

LA
NOUVELLE SIGNALISATION

DES
CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

PAR
J. VERDEYEN & **R. MINET**
Ingénieur en chef, Inspecteur de Direction
aux chemins de fer de l'État belge. Inspecteur technique
aux chemins de fer de l'État belge.

Extrait du *Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.*
(Décembre 1922 et Février 1923.)

BRUXELLES
Société anonyme M. WEISSENBRUCH, imprimeur du Roi
ÉDITEUR
(Société typographique : Liège, Bouillon, Paris, 1755-1793)
49, rue du Poinçon

1923

LA
NOUVELLE SIGNALISATION

DES
CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

PAR

J. VERDEYEN

Ingénieur en chef, Inspecteur de Direction
aux chemins de fer de l'État belge.

&

R. MINET

Inspecteur technique
aux chemins de fer de l'État belge.

Extrait du *Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.*
(Décembre 1922 et Février 1923.)

BRUXELLES
Société anonyme **M. WEISSENBRUCH**, imprimeur du Roi
ÉDITEUR
(Société typographique : Liège, Bouillon, Paris, 1755-1793)
49, rue du Poignon

1923

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
INTRODUCTION	5
CHAPITRE I. — <i>Considérations générales</i>	6
CHAPITRE II. — <i>Introduction du signal à trois positions dans la signalisation avec avertisseurs des chemins de fer de l'État belge</i>	15
§ 1. — <i>Emplacement des signaux</i>	15
§ 2. — <i>Forme et signification des signaux</i>	14
§ 5. — <i>Signaux combinés</i>	16
CHAPITRE III. — <i>Applications pratiques</i>	19
§ 1. — <i>Points dangereux en pleine voie</i>	22
§ 2. — <i>Signalisation des stations intermédiaires</i>	23
§ 5. — <i>Signalisation des gares à voyageurs</i>	25
CHAPITRE IV. — <i>Les transmissions à double fil pour la manœuvre des signaux</i>	28
CHAPITRE V. — <i>Les sémaphores de la nouvelle signalisation</i>	57



LA

NOUVELLE SIGNALISATION

DES

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

INTRODUCTION.

M. l'ingénieur L. Weissenbruch, administrateur aux chemins de fer de l'Etat belge, avait consacré les dernières années de sa vie à perfectionner la signalisation, en cours de réalisation avant la guerre sur le réseau de l'Etat belge, en y adaptant le principe de la palette à trois positions, en usage en Amérique.

Sur sa proposition, l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge a, au lendemain de l'armistice, adopté le signal à trois indications pour le rétablissement de la signalisation détruite par l'ennemi.

La signalisation belge d'avant 1914 a fait l'objet d'un article publié dans le *Bulletin*, en juin 1909.

La nouvelle signalisation est déjà réalisée sur les lignes principales du réseau belge et notamment sur les lignes de

Bruxelles-Anvers, Bruxelles-Gand-Ostende, Bruxelles-Namur-Arlon, Bruxelles-Liège-Herbesthal et Bruxelles-Tournai, et a fait ses preuves au point de vue de la simplicité et de la clarté des indications données aux mécaniciens. Elle est en cours de réalisation sur les lignes de Bruxelles-Mons et de Bruxelles-Charleroy-Namur.

Nous ne pouvons mieux honorer la mémoire de M. Weissenbruch, qu'en publiant cet article qui a pour but de justifier et de décrire les principes de cette signalisation et de montrer comment ils sont appliqués sur notre réseau.

Nous nous sommes servi, à cet effet, des quelques notes éparées que M. Weissenbruch s'occupait à rédiger lorsque la mort est venue brusquement interrompre son labeur opiniâtre.

CHAPITRE I. Considérations générales.

Les chemins de fer de l'Etat belge avaient adopté, déjà plusieurs années avant la guerre, le système anglais des signaux de chemins de fer.

Ce système est universellement connu; ceux de nos lecteurs qui désireraient

l'étudier dans ses détails, le trouveront clairement exposé en anglais dans le livre récent de M. Lewis et en français dans la remarquable étude de M. Ed. Sauvage, publiée dans les *Annales des Mines* de France.

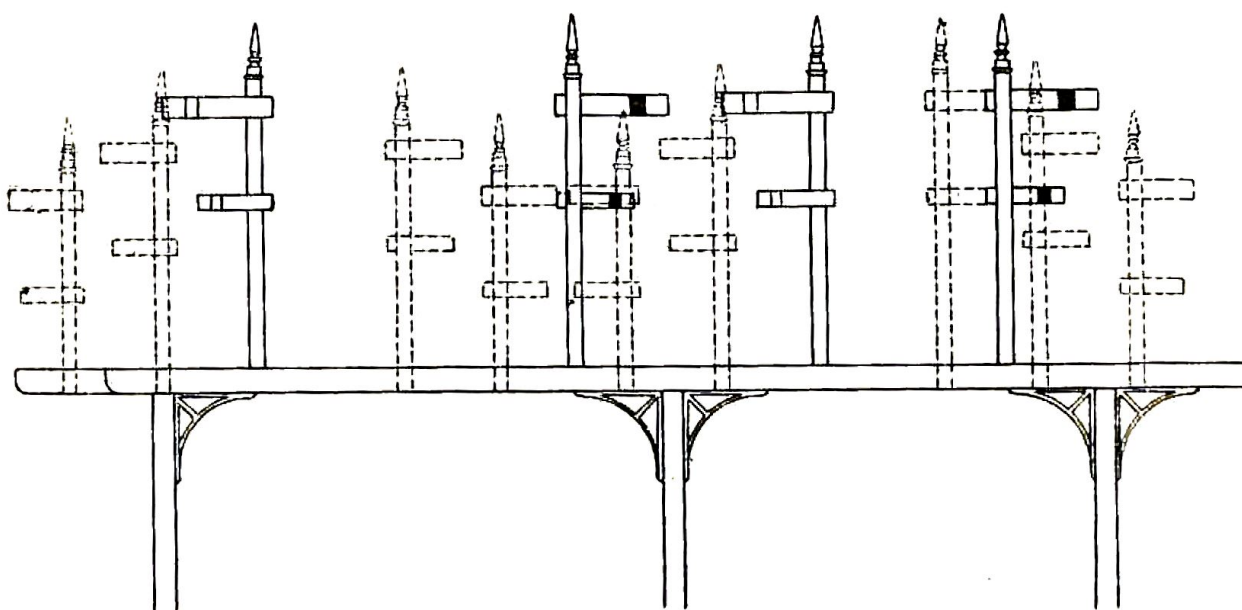


Fig. 1a.

On avait apporté à ce système plusieurs perfectionnements de détail déjà préconisés pour la plupart, sinon appliqués en Angleterre, tels que la substitution du feu jaune orangé au feu rouge du signal à distance dépassable à l'arrêt, de la palette levante à la palette baissante, et des indicateurs de route (chiffres ou lettres) aux palettes des bifurcations divergentes, partout où les trains franchissent ces signaux à faible allure.

Pendant l'occupation du pays, les Allemands ne voulant rien changer à leurs règlements et dédaigneux de l'avenir du

pays avaient détruit la signalisation belge et l'avaient remplacée par une signalisation allemande conçue pour des lignes à trafic réduit.

Presque toute la signalisation des grandes lignes étant donc à refaire, l'Administration de l'Etat belge s'est demandé s'il n'était pas possible de simplifier la signalisation anglaise sans diminuer la clarté des indications données aux mécaniciens.

Cette simplification a déjà été reconnue nécessaire en Angleterre même, pour les bifurcations et les grandes gares où l'ap-

plication du principe des palettes étalées horizontalement conduit à l'emploi de matereaux multiples et de chandeliers ou de ponts compliqués.

La figure 1, empruntée à une conférence de M. W. C. Acfield, publiée dans le *Bulletin de l'Institution of Electrical Engineers* de Londres, montre comment un groupe de quarante-deux bras de signaux a pu être réduit à seize au « Mid-

land Railway » par l'emploi d'indicateurs de route.

Il y avait lieu de supprimer encore une source importante de complications résultant de ce que le signal à distance vient se placer très souvent en dessous du signal principal d'amont ⁽¹⁾ par suite de la longueur de plus en plus réduite des sections de cantonnement des trains.

Les deux palettes ainsi réunies sont

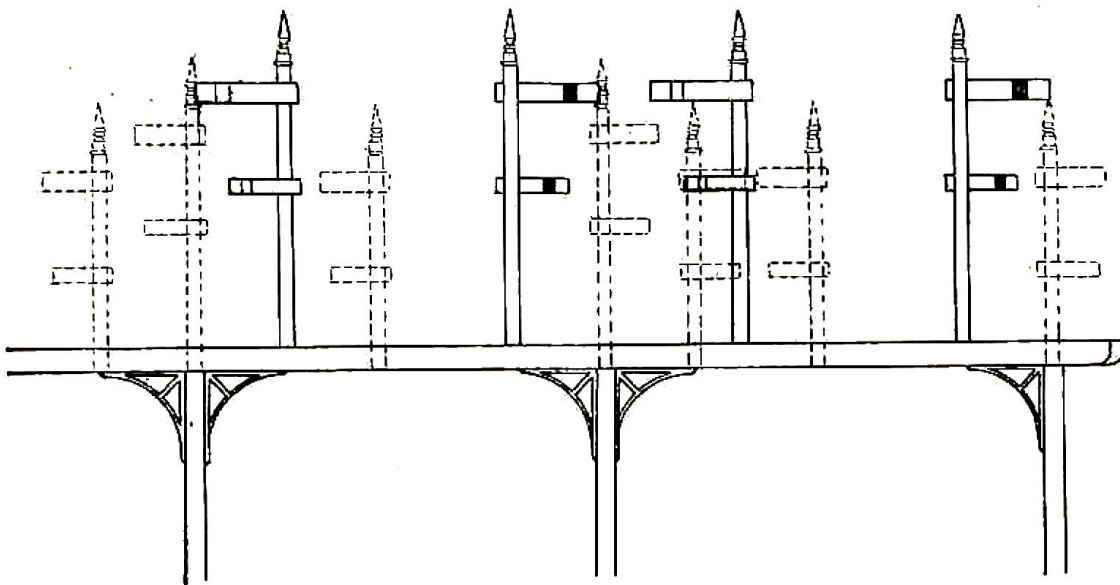


Fig. 1b.

forcément reliées entre elles par un mécanisme (*slot*) de façon à ne pouvoir donner, si on les considère ensemble, que trois indications :

Arrêt	} Deux palettes horizontales ;	
Voie libre.		Deux palettes inclinées ;
Arrêt au signal } suivant		Palette supérieure inclinée et palette inférieure horizontale.

L'idée vient tout naturellement à l'esprit de remplacer l'ensemble des deux palettes par une palette unique à trois positions, horizontale, verticale ou inclinée à 45°.

* * *

C'est ici que l'on aperçoit combien l'histoire est un éternel recommencement.

Lorsque le disque fut pour la première fois remplacé par un sémaphore comme signal fixe principal de pleine voie, sur les chemins de fer anglais par C. H. Gre-

(1) D'après la conférence de M. A. M. Thompson à l'« Institution of Civil Engineers » de 1885, cette disposition du signal à distance sous le signal d'arrêt remonte à 1880 en Angleterre. Antérieurement, le signal principal d'amont était slotté par le poste d'aval et servait de signal à distance. L'invention du slot, c'est-à-dire du contrôle d'un signal par un second levier doit remonter à 1862.

gory à New Cross, ce sémaphore donnait trois indications :

1° Palette horizontale pour l'arrêt (*danger*);

2° Palette inclinée à 45° vers le bas pour la marche prudente (*caution*);

3° Palette verticale et effacée le long du mât pour le passage à la vitesse maximum permise sur la ligne considérée (*line clear*).

En 1874, ce signal était encore en usage dans les stations intermédiaires de la plupart des lignes anglaises. Il disparut par suite de deux perfectionnements qui rendirent inutile l'indication du ralentissement ou de la marche prudente : aux bifurcations, par suite de la construction de cabines d'enclenchements; en pleine voie, comme conséquence de la généralisation du block-system absolu à sections fermées.

Que le signal fut vertical ou qu'il fut incliné, le machiniste sut désormais qu'il pouvait marcher avec confiance jusqu'au prochain signal.

En d'autres mots, la généralisation des enclenchements et du block-system rendirent le signal d'allure superflu.

M. R. C. Raper, dans son historique des signaux fixes anglais ⁽¹⁾, en rappelant ce qui précède ajoute que la disparition du signal à trois positions fut hâtée par les objections auxquelles avait donné prise la position de la palette effacée le long du mât, de la part des partisans de l'emploi de signaux positifs.

N'était-ce pas, en effet, pour que le signal fût toujours visible à l'arrêt comme au passage que l'on avait abandonné le disque en faveur du sémaphore?

Il y a certainement eu une autre raison encore à la disparition de la troisième position dans les difficultés de régler exactement les trois positions successives d'une palette quand elle est manœuvrée au moyen du simple fil comme on l'a toujours fait en Angleterre où les ingénieurs de signaux ont toujours craint — à tort selon nous — les complications du double fil.

Ces difficultés se sont évidemment accrues au fur et à mesure que les signaux ont dû être manœuvrés à plus grande distance par suite de l'augmentation de la longueur des trains et de l'allongement des quais des stations. Pour obtenir une différenciation nette de la position inclinée et de la position verticale, on en était arrivé à manœuvrer certains sémaphores au moyen de tringles, procédé fort coûteux qui s'est cependant répandu dans certaines parties des Etats-Unis.

Ce sont les Américains qui ont repris les premiers le signal à trois positions abandonné en Angleterre. Lorsqu'ils adoptèrent le bloc automatique à sections fermées, ils divisèrent tout naturellement leurs lignes en sections assez courtes à l'origine de chacune desquelles il était nécessaire de répéter le signal d'aval pour que les trains ne fussent jamais ralentir sans nécessité.

Le placement du signal à distance sous le signal principal devint ainsi la règle tout à fait générale sur les premières lignes



Fig. 2.

armées du bloc automatique, comme le montre la figure 2.

C'est le simple désir d'économie qui conduisit les Américains à reprendre le signal à trois positions, qui produit avec

(1) *Institution of Civil Engineers*, 31 mars 1874.

une seule palette les mêmes indications données précédemment par deux, ainsi que le fait voir la figure 3.

Dès lors, la nuit il ne faut plus, au lieu de deux lanternes qu'une seule donnant un feu rouge pour l'arrêt, jaune pour



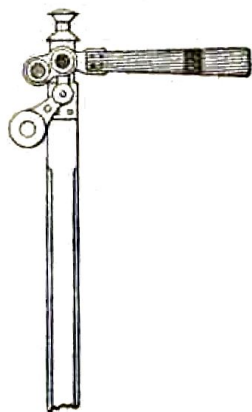
Fig. 3.

l'arrêt au signal suivant et vert pour le passage.

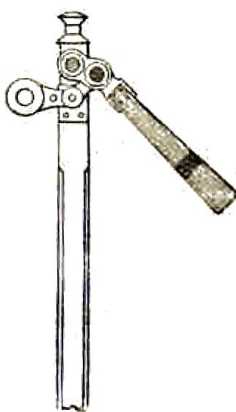
Le signal de bloc à trois positions fut introduit d'abord, croyons-nous, au « Pennsylvania Railroad ». Il est mentionné dans la réponse des lignes à l'ouest de Pittsburgh de ce chemin de fer au ques-

tionnaire de la question X du Congrès de Londres (1895) comme innovation très heureuse (1). La description insiste sur ce que la palette est bien visible et détachée du mât dans sa position verticale, mais la figure 4 montre qu'elle est encore baissante.

Arrêt immédiat.



Ralentissement.



Voie libre.

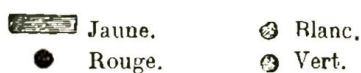


Fig. 4.

Le signal de bloc à trois positions à palette levante, s'est popularisé en Amérique à partir de la réunion d'automne 1899 de l'« American Railway Signalling Club » devant laquelle M. Frank Rhea, inspecteur des signaux des lignes à l'ouest de Pittsburgh du « Pennsylvania Railroad », lut un mémoire qui en recommandait chaudement l'emploi.

La position levante de la palette non dissimulée derrière le mât mais bien détachée de celui-ci lève complètement l'ob-

jection faite autrefois en Angleterre contre la position verticale de la palette de ne pas être un signal positif.

Chose curieuse, la disposition qui a été adoptée en Amérique pour le sémaphore à trois positions et qui a fait le succès de celui-ci n'est qu'une adaptation du sémaphore bien connu de la Compagnie anglaise du « Great Northern », déjà signalé

(1) Voir note de M. Theo. N. ELY, ingénieur en chef de la traction. (*Bulletin du Congrès des chemins de fer* de juin 1895, p. 2421.)

par M. A. M. Thompson dans sa note de 1885 sur les signaux du « London & North Western » (1).

En réalité, le signal à trois positions n'est entré en Amérique que dans la pratique de la signalisation automatique parce que la manœuvre électrique ou électropneumatique y a permis de résoudre la question du réglage exact des trois positions de manière à éviter tout signal douteux.

* * *

Les grands avantages du signal à trois positions substitué aux Etats-Unis, depuis 1900, au sémaphore à deux palettes superposées n'ont pas échappé aux ingénieurs de signaux anglais. Nous les trouvons mentionnés dans deux mémoires lus récemment en Angleterre sur les progrès de la signalisation à l'« Institution of Electrical Engineers », mais l'auteur de l'un de ces rapports, M. l'ingénieur W. C. Acfield, semble croire, si nous comprenons bien sa pensée, que le signal à trois positions ne pourrait être employé sans être généralisé et sans faire abandonner tout à fait le signal à distance à deux positions actuel en queue de poisson (Angleterre) ou en flèche (Belgique). Tout au contraire, dans l'application faite du signal à trois positions en Belgique, on s'est borné à substituer un signal à trois positions au groupement



lorsque nous rencontrons ce dernier, laissant partout autre part toutes choses en état.

(1) « The signalling of the London & North Western Railway » (*Institution of Civil Engineers*, 5 mai 1885).

M. C. M. Jacobs, qui est l'auteur du deuxième mémoire lu devant l'« Institution of Electrical Engineers » auquel nous avons fait allusion, ne voit que des avantages au signal à trois positions dont la multiplicité lui paraît idéale. Mais il affirme que son emploi « n'est possible qu'à condition de le manœuvrer électriquement ».

Peut-être est-ce vrai en Angleterre où l'on s'est toujours refusé à substituer le double fil au simple fil pour la manœuvre des signaux. Mais on verra dans un article suivant que la manœuvre à double fil, généralisée en Belgique depuis 1900 environ, résoud complètement le problème parce qu'elle permet, à toutes les distances de la pratique, d'assurer la concordance forcée entre la position du levier et celle de la palette aussi bien que par l'emploi de l'électricité.

* * *

Avant de proposer l'adoption du signal anglo-américain à trois positions, le service de la signalisation de l'Etat belge s'est demandé s'il n'y avait aucune autre solution préférable. Tout naturellement son attention a été attirée sur le signal italien au sujet duquel la direction générale des chemins de fer de l'Etat italien a bien voulu nous fournir des renseignements complets.

Dans le système italien, les deux palettes superposées ont été simplement reportées sur le même axe, mais aucune n'a été supprimée.

En réalité, l'économie ne porte que sur le feu qui est produit par une lanterne unique (fig. 5).

Le système italien donne lieu à une objection de principe : c'est que les deux palettes qui le constituent se recouvrent mutuellement dans les deux positions extrêmes d'arrêt et de passage; le signal

n'est donc plus absolument *positif* comme doit l'être tout signal donné par un sémaphore. C'est pour répondre à cette objection que, dans le type de la haute Italie,

la palette d'arrêt fait un angle de 60° avec l'horizontale quand elle est au passage tandis que la palette avertisseur ne fait qu'un angle de 45° .

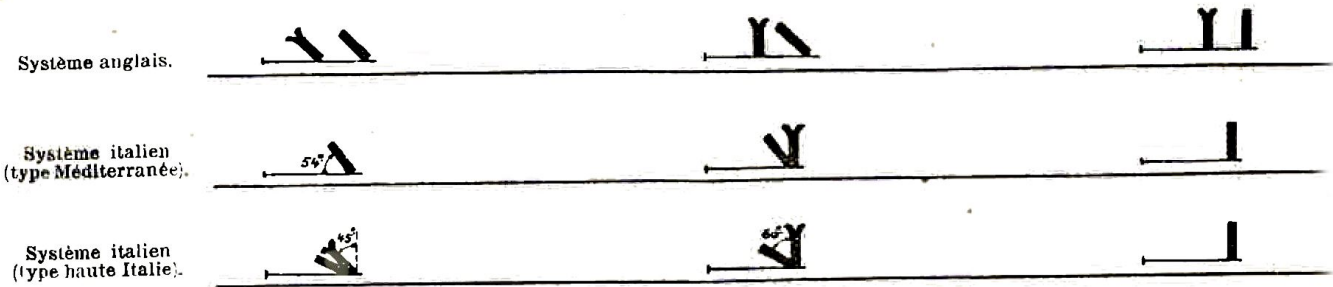


Fig. 5.

Mais, tel qu'il est, le signal italien a encore une supériorité marquée sur l'ensemble anglais des deux palettes superposées : c'est qu'il est moins élevé et moins encombrant. C'est un avantage particulièrement précieux dans les tunnels, si nombreux en Italie. Puis, chaque palette continuant à se manoeuvrer séparément, on n'a pas à se préoccuper, comme il faut le faire avec la palette à trois positions, de la difficulté de régler exactement chacune des deux positions de passage et d'avertissement, de façon qu'elles ne soient ja-

mais confondues. On a donc pu conserver l'ancien mode de manoeuvre des signaux par simple fil sans devoir recourir à un système plus perfectionné tel que celui du double fil.

* * *

Poursuivant nos simplifications, nous avons eu l'idée de remplacer par un sémaphore muni d'une palette unique à trois positions terminée en flèche le chandelier portant le signal à distance multiple des bifurcations (fig. 6).

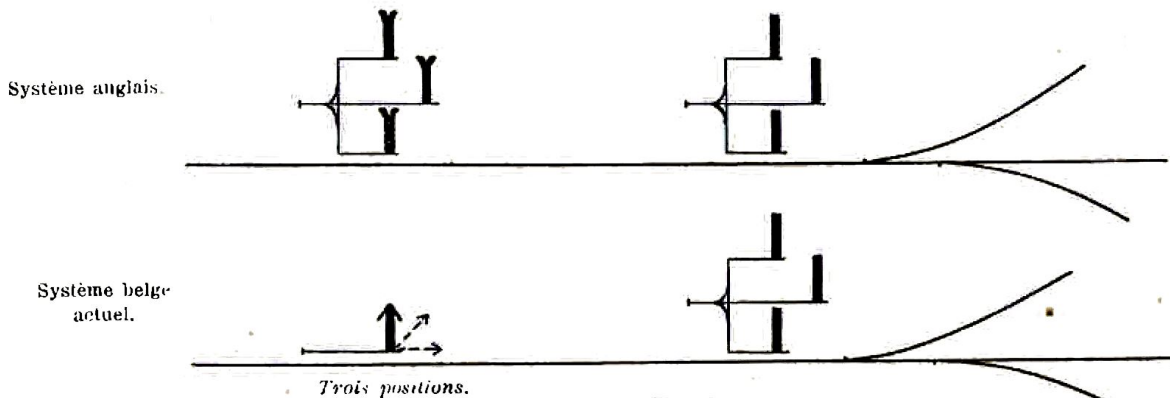


Fig. 6.

Le signal à distance à trois positions n'est plus la reproduction identique du signal de la bifurcation. C'est plutôt un

signal d'express. Le mécanicien qui doit parcourir la voie non déviée est averti, en voyant la palette du signal à distance

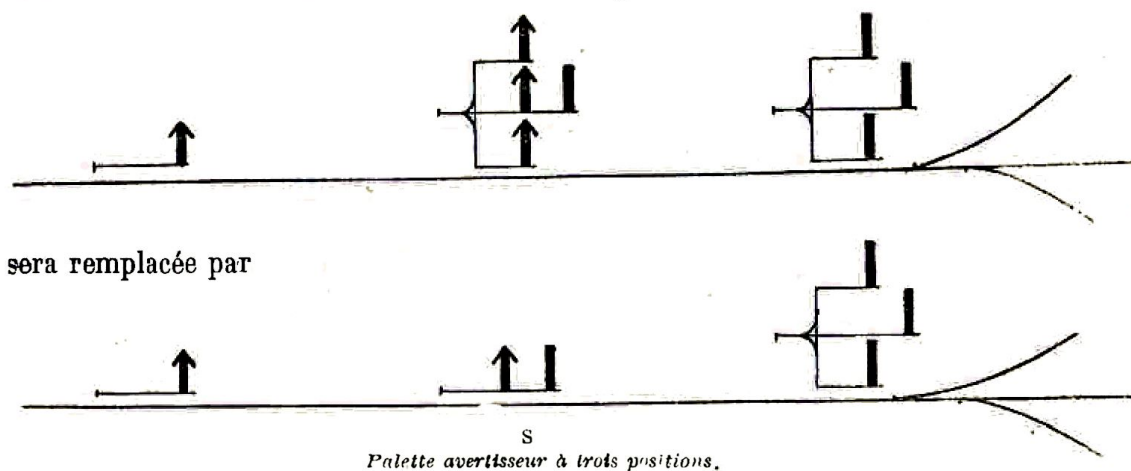
verticale, que cette voie est libre; mais le mécanicien qui se dirige vers la voie déviée de gauche par exemple, n'est pas certain en voyant la palette du signal à distance à 45° que ce n'est pas la voie de droite qui est libre. Il ne peut en acquérir la certitude que par l'observation du chandelier commandant la bifurcation.

Cet inconvénient apparent n'en est pas un en réalité puisque les trains destinés aux voies déviées doivent nécessairement

tous marcher à une allure plus ou moins modérée.

D'ailleurs cette simplification répond à un besoin qui s'est manifesté autre part qu'en Belgique. En Angleterre même le « Board of Trade » a reconnu depuis plusieurs années qu'on avait été trop loin en exigeant un signal à distance séparé pour chaque itinéraire (1).

En conséquence de ce qui précède, la signalisation suivante :



Palette avertisseur à trois positions.

Fig. 7.

Le sémaphore S ne donne que quatre indications.

On ne peut le remplacer par une palette



à quatre positions parce que l'une de ces positions devrait être inférieure à l'horizontale et que pour passer de la position 2 à la position 4 on devrait alors repasser par la position d'arrêt.

En revanche, il est possible de remplacer les deux lanternes du signal S par une seule lanterne à quatre feux. Ces feux sont les suivants :

Un feu rouge	pour l'arrêt.	Deux palettes à l'arrêt.
Un feu jaune	pour l'arrêt au signal suivant	Palette principale inclinée.
Un feu jaune et un feu vert	pour le passage sur la voie déviée de la bifurcation.	Palette avertisseur à l'arrêt.
Un feu vert	pour le passage sur la voie principale de la bifurcation	Palette principale verticale.
		Palette avertisseur inclinée.
		Deux palettes verticales.

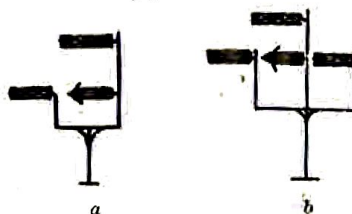
(1) W. C. ACFIELD, 31 mars 1915 (*Institution of Electrical Engineers*).

Il en résulte que la plupart des chandeliers seront remplacés par des sémaphores à deux palettes superposées.

Il ne restera que quelques chandeliers de la forme *a* et exceptionnellement de la forme *b*.

Toutes les formes peuvent être construi-

tes en série et approvisionnées d'avance.



CHAPITRE II.

Introduction du signal à trois positions dans la signalisation avec avertisseurs des chemins de fer de l'État belge.

L'introduction de la nouvelle signalisation n'a donné lieu en pratique à aucune difficulté. Non seulement les mécaniciens s'y sont aisément habitués, mais ils l'ont considérée comme un perfectionnement. Il suffit de parcourir une des lignes auxquelles elle a été appliquée pour comprendre combien les indications qu'elle donne sont simples et claires.

Nous énonçons ci-après les principes de la nouvelle signalisation appliquée actuellement sur les principales lignes du réseau de l'État belge.

§ 1. — Emplacement des signaux.

Tout point de la voie que les mécaniciens ne peuvent atteindre sans danger est couvert par un *signal fixe d'arrêt absolu*.

Le signal d'arrêt est placé près du point dangereux lorsqu'il s'adresse à des mécaniciens de trains arrêtés ou circulant à très faible vitesse (voies à quai et voies accessoires des gares, faisceaux de garage, remise à locomotives, etc.).

Lorsqu'il s'adresse aux mécaniciens des

trains en marche, le signal d'arrêt est en général placé à 50 m. du point dangereux et ses indications sont répétées à une distance de 800 m. en palier par un signal avertisseur dépassable à l'arrêt. Cette distance peut être réduite jusqu'à 600 m. en rampe et portée jusqu'à 1 000 m. en pente. La distance de 800 m. sera conservée si la pente ou rampe n'est que de 5 mm. Au delà, elle sera augmentée ou diminuée de 20 m. par mm. de pente ou de rampe. Cette règle n'a pourtant rien d'absolu. Elle devra être appliquée en tenant compte des autres éléments (courbes, bonne visibilité, etc.).

Les signaux à distance avertisseurs doivent être visibles à 300 m. au moins. Si cette distance ne peut être à peu près atteinte, on peut établir un second avertisseur à un endroit convenablement choisi.

Afin de marquer l'approche d'un signal avertisseur, celui-ci est précédé de cinq barrières blanches horizontales, obliques par rapport à l'axe de la voie, ayant chacune 5 m. de longueur et espacées de 50 m. l'une de l'autre; la largeur de la partie horizontale doit être de 30 cm. au mini-

mum. On place les barrières de façon qu'elles soient éclairées suffisamment la nuit par le fanal de la locomotive pour que le machiniste les aperçoive. Dans ce but, le dessous de la barrière horizontale doit se trouver de 0 m. 70 à 1 m. 70 au-dessus du rail, soit environ de 1 m. 20 à 2 m. 20 au-dessus de la banquettes. Ces barrières sont numérotées au moyen de traits obliques noirs de 15 cm. de largeur formés de lattes en relief. C'est la barrière la plus rapprochée du signal qui porte le trait 1; la première barrière abordée par le train dans le sens du mouvement porte donc les cinq traits.

Sauf impossibilité matérielle, les signaux sont placés à la gauche de la voie à laquelle ils se rapportent.

Si, par suite de circonstances locales, un signal abordé par des trains en vitesse ne pouvait être placé à gauche de la voie, il peut être fait usage d'un support en forme de potence, de façon à ramener le signal dans l'axe de la voie.

§ 2. — Forme et signification des signaux.

A. *Palette ordinaire.* — La palette d'arrêt a la forme d'un *rectangle allongé* dont la face d'avant est *rouge* avec une raie transversale *blanche* (fig. 8a).

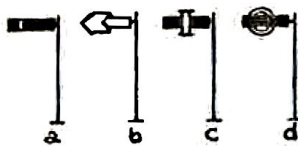


Fig. 8.

Dans les grandes gares, certaines palettes sont munies d'une barre verticale peinte en noir; on les appelle *palettes de fin d'itinéraire* (fig. 8c) parce qu'on les place à l'extrémité des itinéraires que les trains peuvent parcourir.

Lorsqu'elle s'adresse exclusivement à l'entrée d'une voie de garage, la palette ordinaire est munie d'une *couronne* peinte en *noir* (fig. 8d).

La position *horizontale* d'une palette d'arrêt absolu (feu rouge la nuit) commande l'arrêt; la position *inclinée* (feu jaune la nuit) autorise le passage, mais indique que le signal suivant est à l'arrêt; la position *verticale* (feu vert la nuit) autorise le passage à vitesse normale.

B. *Palette avertisseur.* — La palette avertisseur a la forme d'une *flèche* dont la face d'avant est *jaune* avec deux raies transversales noires en flèche (fig. 8b).

La position *horizontale* d'une palette avertisseur (feu jaune) autorise le passage, mais indique que le signal suivant est à l'arrêt. La position *inclinée* (double feu jaune et vert) commande l'attention, elle indique au machiniste qu'il va rencontrer un point de ralentissement; à une bifurcation, elle indique que c'est une palette se rapportant à une voie déviée qui est mise au passage. La position *verticale* (feu vert) autorise le passage à vitesse normale: à une bifurcation, elle indique que c'est la palette se rapportant à la voie non déviée qui est mise au passage.

C. *Disque d'arrêt.* — Il est parfois fait usage de disques rouges au lieu de sémaphores, pour commander des voies accessoires ou certaines voies d'un groupe de voies à marchandises.

La position *perpendiculaire* à la voie (feu rouge) commande l'arrêt, la position *parallèle* (feu vert) autorise le passage.

D. *Manœuvres.* — Les mouvements de manœuvre ou de garage sont commandés au moyen de palettes de dimensions restreintes pouvant occuper trois positions par rapport au mât sur lequel elles sont montées, la position *horizontale*, la posi-

tion *inclinée* à 45° et la position *verticale*.

La face avant de ces palettes est *rouge* et la face arrière *blanche*.

Lorsque les mouvements de manœuvre ou de garage doivent se faire sur des voies parcourues par les trains, on ajoute la palette de manœuvre ou de garage au mât sémaphorique en dessous de la palette ordinaire.

Dans ce cas, la palette ordinaire commande exclusivement les mouvements des trains et la petite palette, les mouvements de manœuvre ou de garage.

La position *horizontale* des palettes de manœuvre (feu violet) commande l'arrêt; la position *inclinée* (feu jaune) autorise les manœuvres courtes, limitées parfois par un signal à fleur de sol et la position *verticale* (feu vert) autorise les manœuvres longues.

Dans les stations intermédiaires munies de voie de garage, la position *inclinée* de la palette de manœuvre autorise la manœuvre et la position *verticale* autorise le garage du train.

E. *Signaux de direction*. — Aux bifurcations et aux stations, la direction offerte aux trains est indiquée, soit au moyen de *numéros* conjugués avec une palette unique, soit au moyen de *palettes étalées horizontalement* et placées sur un support commun, soit encore au moyen d'une *combinaison* de ces deux systèmes.

Le système des *numéros de direction* s'applique aux signaux de stations qui s'adressent à des trains arrêtés (sortie des voies à quai, des faisceaux de garage, etc.) ou à des trains circulant à une vitesse inférieure à 40 km. à l'heure (entrée des gares à rebroussement, des voies à quai, des faisceaux de garage, etc.).

Le *sémaphore à numéros* comporte donc une palette ordinaire et des numéros (pouvant être des chiffres ou des lettres). Ces

numéros se rapportent aux directions stipulées dans l'instruction spéciale.

Lorsque la palette est à l'arrêt, les numéros sont cachés par une plaque de garde; quand la palette est au passage, il apparaît un numéro indiquant la direction vers laquelle le passage est autorisé.

Lorsque le signal comporte une palette de manœuvre, les numéros peuvent apparaître également lorsque cette palette est mise au passage pour indiquer la direction vers laquelle la manœuvre est autorisée.

Le système des *palettes étalées horizontalement* portées par des *sémaphores en chandelier* ou à *potence*, est utilisé aux bifurcations, aux entrées de gares et, d'une façon générale, aux points où les trains circulent à une vitesse supérieure à 40 km. à l'heure (fig. 9).

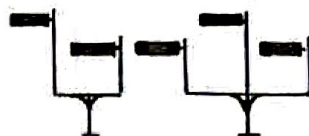


Fig. 9.

Le *sémaphore en chandelier* ou à *potence* comprend des mâtereaux portant chacun une palette et montés sur un support commun. Le mâtereau de gauche se rapporte à la voie (ou au faisceau) de gauche, le mâtereau de droite à la voie (ou au faisceau) de droite et le mâtereau du milieu à la voie (ou au faisceau) du milieu dans leur ordre géographique.

La palette qui se rapporte à la direction non déviée est placée à un niveau plus élevé que les autres à moins que toutes les directions puissent être parcourues à la même vitesse, que celle-ci soit normale ou réduite; dans ce cas, toutes ces palettes sont placées au même niveau.

Si des manœuvres doivent se faire dans l'une des directions que commande le

sémaphore en chandelier, on ajoute une palette de manœuvre au mâtèreau correspondant à cette direction.

Le système des numéros combinés avec les palettes étalées est employé pour signaler les diverses voies d'un même groupe (par exemple les voies à quai d'une gare à voyageurs) (fig. 10).



