (le dispatcher) doit disposer d'un appareillage qui lui permette :

- 1°) de chercher l'appareil (aiguillage ou signal) qu'il veut commander ;
- 2°) de transmettre à cet appareil tel ou tel ordre, (position normale, position renversée) ;

3°) de même, il faut que le contrôle, émis lors du changement de position en campagne de l'aiguillage ou du signal, vienne s'inscrire sur la table du régulateur près de la manette correspondant à cet appareil par l'allumage de la lampe blanche ou verte selon le cas (page 179).

La sélection de ces divers circuits est obtenue au moyen d'un « *code de commande* » et d'un « *code de contrôle* ».

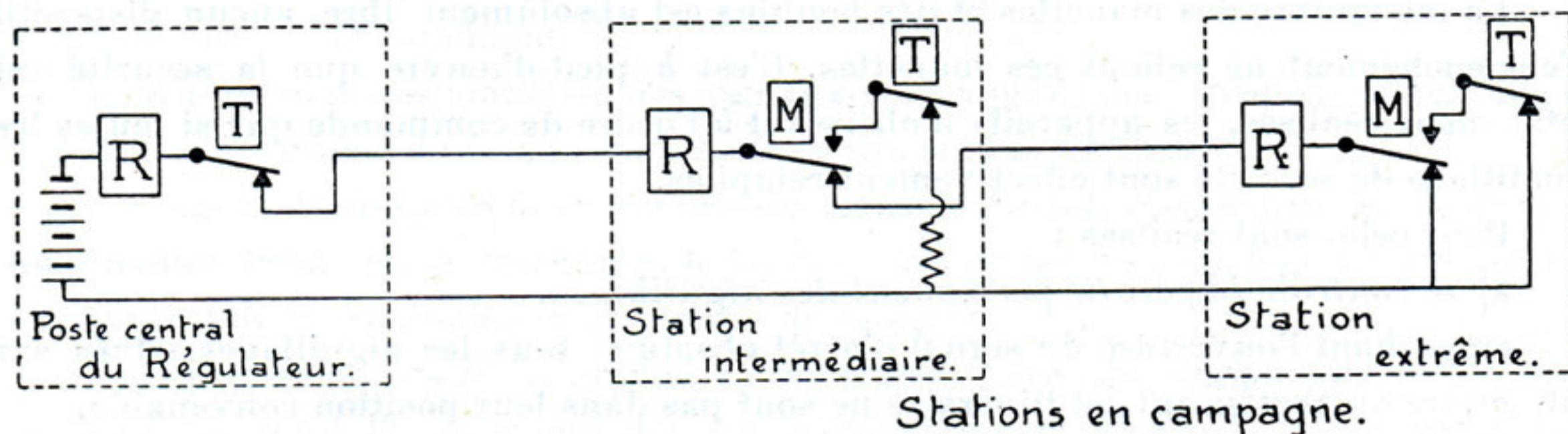


Fig. 235. — Schéma de principe de la commande centralisée de la circulation des trains.

A cet effet, les stations sont raccordées au circuit *bifilaire* branché sur les bornes d'une batterie d'accumulateurs comme le montre le schéma de principe, fig. 235, comprenant :

- 1°) le poste central du Régulateur,
- 2°) une station intermédiaire,
- 3°) la station extrême.

Nous voyons que :

- 1°) le poste central comporte *deux* relais :
 - un relais transmetteur *T*,
 - un relais récepteur *R*.

2°) chaque station en campagne comporte *trois* relais :

un relais récepteur *R*,

un relais transmetteur *T*,

un relais *M* qui, excité lors de l'envoi d'un contrôle, *limite le circuit* entre le Régulateur et la station émettrice de ce contrôle et fait le partage entre les codes de commande et les codes de contrôle.

Ce montage montre que :

Toute impulsion *de commande* lancée du transmetteur *T* du poste central se répercute simultanément dans *tous* les relais récepteurs *R* des stations.

Toute impulsion *de contrôle*, émise par le relais transmetteur *T* d'une station, alors que le relais *M* de cette station se trouve excité, se répercute simultanément sur le relais récepteur *R* du poste central et sur les relais récepteurs *R* des stations *comprises* entre le Régulateur et la station émettrice.

Code ou train d'impulsions.

Un « code » est constitué par une série d'ouvertures et de fermetures du circuit de ligne (fig. 236).

Chaque impulsion (ouverture ou fermeture du circuit) peut être *longue* ou *courte* et, c'est la combinaison de succession de ces impulsions longues ou courtes qui donne au train d'impulsions (ou code) son caractère, c.-à-d. son *indicatif*.

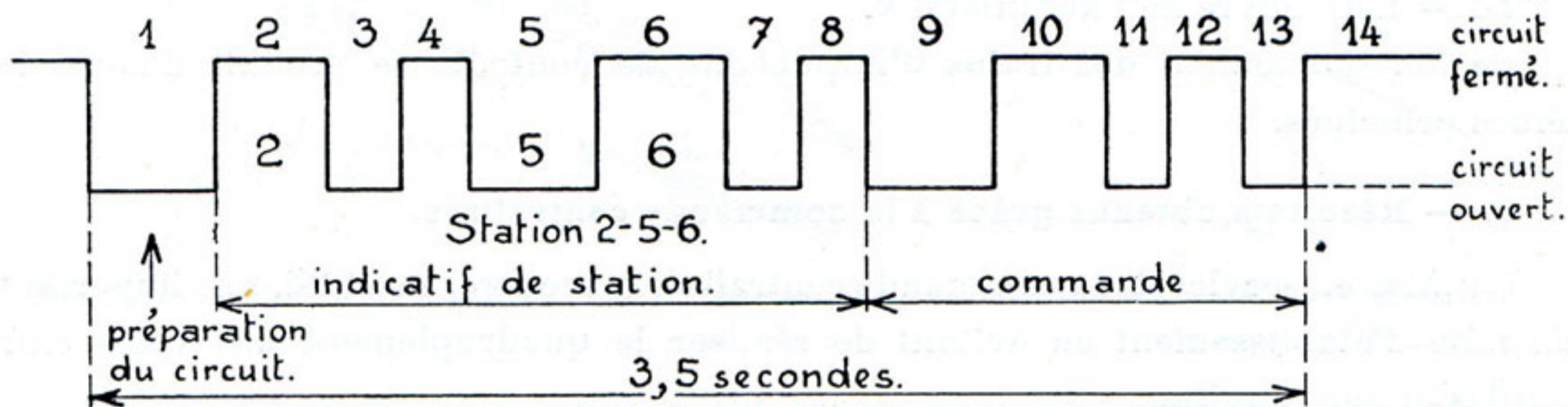


Fig. 236. — Train d'impulsions électriques de « commande ».

— Un train d'impulsions *de commande*, partant du poste central du Régulateur vers une station, comprend 14 impulsions, soit 7 fermetures et 7 ouvertures du circuit (fig. 236) ; la *première rupture étant toujours longue*.

— Un train d'impulsions *de contrôle*, partant d'une station vers le poste central du Régulateur, comporte 16 impulsions, soit 8 fermetures et 8 ouvertures du circuit, la *première impulsion étant toujours courte*.

Comme on le voit, la durée (longue ou courte) de la *première* impulsion différencie les trains d'impulsions de « commande » des trains d'impulsions de « contrôle ».

Les 7 impulsions suivantes, de 2 à 8 sont utilisées pour l'indicatif propre du poste, p. ex. 2-5-6 ; ce sont les impulsions de sélection de la station (1).

Les impulsions 9 à 13 sont utilisées pour la recherche, dans la station, de l'appareil à commander, pour les indications à transmettre à cet appareil (position normale, position renversée).

Enfin, la dernière impulsion (14) sert à provoquer la délivrance de l'ordre par le groupe récepteur aux appareils intéressés.

Une « commande » (ou un « contrôle ») correspond à un train d'impulsions bien défini qui est propre à cette commande (ou à ce contrôle).

A la réception d'un ordre de commande, chaque relais de station *R* bat à la cadence des impulsions lancées en ligne.

Les impulsions *courtes* n'ont pas d'effet particulier, ce sont les impulsions *longues* qui provoquent l'excitation de certains relais et préparent le circuit final d'exécution, en l'espèce, le circuit de manœuvre de l'appareil en campagne.

Si le Régulateur veut, de Paris, manœuvrer l'aiguillage x de Houilles, il lance un code de commande qui comportera, pour fixer les idées, le train d'impulsions 1 — 2-5-6 — 9-11 — 14. Pour cet indicatif :

1 = émission *longue* caractéristique d'un train d'impulsions de commande,

2-5-6 = indicatif supposé de la gare de Houilles,

9-11 = indicatif supposé de l'aiguillage x ,

14 = manœuvre de l'aiguillage x .

Le fonctionnement des trains d'impulsions de *contrôle* se produit d'après les mêmes principes.

5. — Résultats obtenus grâce à la commande centralisée.

La mise en service de la commande centralisée a procuré, en 1934, une importante économie d'établissement en évitant de réaliser le quadruplement des voies entre Houilles et Sartrouville.

Elle a permis de supprimer les 8 aiguilleurs des gares de Houilles et de Sartrouville.

Elle a permis d'accroître la souplesse et le rendement de l'exploitation en concentrant dans la main du Régulateur (l'agent le mieux informé de la marche continue des trains, réguliers ou non) les moyens de commande des appareils, permettant ainsi l'utilisation au mieux du service de la voie unique centrale, dans un sens ou dans l'autre.

(1) Par exemple : 3 impulsions *longues* réparties entre les 7 impulsions de sélection.

Le choix de 3 impulsions longues parmi les 7 permet 35 combinaisons. L'installation de Houilles-Sartrouville utilise 13 de ces combinaisons.

CHAPITRE III

Postes semi-autonomes

Un poste *semi-autonome* est un poste de concentration de signaux et d'aiguilles qui fonctionne sans personnel local et dont la manœuvre des appareils est normalement sous la dépendance d'un poste à pouvoir situé à plus ou moins grande distance.

La S. N. C. B. se propose de réaliser dans un avenir prochain et, si possible, dès 1948, la commande à distance :

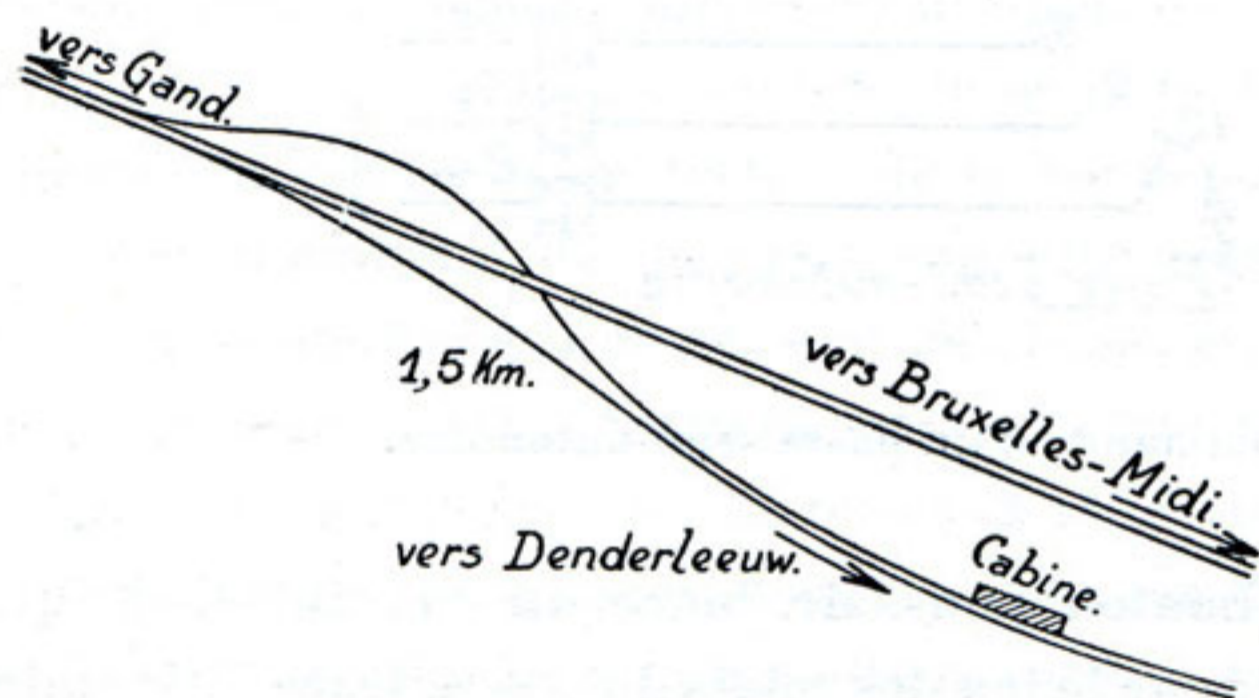


Fig. 237. — Bifurcation du block 6 de Denderleeuw.