Fig. 10.

Ce système se comprend de lui-même. Il suffit de savoir qu'on ajoute dans ce cas des numéros au mâtèreau correspondant au passage vers le groupe des voies que l'on veut distinguer.

Le signal avertisseur correspondant à

un point de ralentissement obligé prend deux positions : la position horizontale pour l'arrêt et la position inclinée à 45° pour le passage. On peut ainsi rappeler sans dépense supplémentaire au mécanicien qu'il trouvera un poteau limite de vitesse près du signal principal.

Le signal avertisseur correspondant à un signal de direction ne comporte qu'une seule palette en flèche à trois positions ; les numéros de direction ne sont pas répétés.

Si les palettes d'un sémaphore en chandelier de bifurcation se trouvent au même niveau, la position inclinée de la palette avertisseur indique qu'il faut ralentir pour toutes les directions (fig. 11a) et la position verticale, que les différentes directions peuvent être parcourues à la vitesse normale admise sur le tronç commun (fig. 11b).

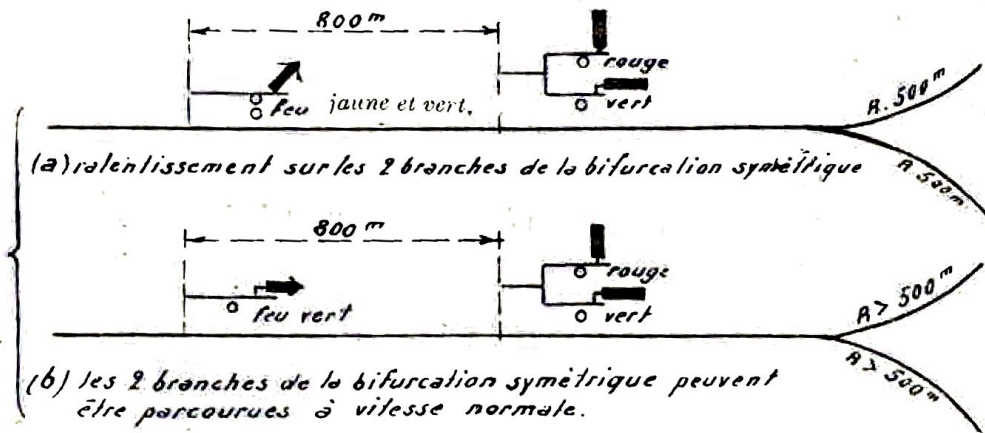


Fig. 11.

§ 3. — Signaux combinés.

Si deux sémaphores d'arrêt absolu sont distants de moins de 1 000 m., les indications du sémaphore d'aval sont répétées par le sémaphore d'amont, en appliquant les règles suivantes :

A. — Le signal d'aval ne comporte qu'une seule palette ordinaire. La position inclinée à 45° de la palette du sémaphore d'amont indique que la palette du sémaphore d'aval est à l'arrêt et la position verticale, qu'elle est au passage (fig. 12).

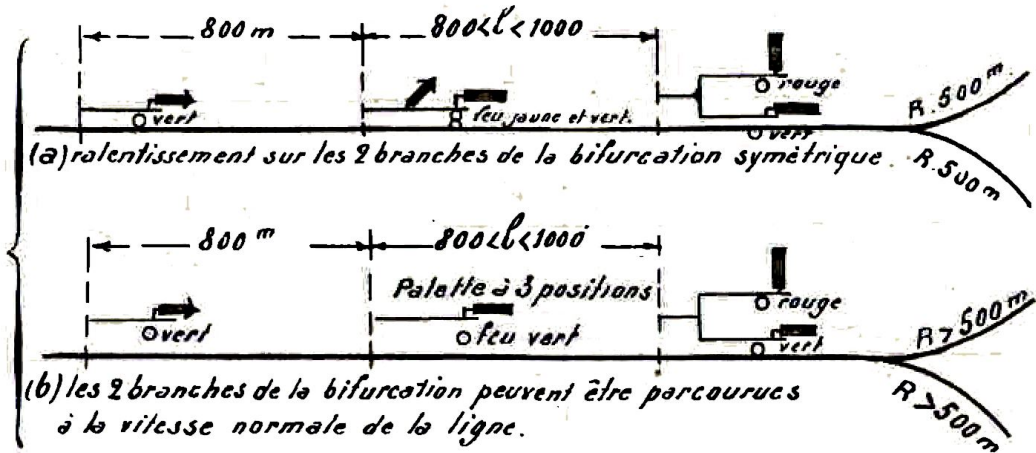


Fig. 14.

C. — Si le sémaphore d'amont est lui-même un chandelier, les mêmes règles sont appliquées pour chaque partie du sémaphore (fig. 15).

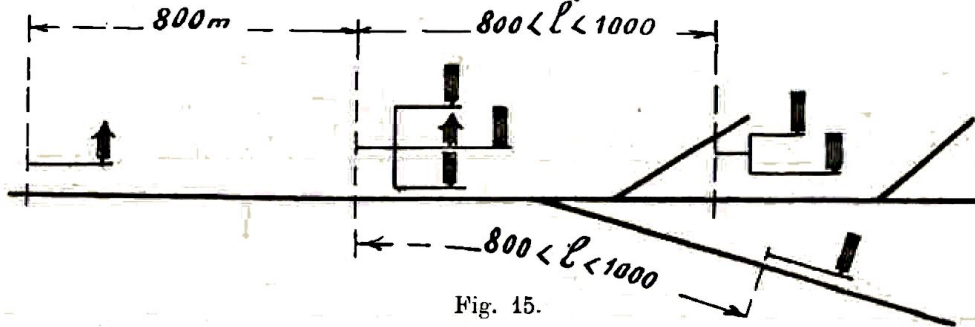


Fig. 15.

Dans cet exemple, la palette de gauche du chandelier combiné est à deux positions, horizontale et verticale, la palette de droite trois positions, horizontale, verticale et inclinée et le mâtèreau du milieu pourra présenter les quatre positions reprises au cas de la figure 13. — Si la distance entre les deux signaux d'arrêt absolu est inférieure à 800 m. on peut répéter à la fois les indications de ces deux sémaphores par le signal avertisseur précédent (fig. 16).

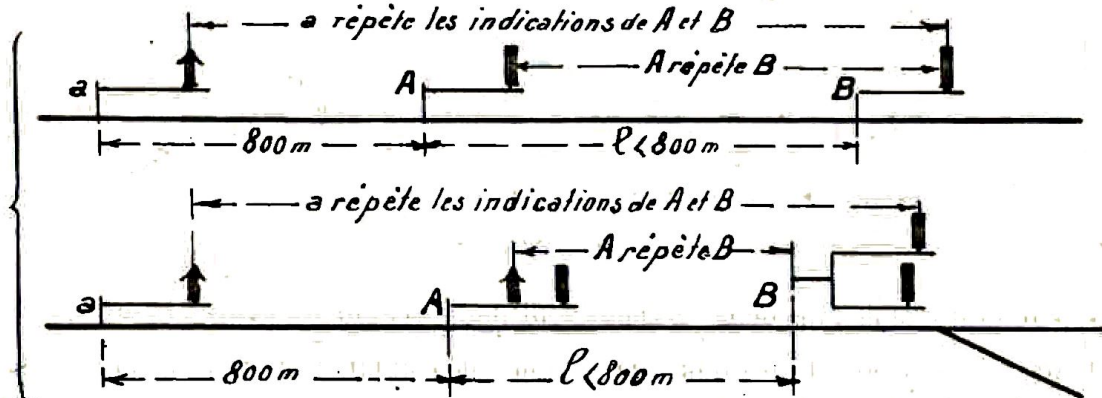



















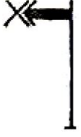




Fig. 16.



















La palette avertisseur *a* est à trois positions. Elle est horizontale si *A* est à l'arrêt, inclinée à 45° si *A* est au passage et *B* à l'arrêt et verticale si *A* et *B* sont au passage. Le mécanicien est ainsi avisé à temps de ce qu'il doit ralentir au signal *A* de façon à s'arrêter sûrement devant le signal *B* à l'arrêt.

CHAPITRE III. Applications pratiques.

Dans les figures de ce chapitre les diverses *palettes* sont représentées d'après les indications de la légende suivante.

Représentation des palettes.	Position :	Forme réelle des palettes.	Signification.
 Palette d'arrêt pouvant occuper deux positions.	1° horizontale.	 	Arrêt absolu.
	2° verticale.		Passage.
 Palette d'arrêt pouvant occuper trois positions.	1° horizontale.	  	Arrêt absolu.
	2° verticale.		Passage; signal suivant au passage.
	3° inclinée à 45°.		Passage; signal suivant à l'arrêt.
 Palette avertisseur, pouvant occuper deux positions.	1° horizontale.	 	Passage; signal suivant à l'arrêt.
	2° inclinée à 45°.		Passage avec attention. — Ralentissement au signal suivant.
 Palette avertisseur pouvant occuper deux positions.	1° horizontale.	 	Passage; signal suivant à l'arrêt.
	2° verticale.		Passage à vitesse normale; signal suivant au passage.

Représentation des palettes.	Position :	Forme réelle des palettes.	Signification.
 <p>Palette avertisseur pouvant occuper trois positions.</p>	<p>1° horizontale.</p> <p>2° inclinée à 45°.</p> <p>3° verticale.</p>		<p>Passage; signal suivant à l'arrêt.</p> <p>Passage avec attention. — Ralentissement au signal suivant qui est au passage pour une voie déviée.</p> <p>Passage à vitesse normale; la palette se rapportant à la voie non déviée est au passage.</p>
 <p>Palette avertisseur pouvant occuper trois positions.</p>	<p>1° horizontale.</p> <p>2° inclinée à 45°.</p> <p>3° verticale.</p>		<p>Passage; signal suivant à l'arrêt.</p> <p>Passage avec attention. — Le premier signal d'arrêt suivant est au passage; mais le second, distant de moins de 800 m. du premier, est à l'arrêt.</p> <p>Passage à vitesse normale. Les deux signaux sont au passage.</p>
 <p>Palette avertisseur pouvant occuper trois positions.</p>	<p>1° horizontale.</p> <p>2° inclinée à 45°.</p> <p>3° verticale.</p>		<p>Passage; signal suivant à l'arrêt.</p> <p>Passage avec attention; ralentissement au signal suivant soit parce que la palette se rapportant à la voie déviée est au passage, soit parce que la palette se rapportant à la voie non déviée indique que le signal suivant est à l'arrêt.</p> <p>Passage à vitesse normale; signal suivant au passage à vitesse normale.</p>
 <p>ou</p> <p>Signal à deux palettes, dont une avertisseur.</p>  <p>ou</p>	<p>1° les deux palettes horizontales.</p> <p>2° Palette d'arrêt inclinée à 45° et palette avertisseur horizontale.</p>		<p>Arrêt absolu.</p> <p>Passage; signal suivant à l'arrêt.</p>

Représentation des palettes.	Position :	Forme réelle des palettes.	Signification.
<p>ou</p>  <p>Signal à deux palettes, dont une avertisseur. (Suite.)</p> <p>ou</p> 	<p>3° Palette d'arrêt verticale et palette avertisseur inclinée à 45°.</p> <p>4° les deux palettes verticales.</p>	 	<p>Passage avec attention.</p> <p>Passage à vitesse normale.</p>
<p>Petite palette rectangulaire pouvant occuper deux positions.</p>   <p>Petite palette rectangulaire pouvant occuper deux positions.</p>   <p>Petite palette rectangulaire pouvant occuper trois positions.</p>   	<p>1° horizontale.</p> <p>2° inclinée à 45°.</p> <p>1° horizontale.</p> <p>2° verticale.</p> <p>1° horizontale.</p> <p>2° inclinée vers le haut à 45°.</p> <p>3° verticale.</p>	      	<p>Arrêt.</p> <p>Manœuvre.</p> <p>Arrêt.</p> <p>Garage.</p> <p>Arrêt.</p> <p>Manœuvre courte ou limitée.</p> <p>Manœuvre non limitée ou garage.</p>

§ 1. — Points dangereux en pleine voie.

1° Cas d'un point dangereux élémentaire.

Passage à niveau très fréquenté, pont-tournant, halte, poste de bloc.

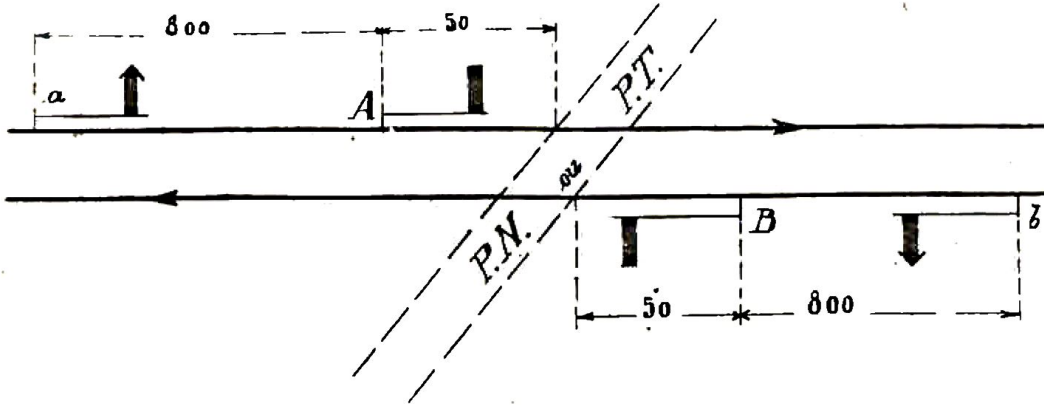


Fig. 17.

2° Cas de deux postes rapprochés.

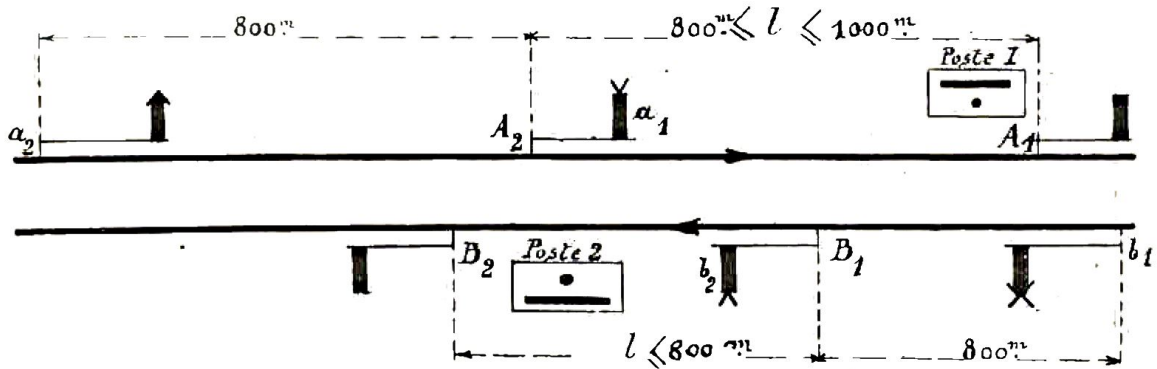


Fig. 18.

3° Cas d'une bifurcation.

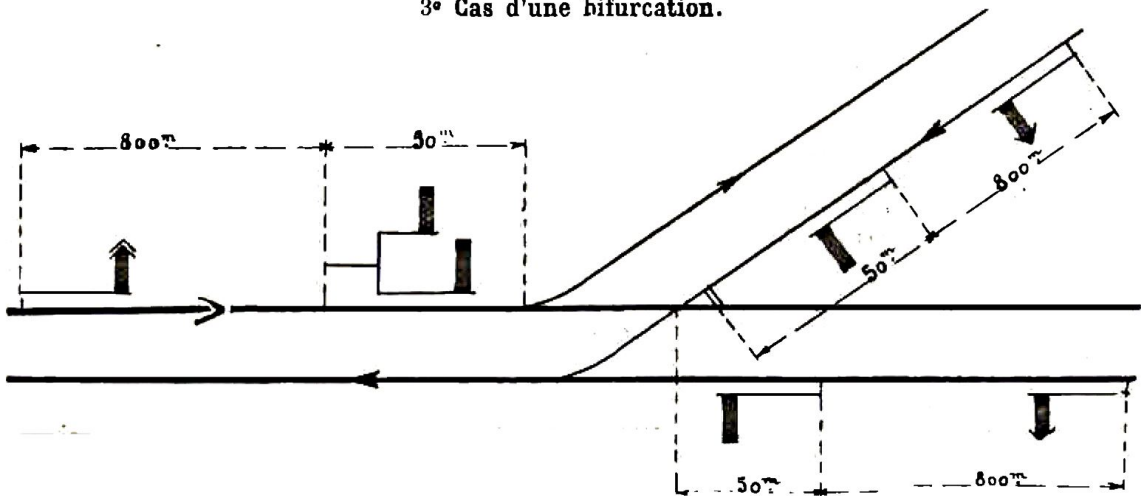


Fig. 19.

4° Cas de deux bifurcations se suivant à moins de 1 000 m.

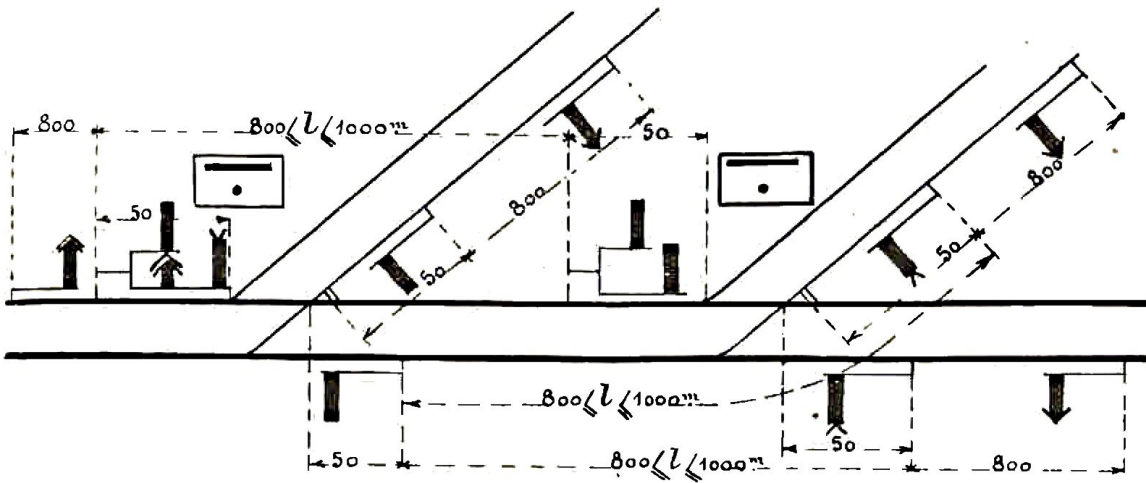


Fig. 20.

5° Cas de deux bifurcations se suivant à moins de 800 m.

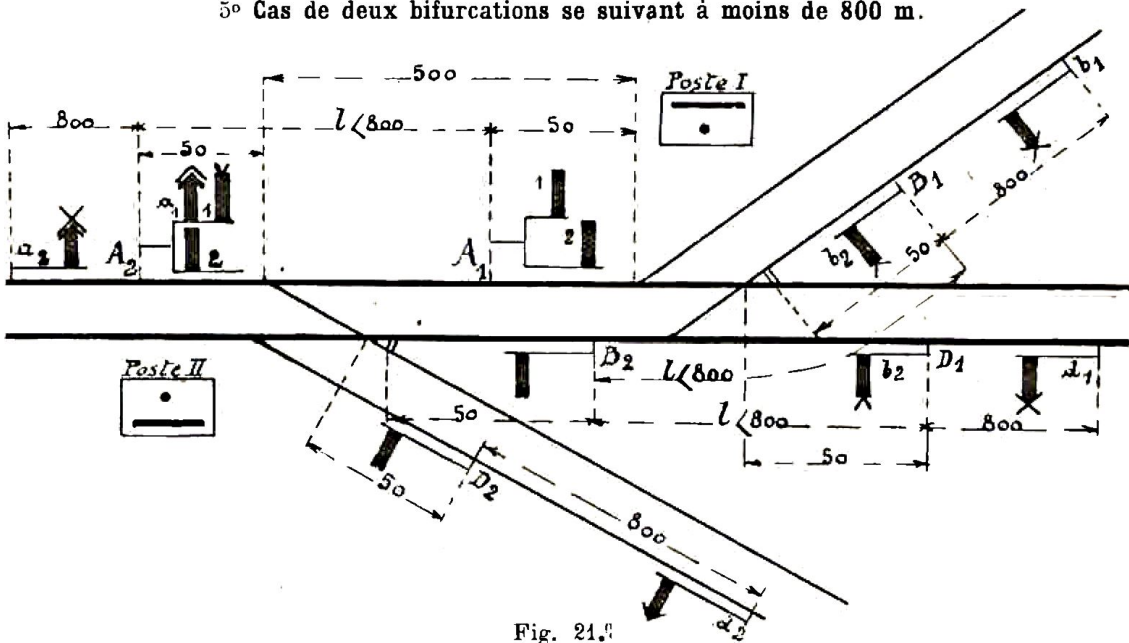


Fig. 21.

§ 2. — Signalisation des stations intermédiaires

1° Stations ne servant pas au garage des trains.

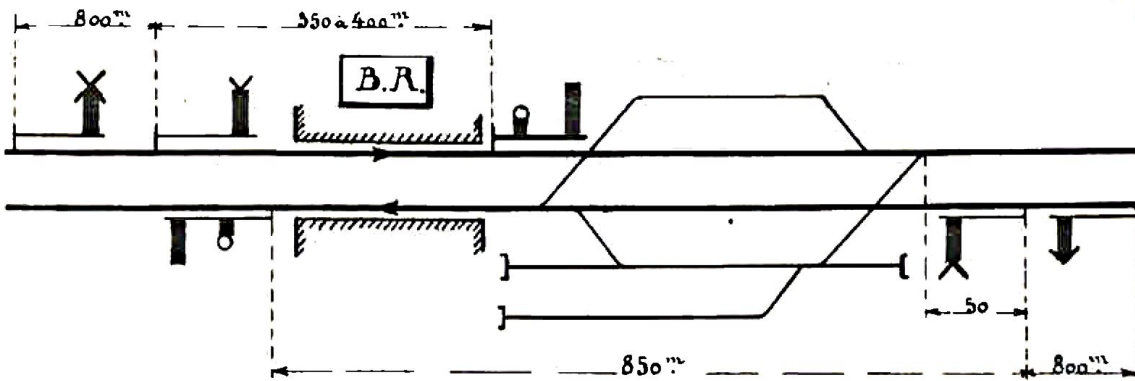


Fig. 22.

2° Stations servant au garage des trains.

a) GARAGE PAR REBOUSSEMENT.

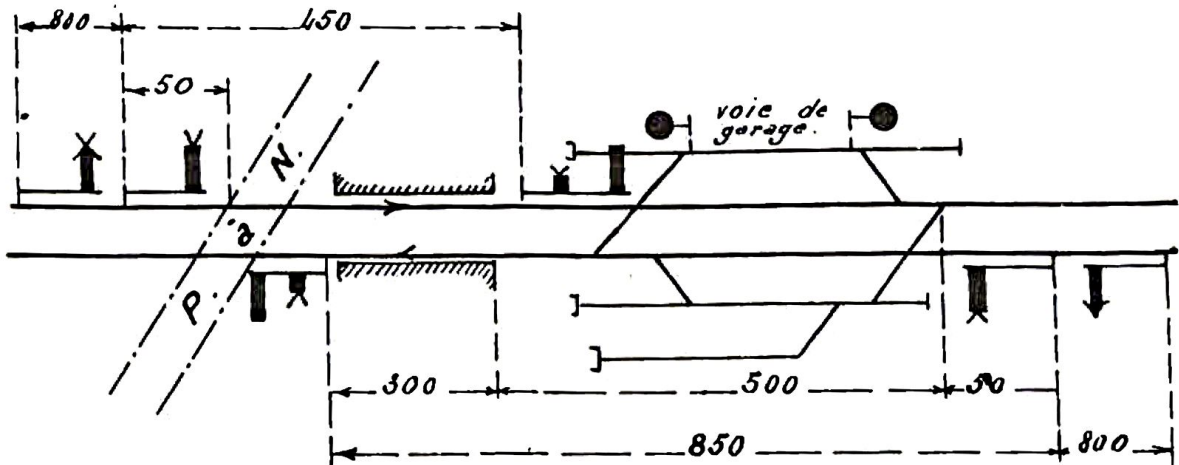


Fig. 23.

b) GARAGE DIRECT DANS UN SEUL SENS DE MARCHÉ.

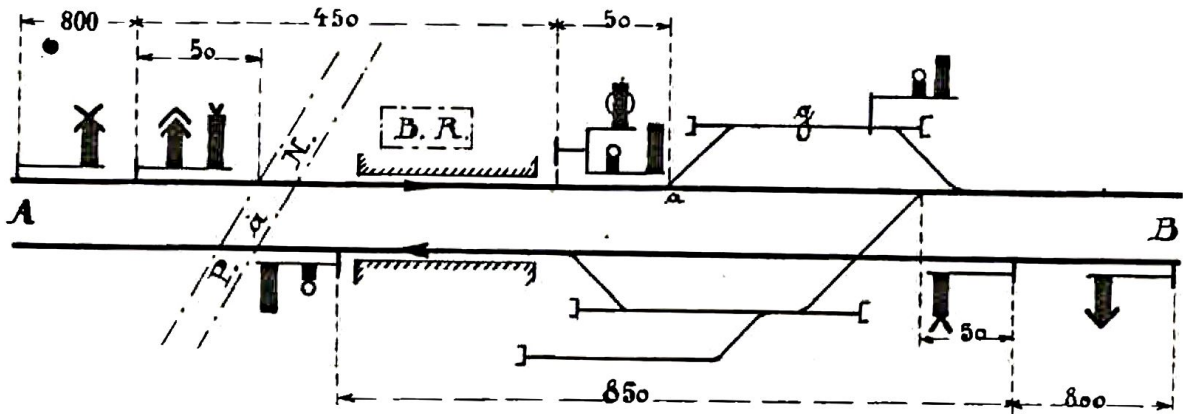


Fig. 24.

c) GARAGE DIRECT DANS LES DEUX SENS DE MARCHÉ SUR DES VOIES DIFFÉRENTES.

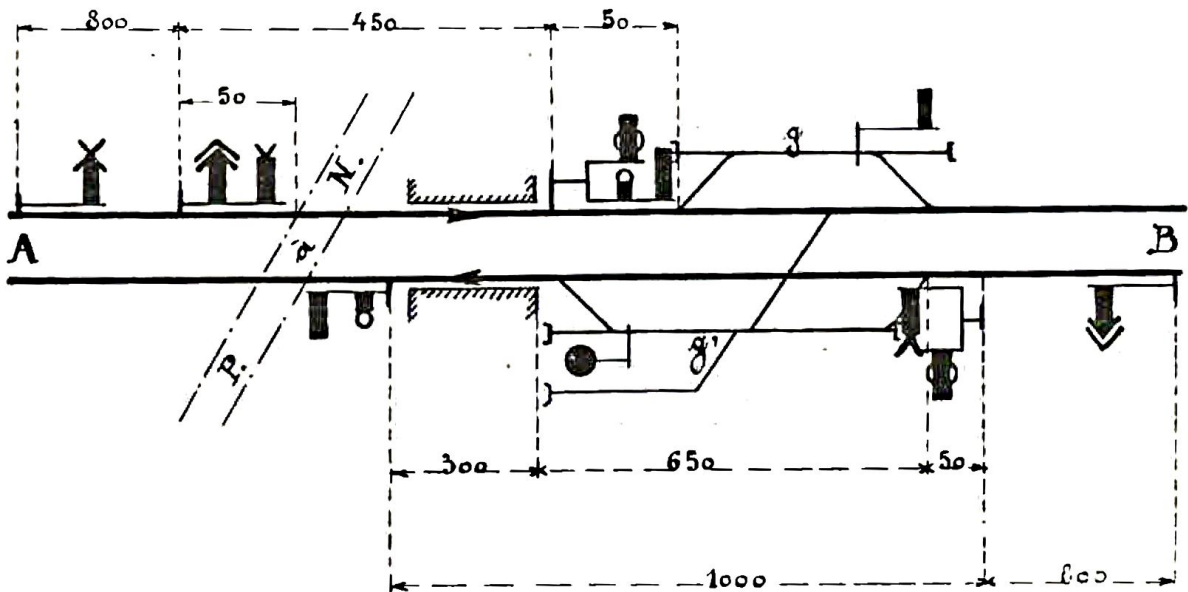


Fig. 25.

§ 3. — Signalisation des gares à voyageurs.

a) GARE DE PASSAGE PEU IMPORTANTE.

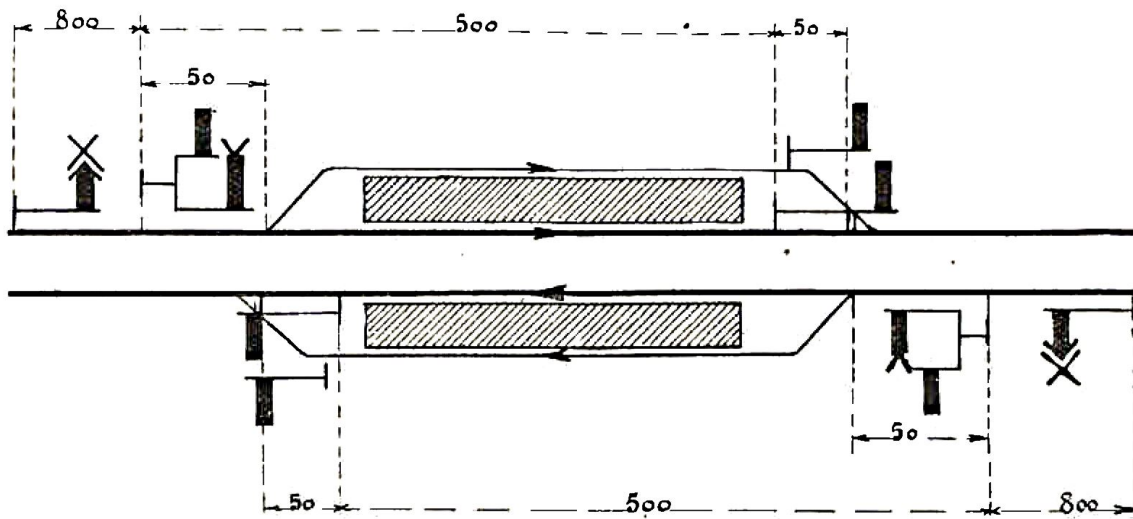


Fig. 26.

b) GRANDE GARE DE PASSAGE.

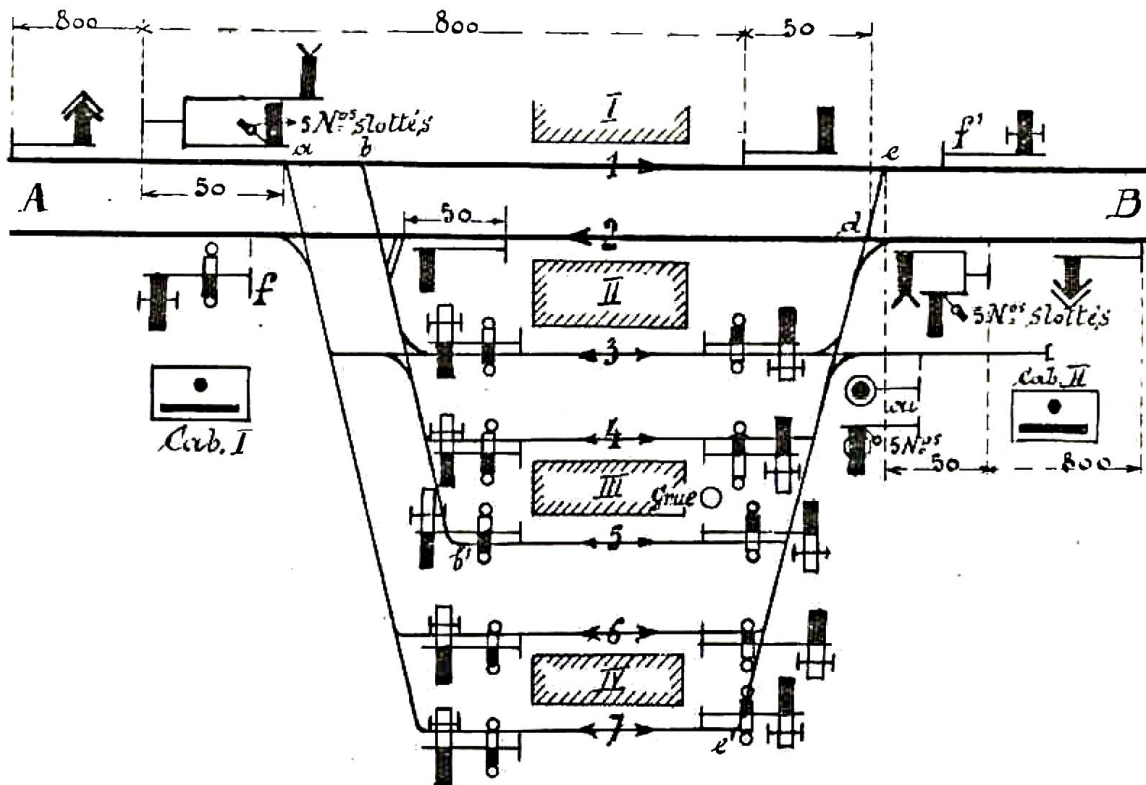


Fig. 27.

c) GRANDE GARE DE BIFURCATION.

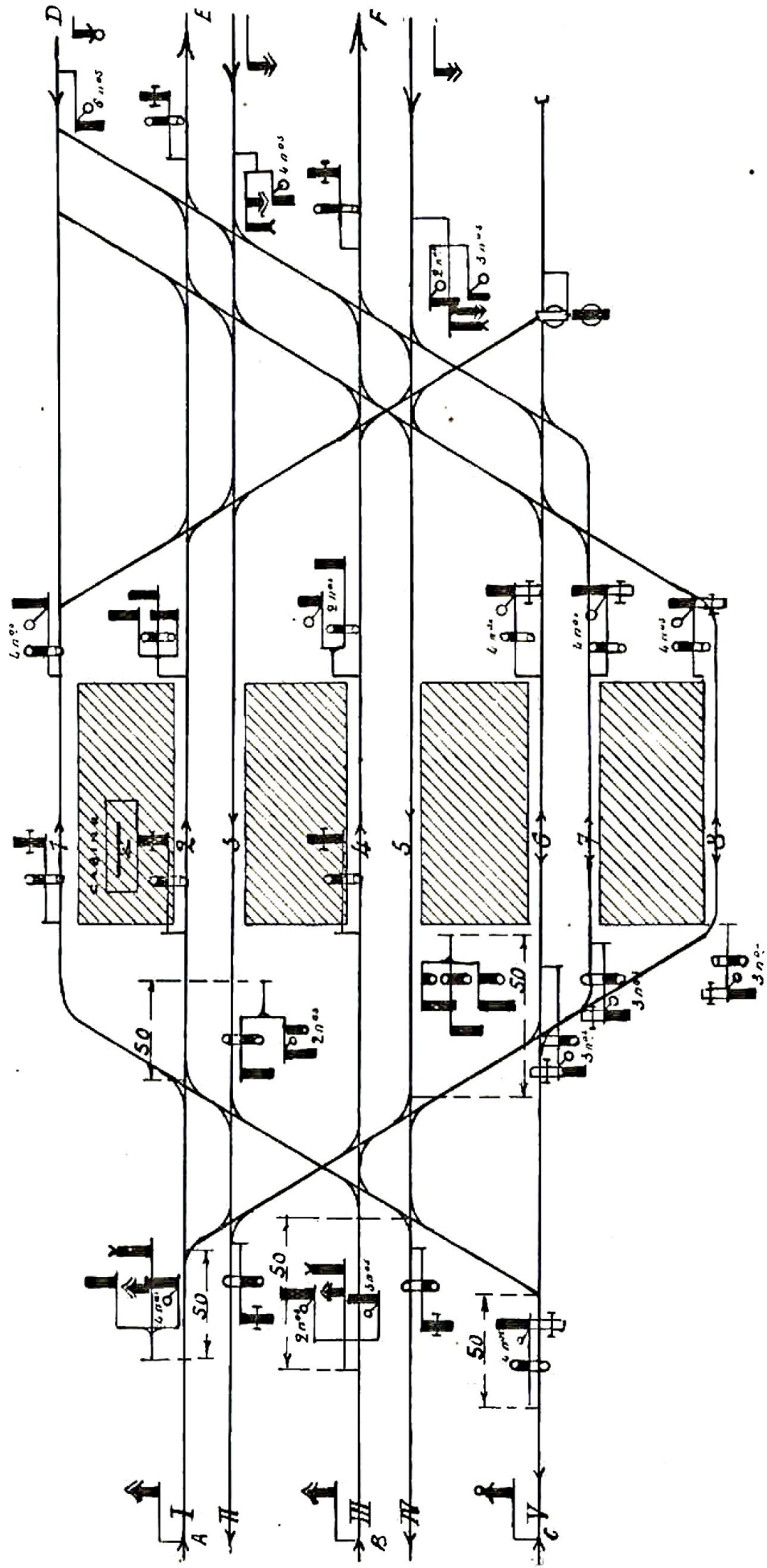


Fig. 28.

d) GARE A REROUSSSEMENT.