Fig. 238. — Bifurcation de Bois de Nivelles.

1°) de la bifurcation anglaise du block 6 de Denderleeuw (côté Gand), la commande se faisant de la cabine électrique de Denderleeuw (côté Gand), distante de 1,5 km (fig. 237) ;

2°) de la bifurcation de Bois de Nivelles vers Fleurus et vers Charleroi, la commande des appareils se faisant par la cabine électrique de Baulers, située à 5,4 km (fig. 238).

Dans chaque cas, deux fils seulement relient la cabine électrique au poste semi-autonome de la bifurcation.

Ce dernier comporte une installation de signalisation électrique du type *totallement électrique* (c.-à-d. exclusivement avec relais).

Chacun des relais de commande des différents itinéraires que l'on peut tracer au poste local est relié à un plot d'un connecteur qui n'est autre, en principe, qu'un commutateur du type utilisé en téléphonie automatique (fig. 239).

Dans la cabine du signaleur, un dispositif de commande à numéros du type utilisé en téléphonie automatique ordinaire, permet d'actionner à distance le connecteur du poste semi-autonome et d'établir la liaison entre la cabine et les relais de commande d'un itinéraire quelconque.

Sur le schéma fig. 239, la liaison a été établie avec le relais de commande R_4 .

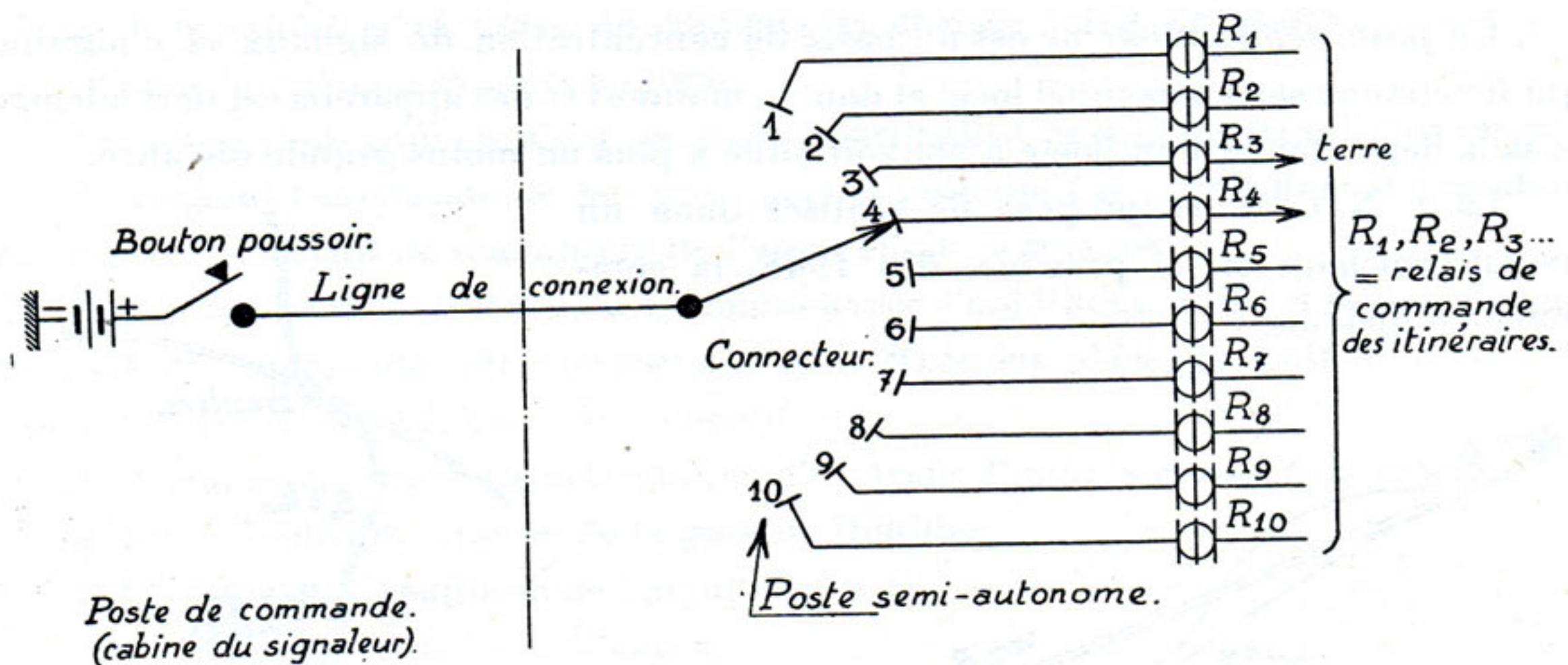


Fig. 239. — Principe de la commande d'un poste semi-autonome.

Le signaleur, en appuyant sur un bouton poussoir, lance un courant électrique dans ce relais, lequel, automatiquement, par le jeu des relais du poste, trace l'itinéraire correspondant en campagne et met le signal à voie libre si toutes les conditions de sécurité sont remplies.

A ce moment, le signaleur remet le bouton poussoir en position normale et reçoit l'indication que le signal a bien obéi à sa commande.

Pour ne pas compliquer les choses, le dispositif de contrôle du bon fonctionnement des appareils n'a pas été représenté sur le schéma fig. 239. Disons toutefois, qu'il utilise exclusivement la ligne qui a établi la connexion. Le courant la parcourt cette fois en sens inverse.

Le poste en campagne peut fonctionner déconnecté du poste de commande. Les appareils sont alors manœuvrés sur place. C'est à cause de cette particularité que le poste est appelé « *poste semi-autonome* ».

CINQUIÈME PARTIE

LE « DISPATCHING SYSTEM » (656.254) (656.222)

Par suite de l'accroissement extraordinairement rapide du trafic, la plupart des chemins de fer continentaux éprouvaient, dans les dernières années avant la guerre 1914-1918, de grosses difficultés pour maintenir la régularité dans le service des trains.

La capacité maximum des artères principales et des gares de formation étant souvent atteinte, les à-coups du trafic créaient des engorgements. Comme d'autre part, les périodes de fort transport coïncidaient généralement avec le début de la mauvaise saison, génératrice elle-même de troubles dans la circulation des trains, les difficultés présentaient un certain caractère de périodicité. Apparaissant d'ordinaire à l'automne, elles s'évanouissaient au retour de la bonne saison.

Les chemins de fer belges comme les autres réseaux voisins — mais pas plus que ceux-ci — souffraient de cet état de choses et, déjà, en mai 1914, l'installation sur la ligne de Schaerbeek à Arlon de trois « bureaux régulateurs du trafic » avait été décidée. La guerre étant survenue, ces bureaux régulateurs n'eurent pas le temps de fonctionner.

En 1919, après l'armistice, les chemins de fer belges n'eurent qu'une préoccupation, celle de rétablir au plus vite le réseau, à moitié détruit, dans sa situation d'avant la guerre. Mais ce desideratum satisfait, on constata au cours de l'hiver 1920-1921 que les difficultés d'avant la guerre se représentaient et ce, malgré un trafic moindre qu'en 1913.

Cet état de choses remit au premier plan des préoccupations, le rétablissement des « bureaux régulateurs du trafic ». D'autre part, les chemins de fer français, qui avaient vu les Américains à l'œuvre pendant la guerre, commençaient à s'équiper au « dispatching system » (1) et la question se posait de savoir si ce mode d'exploitation n'était pas supérieur à l'autre. Et de fait, un examen sur place démontra que le « dispatching » se différenciait des bureaux régulateurs par des perfectionnements si importants que la question du choix entre les deux systèmes ne se posait même pas.

(1) Du verbe anglais to despatch (ou to dispatch) = dépêcher, expédier.

En présence de ces faits, les chemins de fer belges décidèrent, en juin 1921, d'appliquer pour essai le « dispatching system » sur la ligne de Bruxelles à Namur.

Principe du « dispatching system ».

Le « dispatching » consiste à confier la direction de la circulation des trains, dans une zone déterminée, à un agent spécial, le « dispatcher » qui, d'un poste central où il dispose de tous les éléments nécessaires, donne à chaque instant les indications voulues pour maintenir ou rétablir la régularité du service.

Le « dispatcher » n'intervient donc pas dans le travail intérieur des gares ; son rôle essentiel est de régler la marche des trains sur la ligne, afin d'éliminer les causes de retard et d'éviter les encombrements. La sécurité est réalisée en dehors de lui par la signalisation, les mécaniciens devant obéissance passive aux signaux.

Le dispatcher réalise *l'unité de commandement* en coordonnant les mesures à prendre par tous les chefs de gare épars sur la ligne.

Dans ce but, il est en relation avec les stations au moyen d'*appareils téléphoniques spéciaux* dits à « sélecteurs » qui permettent des communications pour ainsi dire instantanées. D'autre part, il trace sur un *graphique* en blanc, au fur et à mesure des informations qu'il reçoit, la marche réelle des trains.

Sur ce graphique sont indiquées les heures de départ, de passage et d'arrivée des trains aux stations, cabines de signalisation et postes de block.

Dans ces conditions, le dispatcher connaît à tout instant la position exacte des trains sur la ligne, il est fixé d'une manière précise sur leur retard éventuel et en informe les stations et dépôts de locomotives intéressés.

Très souvent, avec les appareils téléphoniques anciens, une gare intermédiaire attendait pour manœuvrer ou retenait en garage un train de marchandises pour un express attardé.

Elle ignorait où était l'express et bien souvent elle aurait eu le temps d'exécuter la manœuvre ou de laisser continuer le train de marchandises jusqu'au prochain garage si elle avait été renseignée à *temps* et *exactement* sur le retard de l'express. Or actuellement, le graphique tracé par le dispatcher permet la détermination *précise* de l'importance du retard et le téléphone à sélecteurs en permet la transmission *rapide*, de sorte que le garage ou la manœuvre peuvent se faire à bon escient.

Une gare de coïncidence informée par le dispatcher de l'arrivée d'un train de marchandises présentant un *creux* d'autant de tonnes, écoulera par ce train, les wagons pour lesquels elle aurait mis en marche un train facultatif ou un train spécial.

Le dépôt de locomotives sera renseigné par le dispatcher sur la position de ses locomotives en ligne ou sera averti de ce qu'une locomotive est en détresse.

Le dispatcher qui voit sur le graphique qu'un train retarde sur l'horaire, s'informe de la cause à une gare de passage ; s'il apprend, par exemple, que la locomotive manque de pression, il informe le dépôt en aval qui prépare une locomotive de relais, etc.

Le dispatcher, loin de borner son activité à ces informations, conseille les stations, leur suggère les combinaisons les meilleures et leur fournit les moyens de les exécuter.

Quand les gares de triage et de formation des trains éprouvent des difficultés pour recevoir les trains, il coordonne les mesures à prendre sur la ligne pour les soulager et donne des ordres aux stations de formation et de passage pour supprimer, retarder, détourner ou garer temporairement les trains susceptibles d'encombrer la ligne ou les gares destinataires.

A titre documentaire, nous donnons ci-après

la description et le fonctionnement des appareils téléphoniques à sélecteurs

Principe.