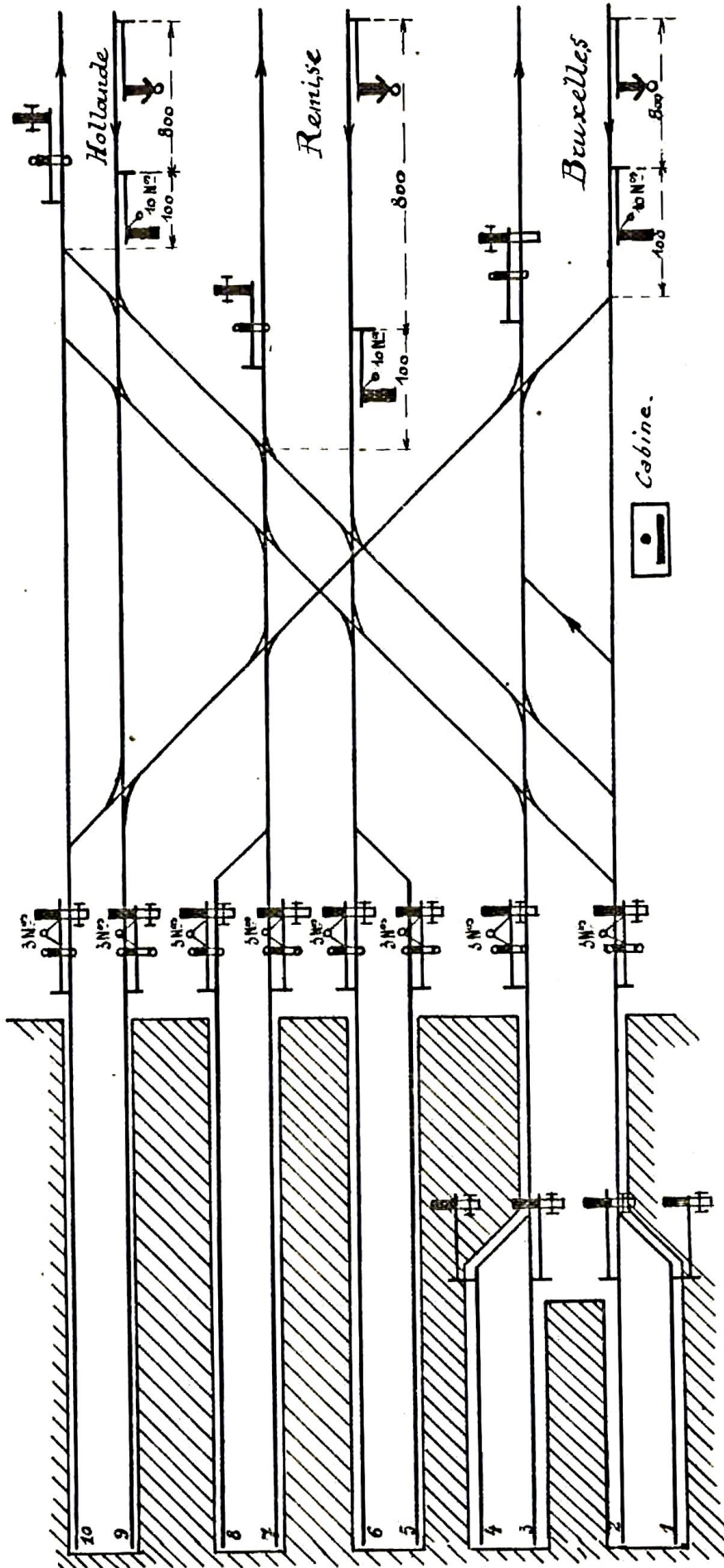


Fig. 29.

CHAPITRE IV.

Les transmissions à double fil pour la manœuvre des signaux.

L'Administration des chemins de fer de l'Etat belge a substitué la manœuvre à double fil des signaux à la manœuvre à simple fil dès 1904.

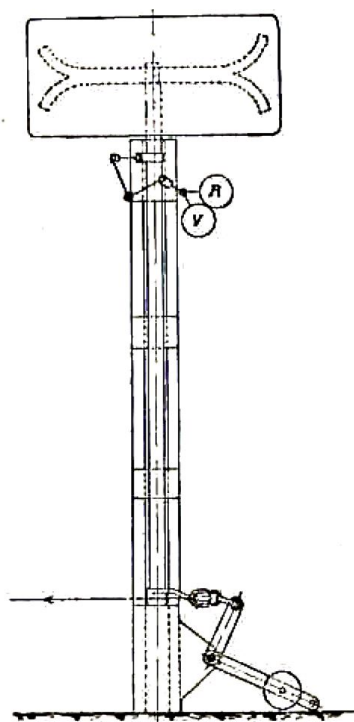


Fig. 30. — Signal à distance manœuvré à simple fil.

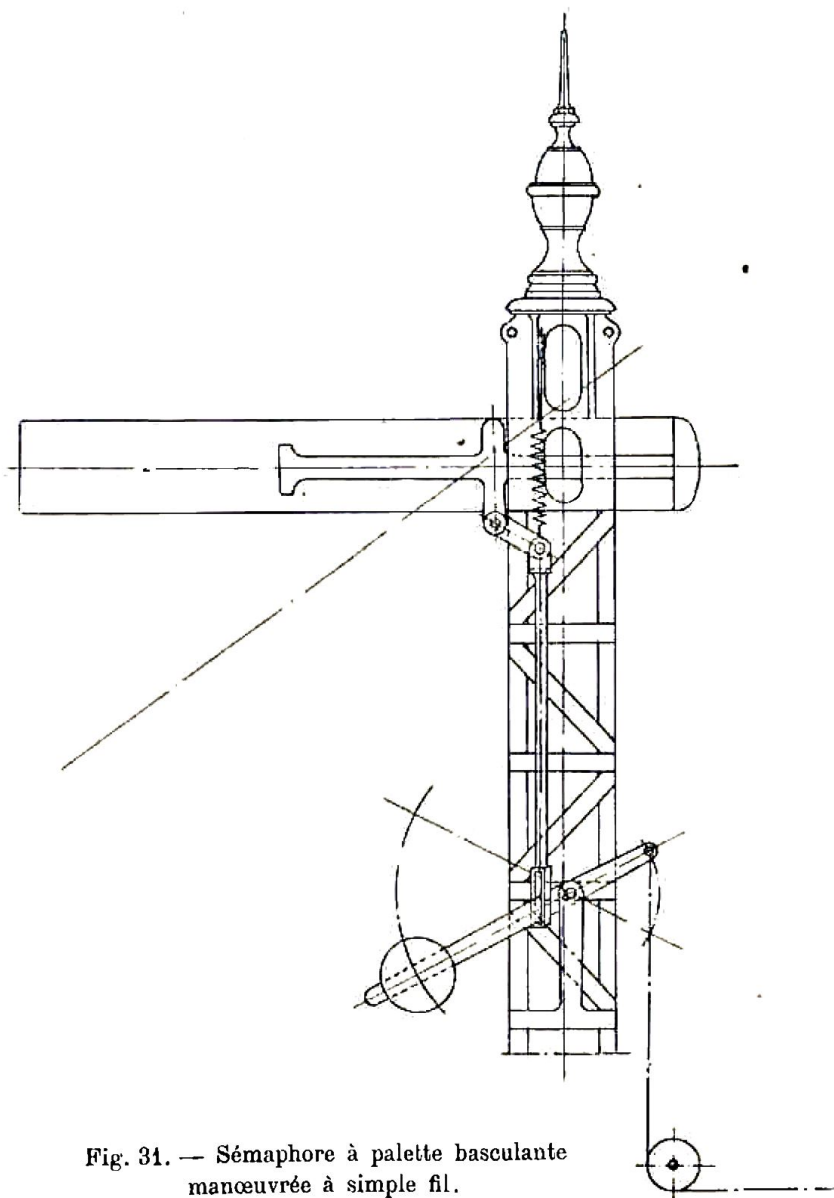


Fig. 31. — Sémaphore à palette basculante manœuvrée à simple fil.

L'avantage de la double transmission réside surtout dans le fait qu'elle assure, avec plus d'efficacité que la transmission à simple fil, la concordance entre la posi-

tion du signal et celle du levier de manœuvre; ce dernier commande, en effet, grâce au fil de retour, la remise à l'arrêt de la palette, comme il provoque sa mise au passage par le fil de traction.

Inconvénients des transmissions à simple fil. — Dans les transmissions à simple fil, le levier de manœuvre ne commande directement que la mise au passage du signal; la remise à l'arrêt de ce dernier est subordonnée soit à l'action d'un contrepoids, comme dans le cas des disques d'arrêt, des signaux à distance (fig. 30) et des sémaphores ordinaires à palettes s'inclinant à 45° vers le bas pour la mise au passage (fig. 31), soit à l'action de la pesanteur de la palette, comme dans le cas des sémaphores à palettes levantes (fig. 32).

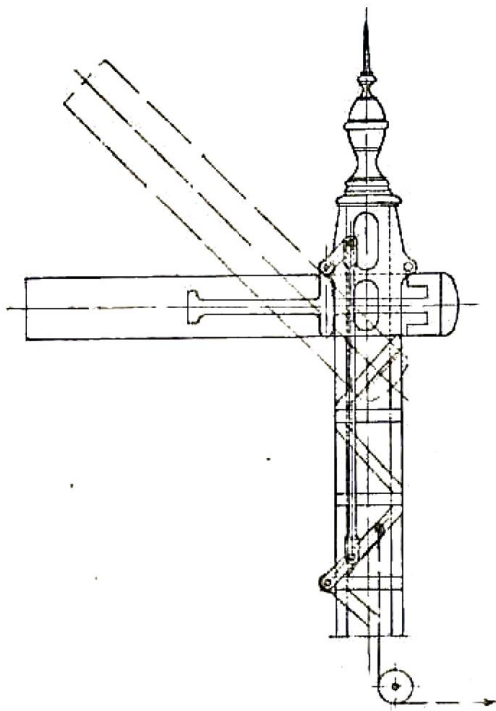


Fig. 32. — Sémaphore à palette levante manœuvrée à simple fil.

Cette action du contrepoids ou de la palette doit vaincre les résistances de frotte-

ment de la transmission au moment où celle-ci est ramenée dans sa situation primitive, lors de la remise du levier de manœuvre en position normale. Par suite de circonstances atmosphériques telles que grand vent, chutes de neige ou formation de givre, ces résistances sont considérablement accrues, et l'on a souvent constaté que des signaux restés au passage pendant un temps assez long, ne revenaient pas dans la position d'arrêt, après la manœuvre du levier; cela résultait simplement de ce que l'action du contrepoids ou de la palette ne parvenait plus à vaincre les résistances de frottement de la transmission.

Un signal manœuvré à simple fil peut également rester intempestivement au passage par suite de l'accrochage du fil par un obstacle quelconque (par exemple, rails ou pièces de bois jetés par mégarde sur la transmission) ou bien encore par suite de la congélation après une mise au passage de longue durée, d'un mélange de cambouis, d'eau ou de neige aux articulations du signal lui-même.

Enfin, la transmission à simple fil permet la manœuvre frauduleuse du signal; on peut mettre le signal au passage, à l'insu du signaleur, en tirant sur le fil en un point quelconque de la transmission, bien que le levier de manœuvre soit enclenché dans sa position d'arrêt.

Transmissions à double fil. — Les transmissions à double fil remédient à ces inconvénients; elles comportent l'emploi, sur le signal même, soit d'une poulie (par exemple la poulie vulgairement appelée « escargot » des sémaphores allemands), soit d'un balancier.

Balancier ordinaire. — Il est à remarquer cependant, que si l'on se bornait à employer un simple balancier comme l'indique le schéma de la figure 33, les inconvénients de la transmission à simple fil

pourraient se reproduire en cas de rupture du fil de retour.

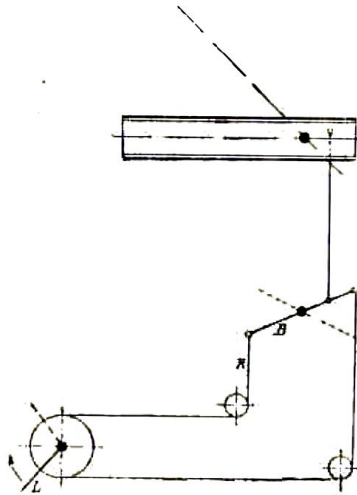


Fig. 33.

La rupture du fil de traction ne serait pas dangereuse; en supposant, en effet, qu'elle survienne au moment où la palette est à l'arrêt, la mise au passage de la palette par le levier de manœuvre serait rendue matériellement impossible; si la rupture se produisait, au contraire, quand la palette est au passage, le fil de retour la ramènerait à l'arrêt au moment de la remise en position normale du levier de manœuvre.

Les conséquences de la rupture du fil de retour sont autrement graves, et sont, en fait, les seules que l'on doit envisager; si le fil de retour vient à se rompre au moment où la palette se trouve à l'arrêt, il est toujours possible de la mettre au passage puisque le fil de traction est resté intact; mais au moment de la remise du levier de manœuvre en position normale, le fil de retour ne pouvant plus intervenir, la remise à l'arrêt de la palette est subordonnée à l'action de son propre poids, et cette action, dans la plupart des cas, ne suffit pas à vaincre les résistances passives du fil de traction.

Il a donc fallu prévoir un dispositif

spécial pour obvier aux inconvénients que pourrait produire une rupture du fil de retour.

Le dispositif employé, dans ce but, aux chemins de fer de l'Etat belge est le balancier à déclie.

Balancier à déclie (fig. 34). — Cet organe est conçu de telle façon qu'en cas de rupture du fil de retour, le fil de traction se décroche automatiquement, soit au moment même de la rupture, lorsque celle-ci se produit quand la palette est au passage, soit au moment de la première manœuvre du levier, si la rupture se produit quand la palette est à l'arrêt. Le fil de traction se décrochant au moment où la palette est levée, celle-ci, obéissant à l'action de la pesanteur et soustraite à celle du fil de traction, se remettra immédiatement à l'arrêt.

Le balancier à déclie D repose sur la douille de la manivelle M; il est conjugué en F, au moyen d'un axe, d'une part à la manivelle M qui pivote autour d'un axe O, et d'autre part, à l'étrier E, de la bielle actionnant la palette.

Le fil de retour R est fixé à l'œillet B, tandis que le fil de traction T est simplement accroché à l'appendice C du balancier à déclie au moyen d'un maillon de chaîne.

Le balancier à déclie n'a donc qu'un seul point de fixation: l'axe F; en position normale (palette à l'arrêt), il vient en contact avec une butée G formée par le support même du balancier; lorsque la palette est au passage et que le balancier est renversé, il vient en contact avec une seconde butée G' du même support. Les deux butées G et G' servent donc à limiter la course du balancier.

Pendant la manœuvre, le balancier à déclie ne doit pas se soulever de son siège; pour obtenir ce résultat au moment du réglage des transmissions, on donne généralement au fil de retour une tension

un peu plus élevée que celle du fil de traction.

Cette légère surtension a également pour effet de s'opposer aux décrochements intempestifs du fil de traction au cours d'une manœuvre; comme nous le verrons plus loin, ces décrochements résultent toujours d'un réglage défectueux des transmissions.

Fonctionnement du balancier à dé clic en cas de rupture du fil de retour. — Si la rupture du fil se produit au moment où la palette est mise au passage, la tension du fil de retour étant théoriquement nulle, et le fil de traction se trouvant au contraire, à ce moment, sous la tension de travail, le balancier à dé clic, attiré par ce fil de traction, pivote autour de l'axe F

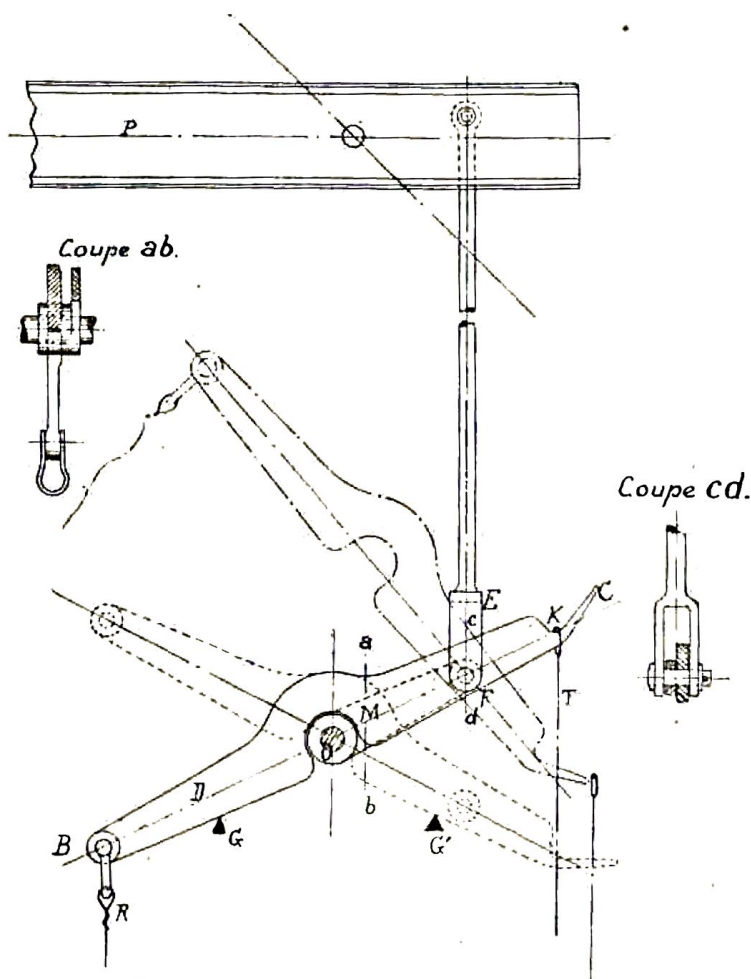


Fig. 34. -- Balancier à dé clic.

et prend la position indiquée en pointillé à la figure 34; dans cette position, l'appendice étant incliné sous l'horizontale, le maillon enfilé sur l'appendice se dégage et tombe, entraînant avec lui le fil

de traction; la palette retombe automatiquement à l'arrêt.

Si la rupture du fil de retour R se produit au moment où la palette est à l'arrêt, il peut se faire que le fil de trac-

tion T ne se décroche pas instantanément; le fait ne présente aucune importance, étant donné que la chute du fil de traction se produira au moment de la première manœuvre ultérieure, de sorte que la palette ne pourra se remettre au passage.

Précautions à prendre pour assurer le bon fonctionnement du balancier à dé clic.

— La pratique démontre que le renversement du balancier à dé clic et le décrochement du fil de traction ne se produisent pas toujours automatiquement, en cas de rupture du fil de retour, si l'on néglige de prendre certaines précautions indispensables.

Lorsque le fil se rompt à proximité du levier de manœuvre, surtout lorsque la transmission est assez longue, toutes les résistances de frottement des poulies de renvoi et des poulies guide-fil, ajoutées au poids du fil de retour, contribuent à retenir le balancier à dé clic sur son support et l'empêchent parfois de basculer.

Il est donc très utile, après avoir procédé au réglage de la transmission d'un nouveau signal, de faire l'essai de la rupture du fil de retour, en provoquant cette rupture à proximité du levier de manœuvre; si le balancier à dé clic ne se renversait pas sous l'action de la tension du fil de traction, ou tout au moins si ce renversement ne se produisait pas à la première manœuvre du levier, on devrait rechercher les causes qui s'opposent au fonctionnement régulier du dé clic. Ces causes sont généralement parmi les suivantes :

1° Résistances exagérées dans le déplacement du fil de retour, dues: a) à la présence d'un trop grand nombre de renvois; b) aux frottements exagérés résultant d'une pose défectueuse et notamment du fait que la trajectoire du fil ne coïncide pas exactement avec l'axe des gorges des poulies de renvoi et des poulies guide-fil; c) au manque de lubrification des poulies et des chaînettes elles-mêmes;

2° Tension initiale insuffisante dans les deux brins; il importe, en effet, qu'en cas de rupture du fil de retour, la tension du fil de traction puisse agir énergiquement sur le dé clic; on peut favoriser cette action en rapprochant le compensateur du signal. Il faut noter, en effet, que le contrepoids du compensateur agit normalement sur les deux brins de la transmission; en cas de rupture du fil de retour l'action du contrepoids se reporte entièrement et brusquement sur le fil de traction et tend, par conséquent, à faire basculer le dé clic;

3° Le renversement du balancier à dé clic autour de l'axe F nécessite évidemment le « rappel » vers le signal du fil de retour rompu, la partie de ce fil restant fixée au dé clic devant décrire un arc de cercle de centre F. Ce déplacement du fil de retour vers le signal se produit avec d'autant plus de violence que la tension initiale est plus élevée; il peut être de 2 à 3 m. et plus au point de rupture.

Il faut évidemment qu'aucun obstacle ne contrarie ni ne s'oppose à ce mouvement de « rappel » du fil de retour vers le signal au moment de la rupture; or, il arrive parfois que ce mouvement est paralysé par le fait qu'un organe quelconque (tel que tendeur, organe de jonction, etc.) placé trop près d'une poulie de renvoi ou d'une poulie guide-fil, vient se coincer entre la gorge de la poulie et le support de cette dernière, empêchant ainsi le renversement du balancier à dé clic;

4° Il faut veiller à ce qu'aucun obstacle ne s'oppose à la rotation du balancier; l'inclinaison de l'appendice, déterminée à la construction au moyen d'un calibre, ne peut être modifiée sous aucun prétexte; le maillon fermé terminant le fil de traction et posé sur l'appendice, doit, de même que ce dernier, être exempt d'aspérités; il doit être suffisamment large, et lors des visites d'entretien du sémaphore il faut s'assurer qu'il ne creuse pas

un logement dans l'appendice, ce qui pourrait l'empêcher de se décrocher, même au cas de renversement normal du balancier.

La figure 34 montre que le balancier *D* et la manivelle *M* sont assemblés entre les joues de la charnière *F* située à l'extrémité de la tringle de manœuvre de la palette; dans ce cas, le renversement du balancier est limité par le fond de la charnière.

Il faut donc que la charnière soit suffisamment profonde pour que le balancier

renversé ait pris une inclinaison suffisante pour permettre le glissement du maillon sur l'appendice.

La bielle de commande de la palette des sémaphores de la nouvelle signalisation est reliée à la manivelle seulement, de sorte que le balancier à dé clic peut basculer complètement. Les figures 35 et 36 représentent respectivement une palette sémaphorique de l'ancien type et un signal à distance manœuvrés à double fil au moyen d'un balancier à dé clic.

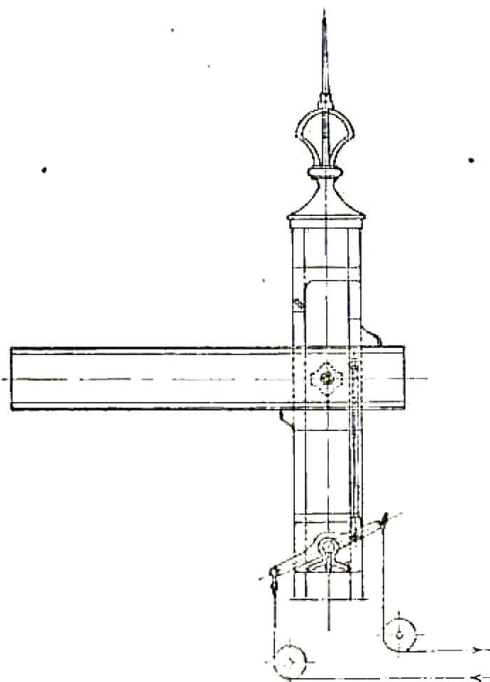


Fig. 35.

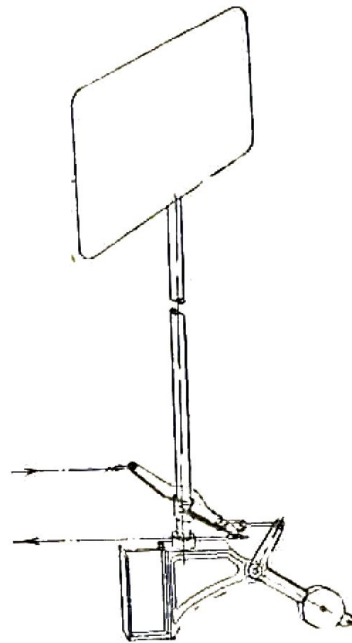


Fig. 36.

Fils d'acier. — L'Administration des chemins de fer de l'Etat belge utilise du fil d'acier fondu de 4 mm. 19 de diamètre pour les transmissions des signaux et de 5 mm. de diamètre pour les transmissions des aiguillages et des verrous de ces aiguillages.

Aux termes des cahiers des charges actuellement en vigueur, ces fils d'acier doivent satisfaire aux conditions suivantes :

A. — L'acier doit prendre une trempe ferme après chaude au rouge cerise.

B. — La résistance par millimètre carré de section doit être au moins de 100 kgr. à la rupture, avec un allongement maximum de 5 %, mesuré sur 200 mm. de longueur primitive entre repères.

C. — Le nombre de rabattements successifs à droite et à gauche que les fils d'acier peuvent devoir subir sans se rompre, sur les mâchoires d'un étau muni

de lèvres à congé de 10 mm. de rayon, doit être au moins de dix rabattements pour les fils de 4 mm. 19, et au moins de huit rabattements pour les fils de 5 mm. Le fil étant fixé verticalement dans l'étau, le premier rabattement consiste à plier le fil à 90° à gauche; le second rabattement à plier le fil à 180° de façon à l'amener dans la position 90° à droite; le troisième rabattement ramène le fil dans la position 90° à gauche et ainsi de suite.

Le fil doit pouvoir être contourné en une spirale d'au moins dix spires, sans jour latéral ni central, sur un cylindre d'un diamètre égal à sa jauge, donc sur lui-même, sans subir de gerçures, criques ou dessoudures ni dans la couche galvanisante, ni dans l'acier lui-même.

Le fil doit, en outre, permettre la confection d'un crochet à branches parallèles qui conserve, après pliage, les formes et dimensions indiquées à la figure 37; ce pliage doit être effectué sans chauffage préalable au moyen d'un outil à plier les fils en usage à l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge.

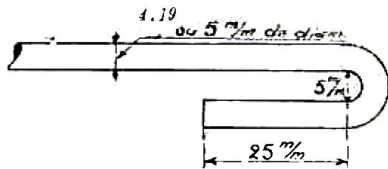


Fig. 37.

Ce pliage ne peut occasionner de gerçures, criques, fissures ou dessoudures, ni dans la couche galvanisante ni dans l'acier lui-même.

D. — La surface galvanisée en zinc pur ne peut présenter ni taches, ni gerçures, ni gouttelettes. Le fil doit pouvoir supporter, sans que le métal soit mis à nu et sans rougir, même partiellement, quatre immersions d'une minute chacune dans une dissolution d'une partie de sulfate de cuivre pour cinq parties d'eau.

Avant les immersions, le fil aura été enroulé sur un cylindre d'un diamètre de 4 cm. La couche de zinc ne peut se fendiller, ni se détacher, en aucun point, sous les efforts développés par les opé-

ration des épreuves ci-dessus définies.

E. — Le fil d'acier doit être livré en couronnes de 40 à 50 kgr.; les longueurs d'un seul tenant doivent être aussi grandes que possible.

Les taux de rupture admis correspondent à une charge totale de 1 378 kgr. pour le fil de 4 mm. 19 et à une charge de 1 962 kgr. pour le fil de 5 mm.

Cordelettes. — Au cours des années qui ont précédé la guerre, l'Administration des chemins de fer de l'Etat avait fait un emploi très étendu des cordelettes en fil d'acier fondu galvanisé.

Ces cordelettes, qui ont un diamètre de 6 mm. 9, sont formées de six torons de douze fils et de sept âmes en chanvre.

Les allongements élastiques de la cordelette sont beaucoup plus élevés que ceux du fil d'acier et l'intercalation dans une transmission, de longueurs assez appréciables de cordelettes, provoque des pertes de courses qui sont particulièrement nuisibles dans les transmissions d'aiguillages, où toute perte de course se traduit par un déverrouillage proportionnel de l'aiguille collée, et par le déplacement de l'aiguille non collée.

Mais ces allongements élastiques exagérés ne sont pas le seul inconvénient que présente l'emploi des cordelettes. En fait, l'expérience a démontré, qu'après quelques années d'emploi, la cordelette est détériorée au point qu'elle finit par se rompre; il suffit, d'ailleurs, de la rupture d'un des éléments qui la composent pour compromettre sa résistance. La durée des cordelettes serait de beaucoup prolongée si elles étaient régulièrement graissées par les agents chargés de l'entretien; mais en pratique, il est difficile d'obtenir que des installations disséminées sur tous les points du réseau soient l'objet de soins attentifs et réguliers; en réalité, l'expérience a démontré que dans les transmissions manœuvrées très fréquemment, il

faut prévoir le remplacement des cordelettes après une durée d'utilisation d'environ trois ans.

On voit donc que, malgré les avantages que présente l'emploi de la cordelette, — légèreté, faible raideur, faculté, en raison de son faible diamètre, d'utiliser des poulies de renvoi relativement légères, — il est difficile, en raison de ses graves inconvénients — allongement élastique exagéré, usure rapide — d'en conserver l'usage; en réalité, plusieurs réseaux étrangers qui l'avaient utilisée passagèrement, ont renoncé à l'employer.

Il résulte, notamment, d'observations faites aux chemins de fer de l'Etat saxon dans la période du 1^{er} janvier 1908 au 1^{er} avril 1909, que sur 2 875 aiguillages manœuvrés par fils, 64 ruptures se sont produites dans les câbles, alors qu'aucune rupture ne s'était produite dans les fils; sur 3 688 signaux, on a constaté 3 ruptures de fils et 103 ruptures de câbles.

Il n'a pas, à notre connaissance, été dressé de statistiques semblables aux chemins de fer de l'Etat belge, mais l'emploi qui a été fait des cordelettes a démontré qu'elles constituent un point faible dans les transmissions; aussi a-t-il été décidé de substituer à la cordelette, la chaînette calibrée (voir fig. 38).



Fig. 38.

Chaînette calibrée. — Elle est en fer soudé à la main ou en acier soudé à l'électricité; sa résistance à la rupture ne peut être inférieure à 1 200 kgr.

L'emploi de la cordelette n'avait pas été entièrement généralisé aux chemins de fer de l'Etat belge; on avait continué à utiliser partiellement soit la chaînette, soit une chaîne plus robuste encore, d'une résistance à la rupture de 1 800 kgr. et dont

les dimensions extérieures des maillons étaient de 36 mm. \times 23 mm.

Malgré sa résistance supérieure, on a néanmoins renoncé à l'emploi de la chaîne, en raison de son poids et de ses dimensions qui exigent des poulies de renvoi à grande gorge, par conséquent plus encombrantes et plus lourdes.

Poulies de renvoi. — L'adoption de la chaînette a permis de créer un type unique de poulie de renvoi en fonte de 300 mm. de diamètre représentée figure 39.

Supports verticaux pour poulies de renvoi de 300 mm. — Les supports verticaux pour poulies de renvoi s'emploient sous les cabines pour la sortie des fils reliés aux leviers de manœuvre.

Ils sont de deux types : les supports verticaux à une poulie (fig. 40) utilisés aux installations de manœuvre par tringles et les supports verticaux à quatre poulies (fig. 41) utilisés aux installations de manœuvre à double fil des aiguillages et des signaux.

Les premiers sont percés de deux trous d'axe qui permettent de fixer la poulie à des niveaux différents pour des raisons que l'examen de la figure 42 fait apparaître.

Les supports verticaux à quatre poulies sont utilisés pour le renvoi des doubles transmissions funiculaires descendant de deux leviers voisins (fig. 43).

Ils sont percés de trois trous dont un supérieur, dans l'axe même du support, permet de tenir la poulie et sa transmission à un niveau plus élevé que la seconde poulie et le second fil correspondants, de façon à éviter le frottement des fils l'un contre l'autre; les deux trous inférieurs, percés au même niveau, permettent de faire le renvoi horizontal des fils dans un sens ou dans le sens opposé.

Châssis horizontaux pour poulies de renvoi. — Dans un but de simplification, il n'a pas été créé de châssis à deux pou-

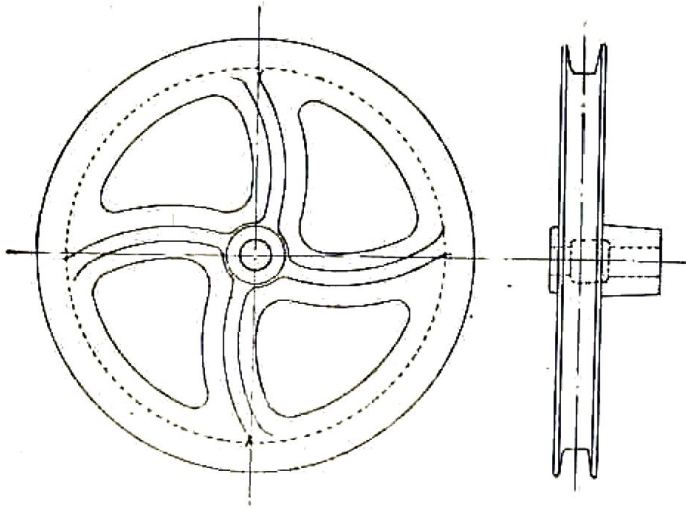


Fig. 39. — Poulie de renvoi de 300 mm. de diamètre pour chaînette.

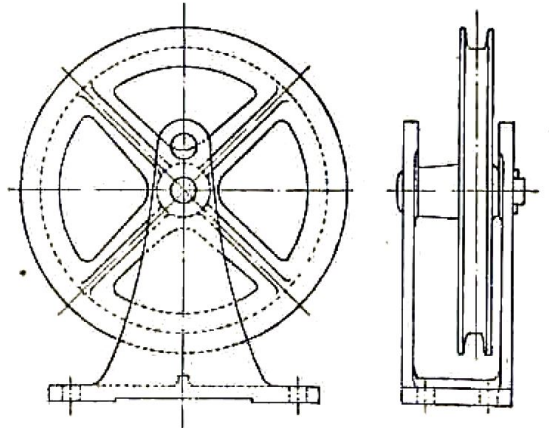


Fig. 40. — Support vertical à une poulie de renvoi de 300 mm.