Une ligne téléphonique à *deux fils* dessert toutes les stations, cabines de signalisation, dépôts de locomotives de la ligne équipée au « dispatching » (fig. 240).

Chacun de ces postes de ligne est monté en dérivation. Le bureau du « dispatcher » ou poste dirigeant est établi en un point *quelconque* de la ligne.

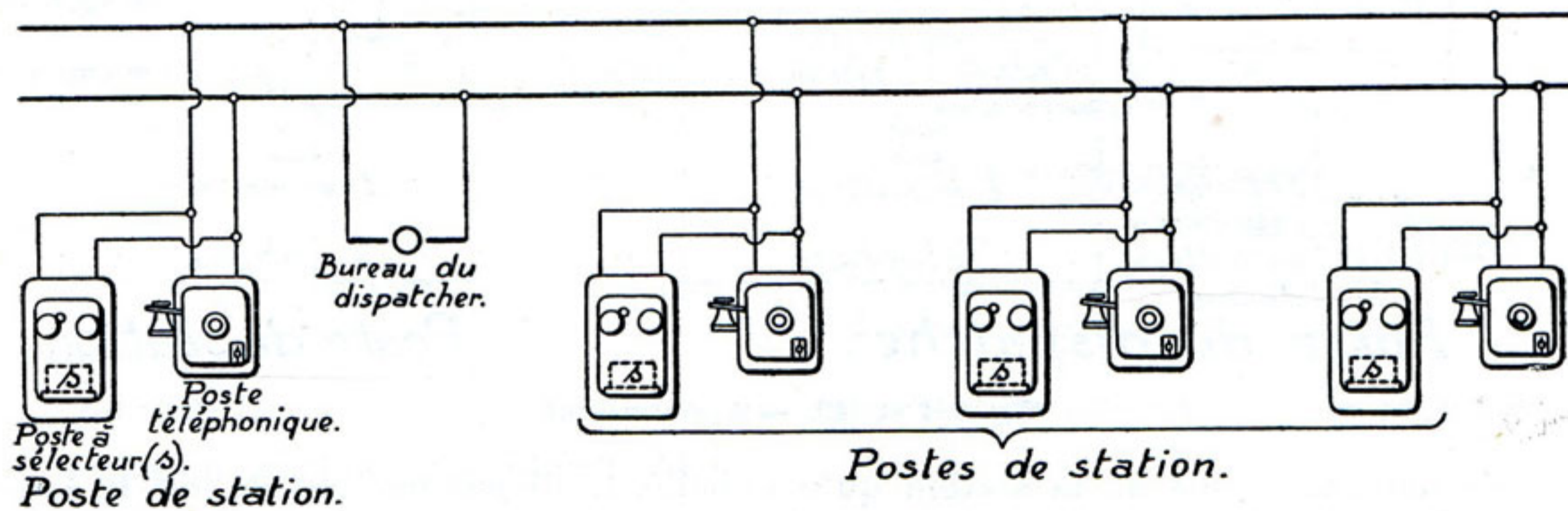


Fig. 240. — Schéma des installations téléphoniques.

Le *dispatcher*, porteur d'un microphone-plastron et casqué d'un récepteur serré-tête, est *constamment en écoute* sur la ligne commune. Il suffit donc à un agent d'une gare quelconque de se rendre à l'appareil téléphonique de cette gare pour se mettre immédiatement en relation avec le dispatcher, c.-à-d. — il convient d'y insister — sans avoir à *l'appeler*.

Comment, à son tour, le dispatcher transmet-il un ordre à une station déterminée ?

Il appelle celle-ci au moyen d'une clé, dite « clé de sélection ». Il dispose d'une clé spéciale pour chaque station.

Toutes les clés d'appel sont groupées dans une boîte verticale placée sur le bureau du dispatcher et se trouvent ainsi à portée de sa main.

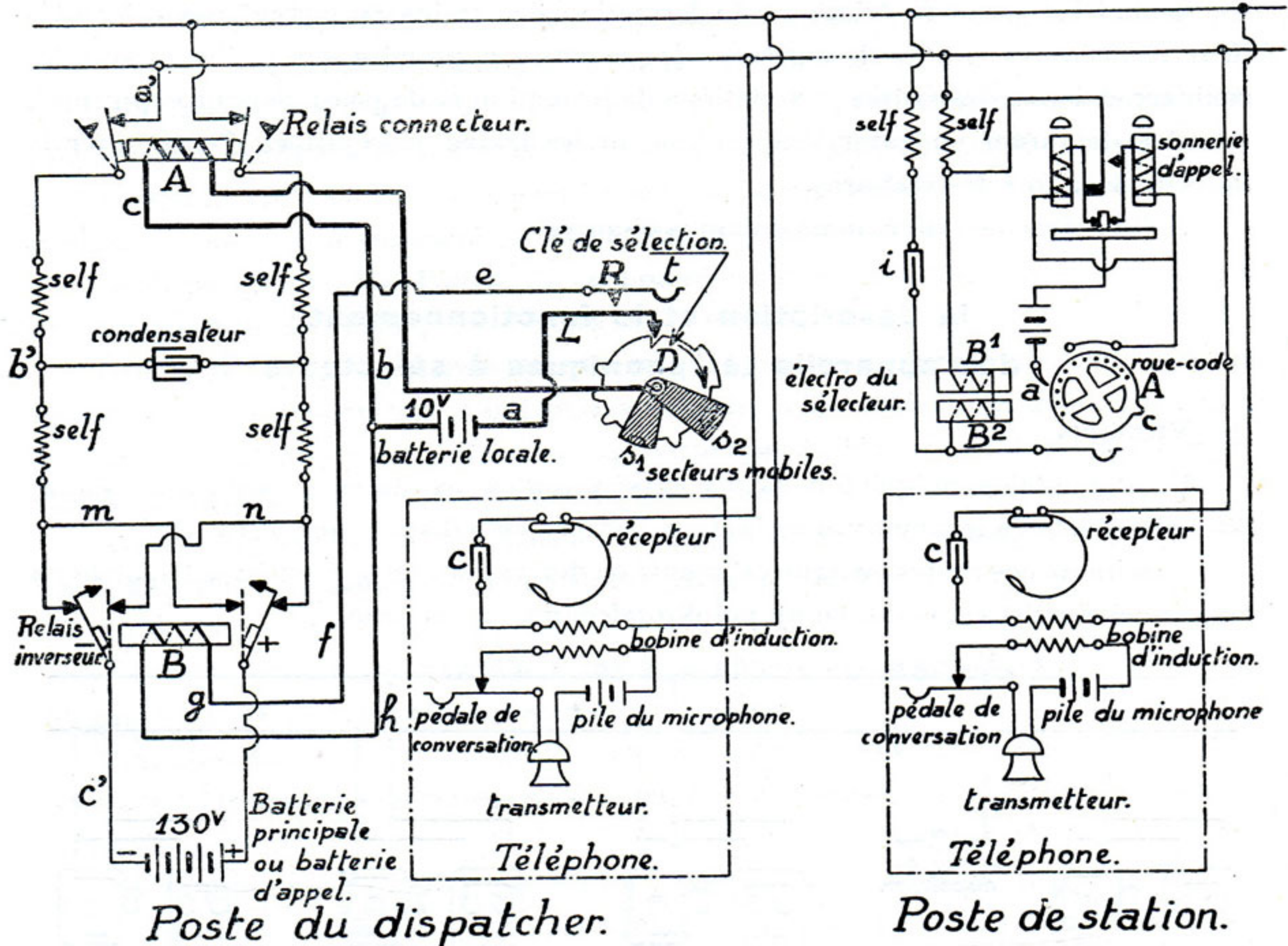


Fig. 241 et 242. — Appareillage.

En tournant la clé de la station qu'il appelle, le dispatcher envoie sur la ligne une combinaison déterminée de courants électriques qui met en action des *appareils récepteurs spéciaux*, appelés « *sélecteurs* », installés à tous les postes et en relation chacun avec une sonnerie d'appel. Mais, *seul* le sélecteur construit pour être rendu sensible à la combinaison de courants précitée poursuit son mouvement assez loin pour déclencher sa sonnerie d'appel. Les autres sélecteurs, non harmonisés à la combinaison en question, reviennent au zéro avant d'avoir pu fermer le circuit de leur sonnerie d'appel.

Les figures 241 et 242 représentent le schéma de l'installation du poste central, d'une part, d'un poste de ligne d'autre part.

1. — Poste central. Appareils d'appel.

a) *Rôle de la clé de sélection.* — Le rôle de la clé de sélection est de provoquer l'envoi sur la ligne de courants alternativement positifs et négatifs et de les faire succéder selon un rythme déterminé, rythme différent pour chaque clé et auquel répond seul le sélecteur de la ligne accordé à ce rythme.

b) *Description et fonctionnement de la clé de sélection.* — Quand le « dispatcher » tourne la clé de sélection, il remonte un mouvement d'horlogerie (un quart de tour de clé suffit pour en armer le ressort). Une fois la clé lâchée, le ressort déclenche le mouvement d'horlogerie qui fait tourner une roue dentée D (fig. 241). Pour un quart de tour de la clé, c'est-à-dire pour un appel, la roue dentée, elle, fait un tour complet (fig. 243 et 244). Des taquets limitent ces mouvements de la clé et de la roue.

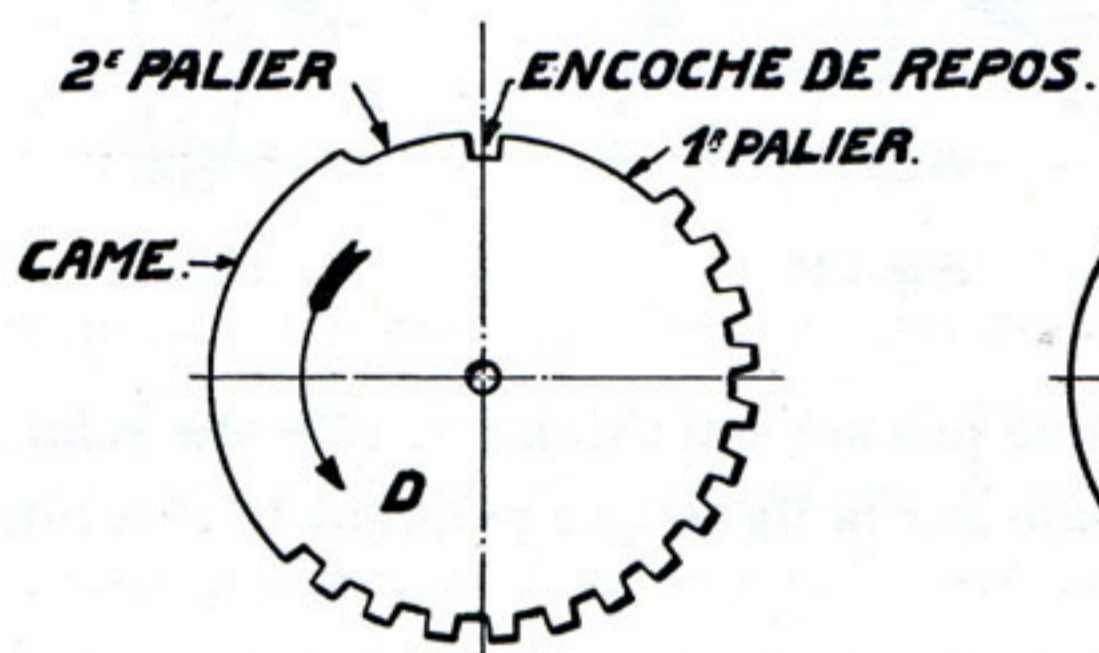


Fig. 243. — Roue dentée.