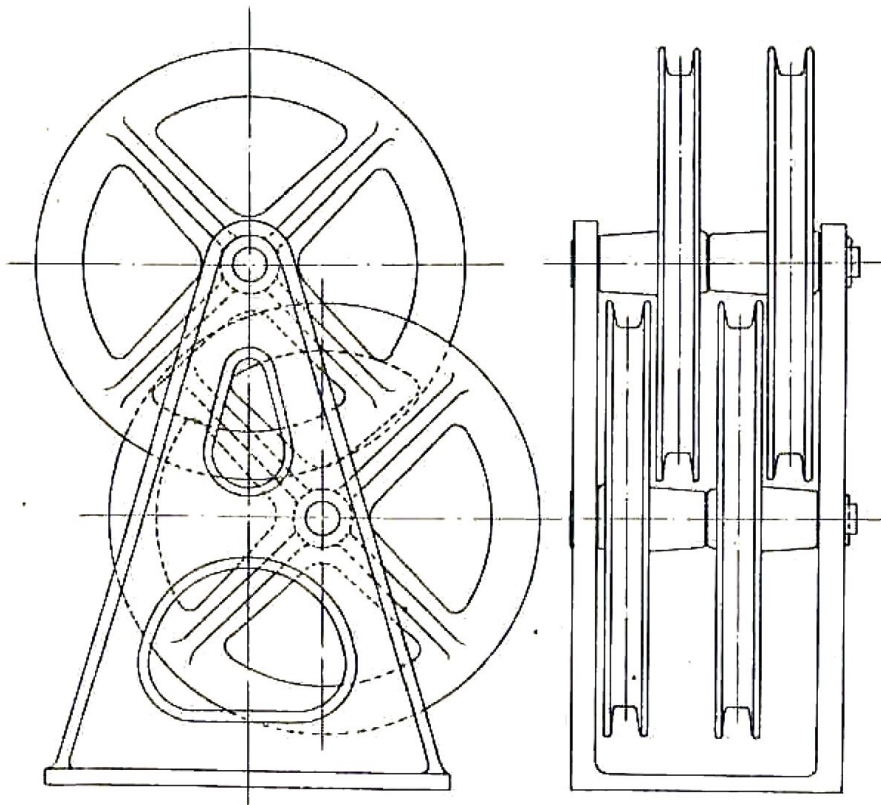


Fig. 41. — Support vertical à quatre poulies de renvoi de 300 mm.

lies de renvoi; le châssis à quatre poulies (fig. 44) sert au renvoi de quatre fils ou de deux fils; dans ce dernier cas on ne

place évidemment que deux poulies dans le châssis. Les châssis à huit poulies à deux étages (fig. 45), de même que des

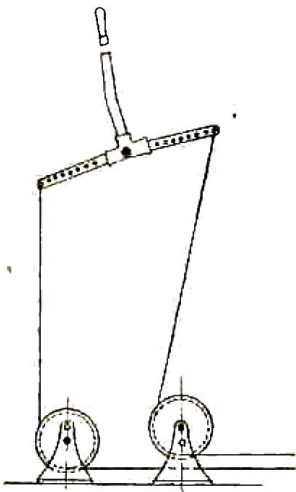


Fig. 42

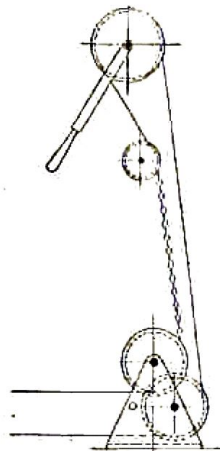


Fig. 43

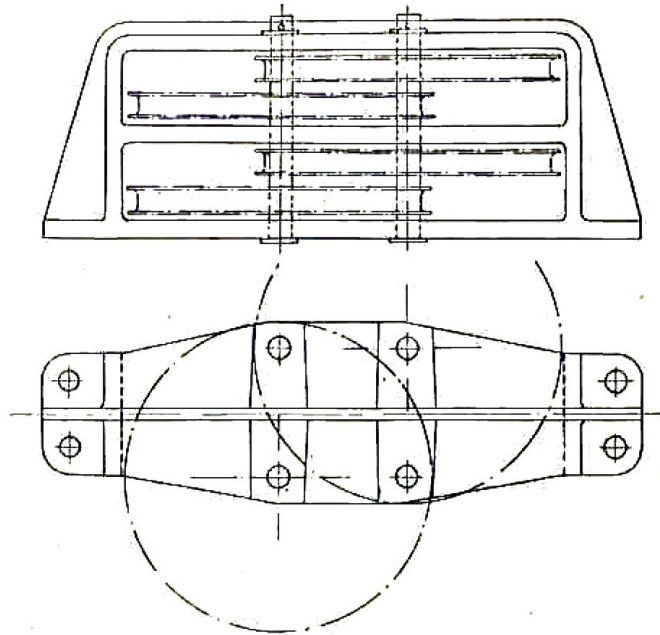


Fig. 44. — Châssis horizontal à deux étages et à quatre poulies de renvoi de 300 mm.

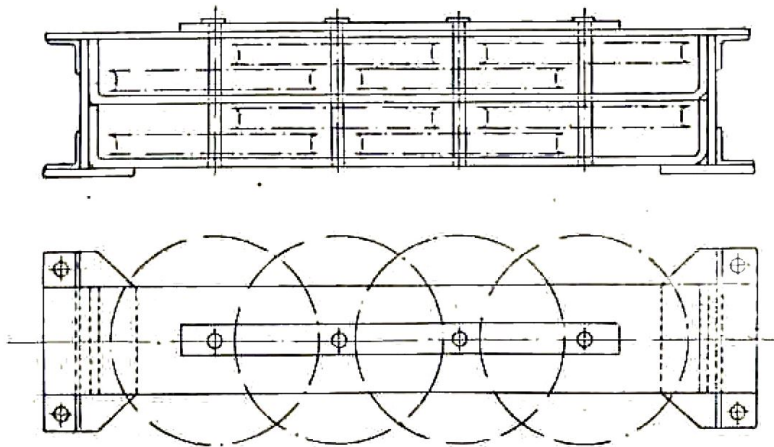


Fig. 45 — Châssis horizontal à deux étages et à huit poulies de renvoi de 300 mm.

châssis à douze poulies à deux étages s'emploient, en raison de leur faible hauteur, pour le renvoi de transmissions

devant passer sous les voies, tandis que les châssis à huit poulies à quatre étages (fig. 46) de même que ceux à douze pou-

lies à quatre étages, se placent à la sortie même des cabines, là où les faisceaux de fils étant particulièrement denses, peuvent être étagés en hauteur sans inconvénients.

Les châssis horizontaux sont fixés au moyen de boulons à des chevalets en bois servant de fondation. Ces chevalets sont confectionnés au moyen de pièces de bois de 0 m. 30 × 0 m. 15 d'équarrissage provenant d'appareils spéciaux de la voie

et ayant été mises hors d'usage. Ces pièces de bois sont assemblées de façon à présenter une base de dimensions assez considérables (environ 1 m² pour les châssis les plus simples). Le chevalet ainsi confectionné est placé dans le sol et énergiquement « bourré » au moyen d'un mélange de terres et de vieux ballast, de façon que le châssis conserve une stabilité parfaite, même sous les efforts de traction les plus grands.

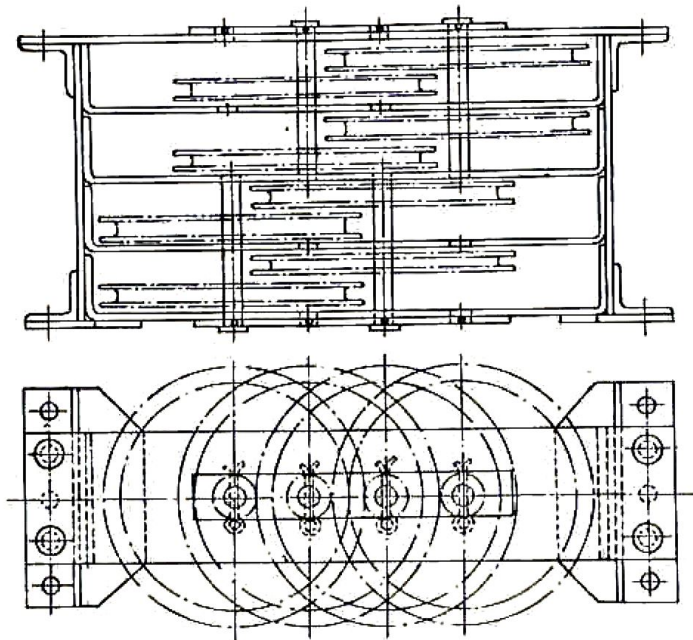


Fig. 46. — Châssis horizontal à quatre étages et à huit poulies de renvoi de 300 mm.

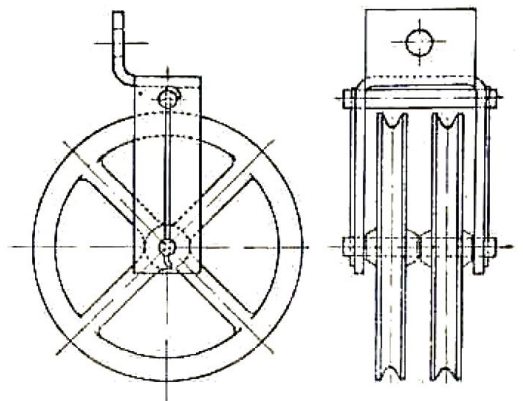


Fig. 47. — Poulie guide-fil.

Poulies guide-fil (fig. 47). — L'Administration des chemins de fer de l'Etat belge utilise des poulies guide-fil en fonte malléable de 127 mm. de diamètre. Ces poulies sont montées deux par deux sur un axe, porté lui-même par une chape en acier doux estampé. Un second axe traversant la chape à sa partie supérieure, empêche le fil de sortir de la gorge des poulies.

En raison de leur légèreté (elles pèsent

330 gr.) et de leur grand diamètre, les résistances de frottement présentées par ces poulies sont relativement faibles.

La chape est fixée au gousset au moyen d'un boulon; elle peut être fixée dans une position inclinée, dans le cas où la poulie guide-fil doit servir de poulie d'angle, dans les transmissions de tracé courbe.

Dans ce cas, le gousset doit être fixé sur le potelet de telle façon que l'incli-

raison de la chape ait pour effet d'écartier du potelet la partie inférieure de la poulie; s'il en était autrement, l'inclinaison de la monture pourrait avoir pour effet d'amener les poulies en contact avec les potelets, ce qui créerait des frottements inutiles. Dans les transmissions posées en courbe, on règle la tension des fils avant de procéder au serrage de l'écrou du boulon de suspension. Les poulies prennent d'elles-mêmes l'inclinaison convenable sous l'action de la tension de la transmission.

Potelets de support des poulies guide-fil. — On utilisait avant la guerre, soit

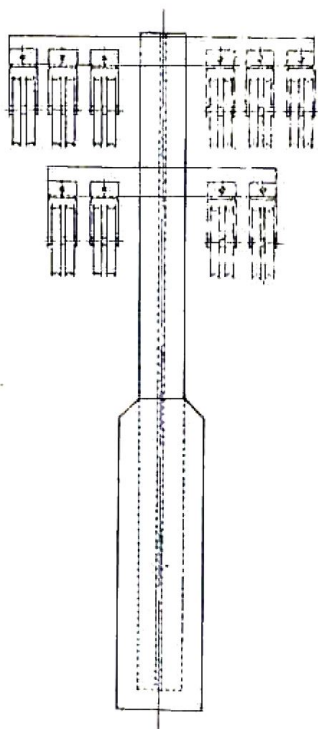


Fig. 48 — Potelet métallique enrobé de béton à sa partie inférieure.

des potelets en bois de chêne de 0 m. 12 × 0 m. 12 d'équarrissage, soit des potelets entièrement métalliques d'un système qui a été décrit dans le *Bulletin du*

Congrès des chemins de fer de septembre 1907.

Après la guerre, le prix élevé des bois de chêne, de même que le coût trop important des potelets métalliques, nous ont amené à proposer l'adoption d'un potelet simple et peu coûteux.

Ainsi que le montre la figure 48, ce potelet est formé d'un fer T dont le pied est noyé dans une masse en béton de section carrée. Cet enrobage de béton, tout en assurant la protection du métal, présente une surface de frottement assez grande pour donner au potelet une stabilité convenable. Les ailes du fer T sont légèrement entaillées à la base, afin d'augmenter la liaison entre le béton et le métal.

Goussets. — Le potelet a été conçu pour utiliser deux types de goussets, à trois trous et à deux trous (fig. 48). Dans un but de standardisation, ces goussets peuvent être fixés au potelet au moyen d'un boulon ayant les mêmes dimensions que celui servant à la fixation de la chape des poulies guide-fils. Ces goussets peuvent s'appliquer l'un sur l'autre sur le potelet de façon à supporter les poulies de part et d'autre de celui-ci. Un potelet portant quatre goussets à trois trous peut donc supporter un maximum de vingt-quatre poulies guide-fil.

Organes de raccord. — L'étude et la construction des raccords des fils entre eux et des raccords des fils aux chaînes et aux cordelettes ont toujours fait l'objet des soins les plus attentifs de la part des compagnies de chemins de fer. On n'ignore pas, en effet, le danger des ruptures de transmissions, et l'on sait que ces ruptures peuvent avoir pour conséquence soit de laisser un signal indûment au passage, soit de placer un aiguillage dans une position qui ne correspond pas à celle de son levier de manœuvre.

Joints soudés. — Pendant l'occupation de notre pays, les Allemands ont introduit sur notre réseau le joint soudé qui est utilisé d'une façon générale sur les chemins de fer allemands et hollandais.

Il consiste, comme on le sait, à rapprocher les deux extrémités des fils, à les souder l'une à l'autre sur une longueur de 100 à 120 mm., à les envelopper ensuite, sur la longueur de la soudure, d'un enroulement de fin fil d'acier, tout l'assemblage étant ensuite vernissé.

Ces ligatures sont très solides lors-

qu'elles sont confectionnées avec soin, et leur résistance à la rupture n'est pas inférieure à celle du fil lui-même; elles ont toutefois le défaut d'être coûteuses; leur confection exige un temps assez long et nécessite un matériel spécial de soudure.

Raccords Vincent. — Jusqu'en ces derniers temps, l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge a utilisé le raccord Vincent avec fausse maille pour réaliser l'assemblage soit de deux fils, soit d'un fil et d'une chaînette (fig. 49).

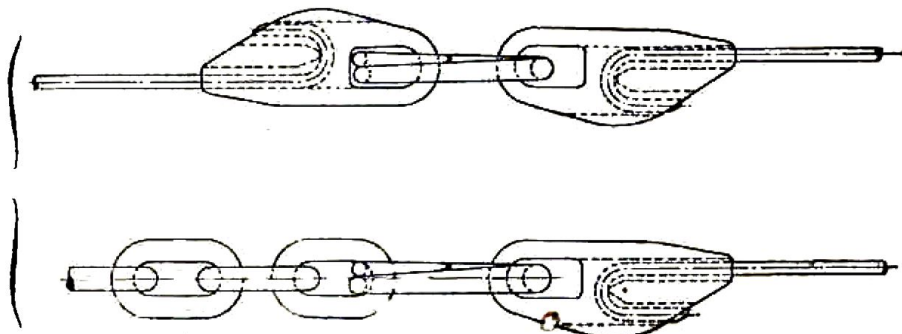


Fig. 49. — Assemblage de deux fils au moyen de deux raccords V et d'une fausse-maille, et assemblage d'un fil et d'une chaînette au moyen d'un raccord V et d'une fausse-maille.

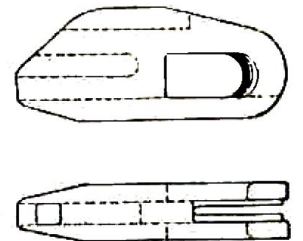


Fig. 50. Raccord Vincent.

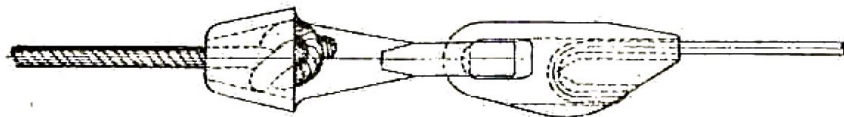


Fig. 51. — Assemblage d'un fil et d'une cordelette au moyen d'un raccord V et d'un crochet W.

Le raccord Vincent (fig. 50) est construit en fonte malléable; le fil étant introduit dans le raccord, est plié au moyen d'un outil spécial, et la boucle ainsi formée vient s'engager dans un évidement à l'intérieur du raccord; celui-ci est muni d'un œillet qui permet l'introduction soit d'une fausse-maille, soit d'un crochet (fig. 51) dans le cas de l'assemblage d'un fil à une cordelette.

La jonction de deux fils exige donc l'emploi de deux raccords reliés entre eux par une fausse-maille; l'assemblage d'un

fil et d'une chaînette nécessite l'emploi d'un seul raccord et d'une fausse-maille; la liaison d'un fil et d'une cordelette se fait au moyen d'un raccord et d'un crochet.

La résistance de la fausse-maille ronde ne dépasse pas 600 kgr. En fait, la fausse-maille constituait un point faible dans nos transmissions puisque la résistance minimum des chaînettes est de 1 200 kgr. et celle du fil d'acier de 4 mm. 19 de 1 378 kgr.

En pratique, on a constaté assez fré-

quement des ruptures de transmissions dues à l'ouverture des fausses-maillles; on a constaté parfois aussi, mais plus rarement, le bris du raccord lui-même survenant au droit d'une des deux ailettes formant l'œillet.

Le problème s'est donc posé de rechercher un raccord plus robuste et dont la résistance à la rupture se rapprochât autant que possible de celles de la chaînette et du fil d'acier.

Dans ce but, l'Administration a substitué en 1922 à la fausse-maille ronde une fausse-maille à section rectangulaire dont la résistance minimum est de 1 000 kgr.; il a, en outre, renforcé les ailettes du raccord Vincent, de façon à augmenter sensiblement la résistance de ce dernier.

Le raccord Minet, adopté en 1922 par l'Administration des chemins de fer de l'État, supprime l'emploi de la fausse-maille, et permet d'exécuter des assemblages d'une résistance très élevée, ayant atteint 1 754 kgr. avec du fil de 5 mm. ⁽¹⁾.

Ce raccord, en fonte malléable, est représenté figure 52. Le bout du fil à relier

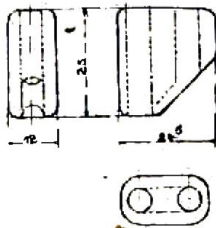


Fig. 52. — Raccord Minet.

à une chaînette, par exemple, est introduit dans le trou le plus long du raccord; le fil est ensuite plié au moyen d'un outil spécial représenté figure 53; la boucle ainsi formée est introduite soit dans le

maillon de la chaînette (fig. 54), soit dans la boucle correspondante d'un autre fil (fig. 55); l'accrochage étant fait, la bague est amenée en place par l'introduction du bout replié dans le second trou; l'extrémité du fil est enfin rabattue au marteau dans une rainure pratiquée sur la partie oblique du raccord.

Ce rabattement se fait au marteau, comme l'indiqué la figure 56, en ayant soin de tenir solidement la boucle au moyen d'une pince spéciale (fig. 57). La boucle étant bien serrée dans la pince, le rabattement se fait aisément en deux ou trois coups de marteau, le raccord étant appuyé sur une pièce métallique quelconque.

La résistance moyenne à la rupture de huit assemblages de fil de 4 mm. 19 à des chaînettes au moyen d'un raccord M a été de 1 121 kgr.; elle a été de 1 282 kgr. pour huit assemblages de fil de 5 mm. à des chaînettes, l'épreuve se terminant presque toujours par la rupture de la chaînette ⁽¹⁾.

La résistance moyenne de quatre assemblages de fils d'acier de 5 mm. à des tendeurs au moyen d'un raccord M a été de 1 480 kgr. ⁽²⁾.

La résistance maximum constatée au cours de cet essai a été de 1 754 kgr. comme il est dit ci-dessus.

La figure 58 représente l'assemblage d'un fil et d'un tendeur (les œillets de ce dernier ayant été modifiés); la figure 59 représente la liaison d'un fil au balancier à déclit au moyen d'un raccord M et d'un maillon fermé; la figure 60 représente l'assemblage d'un fil et d'une cordelette au moyen d'un raccord M, d'un maillon fermé et d'un crochet W et la figure 61 représente la bifurcation d'une transmission obtenue par l'emploi d'un trèfle et de trois raccords M.

⁽¹⁾ Essai d'un fil de 5 mm. raccordé à un tendeur au moyen d'un raccord M. (P. V., n° 1325, du 29 novembre 1922 du service des essais, à Malines).

⁽¹⁾ P. V. d'essais, n°s 160, du 18 février 1922, 313 du 24 mars 1922 et 904 du 17 août 1922.

⁽²⁾ P. V., n° 1325, du 29 novembre 1922.

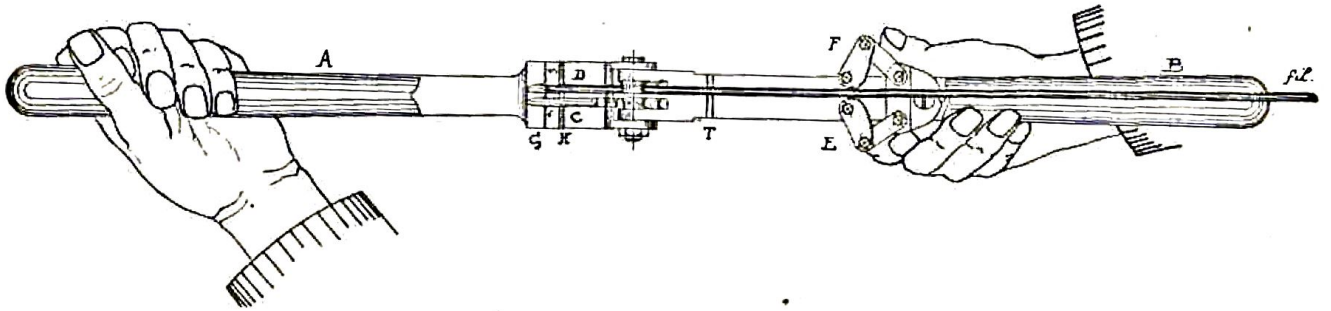


Fig. 53. — Outil pour le pliage des fils d'acier.
(Les branches sont ouvertes; le fil est introduit dans la rainure D pour le pliage).

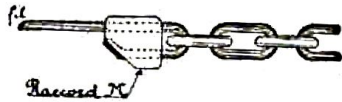


Fig. 54. — Assemblage d'un fil et d'une chaînette
au moyen d'un raccord M.

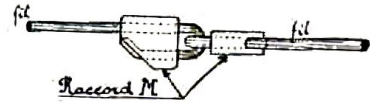


Fig. 55. — Assemblage de deux fils au moyen
de deux raccords M.

Fig. 56. — Rabattement du fil dans la rainure du ra. cord M.

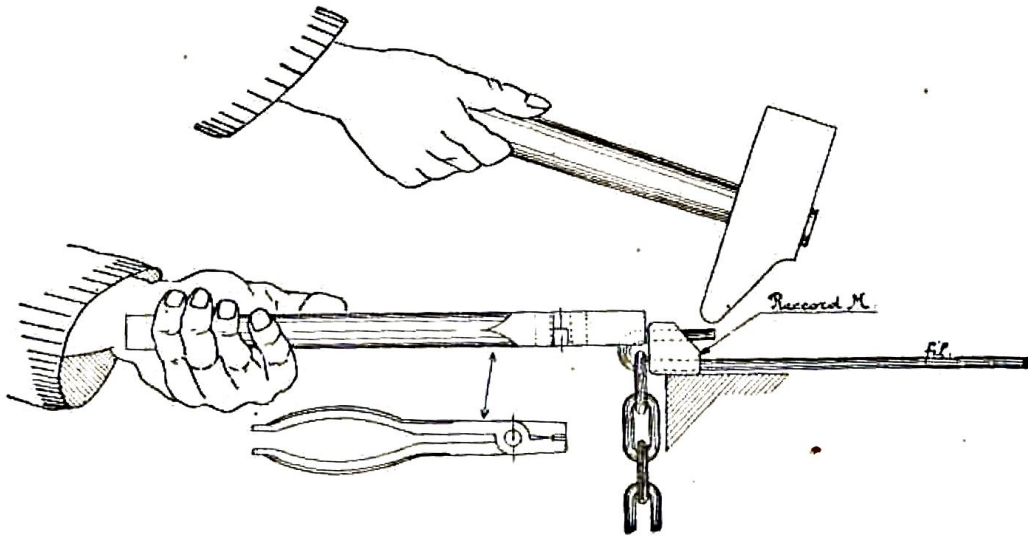


Fig. 57. — Pince servant à tenir la boucle au moment du rabattement.

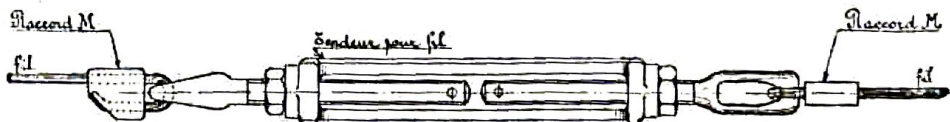


Fig. 58. — Assemblage de deux fils et d'un tendeur à œillets modifiés au moyen de deux raccords M.

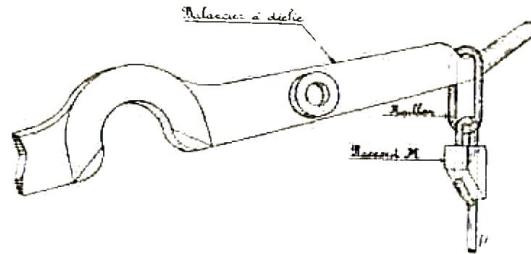


Fig. 59. — Raccord d'un fil au balancier à déclat réalisé au moyen d'un raccord M et d'un maillon fermé.



Fig. 60. — Assemblage d'un fil et d'une cordelette au moyen d'un raccord M, d'un crochet W et d'un maillon fermé.

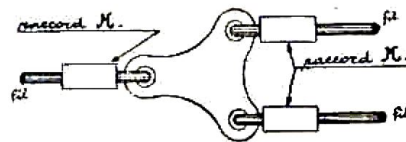


Fig. 61. — Assemblage de trois fils par un tréfle et trois raccords M.

L'emploi du nouveau raccord implique, dira-t-on, le frottement du fil sur le fil ou du fil sur le maillon de la chaînette; en effet, la boucle du raccord n'est, en fait, qu'un *maillon supplémentaire* intercalé dans la chaînette; il est soumis exactement aux mêmes sollicitations et aux mêmes causes d'usure que les autres maillons; si l'on considère que le métal du fil d'acier est d'une résistance et d'une dureté de beaucoup supérieures à celles du métal des maillons de la chaînette, il est absolument certain que l'usure des maillons sera beaucoup plus rapide que celle de la boucle.

Quant à la galvanisation de celle-ci, si même elle vient à disparaître, par suite des frottements, il est à remarquer que sa disparition n'aura pour conséquence que de ramener la boucle du fil d'acier aux mêmes conditions de résistance à l'oxydation que celles des autres maillons de la chaînette où la galvanisation n'existe pas; il suffira donc de lubrifier régulièrement les boucles comme on doit lubrifier les autres maillons de la chaînette.

Outil à plier les fils (fig. 53). — L'extrémité du fil peut être introduite, en passant sous un galet, soit dans la rainure C correspondant au fil de 4 mm. 19, soit, comme le montre la figure, dans la rainure D correspondant au fil de 5 mm. Le repère G indique la limite correspondant à la longueur de la boucle à exécuter.

Le fil étant introduit, le manche A est rabattu sur le manche B en décrivant un angle de 180°; on remarquera qu'avant le pliage, l'ouvrier a accroché le fil au moyen d'un dispositif spécial EF, vulgairement appelé « grenouille » et fixé au manche B; ce dispositif de serrage automatique du fil a pour but d'empêcher ce dernier d'être entraîné au cours du pliage; de cette façon le galet fixé au levier A attaque successivement les différentes sections du fil qu'il recourbe et produit ainsi une boucle de rayon bien régulier; à défaut du dispositif de serrage, le fil serait entraîné au fur et à mesure du pliage, le galet n'attaquerait que la même section de la boucle et celle-ci serait de forme moins régulière.

Compensateurs. — Les compensateurs ont pour but de maintenir une tension constante dans les transmissions funiculaires à l'état de repos, quelles que soient les variations de la température.

Dans les transmissions à double fil on peut employer soit des compensateurs à double contre-poids, conçus de façon que chaque contre-poids agisse séparément sur chaque fil, soit des compensateurs à contre-poids unique agissant simultanément sur les deux fils; c'est ce dernier système qui est utilisé par l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge.

Il est évident qu'un compensateur à contre-poids unique est basé sur un principe qui suppose des dilatations et des contractions égales dans les deux brins de la transmission; il est donc indispensable, non seulement que le brin de traction et le brin de retour aient exactement la même longueur, mais encore qu'ils suivent le même parcours, pour être soumis à des conditions identiques de température ambiante.

La figure 62 représente schématiquement une transmission à double fil munie d'un compensateur à contre-poids unique.

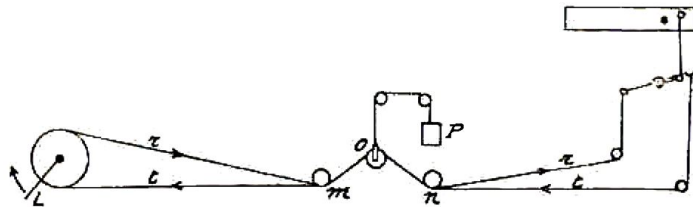


Fig. 62.

En un point de leur parcours, les deux fils (fil *t* de traction et fil *r* de retour) passent sur six poulies de renvoi montées deux à deux sur un même axe; les doubles poulies *m* et *n* sont fixes; la double poulie *o* est mobile; sa chape est supportée par une cordelette à l'extrémité de laquelle est suspendu un contre-poids *P* qui attire la chape vers le haut, ce qui a pour effet de tendre la transmission.

Une transmission étant réglée à une température déterminée, on voit que toute dilatation provoquée par une augmentation de température est compensée par l'action du contre-poids qui descend en attirant à lui les deux fils; toute contraction, causée par un refroidissement de la température, a pour effet de rappeler le contre-poids vers le haut.

Ces seuls éléments ne suffisent pas, cependant, à construire un compensateur de fonctionnement régulier; en effet, lors-

qu'on manœuvre le signal, la surtension créée momentanément dans le fil de traction aurait pour effet de soulever le contre-poids avant la palette, ce qui pourrait empêcher celle-ci de se mettre au passage, ou ce qui provoquerait, tout au moins, une manœuvre incomplète. Il est à remarquer, cependant, que cet inconvénient pourrait disparaître en utilisant un contre-poids suffisamment lourd pour éviter son déplacement sous l'action de la tension de travail du fil de traction; mais un contre-poids semblable créerait dans les deux brins de la transmission des tensions de repos exagérées.

Il faut donc compléter le compensateur par un dispositif dont le but est de supprimer l'action du contre-poids pendant la manœuvre du levier et pendant toute la durée de la mise au passage du signal.

Dans la plupart des compensateurs en usage, ce dispositif est basé sur l'emploi

de la crémaillère; c'est également le système utilisé dans les compensateurs type Etat belge dont nous donnons ci-dessous la description (voir fig. 63).

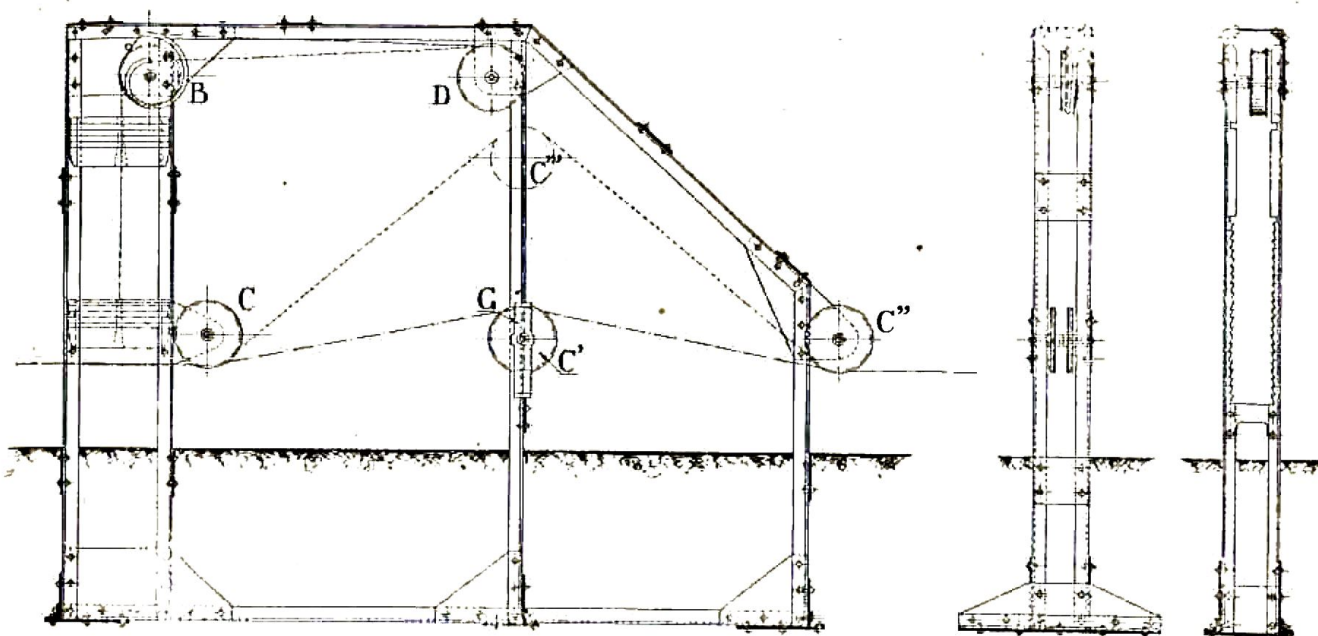


Fig. 63. — Compensateur type État belge.

Les deux fils, venant de la cabine, passent en premier lieu sous deux poulies de renvoi C ayant un axe commun; ils passent ensuite sur la partie supérieure de la gorge de deux poulies de renvoi C' montées sur un même axe, porté par un étrier G; de là les fils se dirigent vers le signal en passant sous deux poulies de renvoi C'' montées également sur un même axe.

Les poulies C et C'' sont fixes; leur axe est fixé au châssis du compensateur; quant aux poulies C' elles sont mobiles; l'étrier qui les supporte peut, en effet, se déplacer verticalement; il est relié au contrepoids par un câble en fils d'acier, passant sur deux poulies d'angle D et B; cette dernière est à gorge hélicoïdale; grâce à cette disposition particulière, l'action du contrepoids varie suivant sa position, et par conséquent, suivant l'angle

formé par deux transmissions à la poulie C'. Il est à noter, en effet, que pour exercer la même tension constante dans les transmissions, l'effort du contrepoids doit varier suivant l'ouverture de cet angle.

Le contrepoids est formé de plaques mobiles en fonte; il peut donc être augmenté ou diminué à volonté suivant la longueur de la transmission, et en tenant compte de ses résistances.

Champ d'action des compensateurs. — Tout compensateur possède un rayon d'action maximum calculé en tenant compte des écarts de température les plus grands qui peuvent se produire sous notre climat.

Les compensateurs du type Etat belge sont construits pour une variation de température allant de -20° à $+35^{\circ}$.

La figure 64 indique schématiquement

les positions extrêmes de l'étrier; en C' par un froid de -20° , et en C'' par une chaleur de $+35^\circ$. Pour un écart de 55° , le compensateur permet un allongement

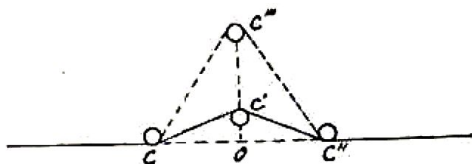


Fig. 64.

des fils égal à la différence entre les longueurs CC'' , C'' et $CC'C''$. Or, cette différence de longueur est connue; elle résulte de la construction même du compensateur, notamment des dimensions CC'' , OC' et de la longueur $C'C''$ qui représente la longueur maximum de course de l'étrier, le long des crémaillères.

Connaissant 1° l'allongement maximum à compenser (résultant de la construction du compensateur); 2° l'écart de température le plus considérable, que nous admettons être de 55° , et 3° le coefficient de dilatation linéaire qui est de 0.000012 pour l'acier, on peut déterminer le champ d'action du compensateur en divisant le premier terme par le produit du deuxième et du troisième.

Hâtons-nous de dire que ce calcul purement théorique ne tient pas compte des tensions initiales, dont l'existence modifie complètement, comme nous le verrons plus loin, les conditions d'allongement et de contraction des transmissions funiculaires.

Réglage du compensateur. — Lors du placement du compensateur, il est nécessaire de déterminer la hauteur de l'étrier supportant les poulies C' , en tenant compte de la température du moment, et des variations qui surviendront ultérieurement.

Le compensateur type Etat belge est construit pour un champ d'action maxi-

imum de 800 m. et pour un écart maximum de température de 55° C.

Sur les crémaillères, le long desquelles se meut l'étrier, sont gravées des échelles de réglage, variant suivant la longueur des transmissions auxquelles les compensateurs sont destinés.

La figure 65 représente deux échelles de réglage, l'une calculée pour une longueur de 800 m. (champ d'action maximum), l'autre pour une longueur de 400 m.