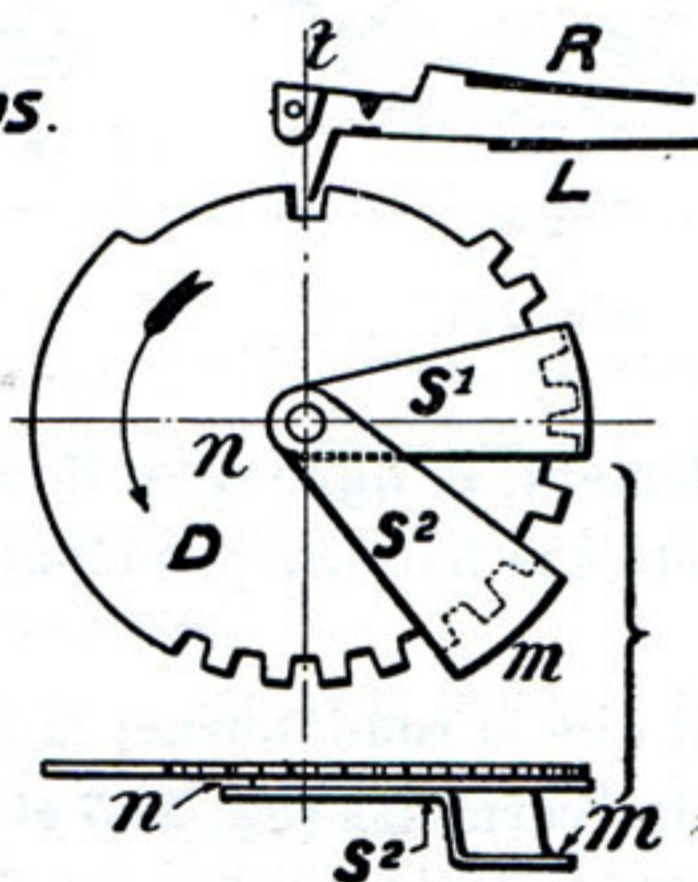


Fig. 244. — Roue dentée équipée de ses deux secteurs mobiles s_1 et s_2 .

La roue D , qui n'est que partiellement dentée, porte une encoche de repos, deux paliers et une came circulaire (fig. 243)

Enfin (fig. 244), sur cette roue sont fixés deux secteurs mobiles s_1 et s_2 ; s_1 est un secteur plat, l'autre s_2 est recourbé.

La position de ces secteurs est réglable, mais une fois cette position déterminée, les secteurs sont rendus solidaires de la roue.

Comme on le voit sur les figures 241 et 244, le rayon du secteur plat s_1 est égal à celui de la circonférence extérieure des dents de la roue, mais la circonférence extérieure du secteur recourbé s_2 a un rayon un peu plus grand et ne se trouve pas dans le même plan.

Au repos, la lame flexible L est engagée dans l'encoche de repos de la roue dentée D de la clé de sélection (fig. 241 et 244) mais sans toucher la roue. Dans ces conditions, le circuit abc de la batterie locale (10 volts) et du relais connecteur A reste ouvert (fig. 241).

Dès que le dispatcher a tourné la clé, la roue dentée D est entraînée, la lame L frotte sur le premier palier de la roue, le circuit abc se ferme et les deux armatures du relais A se collent sur leurs contacts comme il est figuré en traits pleins. Du même coup, le circuit de la ligne se ferme par $a'b'c'$ sur la batterie principale (130 volts) qui lance un courant d'appel sur la ligne (courant continu).

Le circuit $a'b'c'$ reste fermé jusqu'à ce que la roue ayant effectué son tour complet, la lame L soit revenue dans l'encoche de repos, sans contact avec la roue.

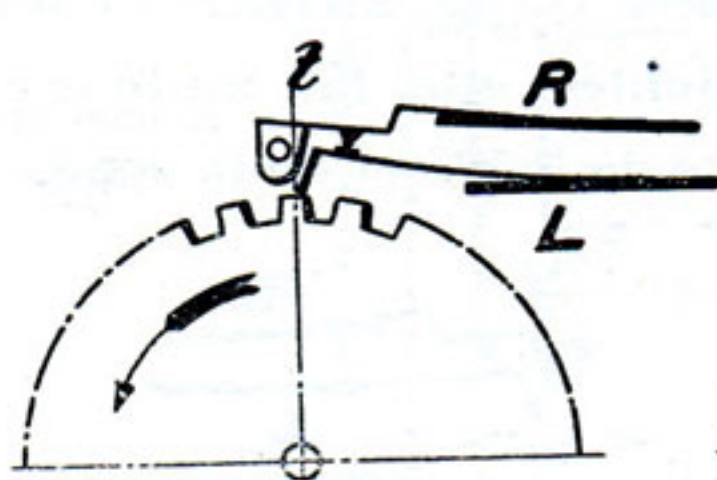


Fig. 245

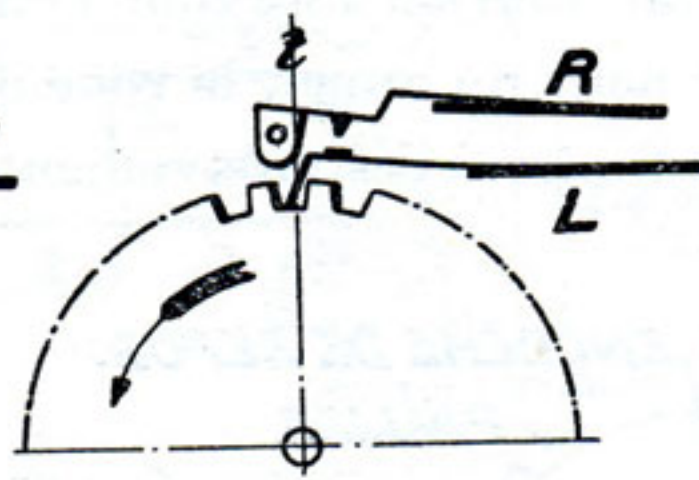


Fig. 246

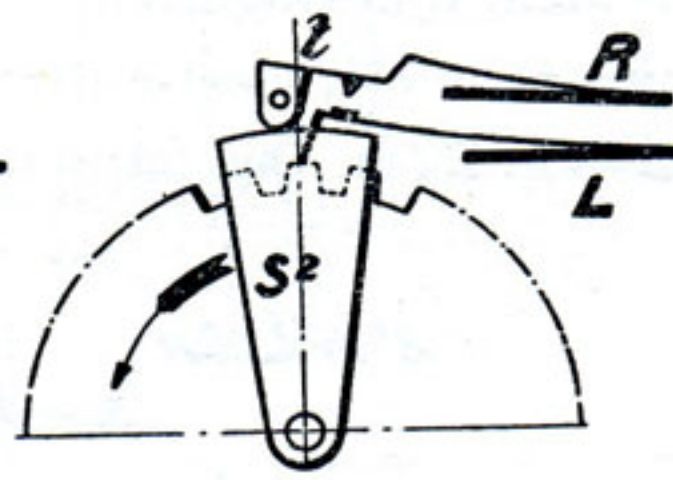


Fig. 247

Normalement, la ligne n'est donc pas sous tension ; le rôle du relais connecteur est de ne mettre la batterie principale sur la ligne que pendant la révolution complète de la clé.

Pendant que la roue tourne, la lame L est alternativement soulevée et abaissée à des intervalles variables (fig. 245 et 246) ; elle est soulevée quand elle passe sur une dent (fig. 245) ou sur le secteur plat s_1 , ou sur la came circulaire (la lame L n'est pas assez large pour être atteinte par le secteur courbe s_2 qui se trouve dans un autre plan) ; elle est abaissée quand elle passe dans une entredent (fig. 246) ou sur les deux paliers (fig. 243 et 244).

Chaque fois qu'elle est soulevée, elle vient toucher un ressort R , ce qui a pour effet de fermer le circuit $efgha$ (fig. 241) de la batterie locale sur le relais B , celui-ci s'excite, ses armatures se renversent (position en pointillé), changeant par les connexions mn le sens du courant envoyé par la batterie principale sur la ligne pendant le temps que L et R sont en contact ; les émissions sont donc alternativement positives et négatives. Dès que le contact est rompu, le relais B n'est plus excité, les armatures reviennent à leur position de repos et le courant reprend son sens primitif.

Remarquons que le secteur recourbé s_2 n'agit pas sur la lame L , mais bien sur la lame R dont l'extrémité t est isolante (fig. 247). Le déplacement de la lame R est suffisant pour rompre le contact entre les lames L et R au moment où L passe sur une dent. Le secteur s_2 provoque donc l'ouverture du circuit $efgha$ (fig. 241).

Si pour un moment, on suppose la roue dentée D dépourvue de ses deux secteurs, le passage de la lame L sur chacune des dents produira *deux changements de sens du courant* envoyé par la batterie d'appel sur la ligne, le nombre d'inversions du sens du courant sera donc double du nombre de dents.

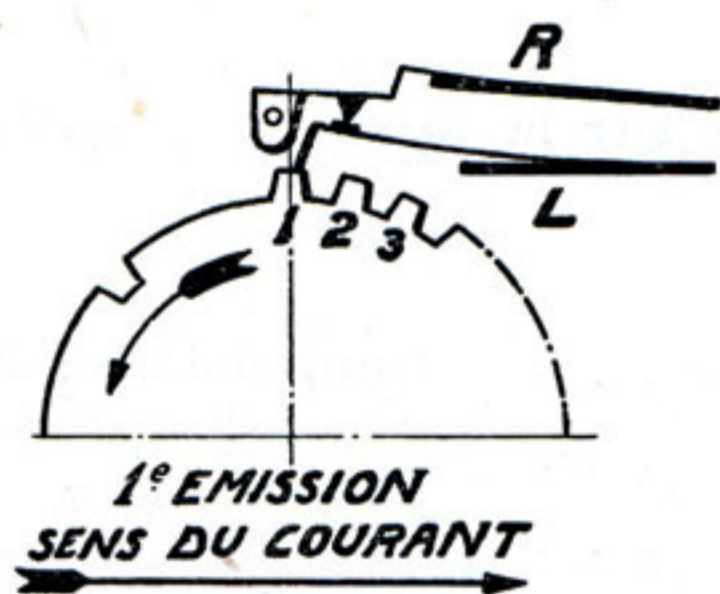


Fig. 248

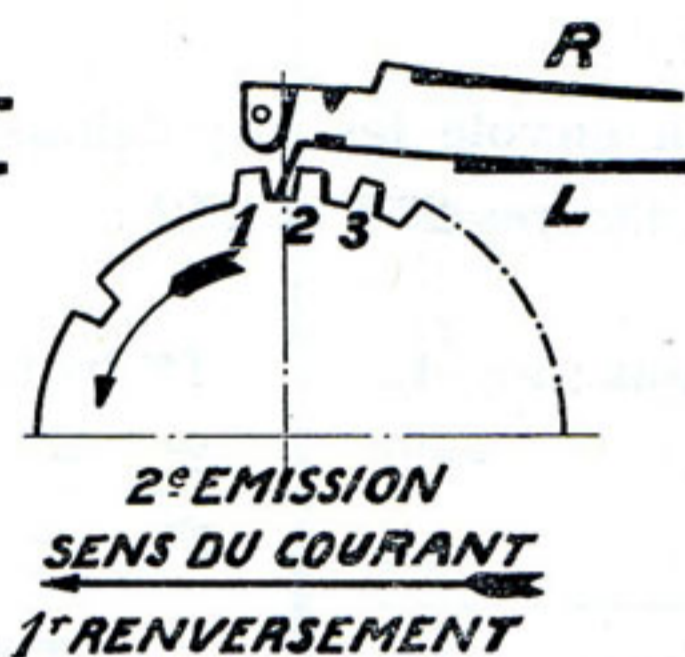


Fig. 249

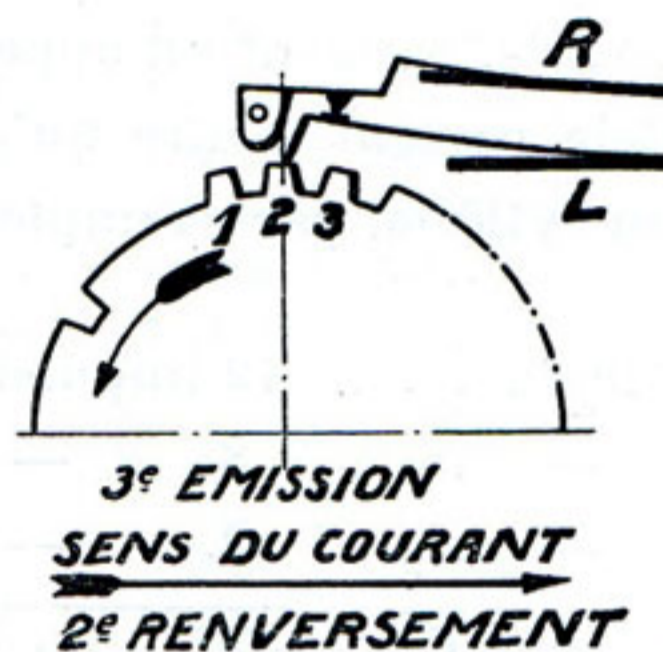


Fig. 250

En effet, pendant le parcours du sommet de la première dent au fond de l'entredent suivante (fig. 248 à 250), il y a un renversement (*décollement* de L et de R); pendant le parcours du fond de cette entredent au sommet de la deuxième dent, il y a un renversement (*contact* de L et de R) et ainsi de suite.

Dans la succession des émissions de courant se produisant pendant un tour de la roue dentée, on constate que si l'on fait abstraction de l'émission qui se produit au moment où l'on part du cran de repos, la première émission a lieu dès qu'une dent se présente, et comme la seconde émission (en sens contraire) se produit lors du passage de la première entredent, il s'ensuit que tout passage *sur une dent* correspondra à une impulsion d'ordre *impair*, tout passage *dans une entredent* à une émission d'ordre *pair*.

c) *Rôle des secteurs mobiles.* — Le rôle de chacun des secteurs est de supprimer un nombre déterminé d'inversions du courant pendant le tour complet de la roue.

Aussi longtemps que les lames L et R ne rencontrent ni palier, ni came, ni secteur, le passage de L sur les dents et dans les entredents a pour effet de faire envoyer sur la ligne, par la batterie d'appel, une série continue *d'impulsions* que l'on appelle communément *train d'impulsions*. Comme il y a deux secteurs qui produisent

chacun deux intervalles dans la succession des inversions de courant, il peut y avoir *trois* trains d'impulsions pour un tour complet de la roue dentée ; en d'autres termes, *tout appel comporte trois trains d'impulsions*.

D'autre part, pour tous les appareils de la section relevant du même dispatcher, le nombre *total* d'impulsions alternées envoyé sur la ligne reste toujours le même et est ici égal à 17.

Il se conçoit que tout en n'ayant qu'un seul type de roue dentée, de secteur plat et de secteur recourbé, il suffit de *varier l'emplacement des deux secteurs sur la roue* pour modifier le nombre d'impulsions constituant chacun des trois trains successifs qui, réunis, forment un appel.

Cela revient à dire qu'on envoie les impulsions sur la ligne en observant un certain rythme, par exemple, figures 251 et 252 :

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>1^{er} train</i> . . .</td> <td style="padding: 2px 10px;">12 impulsions ; arrêt.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>2^e</i> — . . .</td> <td style="padding: 2px 10px;">3 — —</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>3^e</i> — . . .</td> <td style="padding: 2px 10px;">2 — .</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">Total . .</td> <td style="padding: 2px 10px; border-top: 1px solid black;">17 impulsions.</td> </tr> </table>	<i>1^{er} train</i> . . .	12 impulsions ; arrêt.	<i>2^e</i> — . . .	3 — —	<i>3^e</i> — . . .	2 — .	Total . .	17 impulsions.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>1^{er} train</i> . . .</td> <td style="padding: 2px 10px;">6 impulsions ; arrêt.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>2^e</i> — . . .</td> <td style="padding: 2px 10px;">4 — —</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>3^e</i> — . . .</td> <td style="padding: 2px 10px;">7 — .</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;">Total . .</td> <td style="padding: 2px 10px; border-top: 1px solid black;">17 impulsions.</td> </tr> </table>	<i>1^{er} train</i> . . .	6 impulsions ; arrêt.	<i>2^e</i> — . . .	4 — —	<i>3^e</i> — . . .	7 — .	Total . .	17 impulsions.
<i>1^{er} train</i> . . .	12 impulsions ; arrêt.																
<i>2^e</i> — . . .	3 — —																
<i>3^e</i> — . . .	2 — .																
Total . .	17 impulsions.																
<i>1^{er} train</i> . . .	6 impulsions ; arrêt.																
<i>2^e</i> — . . .	4 — —																
<i>3^e</i> — . . .	7 — .																
Total . .	17 impulsions.																

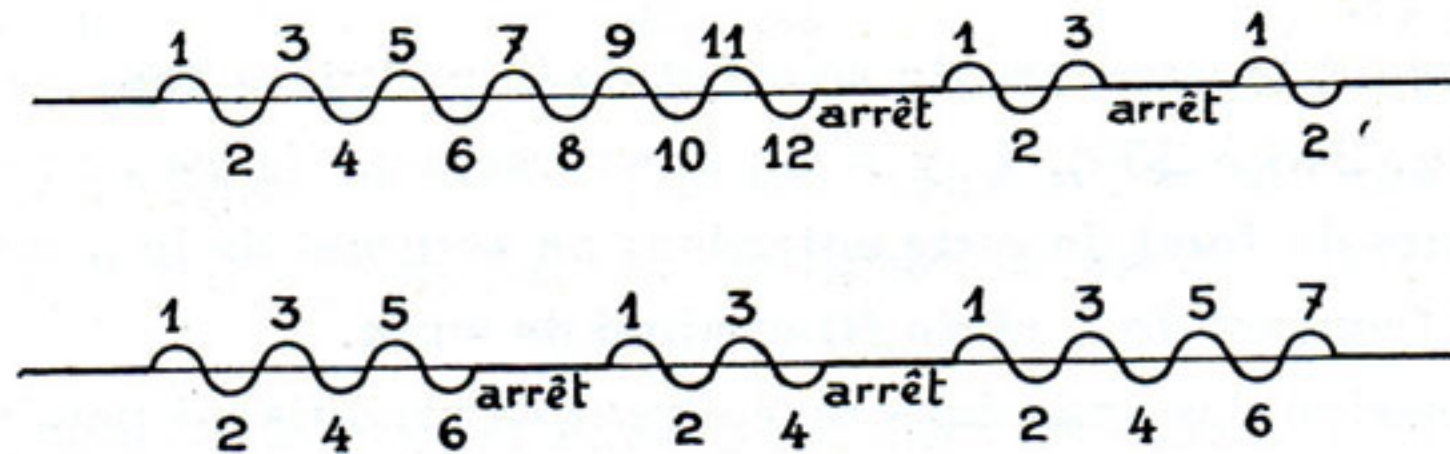


Fig. 251 et 252. — Types de trains d'impulsions.

Remarquons que ces figures ne représentent pas en ordonnées la tension appliquée à la ligne, mais bien le courant circulant dans la ligne. Comme dans les postes récepteurs, il existe un condensateur en série avec le sélecteur, chaque inversion du courant de la batterie d'appel ne produit sur la ligne qu'un courant instantané de charge. Le courant est donc nul pendant l'action des secteurs s_1 et s_2 .

C'est simplement par la position des secteurs que se différencient les clés d'appel des divers postes.

On obtient ainsi un certain nombre de combinaisons possibles qui détermine combien de stations peuvent être desservies sur la même ligne. Avec le système de clés à 17 impulsions, le nombre de ces combinaisons est de 78, en admettant qu'un

train se compose d'au moins 2 impulsions. Le dispatcher peut donc correspondre en principe avec 78 postes de ligne. Un autre type d'appareil à 27 impulsions permet de porter ce nombre à 253.

Le tableau ci-contre donne les diverses combinaisons employées par le système à 17 impulsions.

Les secteurs ont pour but de maintenir pendant un certain temps le relais inverseur dans la position qu'il occupait après l'envoi du train d'impulsions précédent.

Dans ces conditions, après une série d'impulsions impaires, il faudra maintenir sur la ligne le relais inverseur dans sa position renversée, et on emploiera dans ce but le secteur s_1 , tandis qu'après une série d'impulsions paires, il s'agira de maintenir le relais inverseur dans sa position normale, et pour cela on aura recours au secteur courbe s_2 .

Nombre d'impulsions totales : 17				
Combinaisons possibles : 78				
Un train d'impulsions se compose d'au moins 2 impulsions				
2-2-13	3-2-12	4-2-11	5-2-10	6-2-9
2-3-12	3-3-11	4-3-10	5-3-9	6-3-8
2-4-11	3-4-10	4-4-9	5-4-8	6-4-7
2-5-10	3-5-9	4-5-8	5-5-7	6-5-6
2-6-9	3-6-8	4-6-7	5-6-6	6-6-5
2-7-8	3-7-7	4-7-6	5-7-5	6-7-4
2-8-7	3-8-6	4-8-5	5-8-4	6-8-3
2-9-6	3-9-5	4-9-4	5-9-3	6-9-2
2-10-5	3-10-4	4-10-3	5-10-2	...
2-11-4	3-11-3	4-11-2	...	...
2-12-3	3-12-2	...	...	...
2-13-2	...	...	...	...
7-2-8	8-2-7	9-2-6	10-2-5	11-2-4
7-3-7	8-3-6	9-3-5	10-3-4	11-3-3
7-4-6	8-4-5	9-4-4	10-4-3	11-4-2
7-5-5	8-5-4	9-5-3	10-5-2	—
7-6-4	8-6-3	9-6-2	...	12-2-3
7-7-3	8-7-2	...	...	12-3-2
7-8-2	...	...	...	13-2-2

Le profil du secteur plat s_1 est donc étudié pour maintenir fermé le contact entre L et R ; dans ce but, l'extérieur de ce secteur couvre un certain nombre de dents en empêchant pendant tout son passage la lame L de redescendre entre les espaces séparant les dents (fig. 244). Le secteur plat supprime l'action de 3 entredents.

Quant au secteur courbe (fig. 244 et 247), il est disposé de telle sorte qu'il laisse la lame L continuer son mouvement, mais qu'il éloigne le ressort R pendant la durée de son passage.

Pendant le passage du bout recourbé t de R sur le secteur courbe s_2 , le relais inverseur n'est pas excité et partant, c'est la tension normale qui est appliquée sur la ligne (fig. 241). Le secteur courbe supprime l'action de 3 dents.

Le temps nécessaire pour un appel est celui que met la clé de sélection à faire un tour complet, soit sept secondes dans le système à dix-sept impulsions. La durée de l'intervalle séparant deux impulsions successives d'un même train est d'environ un dixième de seconde; l'intervalle entre deux trains successifs est d'environ une seconde.

Un dispositif spécial permet au dispatcher de percevoir le roulement adouci de la sonnerie d'appel et de s'assurer ainsi que la sonnerie du poste appelé a bien fonctionné.

Des *condensateurs* interviennent pour diminuer les étincelles de rupture aux contacts des relais et des *bobines de self* sont intercalées pour adoucir les émissions des courants d'appel qui, sans cela, détermineraient des claquements intolérables dans le récepteur du dispatcher.

En outre, grâce à cette précaution, il est possible de lancer ces émissions pendant une conversation sans produire des bruits susceptibles de la troubler. Il s'ensuit que le dispatcher peut déjà actionner la clé d'appel d'un second poste avant d'avoir terminé sa conversation avec un premier poste.

Pédale de conversation.

Un commutateur constitué par une pédale actionnée au pied permet de ne fermer le circuit du microphone que pendant la conversation, afin d'éviter une consommation inutile de courant.

2. — Poste de station. Le sélecteur.

a) *Rôle du sélecteur.* — Il serait simple d'exiger qu'à chaque poste de ligne il y eût également un agent en écoute permanente ; mais, dans les gares de petite et de moyenne importance, cet agent serait insuffisamment utilisé. Enfin, avec le régime de la loi des huit heures de travail, cela impliquerait par vingt-quatre heures une équipe de trois agents par poste.