Au moment du réglage, l'agent chargé du travail relève la température au thermomètre et place la partie inférieure de l'étrier en regard du chiffre indiquant le nombre de degrés centigrades qu'il a trouvé.

L'étrier et les crémaillères. — L'étrier G , supportant les poulies mobiles C' , se déplace verticalement entre deux crémaillères; l'ensemble du dispositif a pour but, comme nous l'avons vu, d'immobiliser l'étrier au moment de la manœuvre du signal.

Comme le montre la figure 66, la dentelure de la crémaillère est partiellement engagée dans les encoches de l'étrier. Au fond des encoches de l'embase inférieure, l'étrier est taillé en forme de biseau.

Lorsque l'étrier monte et descend librement (son axe suivant exactement la verticale) aucun accrochage ne se produit, l'arête du biseau se trouvant écartée, de quelques millimètres des arêtes saillantes de la crémaillère.

Si, pour un motif quelconque, l'étrier s'incline dans un sens ou dans l'autre, l'arête du biseau va pénétrer dans la dentelure d'une des deux crémaillères, et la forme de la dentelure s'opposera à la descente de l'étrier. Il pourra continuer à monter, l'étrier pouvant suivre, sans s'accrocher, les plans inclinés successifs de la crémaillère.

L'étrier est suspendu librement à un câble enfilé dans un œillet situé à sa partie supérieure (dans l'axe de l'appareil); étant guidé par les crémaillères

engagées dans ses encoches, il ne peut se déplacer qu'en s'inclinant latéralement dans un plan perpendiculaire à celui des poulies.

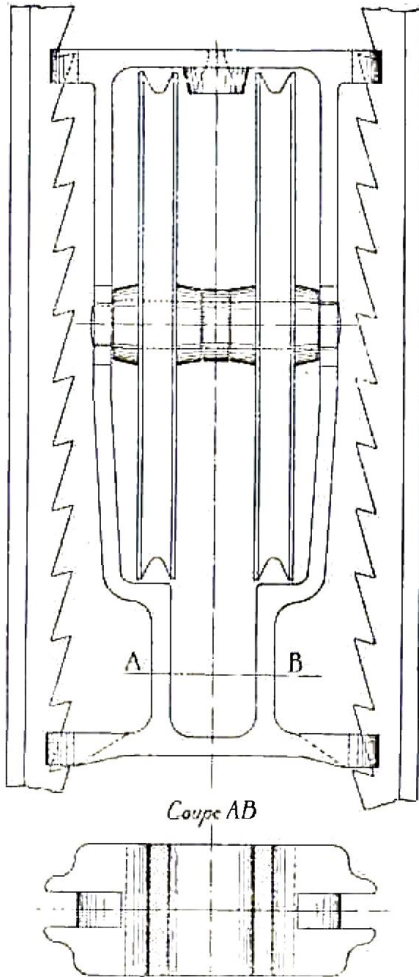


Fig. 66.
L'étrier et les crémaillères
du compensateur type État belge.

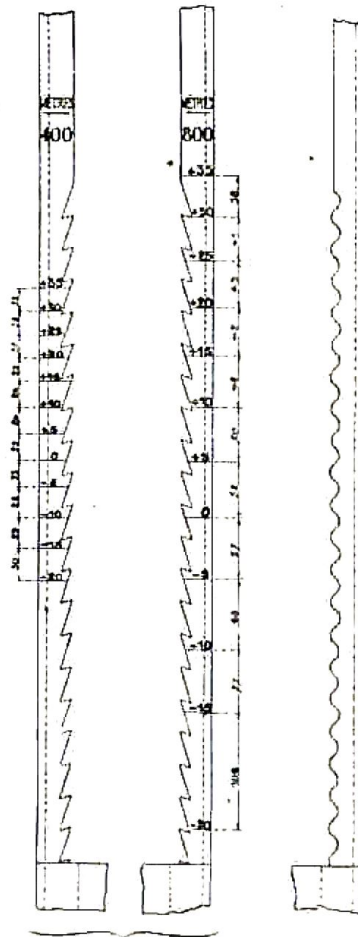


Fig. 65.
Échelles
de réglage.

Fig. 67.
Crémaillère
modifiée.

L'étrier est sollicité par trois forces; la première, celle du contrepoids, agit suivant son axe vertical, de bas en haut; les deux autres sont les résultantes des tensions des deux brins sur les deux poulies; ces résultantes agissent verticalement de haut en bas; elles passent par le centre

des poulies; et comme celles-ci sont symétriques par rapport à l'axe de l'étrier, ce dernier reste en équilibre si ces résultantes sont de même valeur.

On suppose qu'il en est ainsi, lorsque la transmission est au repos; dans ce cas l'étrier peut suivre librement son parcours

vertical, de bas en haut, quand l'action du contrepoids prédomine, et de haut en bas quand, au contraire, les surtensions des fils rappellent le contrepoids.

Au moment de la manœuvre, la forte surtension qui se produit dans le fil de traction rompt l'équilibre, l'étrier se penche (la partie supérieure s'inclinant vers le fil de traction) et le biseau de l'embase inférieure s'accroche dans la crémaillère située du côté du fil de retour. L'étrier ne peut donc plus descendre, et comme il est sollicité à le faire par la surtension du fil de traction, il est immobilisé pendant toute la durée de la mise au passage du signal.

Inconvénients de la crémaillère. — Si, théoriquement, les deux brins de la transmission ont une tension égale à l'état de repos, il n'en est pas exactement ainsi en réalité.

Dans les transmissions à double fil manœuvrant un balancier à dé clic, il existe presque toujours une différence de tension initiale entre les deux brins, le brin de retour étant généralement plus tendu que le brin de traction, pour maintenir le balancier à dé clic contre son siège et empêcher son soulèvement au moment de la manœuvre.

Cette différence de tension entre les deux fils à l'état de repos, bien que peu importante (elle est généralement inférieure à 10 kgr.), suffit cependant pour provoquer l'inclinaison de l'étrier qui s'accroche, dans ce cas, à la crémaillère située du côté du fil de traction.

On constate donc souvent, en pratique, que les étriers sont accrochés à l'état de repos; cet accrochage empêchant l'étrier de descendre mais ne l'empêchant pas de monter, il en résulte que, dans des cas de l'espèce, le compensateur ne fonctionne plus en cas de contraction des fils résultant d'un refroidissement, mais continue

à fonctionner en cas de dilatation, la forme des dents de la crémaillère ne s'opposant pas à la montée de l'étrier.

En résumé, cet inconvénient de l'accrochage à l'état de repos, ne peut avoir pour effet que de créer des surtensions dans les deux brins; comme elles se produisent en même temps dans le fil de traction et dans le fil de retour, elles doivent rester sans effet sur la position de la palette, ce qui est l'essentiel.

Cependant il est souvent survenu, par des froids rigoureux, que ces surtensions provenant de l'accrochage de l'étrier, devenaient telles que la manœuvre du levier en était rendue impossible et qu'il fallait décrocher l'étrier pour remédier à cette situation; dans ce cas l'accrochage de l'étrier s'était produit avec une telle force qu'il fallait souvent employer un levier en fer pour dégager l'étrier de la crémaillère.

Essai d'une modification de la crémaillère. — Nous avons cherché à remédier à cet inconvénient en modifiant la forme de la dentelure de la crémaillère, et l'Administration des chemins de fer de l'État a mis à l'essai des compensateurs dont la crémaillère affecte la forme indiquée à la figure 67.

Nous avons remplacé les dents de la crémaillère par une simple ondulation que nous estimons pouvoir retenir l'étrier pendant la manœuvre, mais non pas lorsque les transmissions sont à l'état de repos.

Les forces qui provoquent l'inclinaison de l'étrier sont bien différentes dans les deux cas : pendant la manœuvre, la différence de tension entre le brin de traction et le brin de retour peut atteindre 100 kgr., alors qu'elle varie entre 5 et 10 kgr. à l'état de repos.

Dans ce dernier cas, même lorsque le biseau de l'étrier est engagé dans la dentelure de la crémaillère, les contractions

qui résultent des refroidissements de température ont une action plus forte que la résistance de frottement causée par l'application de l'étrier sur la crémaillère, sous une différence de tension de 5 à 10 kgr.; dans ces conditions, en raison du nouveau profil de la crémaillère, l'étrier n'est pas empêché de descendre lorsqu'il est sollicité par ces contractions.

Au contraire, lorsque le biseau de l'étrier est appliqué contre la crémaillère au cours de la manœuvre du levier, sous l'action d'une force beaucoup plus considérable, la résistance de frottement de l'étrier sur la crémaillère suffit à immobiliser l'étrier, d'autant plus que les gorges de l'ondulation s'opposent, dans une certaine mesure, à sa descente.

Les compensateurs modifiés, mis en service depuis près de deux ans, ont donné satisfaction; l'accrochage est complètement supprimé à l'état de repos, et le mouvement de l'étrier correspond parfaitement aux variations de la température.

Pour vérifier la sensibilité d'un compensateur, on relève quotidiennement (le matin, à midi et le soir) pendant un mois, par exemple, d'une part, la température du moment et, d'autre part, la situation de l'étrier par rapport à la crémaillère.

Le diagramme des variations de la température et celui des variations de hauteur de l'étrier doivent accuser un parallélisme aussi parfait que possible.

C'est le résultat qui a été obtenu au cours d'observations faites pendant un mois sur le fonctionnement d'un compensateur à crémaillère ondulée.

Au cours de la manœuvre, on a observé parfois que l'étrier fait quelques soubresauts avant de s'accrocher; l'accrochage n'est peut-être pas aussi instantané que dans le cas des crémaillères à dents aiguës, mais à notre connaissance, cette particularité n'a jamais nui au bon fonctionnement de la palette.

Compensateurs petit modèle type allemand (fig. 68). — Pendant l'occupation du pays, les Allemands ont établi dans les transmissions de signaux un grand nombre de petits compensateurs dont la construction, bien que complètement différente de celle du compensateur qui vient d'être décrit est basée cependant sur le même principe. Le service des signaux a modifié la construction de ces compensateurs, en leur donnant une stabilité plus grande et en apportant certaines améliorations à la suspension de l'étrier, de façon à atténuer la trop grande sensibilité de l'appareil et à diminuer la tendance à l'accrochage pour les transmissions à l'état de repos. Ce compensateur modifié est représenté à la figure 68. Sur une axe traversant un fer [] planté verticalement, et servant de support à tout l'appareil, pivote, dans un plan vertical, un levier supportant les quatre poulies de renvoi et le contrepoids; celui-ci peut être déplacé le long du levier, de façon à faire varier l'intensité de son action.

Les deux poulies situées du côté opposé au contrepoids tournent sur un axe qui supporte l'étrier; cet étrier est percé d'une mortaise dans laquelle la crémaillère est engagée. Lorsque les poulies d'avant se soulèvent, par suite de la descente du contrepoids provoquée par la dilatation des fils, l'étrier se relève, sa mortaise glissant le long de la crémaillère. Les côtés de la mortaise ne s'engagent dans la crémaillère que lorsqu'une différence de tension se manifeste dans les deux brins de la transmission. Pour permettre à l'axe supportant l'étrier de s'incliner légèrement, le service des signaux a fait ovaliser les trous percés dans les deux flasques constituant le levier de support.

Le fonctionnement de ces appareils ainsi modifiés est assez satisfaisant; leur effet utile est cependant assez faible, et,

alors que les compensateurs du type Etat belge peuvent avoir un champ d'action de 800 m. de longueur, ceux-ci ne peuvent

avoir d'effet utile que sur des parties de transmission de 400 m. de longueur maximum.

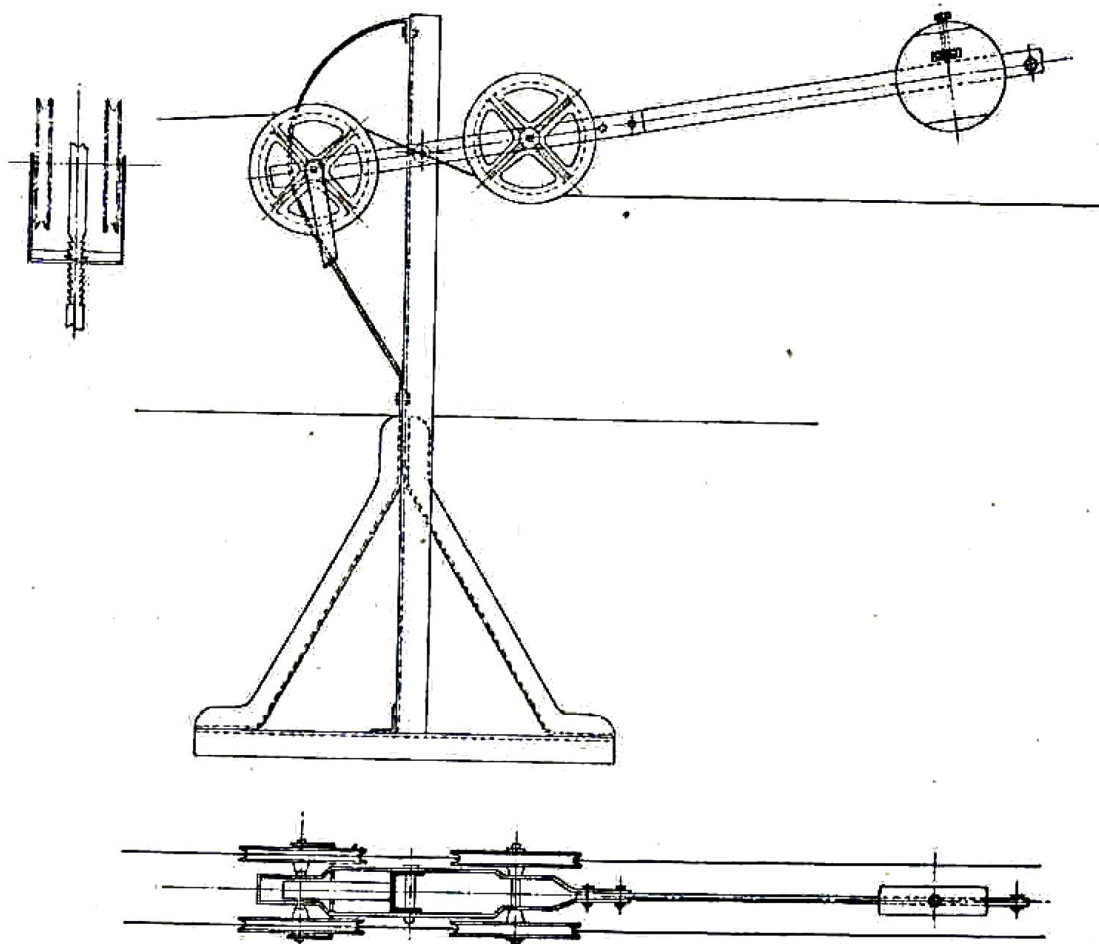


Fig. 68. — Compensateur allemand modifié.

De la nécessité des compensateurs. — En supposant une transmission de 1 000 m. de longueur, réglée par une température de 10° C., si nous considérons que la température peut atteindre +35°, l'allongement sous cet accroissement de température de 25° sera de $1\,000 \times 25 \times 0,000012 = 30$ cm.

Si nous ajoutons à cet allongement (qui devient une perte de course) les pertes de course qui résultent, au moment de la manœuvre, des allongements élastiques et

de la diminution de flèche des fils entre potelets (chainettes), on voit qu'il serait théoriquement impossible de manœuvrer sans compensateur une palette actionnée par une telle transmission, étant donné que la perte de course maximum à tolérer est de 30 cm. (différence entre la course de 50 cm. au levier et celle de 20 cm. au balancier à déclic). Et cependant, on peut parfaitement manœuvrer une palette à 1 000 m. sans compensateur, et

être même obligé de faire une réduction de la course au pied du sémaphore.

On sait que les allongements d'un fil sous tension ne se calculent pas comme nous l'avons fait ci-dessus; les augmentations de température ont pour effet de diminuer les tensions initiales avant de créer des allongements.

Au cours d'essais de la manœuvre d'un aiguillage actionné par une transmission bifilaire de près de 600 m. de longueur, posée sous une tension initiale de 70 kgr., sans compensateur, nous n'avons pas, au cours d'observations journalières, constaté de pertes de course sensibles, malgré les variations de température, celles-ci, ayant simplement pour effet de modifier les tensions initiales.

En Hollande, on n'emploie généralement pas de compensateurs dans les transmissions de signaux de moins de 1 000 m., pas plus que dans les transmissions d'aiguillages d'une longueur atteignant parfois 550 m.; les compensateurs ont été supprimés d'une façon presque générale en Autriche et en Hongrie; dans certaines parties de l'Allemagne, notamment dans le Wurtemberg, les signaux avancés sont parfois manœuvrés sans compensateurs jusqu'à 1 000 m.

On combat les effets de la dilatation en augmentant les tensions initiales et en réglant les transmissions deux fois par an : à l'entrée de l'hiver et au commencement du printemps.

L'Administration des chemins de fer de l'Etat belge est également entrée dans la voie de la suppression des compensateurs dans les transmissions courtes; à titre d'essai, on a supprimé les compensateurs dans certaines transmissions de signaux de moins de 800 m. de longueur et dans certaines transmissions d'aiguillages, de moins de 500 m. de longueur, les aiguillages choisis pour ces essais étant pris

uniquement par le talon par les trains en marche.

Cette suppression des compensateurs n'a pas, jusqu'à présent, présenté d'inconvénients.

Cependant, nous sommes d'avis que pour les signaux à trois positions, dont le réglage des transmissions exige des soins plus minutieux, il est prudent de placer des compensateurs dans les transmissions d'une longueur de plus de 600 m.

Des compensateurs dans les transmissions d'aiguillages. — Nous avons vu l'action du compensateur sur les balanciers à déclivité en cas de bris du fil de retour; l'action du compensateur dans les transmissions d'aiguillage peut être néfaste en cas de bris de fil; en effet, si la rupture se produit dans le fil ayant joué le rôle de fil de traction au cours de la manœuvre précédente, toute la charge du contrepois du compensateur étant reportée brusquement sur l'autre fil, peut faire renverser complètement la poulie de manœuvre et l'aiguillage, ou bien produire un renversement partiel de la poulie de manœuvre et provoquer ainsi un déplacement partiel des pointes d'aiguilles.

Il ne faut pas croire cependant que la suppression du compensateur dans les transmissions d'aiguillages aurait pour effet d'écartier tout danger résultant d'une rupture de fil; en effet, la suppression du compensateur ne peut s'admettre qu'en créant des tensions initiales élevées dans les transmissions; en cas de rupture de fil dans les conditions indiquées ci-dessus, la surtension existant dans le brin resté intact a pour effet de faire tourner la poulie de manœuvre, d'une façon moins accentuée évidemment, que par l'effet du contrepois, mais suffisante néanmoins pour faire déplacer les aiguilles et causer un accident.

Pour éviter tout accident de ce genre

L'Administration des chemins de fer de l'Etat belge prévoit pour tous les aiguillages manœuvrés à double fil et pris en pointe par les trains en marche : 1° la détection électrique des pointes d'aiguilles, à laquelle est subordonnée le renversement du levier d'itinéraire, et par conséquent celui du levier de signal; 2° le verrouillage mécanique de l'aiguillage au moyen d'un verrou circulaire manœuvré par un levier indépendant.

Il est à remarquer, en effet, que la seule détection électrique des pointes d'aiguilles serait inefficace, si la rupture de fil se produisait au moment où le signal de couverture est au passage.

Tendeurs de réglage. — L'Administration des chemins de fer de l'Etat belge utilise pour ses transmissions funiculaires, des tendeurs de réglage représentés à la figure 69.



Fig. 69. — Tendeur de réglage pour transmissions funiculaires.

Ces tendeurs, construits en acier estampé, étaient généralement assemblés aux fils au moyen d'un raccord V et d'une fausse-maille; par suite de la suppression de cette dernière et de l'emploi des raccords M, la forme des œillets du tendeur a été légèrement modifiée.

Les tendeurs sont intercalés dans chaque brin des transmissions de signaux : 1° au sémaphore même, dans la partie montante de la transmission, à hauteur d'homme; 2° à proximité des compensateurs; 3° à proximité des réducteurs de course.

Auparavant, on plaçait également des tendeurs sous la cabine, à proximité du levier de manœuvre; mais ces derniers tendeurs ayant été reconnus plus nuisibles qu'utiles, on a décidé de les supprimer; en effet, en cas de dérèglement d'une transmission, les agents, dans le but de s'éviter des déplacements parfois assez longs, avaient l'habitude d'agir uniquement sur le tendeur placé à proximité du

levier; or, se trouvant à cet endroit, ils ne pouvaient se rendre compte exactement des effets du réglage sur le signal même, et il arrivait souvent que cette façon de procéder avait pour effet d'accentuer le dérèglement plutôt que d'y remédier.

Pour éviter que la position du tendeur ne soit modifiée à l'insu des agents chargés du réglage des transmissions, les deux tiges à œillet sont percées, à leur extrémité libre, d'un trou par lequel on introduit un fil métallique que l'on enroule ensuite autour de l'étrier, et dont on fixe les extrémités au moyen d'un plomb de scellement; la pince à plomber employée à cet effet porte une marque spéciale permettant de reconnaître l'agent qui a procédé au plombage.

On ne peut donc modifier la position respective des tiges filetées sans rompre le plomb de contrôle. Le plombage des tendeurs dans les transmissions d'aiguillages est obligatoire; le plombage des tendeurs dans les transmissions de si-

gnaux, surtout des signaux à trois positions est, à notre avis, tout aussi indispensable.

Les deux tiges filetées des tendeurs sont munies de contre-écrous dont le but est d'empêcher le desserrage de l'écrou par suite des vibrations.

Balancier réducteur de course avec déclivité amovible (fig. 70). — La course d'un levier étant de 50 cm., et celle du fil au balancier à déclivité de 20 cm., on conçoit que si l'on peut, à la rigueur, admettre une perte de course de 30 cm. dans des transmissions très longues, au moment de la manœuvre, il ne peut en être de même dans les transmissions plus courtes.

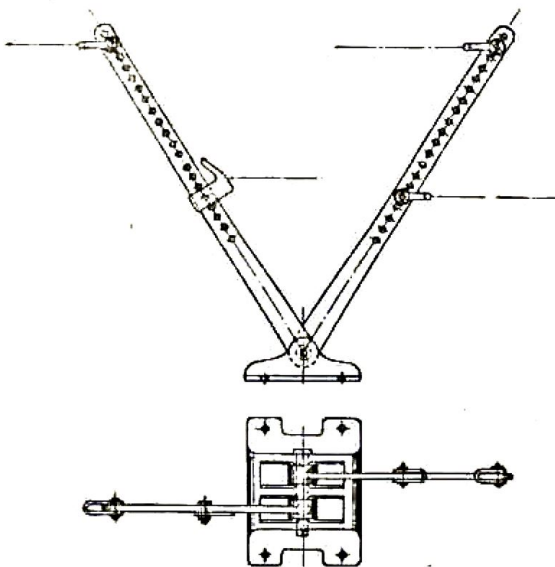


Fig. 70. — Balancier réducteur de course avec déclivité amovible.

Si donc on veut obtenir une tension initiale des fils suffisante pour assurer la manœuvre régulière des signaux, il faudra, en règle générale, *réduire la course des transmissions en cours de route.*

Les pertes de course dans les transmis-

sions varient suivant la longueur et le poids du fil, l'écartement des potelets, le nombre de renvois, le poids de la palette, les diverses résistances de frottement, etc; on ne peut déterminer à l'avance les pertes de course tolérées pour des longueurs de transmissions déterminées; l'importance de la réduction de course nécessaire se détermine pratiquement, lorsqu'on a donné à la transmission une bonne tension initiale.

Jusqu'en ces derniers temps l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge utilisait exclusivement les poulies différentielles (fig. 70ter) pour réaliser la réduction de course des transmissions; ces poulies se plaçaient au pied du sémaphore, une poulie différentielle étant intercalée dans chaque brin de la transmission.

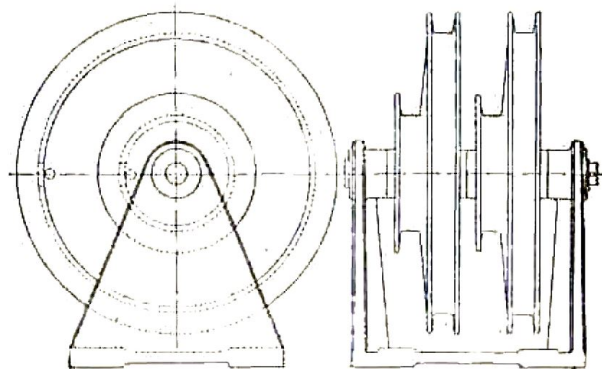


Fig. 70ter. Support vertical avec deux poulies différentielles.

L'emploi de ces poulies présente deux inconvénients : 1° il ne permet qu'un seul degré de réduction de la course (environ de 2 à 1) alors que les différentes circonstances exigent une gradation variée dans l'échelle des réductions; 2° la poulie différentielle peut empêcher le renversement du balancier à déclivité en cas de bris du fil de retour, parce qu'elle s'oppose parfois à un déroulement suffisant de ce fil.

On utilise actuellement, en remplacement des poulies différentielles, des balanciers réducteurs de course représentés figure 70; on place un balancier

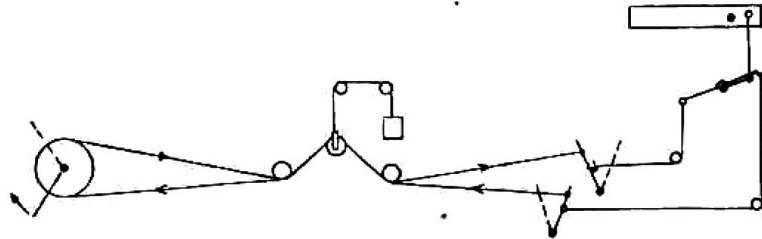


Fig. 70bis.

réducteur de course dans chacun des brins de la transmission, le plus près possible du signal (fig. 70bis).

L'agent chargé du réglage choisit parmi les trous forés dans les leviers du réducteur, ceux qui donnent la course cherchée et la tension voulue.

Le décliv amovible auquel est accrochée la partie du fil de retour allant au balancier à décliv, permet le décrochement de ce fil en cas de rupture du fil survenant entre le levier et le réducteur de course; en effet, dans cette éventualité, la tension du fil de traction attire vers le signal le levier du réducteur muni du décliv amovible; ce levier, n'étant plus retenu par le fil de retour brisé, est rabattu sur le sol, et le fil de retour s'en décroche, ce qui permet le fonctionnement régulier du balancier à décliv.

Réglage des transmissions. — Les transmissions doivent être réglées de façon : 1° à obtenir une course complète du signal, dans les deux sens, quelles que soient les variations de la température, et 2° à éviter tout effort anormal de la part du signaleur, au cours de la manœuvre.

Pour atteindre ce double but, il faut :

1° Réduire autant que possible les pertes de course au moment de la manœuvre;

2° Diminuer les résistances, notamment les résistances de frottement.

Les pertes de course qui se produisent au moment de la manœuvre peuvent être dues :

1° à l'allongement élastique provoqué dans le fil de traction par la tension de travail au moment de la mise au passage du signal; pendant cette manœuvre le fil de retour se détend.

Inversement, au moment de la remise à l'arrêt du signal, l'effort se produisant dans le fil de retour, c'est celui-ci qui s'allonge pendant que le fil de traction se détend;

2° à la perte de course se produisant dans le fil de traction au moment de la mise au passage du signal, et résultant de la diminution de flèche des arcs successifs formés par le fil entre ses supports.

Le même phénomène se constate dans le fil de retour au moment de la remise à l'arrêt du signal;

3° aux allongements thermiques des deux fils, résultant des augmentations de température;

4° aux déplacements de la transmission dus soit au manque de stabilité de certains appareils, tels que chevalets de support des poulies de renvoi, potelets, compensateurs, etc., soit au jeu exagéré existant parfois aux axes des poulies.

1° L'allongement élastique peut se calculer par la formule $a = \frac{T}{S} \times \frac{L}{E}$, dans

laquelle a représente l'allongement total; T , la tension créée par l'effort au levier; S , la section du fil; L sa longueur et E le module d'élasticité de l'acier. (On considère que toute la canalisation est en fils d'acier et l'on fait abstraction des parties de chaînes ou de cordelettes intercalées dans la transmission.)

Pour une transmission de longueur déterminée, avec un fil d'un diamètre imposé, le seul élément variable dans cette formule est donc T .

Cette tension T qui produit l'allongement est égale à la différence entre la tension de manœuvre T' et la tension initiale T'' .

On constate donc que les pertes de course, au moment de la manœuvre, seront d'autant plus faibles que la tension initiale sera plus élevée, ce qui est évident, *a priori*.

D'autre part, la tension de manœuvre dépend d'éléments nombreux et variables, parmi lesquels on peut citer : le poids de la palette et des écrans; les résistances de frottement aux poulies de renvoi, aux poulies guide-fil, aux différentes articulations; l'état d'entretien (défaut de lubrification); les circonstances atmosphériques, telles que le vent, la neige, le givre, le froid.

Ces constatations font apparaître l'importance d'un entretien convenable des organes des transmissions, si l'on veut éviter les efforts anormaux et les pertes de course inutiles.

Signalons en passant un phénomène bien connu de tous ceux qui s'occupent des questions de signalisation; c'est l'influence de la façon de manœuvrer le levier. Pour un signal manœuvré à longue distance, il arrive fréquemment qu'un signaleur manœuvrant énergiquement le levier mettra régulièrement la palette en contact avec sa butée dans la position de passage, tandis qu'un autre signaleur,

moins expérimenté ou moins robuste, ne parviendra pas à l'amener contre sa butée. Le phénomène est dû, dans le premier cas, à ce que le démarrage énergique du levier imprime immédiatement une certaine vitesse à la transmission, créant ainsi dans la masse de tous les organes une force vive qui s'ajoute à l'effort du signaleur.

Hâtons-nous de dire qu'une telle considération ne doit pas intervenir dans le réglage des transmissions; le signal doit obéir complètement au levier de manœuvre, quelle que soit la façon d'appliquer l'effort à ce dernier;

2° Les pertes de course résultant de la diminution des flèches, au moment de la manœuvre, dans les arcs formés par le fil entre ses potelets de support, peuvent se déterminer en calculant les longueurs d'arc à l'état de repos, et au cours de la manœuvre.

Les longueurs d'arc se calculent par la formule $b + \frac{b^3 p^2}{24 T^2}$ dans laquelle b représente l'espacement des potelets, p , le poids du mètre courant de fil, et T , la tension dans le fil.

La variation de longueur pour un seul arc entre deux potelets successifs sera donc :

$$\left(b + \frac{b^3 p^2}{24 T'^2}\right) - \left(b + \frac{b^3 p^2}{24 T''^2}\right).$$

T' représentant la tension de manœuvre et T'' , la tension initiale de pose. La perte de course totale s'obtiendrait en multipliant le résultat trouvé par le nombre d'espacements.

On voit que pour un fil d'un diamètre déterminé les pertes de course sont d'autant moins élevées que l'espacement des potelets et plus réduit, que la tension initiale est plus élevée et que la tension de manœuvre est moins importante.

Ici se pose la question de l'espacement

des potelets; il n'existe pas de règles fixes à ce sujet.

On voit que le souci d'éviter les pertes de course commande de rapprocher les potelets le plus possible; d'autre part, il est à considérer que plus on augmente le nombre de potelets plus on augmente l'importance des frottements.

Dans les transmissions d'aiguillages où la nécessité d'éviter les pertes de course prime toute autre considération, il convient de ne jamais dépasser l'écartement de 10 m.

Dans les transmissions de signaux longues et sinueuses on peut également adopter cet espacement de 10 m.; dans les transmissions ordinaires on adopte généralement l'espacement de 12 m. et l'on peut même écarter les potelets de 15 m. dans les transmissions courtes en alignement droit;

3° Les pertes de course résultant d'allongements thermiques ont été étudiées dans le chapitre « *Nécessité des compensateurs* », et nous avons vu qu'elles pouvaient également être réduites dans une forte proportion, par une tension initiale de pose suffisamment élevée;

4° Les pertes de course résultant du déplacement de certains organes de la transmission sous l'effort de manœuvre, peuvent être évitées par un entretien convenable de ces organes; nous examinerons plus loin les particularités de cet entretien.

En résumé, indépendamment de la question du bon état d'entretien des organes de la transmission, on peut formuler comme suit les exigences d'un réglage convenable : « *tension initiale élevée et réduction de la course au pied du signal au moyen du réducteur de course* ».

On conçoit que dans une question où les facteurs sont aussi nombreux et aussi

variables, il ne soit pas possible de donner des règles précises au sujet de l'importance de la tension initiale, d'autant moins que l'usage du dynamomètre pour régler les tensions de pose n'a pas encore été introduit chez nous.

On peut se borner à dire que la tension initiale doit être telle que, sans rendre la manœuvre trop pénible, la course des fils de la transmission principale mesurée au réducteur soit la plus grande possible, et que, par conséquent, la réduction à cet appareil soit également aussi grande que possible, la course du fil entre le réducteur et le balancier à déclic étant uniformément de 200 mm.

Il est utile de faire remarquer que dans toute transmission nouvelle, le réglage fait au moment de la mise en service ne peut être considéré comme définitif.

Ce réglage doit être vérifié et souvent modifié quelque temps après la mise en service, les fils neufs présentant fréquemment des déformations qui disparaissent insensiblement; une transmission ne prend sa forme définitive qu'après quelque temps d'utilisation.

Il est utile de refaire une vérification en choisissant un jour où la température est particulièrement élevée, et de s'assurer, à cette occasion, que la course du balancier à déclic se fait complètement dans les deux sens, quelle que soit la façon de manœuvrer le levier.

Entretien des transmissions funiculaires. — L'entretien des transmissions a pour but de diminuer les pertes de course, et les résistances de frottement et d'assurer en même temps la bonne conservation des organes.

Il faut veiller à ce que les fondations des châssis de poulies de renvoi soient parfaitement stables, ce dont on s'assure en observant le châssis au moment de la

manœuvre; aucun déplacement ne peut être toléré au cours de la manœuvre. Pour obtenir ce résultat il faut « bourrer » convenablement les pièces de bois de fondation et remplacer ces dernières si elles présentent des traces de pourriture au contact des boulons de fixation; la stabilité des potelets de fondation doit également être vérifiée.

Les poulies de renvoi doivent être posées de façon que la chaîne se meuve suivant une trajectoire se confondant autant que possible avec l'axe de la gorge de la poulie, pour éviter les frottements de la chaîne contre les bords de la gorge; dans ce but on abaissera le niveau du dernier potelet précédant la poulie de renvoi.

L'alignement des potelets supportant les poulies guide-fil doit être parfaitement jalonné avant la pose; le nivellement des potelets doit également se faire soit directement, soit plus simplement par rapport au rail voisin; les écrous des boulons de fixation des poulies guide-fil seront bien serrés, les poulies étant verticales dans les alignements droits et inclinées comme il convient lorsqu'elles jouent le rôle de poulies d'angle dans les courbes.

En ce qui concerne les poulies de renvoi proprement dites, les résistances de frottement sont les suivantes :

a) Frottement de la poulie sur le

châssis; on veillera, lors des réceptions, à ce que les « nœuds » du moyeu de la poulie et les portées correspondantes du châssis soient bien dressés;

b) Frottement de la poulie sur son axe; il faut que les axes soient bien tournés et les trous correspondants des poulies convenablement alésés. Dès qu'un axe présente un jeu assez sensible, le trou de la poulie doit être alésé à un diamètre plus grand (1, 2 ou 3 mm.) et l'axe remplacé par un autre axe d'un diamètre plus fort. Il existe, à cet effet, pour chaque espèce d'axe, une série d'axes de réserve ayant un diamètre supérieur de 1, 2 et 3 mm. au diamètre primitif;

c) Frottement de la chaînette sur la gorge de la poulie; pour diminuer ces frottements la chaînette doit être bien calibrée.

Ces résistances de frottement étant proportionnelles à la longueur de la chaînette en contact avec la gorge de la poulie, il faut éviter tout renvoi ayant un angle inférieur à 90°.

d) Frottement des maillons entre eux. Pour diminuer ces derniers frottements, il convient que les chaînettes soient régulièrement et entièrement lubrifiées, au même titre que l'axe des poulies de renvoi et que les poulies guide-fil.

Le lubrifiant employé pour l'entretien des transmissions consiste en un mélange de pétrole et d'huile de colza non épurée.