C'est uniquement pour ne pas exiger cette présence constante d'un agent à l'écoute dans chaque station que le sélecteur intervient pour actionner la sonnerie d'appel de chaque poste ; mais le rôle du sélecteur se caractérise davantage encore par ce fait qu'il doit *choisir* et appeler un poste parmi un certain nombre d'autres, tous ces postes étant placés en dérivation sur un même circuit téléphonique.

b) *Description et fonctionnement du sélecteur.* — La figure 242 représente le schéma de l'installation d'un poste de station ; celle-ci comprend :

1°) *Le poste téléphonique.* — Le circuit de l'appareil téléphonique et de l'appareil du sélecteur sont en dérivation sur la ligne.

Les sélecteurs ont une impédance très élevée qui correspond, pour la fréquence téléphonique, à un mégohm environ, de telle sorte que les transmissions téléphoniques restent toujours satisfaisantes ;

2°) *Un appareil sélecteur* destiné à actionner la sonnerie d'appel.

Cet appareil réalise la sélection par impulsions électriques successives suivant une marche « pas à pas » (*Step-by-step system*).

Les courants alternativement positifs et négatifs envoyés par la batterie principale sur la ligne sont reçus à la station d'arrivée dans un électro-aimant polarisé a.p^t (fig. 253) qui constitue l'organe de commande des mouvements du sélecteur (1).

Les deux bobines B_1, B_2 (fig. 253) agissent sur une armature oscillante dont l'axe O est au milieu ; suivant que l'émission du courant est positive ou négative, l'armature pivote dans un sens ou dans l'autre et par l'intermédiaire d'un levier principal L , d'un jeu de cliquets d'arrêt et d'avancement, elle met en mouvement une roue à rochet R , faisant avancer celle-ci d'une dent à chaque mouvement de l'armature. Les leviers sont combinés de telle manière que le mouvement de la roue dentée R se fait toujours dans le même sens quel que soit le sens d'attraction de l'armature.

La roue dentée entraîne dans son mouvement une roue légère dite *roue-code* A percée de trous uniformément espacés dans lesquels on peut placer, en des points donnés, trois petites chevilles C_1, C_2, C_3 .

L'emplacement des trois chevilles dans la roue-code correspond à la combinaison d'appel lancée par la clé de sélection prévue pour le poste intéressé, par exemple 5-4-8. Cet emplacement varie donc pour chaque sélecteur ; pour la combinaison 5-4-8, la première goupille est placée au 5^e trou, la seconde au $5 + 4 = 9^e$ trou, la troisième au $5 + 4 + 8 = 17^e$ trou.

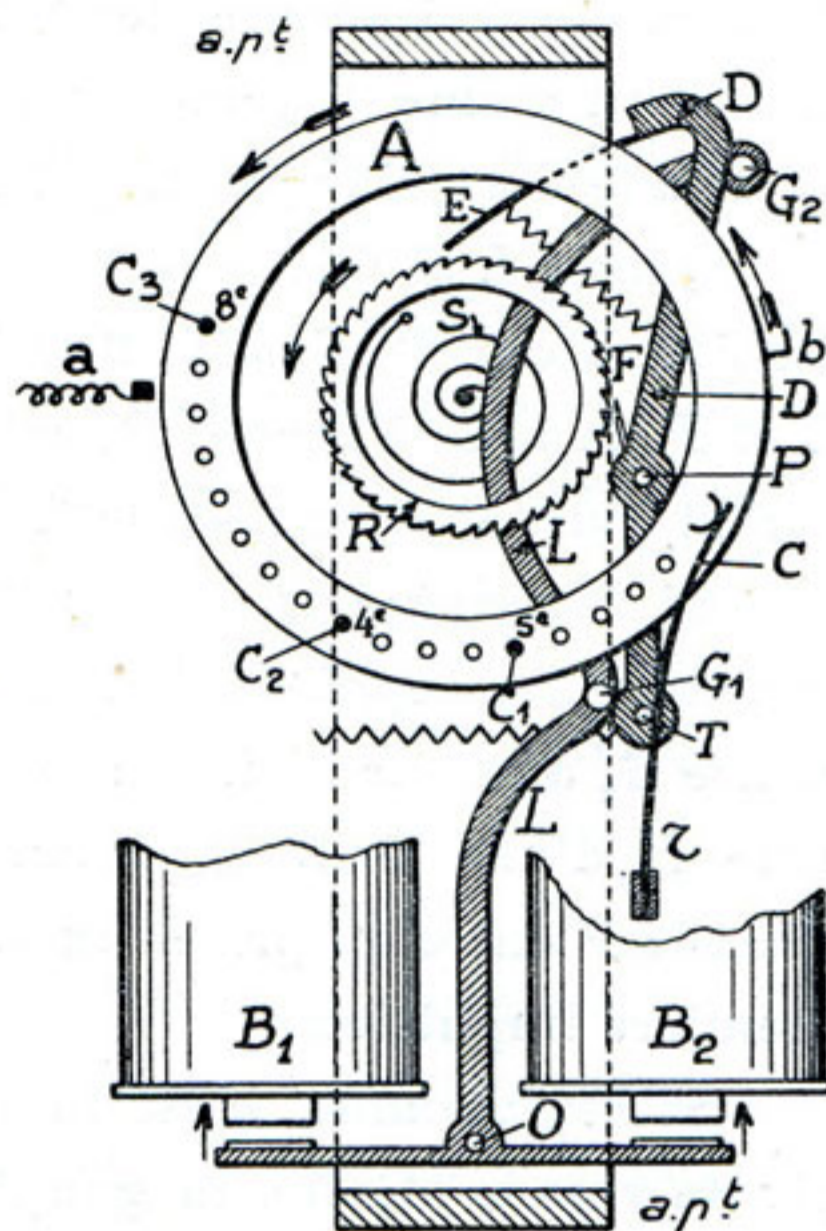


Fig. 253. — Schéma du sélecteur.

(1) Rappelons que cette polarisation consiste en ceci. Par la présence d'un aimant permanent (a.p^t) N. S. entourant l'électro, il se forme un pôle n' au milieu de l'armature oscillante (un pôle nord dans les conditions de la fig. 254), les deux extrémités de l'armature prenant une aimantation inverse.

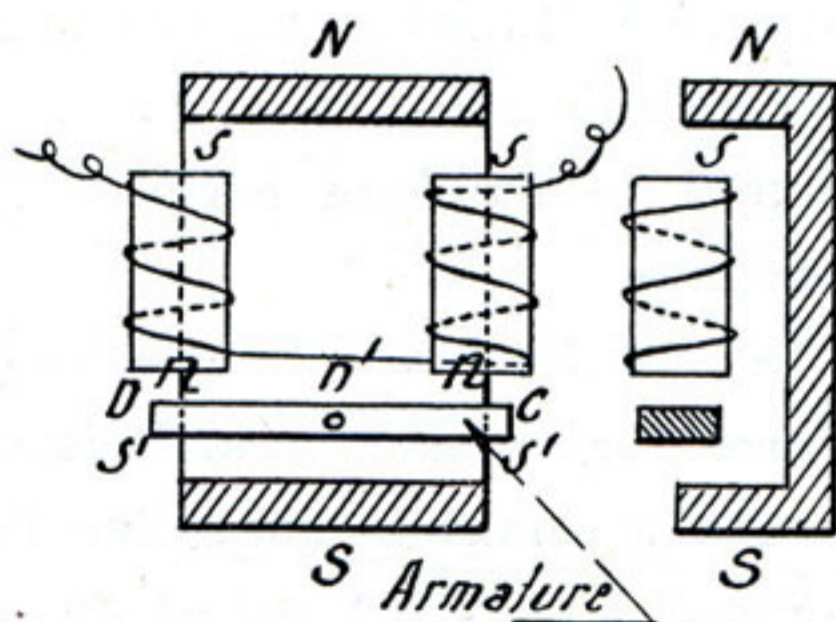


Fig. 254. — Électro-aimant polarisé.

Il se forme de même deux pôles n dans les extrémités des noyaux de l'électro.

Au repos, l'armature est en équilibre à égale distance des deux bobines.

Quand on fait passer un courant alternatif dans les bobines, l'émission positive renforce, par exemple, le pôle nord n du noyau de gauche et diminue le magnétisme du pôle nord n du noyau de droite, l'armature est alors attirée par le noyau de gauche. Sous l'effet de l'émission négative, l'inverse se produit, faisant osciller l'armature en sens contraire.

Un ressort spiral S peut ramener la roue-code instantanément au repos, mais la masse de la roue à rochet et de la roue-code est suffisante pour que l'équipage de ces deux roues ne puisse revenir complètement en arrière dans l'intervalle d'un dixième de seconde qui sépare deux impulsions d'un même train. Cet équipage est d'ailleurs maintenu momentanément par le cliquet de retenue F .

Le levier principal L qui prolonge l'armature porte deux goupilles G_1-G_2 .

Quand L oscille, ces deux goupilles agissent alternativement sur le balancier D , mobile autour d'un point fixe P . Le balancier actionne par l'intermédiaire des cliquets E et F , la roue à rochet R , calée sur le même axe que la roue-code. Quand la roue à rochet tourne, la roue-code tourne donc de la même quantité.

Si la bobine B_2 attire l'armature, le levier principal L est entraîné vers la gauche, la goupille inférieure G_1 s'écarte du balancier D , mais la goupille supérieure G_2 agit sur l'extrémité supérieure du balancier D , le cliquet E fait avancer la roue R d'une dent et partant la roue-code. Immédiatement après, le cliquet de retenue F entre en prise, fixant la roue dans la position que vient de lui donner la première impulsion.

Si maintenant, c'est la bobine B_1 qui attire l'armature, le levier principal L pivote vers la droite, la goupille supérieure G_2 s'écarte du levier principal, mais la goupille inférieure G_1 entre en jeu, appuyant sur le balancier D , lequel fait avancer à nouveau la roue à rochet d'une dent, entraînant de même la roue-code.

Les courants envoyés par la clé d'appel sont instantanés et l'armature, après avoir subi le choc, revient immédiatement dans sa position d'équilibre, c'est-à-dire à égale distance des deux bobines. Dès lors, les cliquets E et F se retirent, le ressort spiral S tend à ramener l'équipage des deux roues au repos. Il faut donc que l'impulsion suivante succède promptement à la première pour que le système avance, sinon elle aurait à recommencer le mouvement d'avancement effectué par la première impulsion. Mais, comme nous l'avons dit, les impulsions d'un même train se succèdent à un dixième de seconde environ, de sorte que la roue est arrêtée dans son mouvement de retour par la seconde impulsion qui l'oblige à avancer de nouveau.

Pendant l'arrêt intermédiaire entre deux trains, tout le système reviendrait naturellement au zéro, si on ne prenait la précaution suivante.

Sous l'effet des impulsions successives constituant le premier train, la première cheville C_1 est amenée en face du cran C d'un ressort d'arrêt r , ce ressort r est éloigné de la roue-code à chaque impulsion par la goupille T terminant le balancier D . D'autre part, la cheville C_1 parvient en face du cran d'arrêt C à l'instant précis où le premier train s'achève. A ce moment, il ne passe plus de courant dans les électros,

puisque chaque train d'impulsions est suivi d'un temps d'arrêt d'une seconde environ et qu'un condensateur est placé en série avec le sélecteur ; dès lors, le cran d'arrêt C est abandonné par le balancier D qui revient dans sa position médiane. Comme, d'autre part, le cran d'arrêt est sollicité par le ressort r , *il vient se placer sur la cheville C_1 , immobilisant ainsi la roue-code et l'empêchant de revenir en arrière pendant toute la durée du temps d'arrêt.*

Tous les sélecteurs de la ligne ont été de même mis en mouvement, *mais, seuls ceux qui ont dans leur combinaison le même premier terme (5 en l'espèce) ont été accrochés.* Tous les autres sont revenus au zéro puisque leur première cheville a dépassé ou n'a pas atteint le cran d'arrêt.

Sous l'effet du second train d'impulsions (4 impulsions en l'espèce), la roue-code se remet en marche pour s'arrêter à la seconde cheville C_2 ; tous les sélecteurs qui ont le chiffre 5 pour premier terme sont entraînés, mais après le second train d'impulsions, ne restent accrochés que le seul sélecteur qui a une cheville au neuvième trou ($5 + 4$), ainsi que ceux qui, étant revenus au repos après le premier train d'impulsions, ont comme premier terme le chiffre 4. Tous les autres dont les deux premiers termes de la combinaison forment ensemble le chiffre 9, par exemple : $7 + 2$, $6 + 3$, etc., ont été éliminés pendant le lancé du premier train d'impulsions parce qu'ils n'avaient pas de cheville au cinquième trou.

Enfin, sous l'effet du troisième train d'impulsions (en l'espèce 8 impulsions), la roue-code repart pour s'arrêter sur la troisième cheville C_3 . C'est le seul sélecteur qui ait obéi jusqu'au bout aux 17 impulsions. A ce moment, un contact b de la roue-code vient toucher un contact fixe a , ce qui a pour effet de fermer sur la sonnerie d'appel du poste le circuit de la batterie locale.

L'agent du poste envisagé, et celui-là seul, est averti par la sonnerie que le dispatcher veut lui parler.

Enfin, les goupilles en prise sont dégagées par une impulsion supplémentaire qui se produit au moment où la lame L de la clé d'appel, abandonnant la came circulaire, atteint le premier palier (fig. 243). Tous les sélecteurs reviennent alors à la position de repos, car il n'y a jamais de chevilles placées dans deux trous consécutifs de la roue-code. Ceci explique pourquoi un train d'impulsions se compose d'au moins 2 impulsions.

Grâce aux appareils à sélecteurs, on réduit à son minimum la longueur du fil conducteur nécessaire à la constitution du réseau reliant les différents postes et l'on évite les lenteurs dans l'établissement des communications téléphoniques par l'intermédiaire d'un bureau central.

Tendances actuelles.

L'amélioration du matériel porte sur les points ci-après :

- a) isolation acoustique des bureaux des dispatchers ;
- b) mise en œuvre de microphones et de hauts-parleurs sensibles ce qui permet la suppression du casque ;
- c) simplification des appareils d'appel (clés et relais) ;
- d) au fur et à mesure de l'extension de l'électrification, remplacement du fil aérien *Hacketal* par des câbles *pupinisés* (1) ;
- e) le mode de transmission nécessitera probablement 4 ou 6 fils par ligne dans le cas de circuits très complexes avec de nombreuses dérivations de grande longueur et un grand nombre de postes dérivés. La tension d'appel sera abaissée à 80 volts.

(1) Intercalation de bobines de *Pupin*. Il s'agit de bobines de self, installées à équidistances et qui, en neutralisant les effets de capacité, améliorent les communications à longues distances.

U. LAMALLE.

Janvier 1947.

TABLES DES MATIÈRES

1. — TABLE SYSTÉMATIQUE

SIGNALISATION

PREMIÈRE PARTIE

	Pages
COUVERTURE DES POINTS DANGEREUX	5
Chapitre I. — Généralités	5
Signaux fixes	5
§ 1. — Principes	5
§ 2. — Couverture des points dangereux	5
Chapitre II. — Signaux à voyants.	9
§ 1. — Types de signalisation	10
A. — Signalisation à 2 positions	10
B. — Signalisation à 3 positions	12
§ 2. — Indication de direction	14
§ 3. — Signaux combinés.	16
§ 4. — Signaux de manœuvre	20
§ 5. — Signaux fixes de ralentissement	20
§ 6. — Feux clignotants	22
Chapitre III. — Signalisation lumineuse de jour et de nuit.	23
1. — Principe	23
2. — Forme et signification des panneaux lumineux	24
3. — Système optique pour feux principaux	27
4. — Source lumineuse	28
5. — Alimentation des feux	29
6. — Contrôle des feux	29
7. — Feux-fantômes	29
8. — Orientation des boîtiers	31
9. — Système optique des feux de manœuvre	34
10. — Manœuvre des signaux lumineux	34
11. — Avantages et inconvénients de la signalisation lumineuse de jour et de nuit	34
12. — Conclusions	36
13. — Signaux lumineux de position	36
14. — Type nouveau de signal lumineux (1946)	37
Chapitre IV. — Le Daltonisme	45
§ 1. — Acuité visuelle	45
§ 2. — Vision des couleurs	45
§ 3. — Fréquence du daltonisme	46
§ 4. — L'hérédité du daltonisme	46
§ 5. — Méthodes employées pour déceler le daltonisme	47
§ 6. — Conclusions	49

Chapitre V. — Répétition des signaux de la voie sur les locomotives	50
1. — Appareils de répétition des signaux à action intermittente	50
§ 1. — Quels signaux convient-il de répéter ?	51
§ 2. — Dans quelle position les signaux doivent-ils être répétés ?	51
§ 3. — Quelle est la nature des indications à donner au mécanicien ?	52
§ 4. — A quels moyens recourir pour que la répétition des signaux sur la locomotive n'affaiblisse pas la vigilance du mécanicien ?	53
2. — Principes de construction des appareils répéteurs	53
§ 1. — Appareils à contact mécanique	53
§ 2. — Appareils à contact électrique	54
a) Appareils donnant l'indication « signal fermé » par émission de courant	54
Appareil Flaman	55
Crocodile	57
Appareils Télloc, Hasler et Rodolause	58
b) Appareil donnant l'indication « signal fermé » par cessation de courant du Great Western Railway	59
§ 4. — Appareils sans contact	61
Système « signum » par induction	61
Système sans contact utilisant une liaison optique entre le signal et la locomotive	63
3. — Signalisation continue sur les locomotives	63
4. — Freinage automatique (Train-Control)	64

DEUXIÈME PARTIE

COUVERTURE DES TRAINS 65

Chapitre I. — Lignes à double voie	65
§ 1. — Exploitation de gare à gare	65
§ 2. — Exploitation par intervalle de temps	66
§ 3. — Exploitation par intervalle de distance ou block-system	67
Sections ouvertes — Sections fermées	67
Chapitre II. — Block-system absolu par appareils de correspondance (téléphone-télégraphe).	69
Chapitre III. — Block-system absolu par appareils de correspondance enclenchés avec les signaux de block	71
a) Conditions à réaliser	71
b) Pédale de block	77
c) Déclencheur de pédale.	79
d) Enclenchement du « levier manœuvrant le signal de block » par le « récepteur du poste »	84
e) Monocinétique	86
f) Poste d'entrée d'une ligne	88
Chapitre IV. — Longueur des sections de block	90
Chapitre V. — Applications du block-system sur une ligne à double voie	92
1 ^{er} cas. — Station intermédiaire d'une ligne à double voie ne servant pas au garage des trains	92
2 ^{me} cas. — Station intermédiaire servant au garage des trains	95
a) Garage par rebroussement	95
b) Garage direct.	97

Chapitre VI. — Modalités du block-system	98
Block absolu	98
Block permissif	98
« Block absolu » conditionnel	98
Chapitre VII. — Block-system automatique.	100
A. Principe	100
Sections ouvertes — Sections fermées	104
B. Relais de voie	106
Relais à courant continu	106
Relais à courant alternatif.	107
Relais de fréquence	109
C. Chevauchement des sections	109
D. Section tampon	111
E. Block-system automatique sur une ligne à traction vapeur	111
F. Block-system automatique sur les lignes à traction électrique	116
Connexions inductives	117
G. Block-system automatique à sections ouvertes sur une ligne électrifiée équipée avec la signalisation lumineuse	119
H. Applications du block automatique	123
Chapitre VIII. — Lignes à simple voie	125
1. Exploitation en navette	125
2. Exploitation par le pilote	125
3. Exploitation par le bâton pilote	126
4. Exploitation par le bâton pilote et le ticket	127
5. Exploitation par le bâton pilote enclenché électriquement	127
Exploitation par la « tablette » et par le « token »	128
6. Appareils permettant l'échange des bâtons-pilote ou des tablettes à grande vitesse	128
7. Signalisation et enclenchements dans les gares	129
8. Block-system appliqué à la voie unique	130
Block-system par téléphone	130
Block-system par appareils enclenchés avec les signaux de block.	132
Signalisation d'une station intermédiaire d'une ligne à simple voie	132

TROISIÈME PARTIE

LES ENCLENCHEMENTS 134

Chapitre I	134
A. — Généralités sur les enclenchements mécaniques	134
1. — Position des appareils en campagne et des leviers en cabine.	134
2. — Conditions optima de sécurité	136
3. — Enclenchements binaires	136
4. — Représentation des enclenchements.	137
5. — Enclenchements conditionnels ou enclenchements multiples.	138
6. — Enclenchements directs	138
7. — Enclenchements indirects	138
8. — Enclenchements réciproques	139
9. — Enclenchements élémentaires	140
B. — Projet d'enclenchements.	141
1. — Application à une bifurcation d'une ligne à double voie	141
2. — Programme des enclenchements	143
Tableau d'enclenchements	144
3. — Incompatibilités.	144
4. — Réalisations	145

Chapitre II. — Postes centraux de signalisation	146
1. — Postes mécaniques	146
2. — Postes à pouvoir	146
Chapitre III. — Postes mécaniques du système Saxby et Farmer	147
1. — Comment se produit le jeu des grilles et des taquets?	147
2. — Voulons-nous rendre un levier <i>b</i> enclencheur d'un levier <i>a</i> ?	149
3. — Réalisation des trois combinaisons élémentaires des enclenchements	150
Taquet bleu	150
Taquet rouge	151
Taquet noir	152
Chapitre IV. — Postes à pouvoir	154
Cabine électrique à manœuvre individuelle des aiguillages	154
Généralités	154
1. — Tracé de l'itinéraire	155
a) Moteur d'aiguillage	156
b) Position normale de l'aiguillage	157
c) Renversement de l'aiguillage	157
2. — Vérification du tracé de l'itinéraire	160
a) Circuits de contrôle	160
b) Talonnement	161
c) Remise ultérieure de l'aiguillage en position normale	161
d) Manettes d'itinéraires	162
3. — Information donnée au personnel en campagne que l'itinéraire est établi correctement	163
1°) Enclenchements mécaniques	164
Cames d'entraînement	164
2°) Circuits électriques d'accouplement de signal	165
a) Manœuvre du signal	166
b) Circuit de contrôle	166
c) Boîte d'accouplement	166
d) Remise à l'arrêt automatique du signal	167
e) Tringlage	167
f) Pédale de fin d'itinéraire	168
Dépendance entre la pédale de fin d'itinéraire et la manette d'itinéraire	169
g) Rôle de l'électro de fin d'itinéraire	171
h) Résumé	172
4. — Manette-itinéraire-signal	173
Avantages — Inconvénients.	173
Chapitre V. — Autres perfectionnements techniques des cabines centrales électriques	174

QUATRIÈME PARTIE

COMMANDE CENTRALISÉE DE LA CIRCULATION DES TRAINS	176
Chapitre I. — Généralités	176
Chapitre II. — La Commande centralisée de Paris-S ^t Lazare	178
1. — Position du problème	178

2. — Appareillage	179
a) Manettes d'aiguillage	180
b) Manettes des signaux d'arrêt absolu	180
c) Boutons d'aubinage	180
d) Boutons de commande	180
e) Manette spéciale	181
3. — Manœuvre des appareils	181
4. — Fonctionnement	182
Code de commande	182
Code de contrôle	182
Train d'impulsions	183
5. — Résultats	184
Chapitre III. — Postes semi-autonomes	185
1 ^o) Bifurcation anglaise du block 6 de Denderleeuw	185
2 ^o) Bifurcation de Bois de Nivelles	185

CINQUIÈME PARTIE

LE « DISPATCHING SYSTEM »	187
Principe du « dispatching system »	188
Description et fonctionnement des appareils téléphoniques à sélecteurs	189
Principe	189
1. — Poste central. Appareils d'appel	191
a) Rôle de la clé de sélection	191
b) Description et fonctionnement de la clé de sélection	191
c) Rôle des secteurs mobiles	193
Pédale de conversation	196
2. — Poste de station. Le sélecteur	196
a) Rôle du sélecteur	196
b) Description et fonctionnement du sélecteur	196
Tendances actuelles	200
1. — Table systématique	201
2. — Table alphabétique	205