CHAPITRE V.

Les sémaphores de la nouvelle signalisation.

Sur toutes les lignes non encore munies de la nouvelle signalisation on utilise le sémaphore à palette se levant à 45° pour marquer le passage. Pour indiquer aux mécaniciens qu'il s'agit de sémaphores

de cet ancien type, et éviter de les confondre avec ceux de la nouvelle signalisation, dont la palette se place verticalement pour marquer le passage, on a muni l'extrémité des palettes de l'ancien type

d'un cercle en tôle. Il importe, en effet, dans la situation transitoire, d'éviter toute confusion, la position d'une palette d'arrêt absolu levée à 45° vers le haut donnant des indications différentes dans les deux cas.

Sémaphores de l'ancien type. — Ce sont les *sémaphores universels transformables* dont la description a fait l'objet d'un article paru dans le *Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer*, de juin 1909; on a adopté pour les sémaphores construits dans la suite un mât plus léger, non transformable, mais les mécanismes de manœuvre représentés figure 71 sont restés les mêmes.

Le mouvement est communiqué à la palette au moyen d'un balancier à déclic conjugué avec une manivelle; celle-ci est reliée directement à la palette de façon à lui donner l'inclinaison de 45° après la manœuvre du balancier à déclic.

Le feu est placé à gauche du mât. Le binocle portant les verres rouge et bleu-Isly (donnant le feu vert), se meut derrière la palette. Le binocle d'avant, de même que l'écran d'arrière (servant à masquer le feu blanc à l'arrière quand la palette est mise au passage), sont fixés sur un même arbre, tournant dans des paliers faisant partie du support même de la lanterne.

La palette communique directement son mouvement à l'arbre des écrans au moyen d'une bielle, fixée à la face arrière de la palette et d'une manivelle à bouton, calée sur l'arbre des écrans; le bouton de la manivelle coulisse dans une mortaise de la bielle; le binocle d'avant, de même que le monocle d'arrière, suivent donc, avec un léger retard, le mouvement de la palette.

La course de celle-ci est limitée par des butées; en cas de décrochement du fil

de traction (résultant, comme nous l'avons vu, d'une rupture du fil de retour) le poids de la palette au passage, la ramène à l'arrêt sans le secours d'aucun contrepoids.

Ces sémaphores ne sont pas munis de mécanisme pour la descente et la montée de la lanterne; celle-ci est placée sur un support fixe et le sémaphore est muni d'une échelle et de plate-formes pour faciliter l'accès des mécanismes et des lanternes.

Sémaphores du nouveau type à palette d'arrêt absolu se levant verticalement pour autoriser le passage (fig. 72). — Les palettes et les mécanismes de manœuvre de la nouvelle signalisation ont été montés soit sur des anciens mâts métalliques, soit sur des nouveaux mâts en béton armé.

Palette d'arrêt absolu 0 à 90° . — La figure 72 représente une palette, manœuvrant de 0 à 90° , montée sur un mât métallique.

On a adopté le type de la palette dite « équilibrée », après avoir utilisé pendant quelque temps la palette dite « décentrée » dont l'axe de rotation avait été conservé dans l'axe du mât.

Comme l'indique la figure, l'arbre de rotation de la palette équilibrée, dont l'axe est distant de 457 mm. de l'axe du mât, est supporté par deux flasques en acier coulé, fixées aux cornières du mât au moyen de trois boulons.

Ces flasques comprennent chacune deux paliers avec chapeaux, permettant le placement de l'arbre de rotation de la palette et éventuellement le placement d'un second arbre, traversant le mât, et que l'on utilise dans certains cas que nous examinerons plus loin.

Remarquons, en passant, que la nécessité de créer deux flasques indépendantes

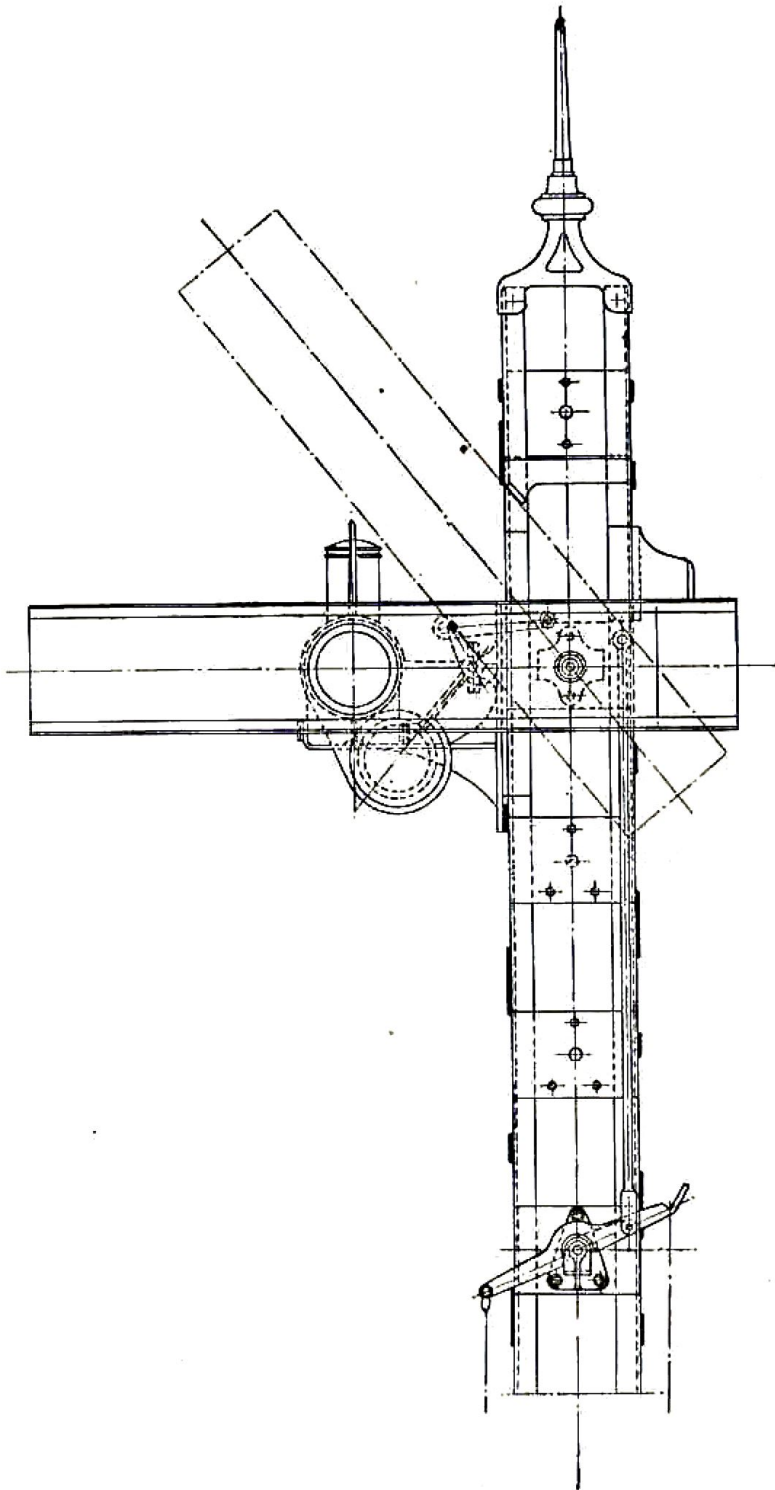


Fig. 71. — Sémaphore de l'ancien type (État belge) à palette se levant à 45°.

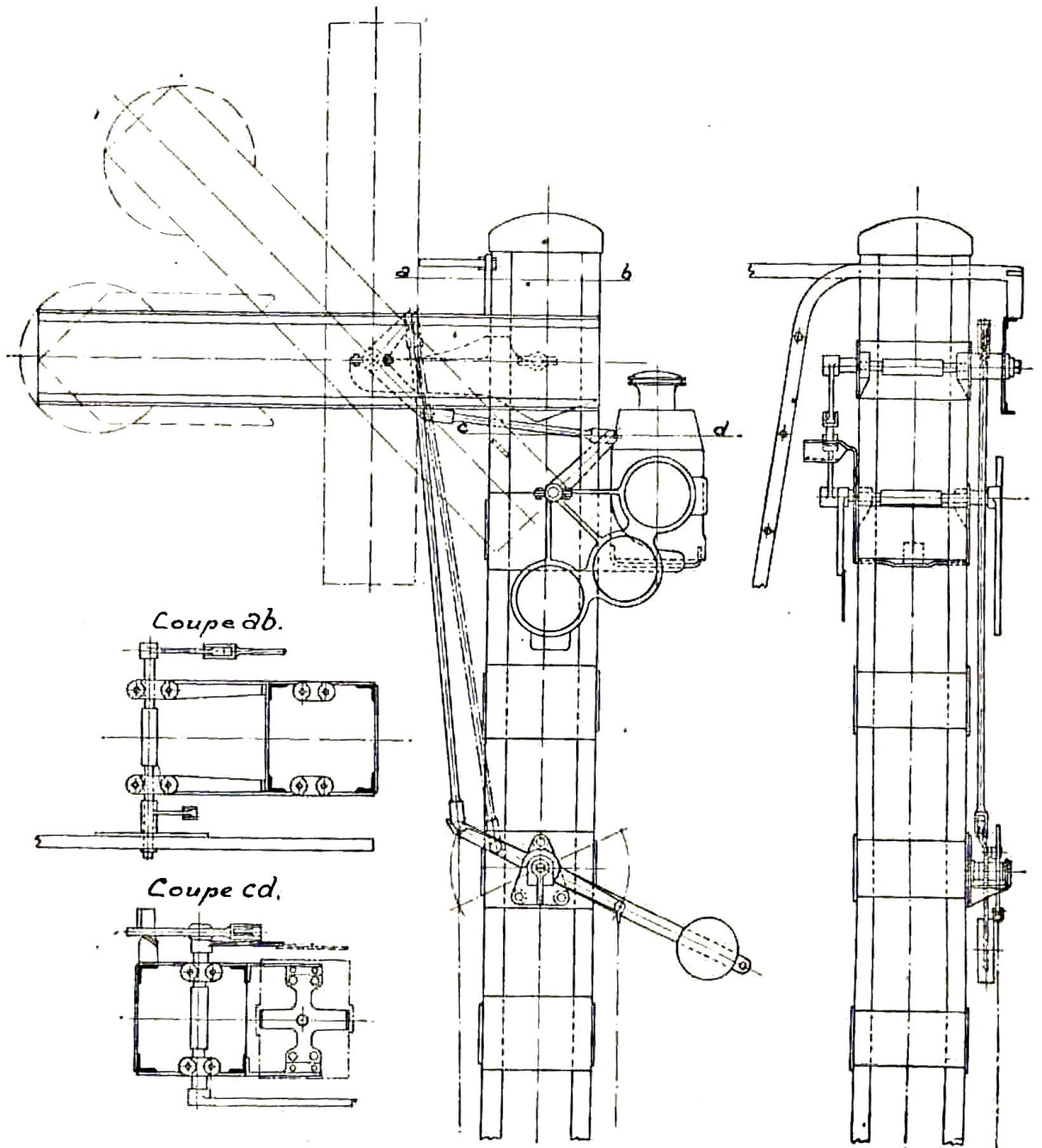


Fig. 72. — Sémaphore du nouveau type (État belge) à palette se levant verticalement (0-90°).

(On peut modifier le montage de façon à réaliser transitoirement la manœuvre 0-45° au lieu de 0-90°).

(au lieu d'une flasque unique de forme appropriée qui n'aurait pas présenté la possibilité du déplacement relatif des deux flasques) est résultée du fait que ces dispositifs doivent être appliqués sur des mâts anciens, de sections différentes.

La palette est fixée à l'extrémité de l'axe de rotation au moyen d'une douille carrée et d'un écrou serré sur l'extrémité fileté de l'arbre; derrière la palette, la manivelle d'attaque est également fixée sur l'extrémité carrée de l'arbre.

Sur l'extrémité postérieure de l'arbre est calée une seconde manivelle, faisant avec la manivelle d'attaque un angle de 90° et reliée au moyen d'une bielle à la manivelle calée sur l'arbre de manœuvre des écrans.

Cet arbre de manœuvre, traversant le mât métallique, tourne dans les paliers de deux flasques en acier coulé fixées comme les deux premières aux faces opposées du mât; la liaison se fait au moyen de quatre boulons reliant chaque flasque aux cornières du mât; ces deux flasques sont reliées entre elles par un croisillon servant de support de lanterne.

Nous voyons donc que, contrairement à ce qui existe aux sémaphores de l'ancien type, le feu apparaît à droite du mât.

L'arbre des écrans est profilé en carré à ses extrémités; il porte, calé sur son extrémité antérieure, le trinocle en fonte malléable, et sur son extrémité postérieure un écran masquant la lumière blanche à l'arrière, dès que la palette commence à s'incliner vers le haut. Le trinocle suit donc exactement le mouvement de la palette; dans le cas de la manœuvre ordinaire 0 à 90°, la lunette supérieure et la lunette du milieu portent chacune un verre rouge, la lunette inférieure porte un verre bleu-Isly donnant la couleur verte.

Le feu vert ne peut donc commencer à apparaître qu'au moment où la palette

a fait une course correspondant à un angle de plus de 60°; en réalité le feu vert ne se perçoit nettement à distance qu'au moment où la palette a fait une course correspondant à un angle d'environ 80°. Il va de soi qu'il était nécessaire de ne donner le feu vert qu'à la fin de la manœuvre, de façon que tout dérangement produisant une position douteuse, ait pour résultat de faire apparaître le feu commandant l'arrêt.

La course du trinocle a été limitée par une butée fixée sur une des cornières du mât; cette butée s'oppose au renversement du trinocle, par une manœuvre brusque.

Le balancier à dé clic a été conservé; c'est par son intermédiaire que les transmissions manœuvrent le balancier à contrepoids auquel il est conjugué.

L'amplitude du mouvement de la palette ayant doublé, le balancier conjugué au balancier à dé clic a dû forcément être allongé; il est relié, au moyen d'une bielle, à la manivelle calée sur l'arbre de rotation de la palette.

Le contrepoids du balancier conjugué au balancier à dé clic est prévu uniquement pour ramener la palette à l'arrêt en cas de rupture du fil de retour et de décrochement du fil de traction. Quand la palette est à 90°, la verticale passant par le centre de gravité de la palette ne se confond pas avec celle passant par le centre de rotation; cependant l'écartement de ces deux verticales, qui constitue le bras de levier du poids de la palette appliqué à son centre de gravité, est peu important, et l'on peut craindre que les résistances de frottement des articulations ne s'opposent à la chute de la palette. C'est pour favoriser cette chute automatique, qu'un contrepoids a été placé sur le prolongement de la manivelle du balancier à dé clic; le contrepoids étant soulevé lorsque la palette est verti-

cale, tend toujours à la ramener à l'arrêt.

La bielle de manœuvre de la palette, au lieu d'être rattachée à la fois au balancier à dé clic et à la manivelle, comme dans les anciens sémaphores, n'est plus rattachée qu'à la manivelle, ce qui faciliterait éventuellement le renversement du balancier.

La course de la palette à 0 et à 90° est limitée par une butée fixée sur une des cornières du mât au-dessus de la palette.

Palette équilibrée employée pour la manœuvre de 0 à 45°. — S'il s'agit de construire au moyen des éléments dont on dispose pour les sémaphores à palettes 0 à 90° que nous venons de décrire, un sémaphore à palette manœuvrant de 0 à 45° destiné à l'ancienne signalisation, on se bornera à limiter la course de la palette à 45°, au moyen d'une butée fixée sur une des cornières du mât, sous la palette; on placera un cercle en tôle à l'extrémité de la palette, et l'on remplacera par un verre de couleur bleu-Isly le verre rouge placé dans la lunette centrale du trinocle, la lunette inférieure étant masquée au moyen d'une tôle; enfin, il va de soi que la course de la manivelle d'attaque de la palette sera réduite de moitié, et dans ce but, la bielle de manœuvre, au lieu d'être fixée à l'extrémité du balancier à contrepoids, sera rattachée à mi-distance de l'axe de rotation, de façon à obtenir la réduction voulue de la course.

Sémaphores en béton. — Les mêmes organes de manœuvre ont été montés sur des mâts en béton armé; les flasques de support des palettes sont assemblées entre elles et au mât au moyen de boulons traversant le mât dans des trous appropriés; il en est de même des flasques supportant l'arbre des écrans. Les sup-

ports de balanciers à dé clic, de même que les butées des palettes, sont également fixés au moyen de boulons traversant le corps du mât.

L'expérience ayant démontré que les flasques supérieures assemblées aux mâts en béton avaient une tendance à se déplacer, on utilise en ce moment une flasque d'un nouveau type dont les joues sont solidarisées; quant aux flasques existant sur les sémaphores en service, elles ont été consolidées au moyen d'entretoises les reliant entre elles et les solidarisant avec les flasques supportant l'arbre des écrans.

Balanciers à surcourse système César.

— Le balancier à dé clic ne comporte pas de course morte avant ni après la manœuvre de la palette; il s'ensuit que l'exactitude de la position verticale de cette dernière dépend uniquement du degré de tension du fil de traction.

En général, les palettes équilibrées prennent nettement les positions horizontales et verticales grâce au bon réglage des transmissions; il arrive cependant, avec des transmissions longues ou sinueuses, que la palette mise au passage reste un peu inclinée au lieu d'être verticale, ou bien que, projetée violemment contre sa butée par une manœuvre brusque, elle revient dans une position légèrement oblique par suite de la réaction de la butée, et à la faveur d'un léger flottement dans le fil de traction.

Dans des cas semblables, on a utilisé avec succès, au lieu du balancier à dé clic ordinaire, un balancier à surcourse représenté à la figure 73.

Il se compose d'un balancier à dé clic C auquel sont attachés les deux brins de la transmission; ce balancier à dé clic C est articulé en G à un balancier B à contrepoids D; il repose lui-même sur la douille du balancier A, lequel est relié, par une

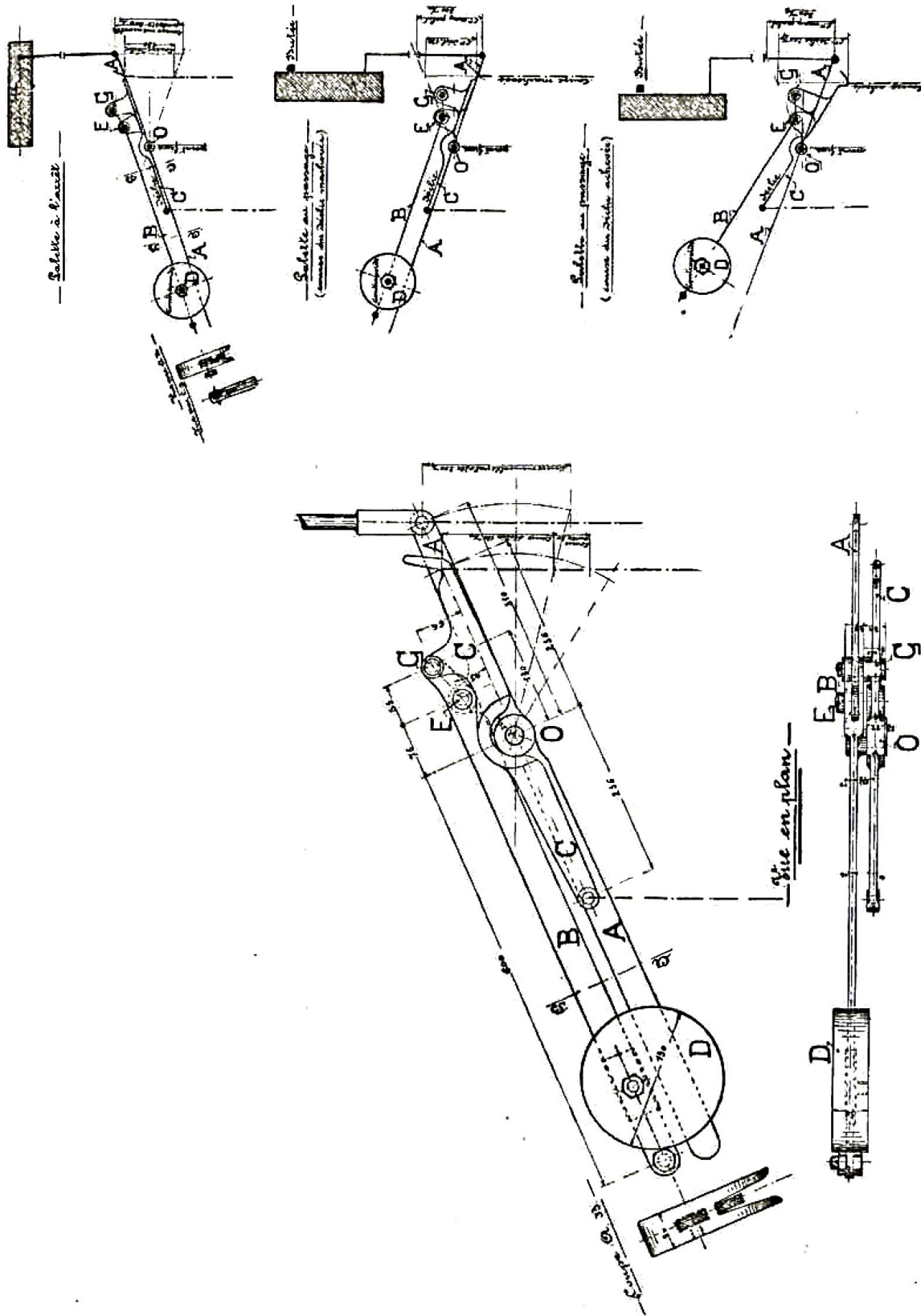


Fig. 73. — Balancier à surcourse système Césaire.

de ses extrémités, à la tringle actionnant la palette, tandis que son autre extrémité s'engage dans une partie évidée du contre-poids D qui lui sert de guide; le balancier A est, en outre, articulé en E au balancier B.

La figure 73 indique les phases de la manœuvre : en actionnant les transmissions, le balancier à déclic bascule autour du point O : il transmet son mouvement au balancier B par l'intermédiaire de l'axe G.

Le balancier B est donc sollicité à pivoter autour de l'axe E; mais il en est empêché par le fait que l'action de la pesanteur du contre-poids est prépondérante par rapport à l'effort nécessaire pour provoquer le soulèvement de la palette.

Le balancier B entraîne donc le balancier A par l'intermédiaire de l'axe E, jusqu'au moment où la palette vient en contact avec sa butée; à ce moment le balancier à déclic n'a pas terminé sa course; le balancier A est immobilisé, puisque la palette est en contact avec sa butée; le point E devient donc fixe, et le mouvement que le balancier à déclic continue à imprimer au balancier B oblige celui-ci et son contre-poids à se soulever en pivotant autour de l'axe E.

Cette dernière phase de la manœuvre, pendant laquelle le levier B et son contre-poids se déplacent par rapport au balancier A, constitue la surcourse et permet dans une certaine limite de soustraire la position de la palette aux influences d'un dérèglement des transmissions, ce dérèglement se traduisant par une variation de l'amplitude du soulèvement du contre-poids.

Palettes avertisseurs à deux positions (0 à 90° ou 0 à 45°). — Ces palettes se manœuvrent au moyen des mêmes mécanismes que les palettes d'arrêt absolu 0 à 90° et 0 à 45°.

La forme de la palette est simplement modifiée par l'adjonction, à son extrémité, d'une tôle découpée en forme de flèche (voir fig. 72). Quant au trinocle, il porte, dans le cas de la manœuvre 0 à 90°, un verre jaune dans la lunette supérieure ainsi que dans la lunette centrale, et un verre bleu-Isly dans la lunette inférieure.

Dans le cas d'une palette avertisseur manœuvrant uniquement de 0 à 45°, les mécanismes sont modifiés comme il est indiqué ci-dessus, pour les palettes ordinaires 0 à 45°; toutefois, on emploie, au lieu d'une lanterne ordinaire, une lanterne à double feu, et le trinocle est complété comme l'indique la figure 74; on remar-

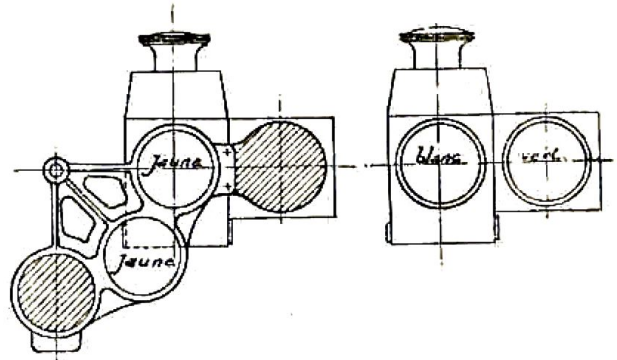


Fig. 74. — Trinocle et lanterne pour palette avertisseur 0-45°.

quera que les lunettes supérieures et inférieures du trinocle sont munies de pattes d'attache percées de trous permettant le rivetage de tôles servant de prolongement, ces tôles ayant pour but de masquer éventuellement le second feu de la lanterne; on fixe donc à la lunette supérieure du trinocle un cercle en tôle masquant le feu réfléchi de la lanterne lorsque la palette est à l'arrêt; lorsque la palette est à 45°, la seconde lunette du trinocle, munie d'un verre jaune, vient se placer devant le feu direct de la lanterne, tandis que le feu réfléchi de celle-ci étant démasqué par le trinocle, apparaît vert, la vitre de la lanterne placée devant

ce feu réfléchi, étant dans ce cas, de couleur bleu-Isly.

Remarque. — Les mécanismes décrits ci-dessus nous permettent donc de réaliser les cas de manœuvre représentés à la figure 75 par les signes conventionnels adoptés pour la rédaction des projets de signalisation.

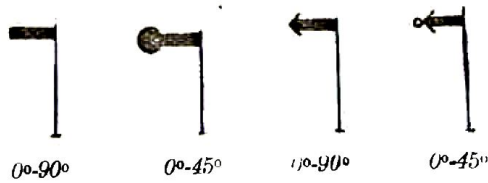


Fig. 75.

* * *

La manœuvre des palettes d'arrêt absolu à trois positions nécessitant l'emploi de dispositifs spéciaux dérivant du principe du slot, nous croyons utile, avant d'aborder l'étude de ces dispositifs, de décrire les systèmes de slottage utilisés par l'Administration des chemins de fer de l'Etat.

Le slottage des palettes. — *Le slottage d'un signal a pour but de placer ce signal sous le commandement de deux postes de manœuvre, de telle façon que le signal ne puisse être mis au passage qu'à l'intervention des deux postes et qu'il puisse être remis à l'arrêt à l'intervention d'un seul de ces postes, quel qu'il soit.*

Nous désignerons sous le nom de *poste local* le poste généralement le plus rapproché du signal, dans le rayon d'action duquel ce signal se trouve; l'autre poste s'appellera *poste slotteur*.

La mise au passage du signal ne peut se faire qu'après la manœuvre de deux leviers, le premier se trouvant dans le poste local, le second dans le poste slotteur.

L'Administration des chemins de fer

de l'Etat belge emploie trois genres de slots : le slot à coulisse, le slot rotatif système César et le désengageur électrique des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi.

Le slot à coulisse. — La figure 76 représente une palette manœuvrant de 0 à 90° et slottée au moyen du dispositif dénommé slot à coulisse; les figures 77, 78 et 79 représentent schématiquement la manœuvre du slot à coulisse.

Les transmissions venant du poste local et du poste slotteur actionnent chacune un balancier à déclat conjugué avec un balancier à contrepoids. Le balancier correspondant au poste local actionne une bielle A, tandis que le balancier correspondant au poste slotteur commande une bielle B terminée par une coulisse.

La mise au passage de la palette est commandée par une bielle D, à l'extrémité inférieure de laquelle est articulée une manivelle C, dont l'axe de rotation est fixé sur un support boulonné au mât.

La bielle A est reliée à l'extrémité d'un balancier E, dont l'autre extrémité est terminée par un coulisseau qui peut se déplacer dans la coulisse de la bielle B, en pivotant autour de son axe central *o* fixé à la manivelle C.

Supposons que l'on manœuvre en premier lieu le levier local; la descente de la bielle A fait basculer le balancier E sur son axe *o*, comme l'indique la figure 78, le coulisseau se déplaçant de bas en haut dans la coulisse; la manivelle C sollicitée par le poids de la palette reste immobile; après cette première manœuvre, si le poste slotteur actionne son levier, la bielle B attirée vers le bas entraîne, par l'intermédiaire du coulisseau, le balancier E; l'extrémité opposée de celui-ci étant maintenue par la bielle A, le balancier pivote autour de l'articulation *o* de cette bielle, mais en entraînant

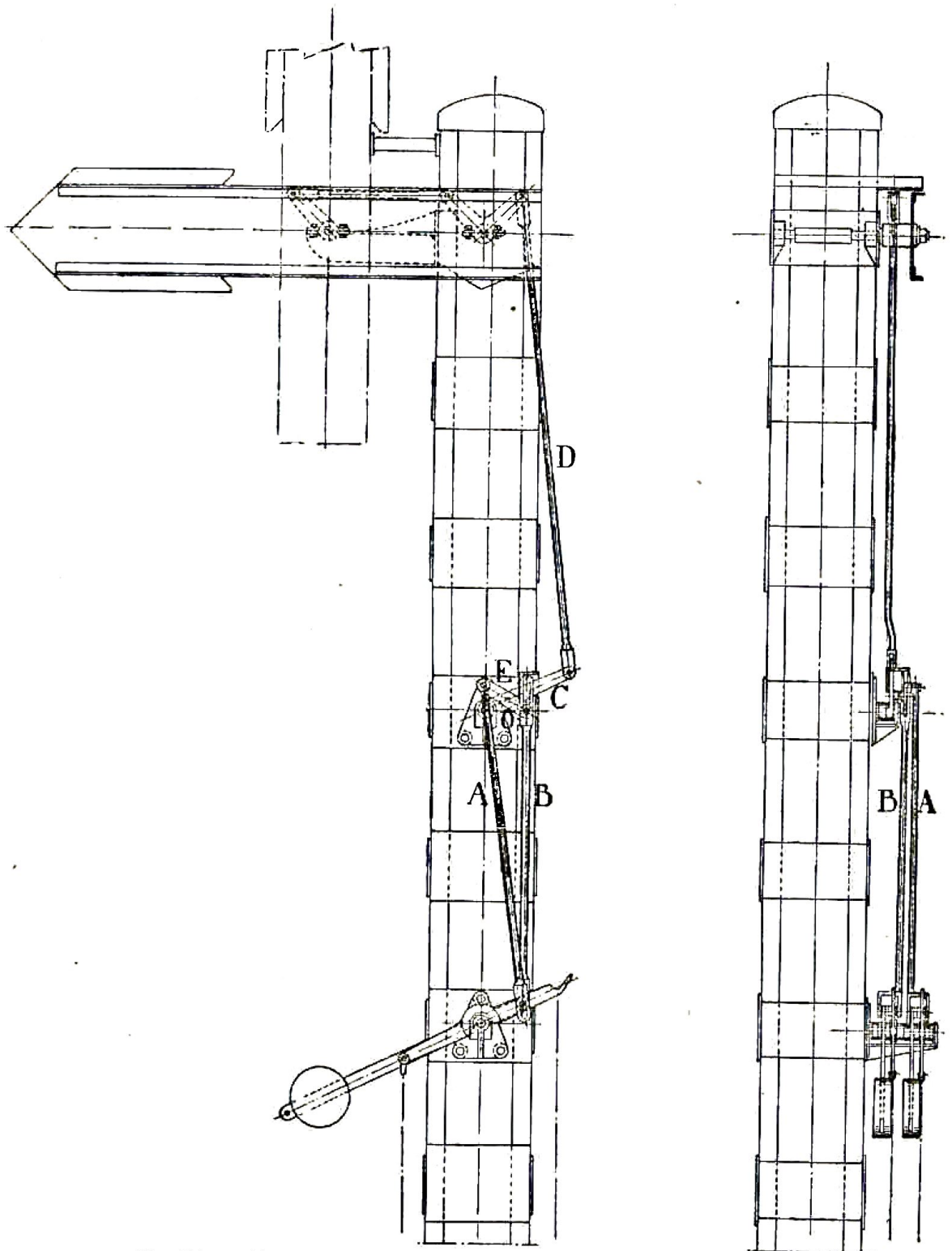


Fig. 76. -- Slot à coulisse monté sur un sémaphore à palette équilibrée.

dans sa descente la manivelle C et en provoquant, par conséquent, la mise au passage de la palette (fig. 79).

La manœuvre de la palette se produirait de la même façon en intervertissant l'ordre de manœuvre des leviers.

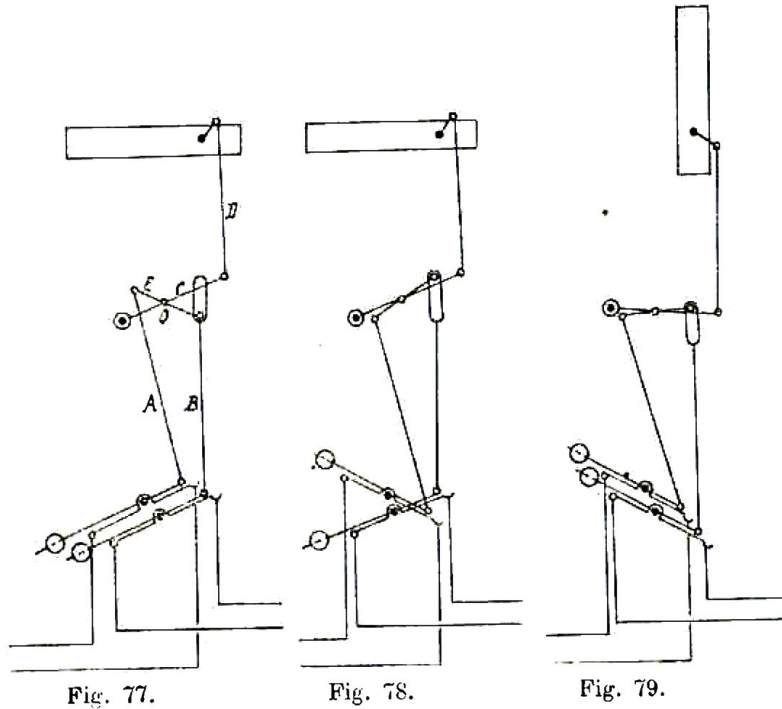


Fig. 77 à 79. — Schémas de la manœuvre du slot à coulisse.

Le levier slotteur étant actionné en premier lieu, ferait descendre la bielle B et sa coulisse, sans faire mouvoir la palette, la manœuvre ultérieure du levier local ferait basculer le balancier, celui-ci pivotant sur son coulisseau appuyé contre le fond supérieur de la coulisse descendue, et la palette se mettrait au passage.

L'examen de la figure 79 montre que, dans cette dernière position de la palette, la remise en position normale d'un des deux leviers, aurait pour effet de rappeler la palette à l'arrêt.

Pour assurer cette remise à l'arrêt dans le cas où le levier slotteur serait ramené le premier dans sa position normale, on a fixé sur la manivelle de commande de la palette (voir fig. 76) une cornière contre

laquelle la partie supérieure de la bielle B vient buter en cas de remise à l'arrêt, obligeant ainsi la manivelle à reprendre sa position primitive.

Les contrepoids des balanciers conjugués aux balanciers à déclat sont prévus non seulement pour faciliter la chute de la palette en cas de rupture d'un des fils de retour, mais encore pour aider à ramener dans sa situation primitive la transmission du levier remis à l'arrêt en dernier lieu. Il est à remarquer, en effet, que le poids de la palette favorise le « rappel » des transmissions; cette action faisant défaut lors de la remise en position normale du second levier, il convient de la remplacer par l'action d'un contrepoids.

Cette remarque est très importante, car il faut noter que par suite du rappel insuffisant d'une transmission trop peu tendue, des frottements importants pouvant se produire aux articulations du slot à la faveur d'un défaut de lubrification, il pourrait se faire qu'un des organes du slot et le balancier à déclic correspondant ne revinssent pas entièrement en position normale, ce qui « armerait » partiellement le slot pour une manœuvre ultérieure.