2. — TABLE ALPHABÉTIQUE

Abeilles (nid d' —), 31	Américaine (signalisation —), 5
Absolu (block —), 98	Anglaise (signalisation —), 5
Absolu conditionnel (block —), 98	Anomaloscope, 47, 49
Accouplement (boîte d' —), 166	Anti-fantômes (dispositif —), 30
» (circuit d' — de signal), 165	Appareil Bäseler, 63
» (électro d' —), 165	Appareils à contact électrique, 54
Acuité visuelle, 45	» » » mécanique, 53
Aiguillages, 134	Appareil de Chibret, 47
Aile, 8	» d'enclenchement, 149
Aimant permanent, 196	» du Great Western Railway, 59
Alimentation des feux, 29	» Flaman, 55, 58

- Appareil Hasler, 58
» Helmholtz, 47
» Héring, 47
» Opsi, 63
» répéteurs des signaux sur la locomotive, 53
» Rodolause, 58
» sans contact, 61
» Téléc, 58
- Application du block automatique, 123
Aubinage (bouton d' —), 180
Avantages de la signalisation lumineuse, 34
Avertisseur (signal —) 5, 6, 34
- Balises**, 6
Barrières blanches, 6
Bäseler (appareil —), 63
Beauvais (crocodile —), 58
Bielle de calage, 149
Binaires (enclenchements —), 136
Blanc lunaire, 10
Block absolu, 98
» » conditionnel, 98
» permissif, 98, 101
» system automatique, 100
» » (modalités du —), 98
» » par appareils enclenchés, 71
» » par télégraphe, 69
» » par téléphone, 69
» » (application du — sur une ligne à double voie), 92
Blum, 47, 49
Boîte d'accouplement, 166
Boîtiers (orientation des —), 31
Bouton d'aubinage, 180
Boutons de commande, 179, 180
Bras (signaux à —), 8
Bricka (notation —), 137
Bureaux régulateurs du trafic, 187
- Cabine électrique de Bruxelles-Midi**, 173
» » de Bruxelles-Nord, 154
Cab-signal, 63
Cale bleue, 141, 150
» noire, 141, 152
» rouge, 141, 151
Centralisée (commande —), 176, 178
Chandelier (sémaphore en —), 14
Chevauchement absolu, 111
» des sections, 109
Chibret, 47
- Circuit d'accouplement de signal, 165
» de contrôle, 160, 166
» de voie, 102
» résonnant, 119
Circulation à contre-voie, 42, 43
Clé de sélection, 190
Code de commande, 182
» de contrôle, 182
» des signaux, 9
Colas (crocodile —), 57
Commande centralisée, 176, 178
Conditionnels (enclenchements —), 138
Connexions inductives, 117
Contact de rail, 168
Contre-voie (circulation à —), 42, 43
Contrôle des feux, 29
Cosman (notation —), 137
Couleurs (vision des —), 45
» des feux, 10
» pigmentaires, 47
» spectrales, 47
Coulisse, 148
Coulisseau, 148
Courant de contrôle, 157
Courbe (signalisation en —), 33
Couverture des points dangereux, 5
» des trains, 65
Crayons colorés, 47
Crémaillère, 156
Crocodile, 54, 55
» antigivre Colas, 57
» Beauvais, 58
- Daae** (laines colorées de —), 47
Dalton, 45
Daltonien, 45
Daltonisme, 45
» absolu, 46
» (fréquence du —), 46
» (hérédité du —), 46
» relatif, 46
Déclencheur de pédale de block, 79, 80
» nouveau modèle, 82
Dédoublément du feu jaune, 23, 41, 44
Descubes (notation —), 137
Despons (notation —), 137
Déviée (voie non —), 14
Direction, 14, 38
» (flèches lumineuses blanches de —), 38
» (indication de —), 14, 38

- Directe (voie —), 11
Directs (enclenchements —), 138
Dispatcher, 188
Dispatching system, 187
- É**change des bâtons-pilote, 128
Échelons (lentille à —), 27
Électro-aimant polarisé, 197
Élémentaires (enclenchements —), 140
Enclenché (levier —), 149, 150
Enclenchements, 134, 137, 141
 » binaires, 136
 » conditionnels, 138
Enclenchement d'approche, 181
Enclenchements directs, 138
 » élémentaires, 140
 » indirects, 138
 » mécaniques, 134, 164
 » multiples, 138
 » réciproques, 139
Enclencheur (levier —), 149, 151
Épreuve de Cohn, 47
Exploitation à sections fermées, 67
 » » » ouvertes, 67
 » de gare à gare, 65
 » des lignes à simple voie, 125
 » en navette, 125
 » par cantonnement, 67
 » par intervalle de distance, 67
 » » » » temps, 66
 » par le bâton-pilote, 126
 » par le pilote, 125
- F**antômes (feux —), 29
Farmer (système Saxby et —), 147
Feux (alimentation des —), 29
 » (contrôle des —), 29
 » clignotants, 22
 » fantômes, 29
 » jaune (dédoublement du —), 23, 41
Flaman (répétiteur —), 55, 58
Flèches lumineuses blanches de direction, 42, 43
Forme des signaux, 8
Freinage automatique, 64
Fréquence du daltonisme, 46
 » (relais de —), 106
- G**arage direct, 97
 » par rebroussement, 95
- Garage (signaux de —), 20, 27, 40, 42
Great Western Railway (répétiteur du —), 59
Green, 47
Grille d'enclenchement, 147
- H**aikai, 47
Hasler (répétiteur —), 58
Helmholtz, 47
Hérédité du daltonisme, 46
Hering, 47
Holmgren (laines colorées de —), 47
Houilles, 178
- I**mpulsions (train d' —), 193
 » de commande, 182
 » de contrôle, 182
Incompatibilités, 144
Inconvénients de la signalisation lumineuse
 de jour et de nuit, 34
Indicateur de vitesse (signaux —), 20
Indicateurs optiques d'approche, 7
Indication de direction, 14, 38, 42
 » de la vitesse, 38, 53
Indirects (enclenchements —), 138
Ishihara, 47
Isolant (joint —), 102
Isolé (rail —), 168
Itinéraire, 142, 155
 » (leviers d' —), 162
- J**aune (dédoublement du feu —) 23, 41, 44
- L**aines colorées, 47
Landholt, 49
Lanterne de Green, 47
 » de Nagel, 47
Lentilles à échelons, 27
 » claire, 30
 » colorée, 30
 » de Fresnel, 28
 » de Torric, 28
 » dispersive, 32
Levier d'itinéraire, 162
 » enclenché, 150, 151
 » enclencheur, 149, 151
Lignes à double voie, 65
 » à simple voie, 125
Locomotive (répétition des signaux sur la —), 50
Longueur des sections de block, 90

- Manette de manœuvre d'aiguillages**, 154, 180
» » » d'itinéraire, 154, 162
» » » des signaux, 154, 180
Manette-itinéraire-signal, 173
Manœuvre (signaux de —), 20, 27, 36, 40, 42, 166
» des signaux lumineux, 34
» individuelle, 154
Mâtreaux, 14
Méthodes pour déceler le daltonisme, 47
Métrum (répétiteur —), 61
Minucciani (répétiteur —), 61
Modalités du block-system, 98
Monocinétique, 74, 86
Moteur d'aiguillage, 156
Multiples (enclenchements —), 138

Nagel, 47
» (anomaloscope de —), 49
Navette (exploitation en —), 125
Nid d'abeilles, 31
Notations des enclenchements, 137

Œillette blanc lunaire, 39
» rouge, 39
Oguchi, 47
Ombres colorées de Stilling, 47
Opsi (répétiteur —), 63
Orientation des boîtiers, 31

Panneaux lumineux, 23
Paris-S^t Lazare, 178
Pas-à-pas (marche —), 196
Passages à niveau, 101
Pédale de block, 77
» de conversation, 195
» de fin d'itinéraire, 168
» de remise automatique à l'arrêt, 88
Perfectionnements des cabines électriques, 174
Perrin (notation —), 137
Pilote (bâton —), 126, 128
» (exploitation par le —), 125
Pointage de la vigilance du mécanicien, 53
Points dangereux (couverture des —), 5
Position normale, 134
» renversée, 134
» (signaux lumineux de —), 36
Postes à pouvoir, 146, 154
» centraux de signalisation, 146
» d'entrée de ligne, 88
» mécaniques, 146
» semi-autonomes, 185

Programme d'enclenchement, 143
Projet d'enclenchement, 141

Rabattement (dispositif de —), 28
Rail isolé, 168
Rebroussement (signaux de garage par —),
20, 27, 40, 42
Récepteur du poste de block, 71, 84
Réciprocité des enclenchements, 139, 145
Réfractés (rayons —), 30
Régulateurs de trafic (bureaux —), 187
Relais de voie, 102, 106
Remise automatique à l'arrêt (pédale de —), 88
180
Répétition des signaux sur la locomotive, 50
Représentation des enclenchements, 137
Rodolause (répétiteur —), 58
Rupture d'attelages, 76

Sartrouville, 178
Saxby et Farmer (système —), 147
Schaaf, 47, 49
Sections de block (longueur des —), 90
» fermées, 67, 104
» ouvertes, 67, 104
» tampon, 111
Sélecteurs, 188
Sélection (clé de —), 190
Sémaphores, 8, 9
» à numéros, 16
» en chandelier, 14
» » » et à numéros, 16
Semi-autonomes (postes —), 185
Signalisation à deux positions, 10
» américaine, 5
» anglaise, 5
» à trois positions, 10
» continue sur les locomotives, 63
» en courbe, 33
» lumineuse de jour et de nuit, 23
Signaux à cocarde, 8
» à feux clignotants, 22
» avertisseurs, 5, 6, 34, 39
» à voyants, 9
» combinés, 16
» d'abri, 63
» d'arrêt absolu, 6, 24, 34, 39
» de garage, 20, 27, 40, 42
» de manœuvre, 20, 26, 40, 42
» de ralentissement, 20
» lumineux de jour et de nuit, 8, 23, 37

- Signaux lumineux de position, 36**
» rapprochés, 6
» répéteurs sur la locomotive, 50
» sémaphoriques, 8
» supplémentaires, 35
- Signum (répéteur —), 61**
- Simple voie (exploitation des lignes à —), 125**
- Simulateurs, 48**
- Stilling, 47**
- Step-by-step system, 195**
- Système optique des feux, 27, 34**
» Saxby et Farmer, 147
- Tableaux de Blum, 47**
» de Green, 47
» de Haikai, 47
» de Nagel, 47
» de Podesta, 47
» de Schaaf, 47
» de Stilling, 47
» de Woelfflin, 47
» d'Ishihara, 47
» d'Oguchi, 47
» pseudo-isochromatiques, 47
- Talonnement, 161**
- Tampon (section —), 111**
- Taquets d'enclenchements, 147**
- Taquet bleu, 141, 150**
» noir, 141, 152
» rouge, 141, 151
- Téléphone à sélecteur, 188**
- Téloc (répéteur —), 58**
- Tendance actuelle du dispatching, 200**
- Train-control, 64**
- Train d'impulsions, 183, 193**
- Transmetteur de poste de block, 71**
- Triangles de vitesse, 20, 43**
» lumineux jaunes, 43
- Types de signalisation, 10**
- Verdeyen (notation —), 137**
- Verrou de calage d'aiguilles, 134, 135, 143**
- Vigilance du mécanicien, 53**
- Vision des couleurs, 45**
- Visuelle (acuité —), 45**
- Vitesse (enregistreur de —), 53**
» (triangles de —), 20, 43
- Voie (lignes à double voie), 65**
» (lignes à simple voie), 125
- Voyants (signaux à —), 9**
- Webb-Thompson (bâton-pilote électrique —), 128**