Slot rotatif système César. — Tandis que le slot à coulisse se place sur le sémaphore même, le slot rotatif système César peut se placer sur le sol en un point quelconque de la transmission. L'emploi du slot à coulisse exige la pose de deux transmissions doubles jusqu'au signal, tandis qu'en utilisant le slot rotatif, on se borne à poser une seule transmission double entre le slot et le signal. On place généralement le slot rotatif au point de rencontre de la transmission venant du poste local et de celle venant du poste slotteur; on fait donc l'économie d'une transmission double entre le slot et le signal, et c'est en raison de l'importance de cette économie, comme aussi de la facilité de pose et d'entretien, qu'on emploie souvent le slot rotatif au lieu du slot à coulisse.

Le slot rotatif présente l'avantage d'une installation, d'un entretien et d'une surveillance faciles; il réalise la remise obligatoire du signal à l'arrêt par le premier des leviers de manœuvre que l'on remet en position normale, et permet le retour automatique du signal à l'arrêt en cas de rupture de l'une des transmissions.

Description schématique (fig. 80). — Les leviers 1 et 2 manœuvrés par les signaleurs, commandent les flasques mobiles 3 et 4, et celles-ci, à leur tour,

actionnent la palette par l'intermédiaire d'un marteau 7 à traverse 10, oscillant autour d'un axe 16 intercalé dans le fil de traction de la palette.

Les flasques sont munies des butées 9 et 9' pour traverse 10 ainsi que des encoches 17 et 18 dans lesquelles peut s'engager partiellement le marteau 7.

Fonctionnement. — Quand on renverse un des leviers, le levier 1 par exemple (fig. 81), la flasque 3 se déplace et le marteau 7, retenu par la butée 9' ainsi que par le poids de la palette, s'échappe de l'encoche 17 et s'engage dans l'encoche 18 de la flasque 4, de manière à laisser passer librement la flasque 3. On obtient ainsi le résultat que représente la figure 81. La palette est restée à l'arrêt.

Si l'on renverse ensuite le second levier, le marteau 7, engagé dans l'encoche 18, et ne pouvant en sortir, parce que guidé par la flasque 3, est entraîné par le mouvement de la flasque 4, et sa descente provoque la mise au passage de la palette, par la traction exercée sur le fil. On obtient ainsi le résultat que représente la figure 82.

La remise à l'arrêt du signal par la remise en position normale de l'un quelconque des leviers 1 et 2 est inévitable, grâce aux butées 9 et 9' qui entraînent le marteau dans leur mouvement de remonte et forcent ainsi le signal à revenir à l'arrêt.

Description de l'appareil (fig. 83). — Le slot rotatif proprement dit n'est que la réalisation, sous forme circulaire, du dispositif qui vient d'être décrit. Il se compose essentiellement de deux plateaux à douille 3 et 4 avec manivelles 5 et 6, qui sont enfilés sur un axe fixe 0 et renfermés dans une poulie creuse 8 portant un balancier 7 terminé par les galets 19 et 20. Les plateaux 3 et 4 avec leurs encoches 17 et 18 et leurs butées 9 et 9'

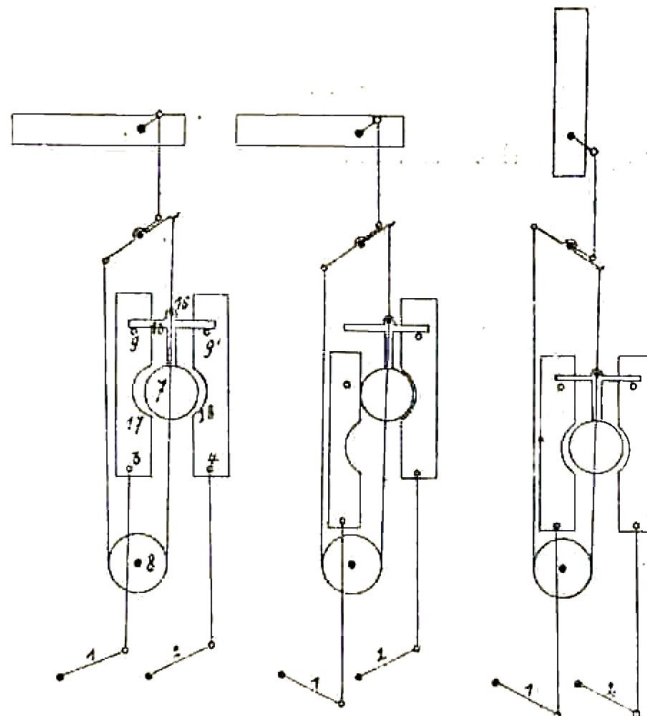


Fig. 80.

Fig. 81.

Fig. 82.

Fig. 80 à 82. — Schémas de la manœuvre du slot rotatif César.

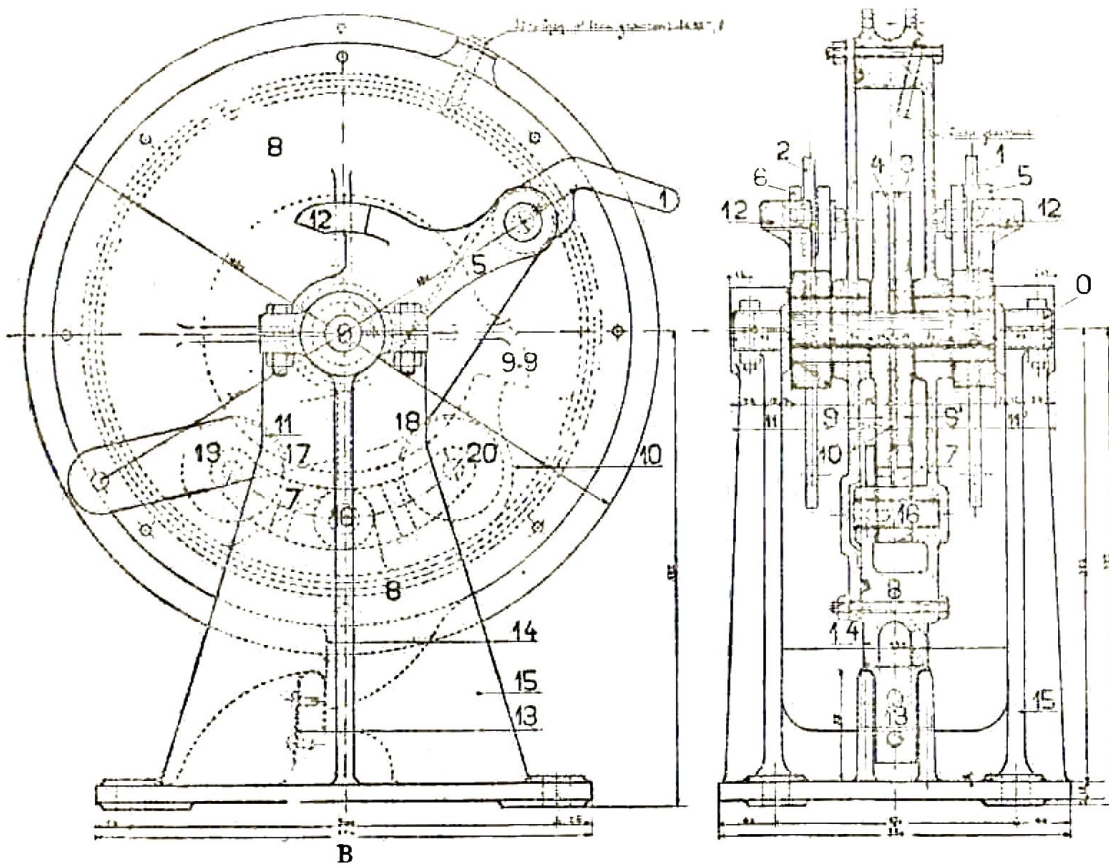


Fig. 83. — Slot rotatif système César.

remplacent les flasques 3 et 4 (fig. 80) avec leurs encoches 17 et 18 et leurs butées 9 et 9'.

Le marteau 7 (fig. 80) avec ses plans inclinés, son axe 16 et sa traverse 10 est remplacé par le balancier 7 (fig. 83) avec ses galets 19 et 20 et son axe 16 en combinaison avec la butée 10. Cet axe 16 et cette butée 10 font corps avec la poulie creuse 8, formant carter, laquelle remplace le renvoi 8 (fig. 80). Les poulies 5 et 6 (fig. 80) sont remplacées par des balanciers à déclic 1 et 2 (fig. 83) actionnant les plateaux à douille 3 et 4, par l'intermédiaire des manivelles 5 et 6.

Enfin une butée 14 (fig. 83), en venant s'arrêter contre la saillie 13 du bâti *b*, détermine la position exacte à « l'arrêt » de la poulie 8; une autre butée 12 sur la manivelle 5 de même qu'une butée semblable 12 sur la manivelle 6, en venant heurter respectivement en 11 et 11', le bâti *b* déterminent exactement la position « au passage » de la dite poulie.

On rattache par des connexions ordinaires les déclics 1 et 2 aux leviers de commande du signal et on relie de manière analogue le déclic de la palette, à la poulie 8. Cette dernière est creuse et remplie d'huile jusqu'au niveau de l'axe; elle protège, à la façon d'un carter, le marteau, ses galets et les plateaux et en assure le graissage permanent. L'Etat belge utilise pour le graissage l'huile oléonaphte B. L'absence d'huile peut déterminer le grippage et le cisaillement des axes; d'autre part, la falsification de l'huile peut provoquer sa congélation pendant l'hiver, ce qui pourrait paralyser le fonctionnement du slot. Il importe donc de veiller à n'employer que de l'huile de bonne qualité; on doit prendre des mesures pour éviter l'introduction d'eau de pluie à l'intérieur du carter; il faudra donc, pour éviter toute infiltration, que le joint (en papier) soit en bon état, et que les écrous des boulons

assemblant le couvercle au carter soient bien serrés.

L'eau de pluie pénétrant par infiltration dans le carter se déposerait dans le fond, par différence de densité, et le volume de l'eau augmentant progressivement, l'huile de graissage finirait par être expulsée, en s'écoulant par le joint de l'axe. On peut s'assurer périodiquement de ce que l'eau n'a pas pénétré dans le carter; il existe, dans ce but, à la partie inférieure du carter, une vis en cuivre servant de purgeur, qu'il suffit d'ouvrir, pour s'assurer de la nature du liquide contenu dans le carter.

Placement d'un contrepoids rattaché à la manivelle correspondant au levier slotteur (fig. 84). — La remarque que nous avons faite au sujet de la remise à l'arrêt des leviers actionnant un slot à coulisse s'applique également au slot rotatif.

Le signal est généralement remis à l'arrêt par le levier local; dans ce cas, le rappel en position normale de la transmission de ce levier et par conséquent de la manivelle correspondante du slot rotatif, est favorisé par l'action de la chute de la palette.

Au contraire, le levier slotteur étant manœuvré en dernier lieu, se borne à ramener le balancier, la manivelle et le plateau correspondants du slot rotatif dans leur position primitive; or, il peut se faire, si les transmissions sont assez longues et si leur réglage laisse à désirer, que ces organes ne reprennent pas exactement leur position primitive, ce qui « armerait » le slot pour la manœuvre suivante. Pour éviter cet inconvénient et pour favoriser le rappel de la transmission du levier slotteur, on place, à proximité du slot rotatif, un contrepoids relié au moyen d'une chaînette à la manivelle *M* correspondant au levier slotteur (voir fig. 84 et 85). Il suffit, pour fixer la chaînette à

cette manivelle, de remplacer l'axe existant par un autre axe plus long et de fixer sur ce dernier un crochet B.

Réglage du slot rotatif. — Les transmissions doivent être bien tendues; en position normale, la butée extérieure du

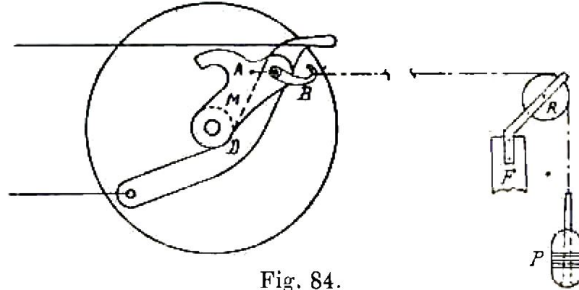


Fig. 84.

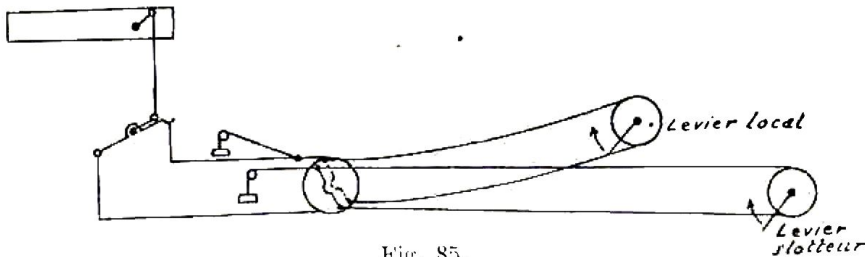


Fig. 85.

carter doit venir en contact avec la butée correspondante du support; dans cette position les deux manivelles extérieures et les deux balanciers à déclic doivent avoir une inclinaison égale. Le slot rotatif étant renversé après la manœuvre des deux leviers, la palette doit être nettement dans la position de passage, et les deux manivelles doivent, à ce moment, être en contact avec les butées du support.

Rupture du fil de retour. — Le slot rotatif est muni de deux balanciers à déclic, de sorte que si le fil de retour se rompt, soit entre le poste slotteur et le slot, soit entre le poste local et le slot, le balancier à déclic correspondant doit basculer, tout au moins à la première manœuvre suivante, si la rupture se produit quand les leviers sont à l'arrêt.

Si le fil de retour se rompt entre le slot et la palette, le balancier à déclic de la

palette doit fonctionner dans les conditions que nous connaissons.

L'expérience démontre néanmoins que dans certains cas, alors que le fil de retour se rompt entre le levier (local ou slotteur) et le slot rotatif, et même alors que le déclic de ce dernier a basculé, la palette restait au passage jusqu'au moment où le levier manœuvrant la transmission restée intacte était remis à l'arrêt.

Cette particularité provenait de ce que le contrepois de la palette équilibrée n'était pas suffisamment lourd pour rappeler la transmission et ramener le carter en position normale.

On remédie à cette déféctuosité, lorsqu'elle est constatée, en rappelant le carter au moyen d'un contrepois B rattaché par une chaîne au fil de traction, à proximité du slot, comme l'indique schématiquement la figure 85.

Slotage multiple des palettes; emploi du désengageur. — Le slotage d'un même signal par plusieurs postes pourrait être réalisé en plaçant en série plusieurs slots rotatifs; cependant une installation de ce genre n'est pas à conseiller si l'on tient compte de la nécessité d'obtenir d'une façon certaine la remise automatique à l'arrêt de la palette en cas de rupture du fil de retour d'une des transmissions.

Il est préférable, et il est généralement moins coûteux, d'utiliser le désengageur électrique, de préférence aux slots mécaniques pour le slotage multiple des signaux.

Le désengageur est un appareil électrique connu qui est utilisé non seulement comme slot mais qui sert aussi à réaliser la remise automatique à l'arrêt de certains signaux de bloc.

Il se place sur le signal même et son emploi ne nécessite le placement, indépendamment du circuit électrique, que d'une seule transmission funiculaire double : celle venant du poste local; elle actionne, au moyen d'un balancier extérieur, un dispositif entraîneur situé à l'intérieur de la boîte protectrice; ce dispositif entraîneur peut communiquer son mouvement à un second dispositif intérieur en relation avec la palette par une manivelle extérieure. L'entraînement du second dispositif est réalisé par un accouplement électro-mécanique comprenant un électro-aimant. L'accouplement ne peut se produire que si l'électro est excité et si son armature est attirée.

L'électro du désengageur est intercalé dans un circuit de piles, passant par les postes slotteurs où se trouvent des interrupteurs; un seul désengageur peut donc, de cette façon, servir au slotage d'un même signal par plusieurs postes. La palette étant mise au passage, retombe automatiquement à l'arrêt si le circuit électrique est coupé en un point quel-

conque, ou bien si le circuit restant fermé, le levier du poste local est remis à l'arrêt.

Slotage des palettes avertisseur. — Lorsqu'une palette d'arrêt absolu est slottée électriquement par désengageur, son avertisseur doit être également slotté électriquement par désengageur intercalé dans le même circuit électrique que le premier.

Lorsqu'une palette d'arrêt absolu est slottée par un slot rotatif, on peut slotter son avertisseur par un second slot rotatif actionné par le même levier que le premier, mais il est préférable de slotter l'avertisseur par désengageur intercalé dans un circuit électrique comportant un interrupteur actionné par la palette d'arrêt absolu.

Rappelons ici que pour assurer la concordance de position entre l'avertisseur et le signal d'arrêt absolu, une sonnerie électrique tinte dans la cabine lorsque le signal d'arrêt absolu est au passage et que l'avertisseur est resté à l'arrêt. Lorsque l'avertisseur est slotté, de même que le signal d'arrêt absolu, la sonnerie tinte chaque fois qu'il y a discordance de position entre le signal et l'avertisseur.

Taquets de slot système César. — La manœuvre des signaux slottés électriquement par désengageurs ne peut se faire que dans un seul ordre; le poste slotteur doit forcément manœuvrer son commutateur pour exciter l'électro du désengageur et permettre l'embrayage qui doit être réalisé pour la mise au passage de la palette.

L'emploi des slots mécaniques permet, au contraire, d'intervertir à volonté l'ordre de manœuvre, la palette se mettant au passage sous l'action du second levier manœuvré.

Or, il est souvent désirable que ce soit

le poste slotteur qui manœuvre en premier lieu son levier; en effet, s'il en est autrement, c'est le levier slotteur, placé généralement à longue distance qui supporte tout l'effort exigé pour la mise au passage de la palette, et, dans ces conditions, la manœuvre est rendue tellement difficile, que la palette reste parfois dans une position intermédiaire au lieu d'occuper nettement la position de passage; cette situation est encore aggravée lorsque le même levier slotteur actionne simultanément deux slots.

Dans les anciennes installations Saxby, on avait adopté une solution consistant à

faire manœuvrer par le poste slotteur, en même temps que le slot lui-même, une plaque en tôle ayant la forme d'un disque et une sonnette d'avertissement placées toutes deux dans la cabine du poste local. Le renversement de la plaque et le tintement de la sonnette avertissaient le signaleur de ce que le poste slotteur avait manœuvré son levier et l'instruction locale commandait de ne manœuvrer le levier local qu'après réception de cet avertissement.

Ces indicateurs optiques et acoustiques étaient généralement d'un réglage difficile et d'un fonctionnement défectueux;

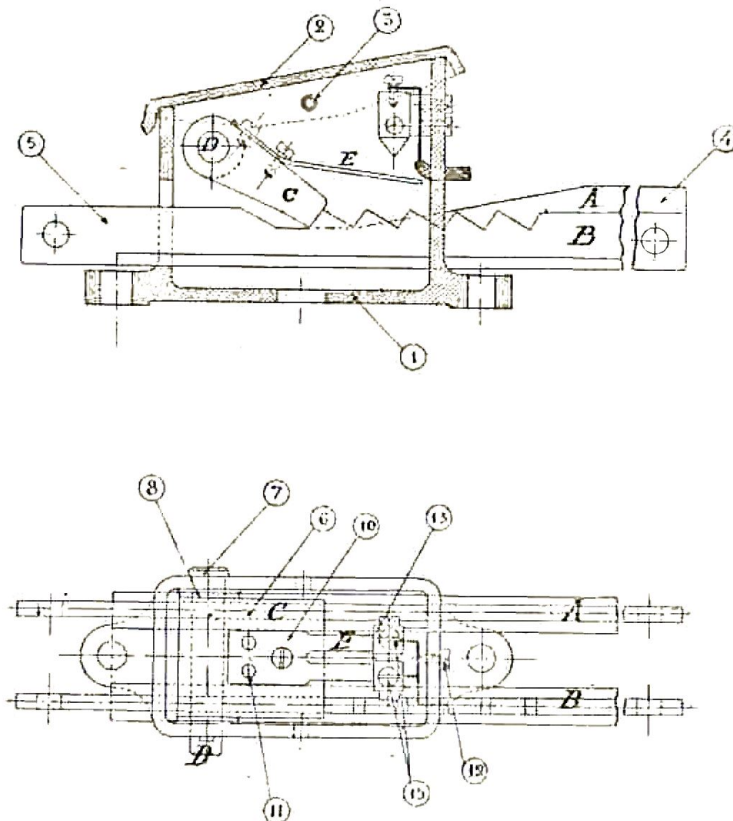


Fig. 86. — Taquet de slot système César.

en outre, ils ne matérialisaient pas l'obligation d'exécuter les manœuvres dans l'ordre prescrit.

L'appareil représenté à la figure 86 et dénommé « taquet de slot » remplace les indicateurs susmentionnés et matérialise

l'obligation de manœuvrer les leviers dans l'ordre normal.

L'appareil est composé essentiellement de deux barres A et B intercalées respectivement dans le fil de traction du poste slotteur et dans celui du poste local.

La première est entaillée à sa partie supérieure de façon à former un plan incliné; la seconde est entaillée en forme de crémaillère; un cliquet C, tournant librement autour d'un axe D s'engageant dans la crémaillère, empêche le déplacement de la barre B et s'oppose, par conséquent, à la manœuvre du levier du poste local.

Cette manœuvre ne devient possible qu'après la manœuvre du levier slotteur; celle-ci a, en effet, pour conséquence de déplacer la barre A vers la gauche; ce déplacement oblige le cliquet C à se soulever progressivement sous l'action du plan incliné; le soulèvement du cliquet provoque finalement la libération de la crémaillère et permet la manœuvre du signal sous l'action du levier local.

Un contact électrique fermé par une lame E solidaire du cliquet est intercalé dans le circuit d'un indicateur électrique à voyant placé dans la cabine du poste local, de façon à avertir le signaleur du « déslottage » du signal; on évite ainsi que l'agent du poste local fasse de vains efforts pour manœuvrer prématurément le levier du signal.

Cet indicateur à voyant est conjugué avec une sonnerie qui tinte à partir du moment où le déslottage est donné et jusqu'au moment où le levier local est renversé.

De cette façon le poste slotteur ne peut maintenir le déslottage après la remise du signal à l'arrêt sans que le poste local en soit prévenu.

Celui-ci interviendrait éventuellement pour faire cesser le tintement de la

sonnerie et exiger la remise en position normale du levier de slot.

Employé avec le slot rotatif, le taquet de slot se place à proximité de cet appareil; conjugué avec le slot à coulisse, il se place au point de rencontre des deux transmissions.

Manœuvre des palettes à trois positions 0 à 45° et 90°.

Les palettes pouvant occuper trois positions sont de quatre types :

1° La palette d'arrêt absolu, qui sert en même temps d'avertisseur pour le signal suivant et qui se représente conventionnellement comme l'indique la figure 87;

2° La palette avertisseur répétant les indications d'un chandelier de bifurcation (fig. 88);

3° La palette avertisseur qui répète les indications de deux signaux d'arrêt absolu qui sont éloignés l'un de l'autre de moins de 800 m. (fig. 89);

4° La palette avertisseur représentée par la figure 90 qui répète non seulement les indications d'un chandelier de bifurcation, mais, en outre, les indications d'un signal d'arrêt absolu situé en aval du chandelier et qui est distant de ce dernier de moins de 800 m.

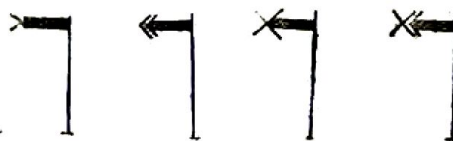


Fig. 87. Fig. 88. Fig. 89. Fig. 90.

Les conditions de manœuvre des cas repris aux 3° et 4° sont identiques à celles du premier cas, mais elles diffèrent totalement de celles du deuxième cas. Il nous suffira donc de comparer les conditions

de manœuvre du premier et du second cas.

Premier cas. — Palette d'arrêt absolu à trois positions. — La palette est sous la dépendance de deux postes (comme c'est le cas le plus fréquent), ou tout au moins de deux leviers différents si la manœuvre se fait de la même cabine.

Considérons que la palette est manœuvrée à l'intervention de deux postes, dont le premier, que nous appellerons *poste local A*, peut mettre la palette au passage à 45° sans l'intervention du second poste, que nous appellerons *poste éloigné B*, qui a pour mission de mettre la palette à 90° quand elle a d'abord été mise à 45° par le poste local, et quand le signal suivant est au passage.

Les conditions de manœuvre à réaliser sont les suivantes :

1° En manœuvrant le levier du poste A, lorsque le levier du poste B est à l'arrêt, la palette se lève à 45°;

2° En manœuvrant le levier du poste B après que le levier du poste A a été manœuvré, la palette passe de la position de 45° à celle de 90°;

3° En manœuvrant le levier du poste B avant que le levier du poste A ait été manœuvré, la palette n'est pas mise en mouvement;

4° En manœuvrant le levier du poste A après que le levier du poste B a été manœuvré, la palette passe de la position horizontale directement à la position verticale.

D'autre part, la palette étant verticale :

5° Si le levier du poste A est ramené en position normale avant le levier du poste B, la palette revient de la position verticale directement à la position horizontale;

6° Si le levier du poste B est amené en position normale avant le levier du poste A, la palette revient de la position de 90° à celle de 45°;

Enfin :

7° Si le levier du poste A est ramené en position normale après que le levier du poste B a déjà été ramené dans cette position, la palette passe de la position de 45° à la position horizontale.

Second cas. — Palette avertisseur à trois positions répétant les indications d'un chandelier de bifurcation. — La palette est manœuvrée par deux leviers d'un même poste (celui qui commande les palettes du chandelier de bifurcation).

Les leviers commandeurs, désignés par les lettres A et B, sont enclenchés entre eux; supposons que le levier A manœuvre la palette commandant l'accès à la voie déviée et le levier B la palette commandant l'accès à la voie non déviée, les conditions de manœuvre sont les suivantes :

1° le levier A étant manœuvré, la palette passe de la position horizontale à la position de 45°;

2° le levier B étant manœuvré, la palette passe de la position horizontale à la position verticale.

Remarquons que les leviers A et B ne peuvent être manœuvrés simultanément; que la palette ne peut passer de la position de 45° à celle de 90°, ni inversement de celle de 90° à celle de 45°.

Les conditions de manœuvre à réaliser sont donc beaucoup plus simples que celles examinées dans le cas précédent.

Les conditions de manœuvre du premier cas sont réalisées par l'emploi du *slot César pour palettes à trois positions* ou par le *slot du type des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi*; les conditions de manœuvre du second cas

sont réalisées par l'emploi du *balancier à bras inégaux*.

Slot rotatif système César pour la manœuvre des palettes à trois positions. —

Les figures 91, 92, 93 et 94 représentent sous forme de schémas les différentes phases de la manœuvre. Les principes sur lesquels on a basé la construction de cet appareil sont les mêmes que ceux qui ont

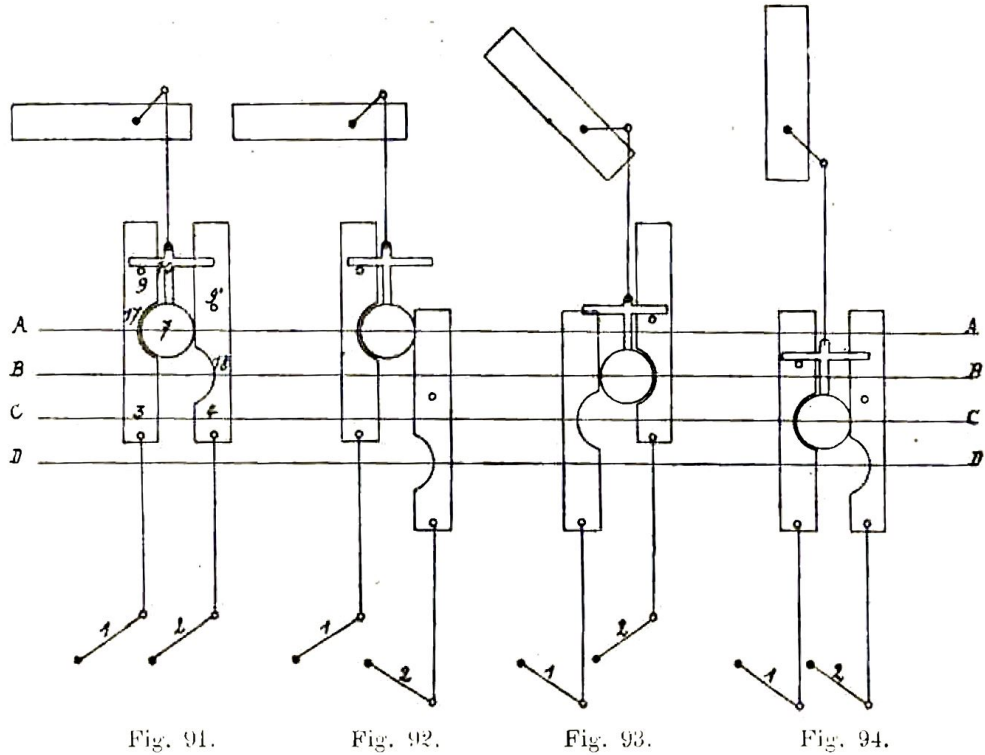


Fig. 91 à 94. — Schémas de la manœuvre du slot rotatif système César pour palettes à trois positions.

gouverné la construction du slot rotatif ordinaire; la transformation réside dans un simple décalage des flasques.

La figure 91 représente l'appareil en position normale, les deux leviers commandeurs étant à l'arrêt; le marteau 7 est engagé dans l'encoche 17 de la flasque 3 et ne peut s'en dégager parce qu'il en est empêché par la flasque 4; il est donc obligé de suivre le mouvement de la flasque 3 lorsque celle-ci descend, sous l'action du levier 1 du poste local; mais la flasque 3 n'entraîne pas le marteau 7 dans toute l'étendue de son déplacement; tandis que l'encoche 17 descend du plan

marqué par l'horizontale AA jusqu'au plan marqué par l'horizontale CC, le marteau s'arrête dans l'encoche 18 de la flasque 4 commandée par le levier 2 du poste éloigné; le marteau s'arrête obligatoirement dans cette encoche (voir fig. 93) parce que son balancier 10 est arrêté par la butée 9' de la flasque 4; or, le marteau en passant du plan AA au plan BB a entraîné avec lui la palette qui est passée de la position horizontale à la position de 45° (fig. 93); la flasque 3 a continué une course morte dont l'amplitude est mesurée par la distance qui sépare le plan BB du plan CC; c'est grâce à cette

course morte que la position de 45° s'obtient nettement et est rendue indépendante des variations éventuelles de longueur des transmissions du levier local 1.

Le levier 1 étant manœuvré, et la palette occupant la position de 45° , si l'on manœuvre ensuite le levier 2 du poste éloigné, le marteau 7, engagé dans l'encoche 18 de la flasque 4, suivra le mouvement descendant de celle-ci, dont l'encoche passe du plan BB au plan DD; mais le marteau sera arrêté au milieu de cette course par la butée 9 de la flasque 3; au moment même où le marteau se présentera devant l'encoche 17, il sera passé du plan BB au plan CC, entraînant ainsi la palette de la position de 45° à la position verticale. La flasque 4 aura continué à faire une course morte mesurée par la distance qui sépare le plan CC du plan DD (fig. 94).

Remarquons que l'exactitude de la position verticale de la palette dépend, en fin de compte, de la position de la flasque 3, manœuvrée par le levier local, ce qui est favorable, les transmissions de ce levier étant généralement assez courtes et pouvant, de ce fait, être plus facilement réglées. Si, comme la figure 92 l'indique, on avait manœuvré le levier éloigné 2 avant le levier local 1, la flasque 4 serait descendue (son encoche passant du plan BB au plan DD), sans que le marteau soit entraîné par ce mouvement; la palette resterait donc à l'arrêt, dans cette hypothèse; mais si le levier 1 est manœuvré après que la manœuvre du levier 2 est exécutée, le marteau 7 sera entraîné par la flasque 3 pendant toute la durée du mouvement de celle-ci; le marteau passera directement du plan AA au plan CC (fig. 94) entraînant la palette qui se lèvera verticalement.

La palette se trouvant dans la position verticale, si l'on remet le levier 1 en position normale, la flasque 3 entraînera le marteau par l'intermédiaire de sa butée 9, pendant la durée de tout son parcours;

le marteau passe ainsi du plan CC au plan AA et entraîne la palette qui passe directement de la position verticale à la position horizontale.

Si, lorsque la palette est verticale, le levier 2 du poste éloigné est remis en position normale avant le levier 1, la flasque 4, en remontant, accrochera au passage à mi-course, le marteau 7 par l'intermédiaire de son balancier et de la butée 9', et l'entraînera sur le reste de son parcours, de sorte que le marteau passera du plan CC au plan BB, faisant passer la palette de la position verticale à celle de 45° .

Enfin, la palette se trouvant dans cette position de 45° , si le levier local 1 est remis à l'arrêt, il est clair que la flasque 3, par l'intermédiaire de sa butée 9 accrochera au passage le balancier du marteau; celui-ci pénétrera dans l'encoche 17, en se dégageant de l'encoche 18, et accompagnera la flasque 3 dans le reste de son parcours, passant du plan BB au plan AA et entraînant avec lui la palette qui revient ainsi à la position horizontale.

Toutes les conditions de manœuvre énumérées ci-dessus sont donc entièrement réalisées.

Construction du slot rotatif système César pour la manœuvre des palettes à trois positions. — Bien que les éléments principaux du slot rotatif ordinaire aient été conservés dans la construction du slot pour palettes à trois positions, la construction de ce dernier appareil diffère, cependant, totalement de celle du premier slot.

Le slot pour palettes à trois positions est monté sur l'arbre de rotation de la palette. Le marteau 7 de la figure 91 est remplacé par une manivelle 7 (fig. 93) calée au moyen d'une forte goupille sur l'arbre de la palette; cette manivelle est articulée à un balancier muni de deux

galets mobiles. Les manivelles extérieures 1 et 2 (correspondant aux leviers 1 et 2 de la figure 91) sont coulées d'une même pièce (acier coulé) avec leurs plateaux respectifs 3 et 4 (correspondant aux flasques 3 et 4 de la figure 91).

Les plateaux encerclent la partie supérieure de la manivelle calée sur l'arbre; en position normale, cette manivelle vient en contact avec une partie saillante du plateau 3 correspondant au levier local; cette partie saillante est visible en pointillé, derrière le balancier 7 dans la coupe transversale; elle est indiquée par le chiffre 9 dans la vue en élévation, et elle correspond à la butée 9 de la figure 91. La butée 9' du plateau 4 est également réalisée par une saillie de ce plateau, visible en pointillé dans les deux vues de la figure 95; la manivelle vient en contact avec cette butée au cours de sa rotation.

En position normale, la palette étant à l'arrêt, un des galets du balancier est engagé dans l'encoche 17 du plateau 3 correspondant au levier local; le balancier est donc immobilisé, l'autre galet étant, en ce moment, en contact avec la périphérie du plateau 4.

Lorsque le levier local est manœuvré, la manivelle 1 est attirée vers le bas; elle fait une course de 200 mm. mesurée sur une verticale passant par le centre du trou d'axe de l'extrémité libre; en effectuant cette course la manivelle entraîne le plateau qui tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, d'un angle de 90°. Par son encoche 17 et le galet correspondant le plateau entraîne la manivelle 7 qui, étant calée sur l'arbre de la palette, entraîne à son tour cet arbre et la palette elle-même, dans son mouvement de rotation. Mais la manivelle 7 est arrêtée à la moitié du parcours du plateau par la butée 9' du plateau 4; au moment où la manivelle 7 rencontre cette butée, le second galet du balancier pénètre dans l'encoche 18 et

permet ainsi au second galet de se dégager de l'encoche 17.

La manivelle 7, l'arbre de la palette et la palette elle-même n'auront donc tourné que de 45°, tandis que la manivelle 1 et le plateau 3 tourneront de 90°, accomplissant ainsi une course morte de 45°.

La palette étant levée à 45°, si l'on manœuvre le levier éloigné, la manivelle 2 entraîne le plateau 4, et comme celui-ci est, à ce moment, solidarisé avec la manivelle 7 et l'arbre de la palette par l'intermédiaire de l'encoche 18 et du galet correspondant, la palette est entraînée dans la course du plateau 4; celui-ci tourne d'un angle de 90°; mais, comme dans la phase précédente, la manivelle et la palette ne seront entraînées que pendant la première moitié de ce parcours, car à la fin de cette demi-course, la manivelle 7 se heurtera à la butée 9 du plateau, tandis que le galet de droite du balancier pénétrera dans l'encoche 17 de ce plateau, permettant ainsi au second galet de se dégager de l'encoche 18, et au plateau 4 d'accomplir sa course morte correspondant à un angle de 45°.

La remise en position normale du levier local 1, précédant celle du levier 2, a évidemment pour effet de ramener la palette à l'arrêt, par l'action continue de la butée 9 sur la manivelle; la remise en position normale du levier 2, précédant celle du levier 1, a pour effet de ramener la palette à 45°, par l'action de la butée 9' sur la manivelle.

Les plateaux, la manivelle 7 et les galets sont enfermés dans un carter en fonte formés de deux parties boulonnées entre elles, avec intercalation d'un joint en carton. Le carter est à demi rempli d'huile pour éviter le grippage des galets et des axes; l'Etat belge utilise l'huile oléonaphte B pour cette lubrification.

Abris en zinc. — Il est de la plus haute

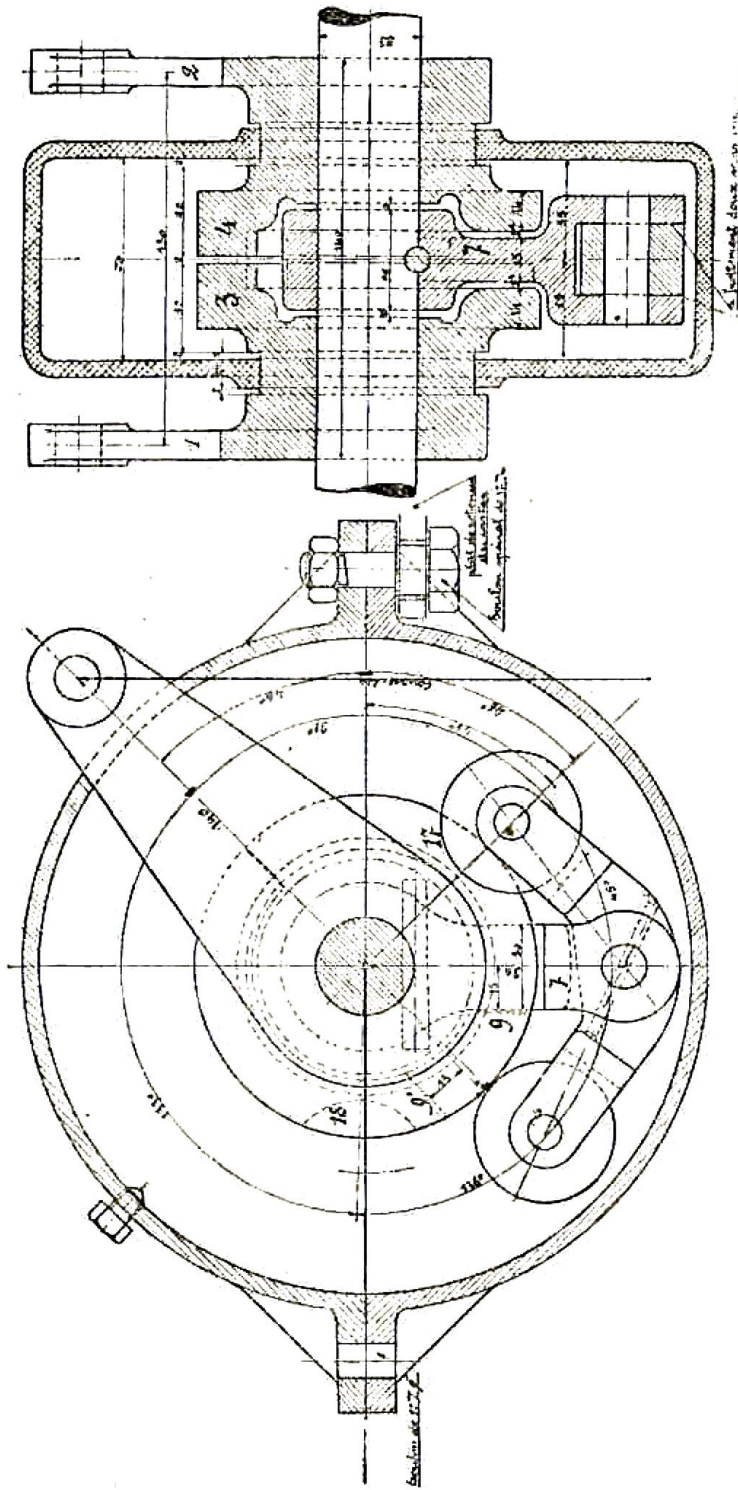


Fig. 95. Slot rotatif système César pour la manœuvre des palettes à trois positions.

importance d'éviter toute infiltration d'eau de pluie dans le carter; l'eau de pluie pénétrant par un joint défectueux se déposerait dans le fond du carter, expulsant lentement l'huile qui s'écoulerait par le joint de l'axe.

En hiver, la congélation de cette eau pourrait paralyser la manœuvre de la palette.

Pour éviter efficacement toute infiltration, les slots pour palettes à trois positions sont recouverts d'un abri en zinc fixé au carter même, en-dessous du joint, au moyen des boulons d'assemblage de ce dernier; toute infiltration d'eau de pluie est donc matériellement impossible.

En outre, par surcroît de précautions, une vis en cuivre, remplissant le rôle de purgeur, est placée à la partie inférieure du carter, permettant de vérifier périodiquement la nature du contenu de celui-ci.

Recommandations. — Le goupillage de la manivelle sur l'arbre doit être particulièrement soigné de façon à écarter toute possibilité de décalage; les axes du balancier (axe central et axes des galets) étant très fatigués doivent être en acier dur cimenté. Il est nécessaire de vérifier périodiquement l'état de ces axes et de les remplacer dès qu'ils présentent des traces de grippage.

L'axe servant à relier les manivelles 1 et 2 aux bielles de manœuvre doit être solidement goupillé par une goupille double placée à son extrémité; il est utile d'attirer l'attention sur ce détail, car on remarquera que la désarticulation accidentelle de la bielle de manœuvre correspondant au poste éloigné, désarticulation résultant de la chute de l'axe, ferait retomber la manivelle 2 vers le bas, sous l'effet de son propre poids, cette manivelle n'ayant, en effet, rien d'autre à entraîner que le plateau 4; la rotation intempestive de ce plateau aurait pour

conséquence d'amener la palette à 90° sous l'action de la seule manœuvre du levier local.

Remarque. — La course de la manivelle 1 correspondant au levier local ne peut être modifiée dans aucun cas, puisqu'elle assure la position de la palette à 90°; il n'en est pas de même de la manivelle 2 correspondant au levier éloigné. La manivelle fait une course de 200 mm. mesurée verticalement au centre du trou d'axe.

Le balancier à déclic fait également une course de 200 mm. mesurée verticalement au centre du trou d'axe situé à l'extrémité du balancier à contrepoids.

Remarquons que, dans ces conditions, le passage de la palette de la position de 45° à celle de 90° se fait pendant la première moitié de la course du balancier à déclic, donc pendant le premier parcours de 100 mm. de ce balancier. Or, un dérèglement de la transmission du levier éloigné peut avoir pour effet de ne pas ramener le balancier à déclic à fond de course; supposons qu'à la faveur d'un dérèglement tout à fait exagéré du fil de retour, il se produise une perte de course au retour du balancier, et que celui-ci reste soulevé d'une hauteur correspondant à une perte de course de 50 mm., par exemple; à la faveur de cette perte de course, le plateau 4 ne sera pas revenu à sa position primitive; par rapport à cette dernière il sera déplacé d'un angle de 22° 30', ce qui, en cas de manœuvre du levier local, amènerait la palette dans la position de 67° 30', au lieu de 45°.

Supposons maintenant que l'on supprime entièrement la course morte du plateau 4 et que l'on se borne à donner à la manivelle 2 une course de 100 mm. au lieu de 200 (ce qu'on obtiendrait en diminuant de moitié le bras de levier du balancier à contrepoids conjugué au ba-

lancier à dé clic), la perte de course de 50 mm., précédemment envisagée, serait réduite de moitié par le fait de la réduction correspondante du bras de levier de la manivelle, et le plateau 4 ne serait plus déplacé que d'un angle de $11^{\circ} 15'$, au lieu de $22^{\circ} 30'$, ce qui serait moins dangereux au point de vue de la sécurité.

La solution consistant à supprimer radicalement la course morte, comme nous venons de l'envisager pour rendre plus clair le raisonnement, ne peut cependant être prise en considération; la transmission du poste éloigné étant généralement assez longue, le défaut de course morte aurait pour conséquence de laisser souvent la palette dans des positions douteuses.

La solution consiste à réduire la course totale, tout en conservant une course morte suffisante. On peut adopter, par exemple, une course totale de 150 mm. au lieu de 200 mm., ce qui s'obtient sans difficulté en reculant vers le centre de rotation du balancier à contrepoids, l'articulation de la bielle de manœuvre.

Montage du slot pour palette à trois positions. — Réglage. — La figure 96 représente l'appareil monté sur le sémaphore. Les lunettes du trinocle sont munies de verres rouge, jaune et vert, en partant du haut vers le bas.

Les balanciers à dé clic sont montés de part et d'autre du mât; chacun des balanciers conjugués au balancier à dé clic est muni d'un contrepoids, destiné à assurer la remise en position normale des organes du slot en cas de bris du fil de retour, et destiné également à favoriser le « rappel » de la transmission lors de la remise en position normale des leviers de manœuvre.

La palette étant à l'arrêt, le plateau correspondant au levier local vient buter contre la manivelle du balancier à galets,

qui, solidaire de la position de la palette, est en ce moment vertical.

L'inclinaison en position normale de la manivelle 1 (correspondant au levier local) se détermine donc d'elle-même; on mesure la longueur de la bielle de manœuvre correspondant à cette manivelle en plaçant le balancier à dé clic à fond de course, tandis que la palette est horizontalement contre sa butée et que le plateau correspondant au levier local est en contact avec la manivelle du balancier à galets (fig. 95).

Pour déterminer la longueur de la seconde bielle, il suffit, la palette étant horizontale, de placer la seconde manivelle du slot suivant une inclinaison identique à celle de la première manivelle; dans cette position, les trous d'axes des deux manivelles doivent être exactement au même niveau.

La manivelle correspondant au levier local doit faire une course totale correspondant à un angle de 90° ; cette course est d'ailleurs limitée dans les deux sens par les butées horizontale et verticale de la palette.

On remarquera que la course de la seconde manivelle correspondant au levier éloigné n'est limitée que par la longueur de sa bielle de manœuvre, et indirectement par les butées formées par le support du balancier à dé clic.

Nous venons de voir, d'ailleurs, que cette course, qui est normalement de 200 mm., est souvent réduite à 150 mm. pour diminuer l'influence du dérèglement des transmissions.

Dans ces conditions, le parallélisme des manivelles n'existe évidemment que dans leur position normale. Il est prudent de s'assurer que la manivelle correspondant au poste éloigné ne peut, même à la faveur d'une manœuvre brusque, dépasser sensiblement sa course limite (vers le bas). Nous croyons utile d'attirer l'attention sur ce point parce qu'il n'existe pas de butée

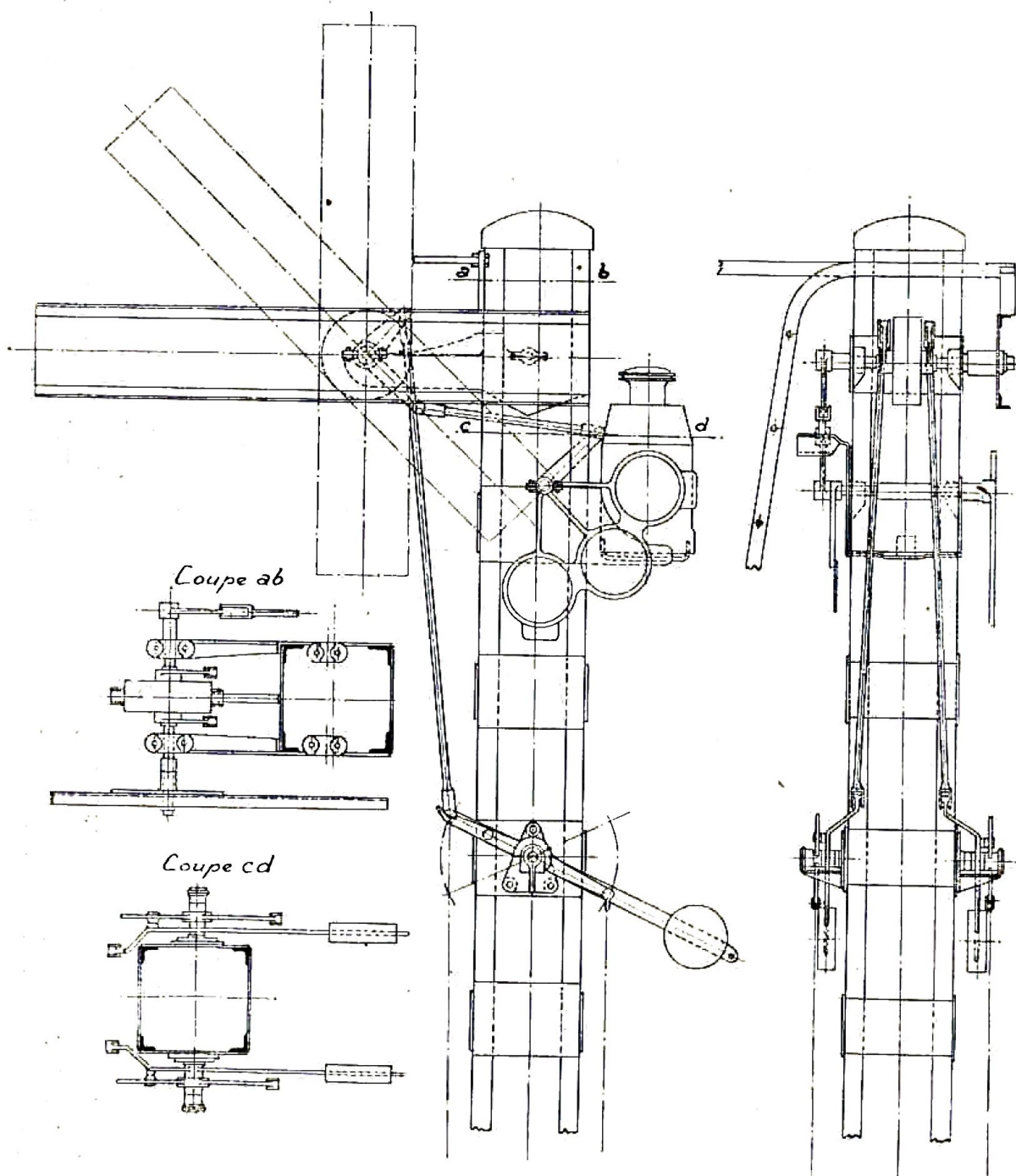


Fig. 96: — Sémaphore avec palette d'arrêt absolu à trois positions manœuvrée au moyen d'un slot rotatif système César monté derrière la palette sur l'arbre de rotation.

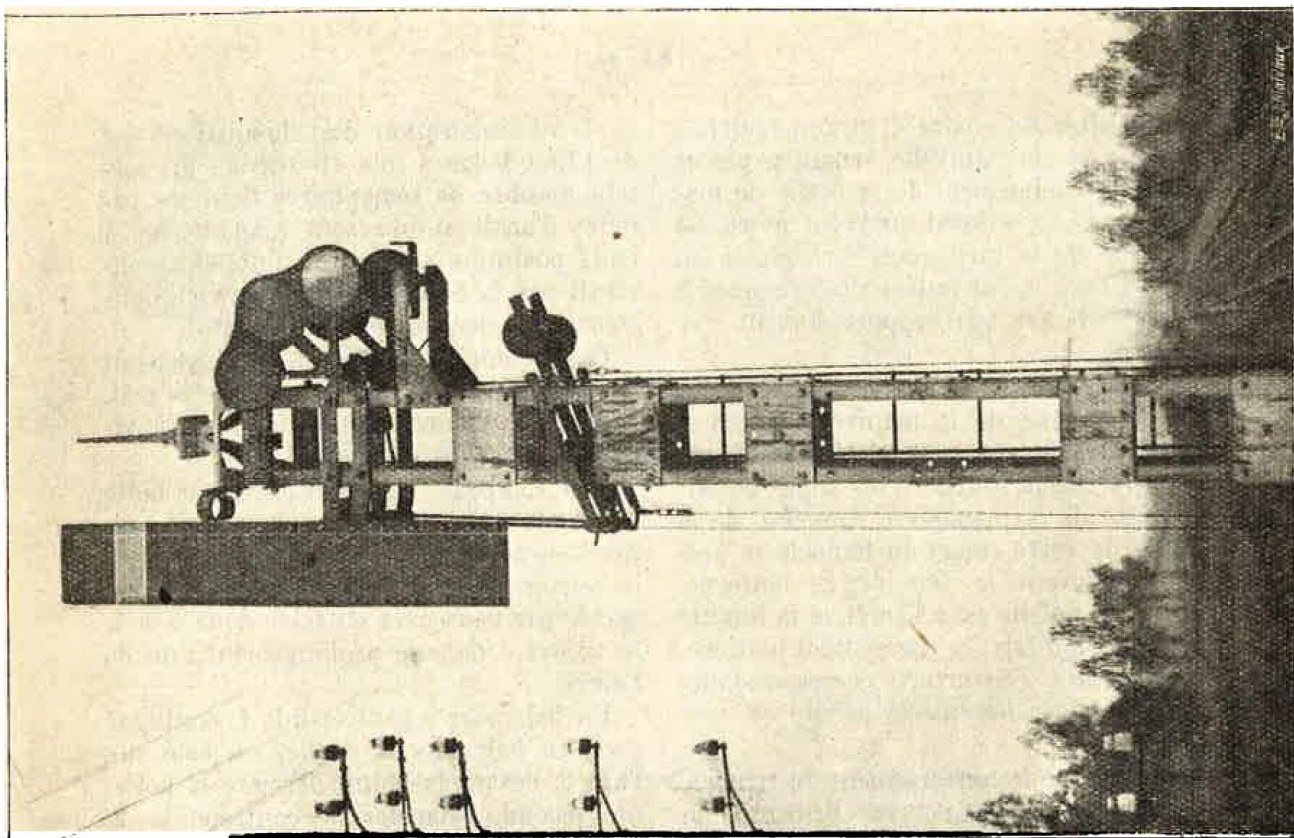


Fig. 96ter. — Sémaphore avec palette à trois positions manœuvrée au moyen d'un slot rotatif César. (Position de 90°.)

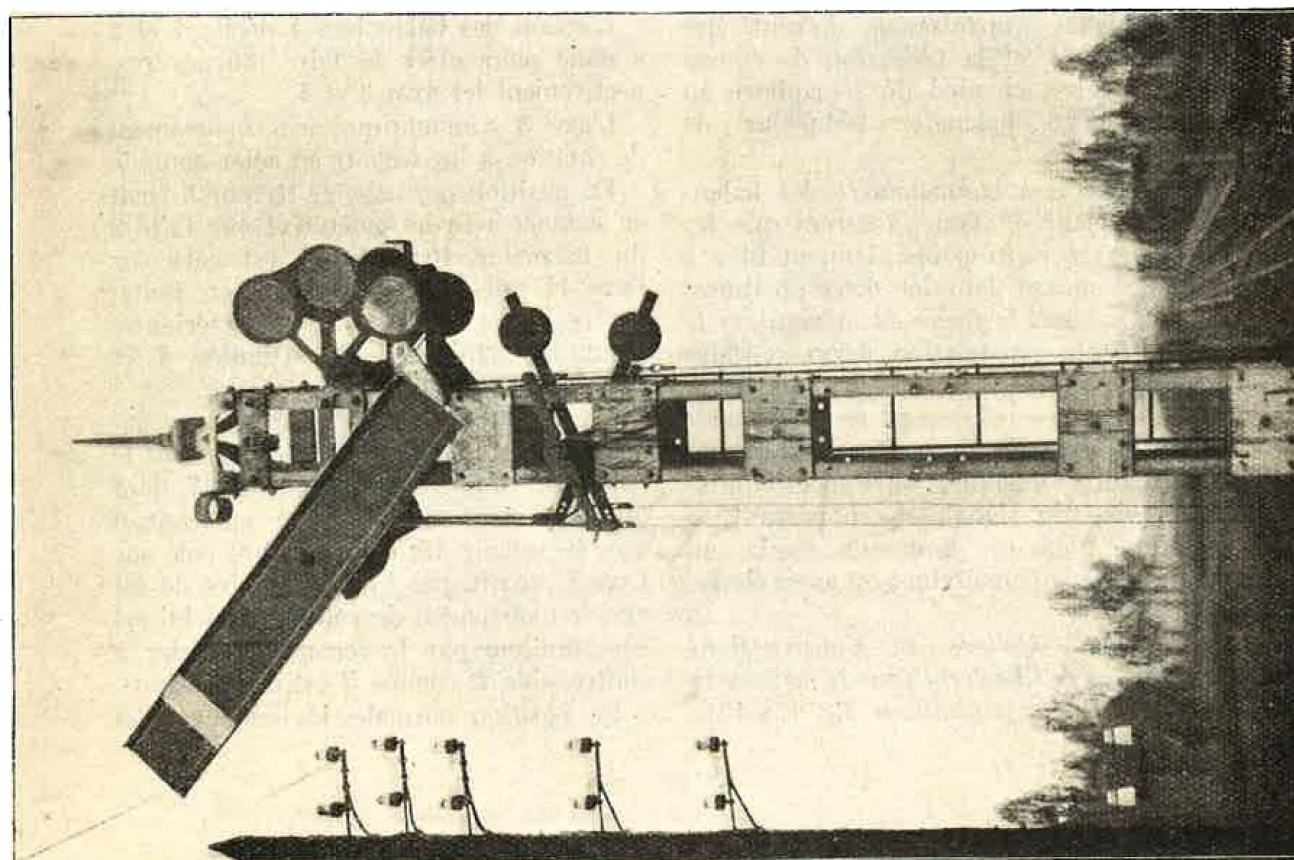


Fig. 96bis. — Sémaphore avec palette à trois positions manœuvrée au moyen d'un slot rotatif César. (Position de 45°.)

pour limiter cette course, et l'on pourrait craindre que la manivelle, venant se placer dans le prolongement de sa bielle de manœuvre, ne se coinçât au point mort. La longueur de la bielle doit être réglée en conséquence et les butées du balancier à contrepoids sur son support doivent être vérifiées.

La longueur de la bielle d'attaque des écrans et celle de la manivelle de commande des écrans sont réglées de façon que le trinocle tourne d'un angle de 90° au cours de la manœuvre complète de la palette, le verre rouge du trinocle se présentant devant le feu de la lanterne, lorsque la palette est à l'arrêt, et la lunette à verre bleu-Isly se présentant entièrement devant l'ouverture correspondante de la lanterne, lorsque la palette est verticale.

Pour éviter le renversement du trinocle au cours d'une manœuvre brusque, on place une butée limitant sa course dans la position du passage.

Les deux transmissions doivent être bien tendues, et la réduction de course doit se faire au pied du sémaphore au moyen d'un balancier réducteur de course.

On observera la manœuvre des balanciers à déclic, et l'on s'assurera que les balanciers à contrepoids viennent bien à fond de course dans les deux positions, *quelle que soit la façon de manœuvrer le levier*. Cette constatation devra se faire surtout pour la transmission du levier éloigné, lorsque celui-ci est remis à l'arrêt après le levier local; on fera les mêmes constatations quelques jours après la mise en service du signal, en choisissant, si possible, pour ces nouveaux essais, un moment où la température est assez élevée.

Slot des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi pour la manœuvre des palettes à trois positions (fig. 97 à 101).

— L'Administration des chemins de fer de l'Etat belge a mis en service un certain nombre de sémaphores dont les palettes d'arrêt absolu sont manœuvrées à trois positions au moyen d'un slot construit par la Société des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi.

Ce slot, dont l'emploi a donné également de bons résultats, se place contre le mât, à hauteur d'homme, pour faciliter la visite des organes intérieurs.

Il se compose (fig. 97 et 98) d'une boîte en fonte avec couvercle boulonné, un joint en caoutchouc étant interposé entre le couvercle et la boîte. Celle-ci est traversée par deux axes en acier doux 3 et 4, se trouvant dans le prolongement l'un de l'autre.

Un balancier à contrepoids 1, conjugué avec un balancier à déclic, est calé sur l'axe 3, devant la boîte; derrière la boîte, un second balancier à contrepoids 2, également conjugué avec un balancier à déclic, est calé sur l'axe 4.

L'action des balanciers à déclic 1 et 2 a donc pour effet de faire tourner respectivement les axes 3 et 4.

L'axe 3 communique son mouvement de rotation à un secteur en acier coulé 5.

En position normale, ce secteur 5 vient en contact avec un galet fixé sur l'axe 9 du balancier 10; celui-ci est calé sur l'axe 11 qui traverse la boîte en fonte; sur ce même axe 11 est calée extérieurement la manivelle 12, articulée à la tringle 13 qui actionne la palette.

Un axe 16 relie le secteur 5 à un balancier 15, mobile autour de l'axe 16; le balancier 15 porte un second axe 17, dont le galet vient normalement en contact avec le secteur 18; celui-ci étant calé sur l'axe 4, reçoit, par l'intermédiaire de cet axe, le mouvement de rotation qui lui est communiqué par le second balancier à contrepoids 2, comme il est dit ci-dessus.

En position normale, les secteurs 5 et

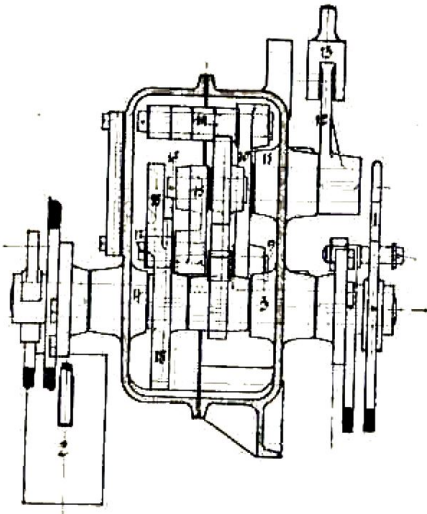


Fig. 97.

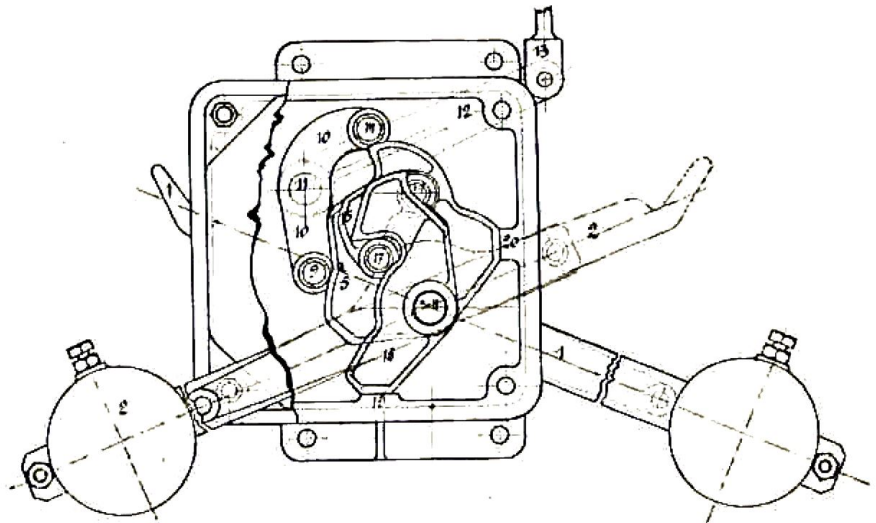


Fig. 98.

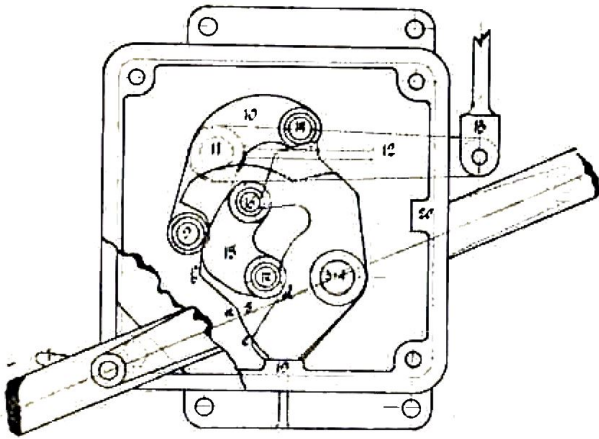


Fig. 99.

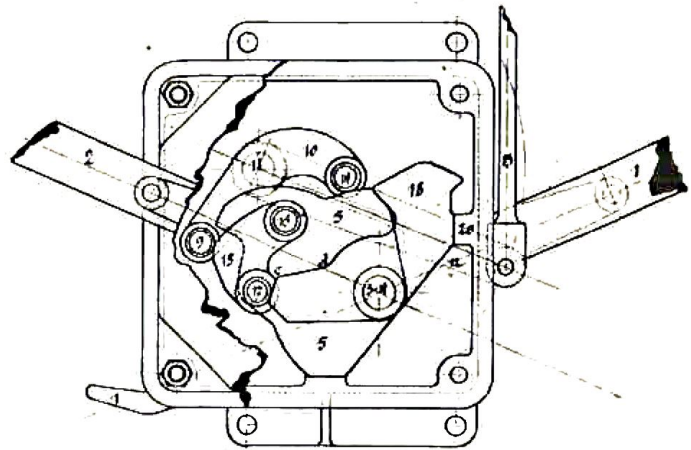


Fig. 100.

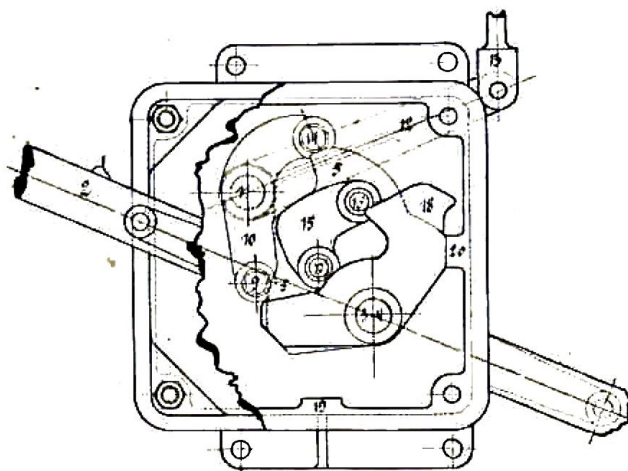


Fig. 101.

Fig. 97 à 101. — Slot des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi pour la manœuvre des palettes à trois positions.

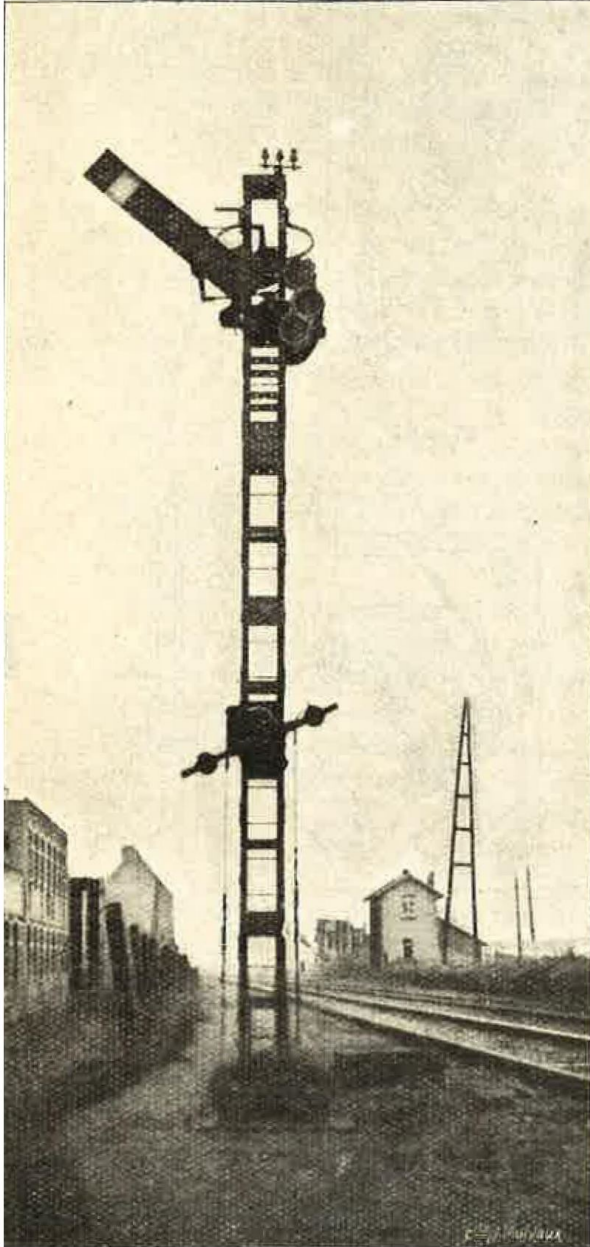


Fig. 101bis.

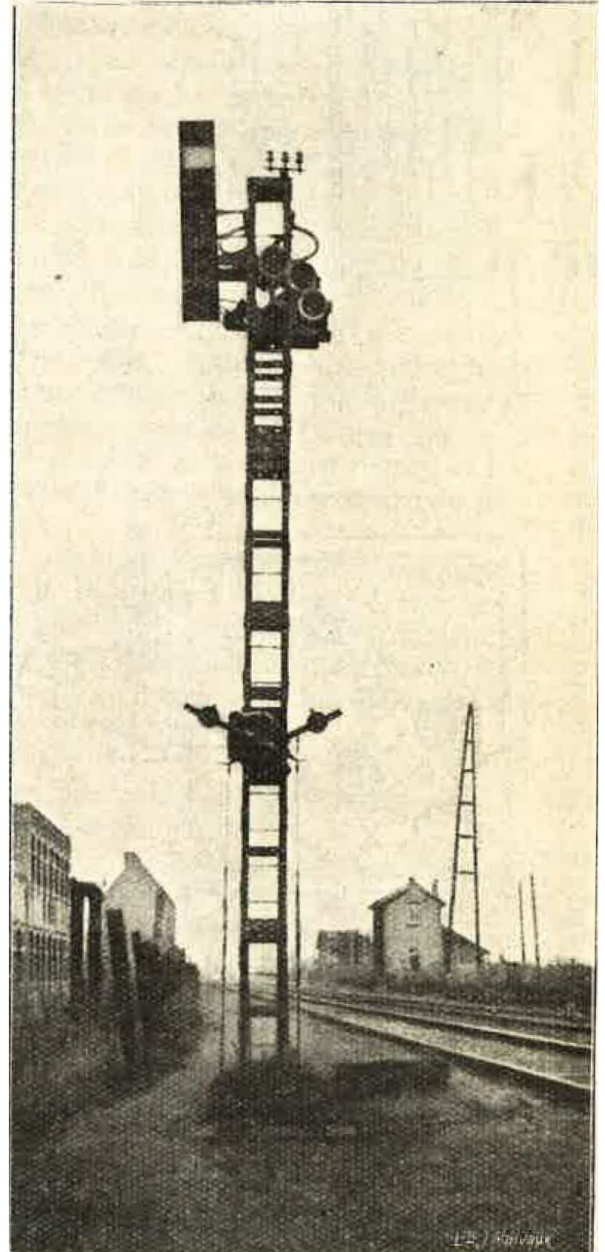


Fig. 101ter.

Sémaphore avec palette à trois positions manœuvrée au moyen d'un slot du modèle
des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi.

Position de 45°.

Position de 90°

18 s'appliquent respectivement contre les butées intérieures 20 et 19; les mouvements de rotation qui sont communiqués aux secteurs 5 et 18 sont de sens inverse. Le secteur 18 se meut dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre; le secteur 5 se meut dans le sens inverse.

Fonctionnement de l'appareil.

Position 0 à 45°. — Le poste A (local), en renversant son levier de manœuvre, fait basculer le balancier à déclic 1 et le balancier à contrepoids correspondant; le secteur 5 prend la position indiquée à la figure 99. L'axe à galet 9, repoussé par le plan incliné *ab* du secteur 5, fait pivoter le balancier 10 qui, par l'intermédiaire de l'axe 11, entraîne la manivelle 12 et la tringle 13; la palette prend la position de 45°.

Il est à remarquer que la forme du secteur 5 crée une course morte avant comme après la manœuvre de la palette, assurant à cette dernière des positions nettes; en effet, le balancier 10 ne se met en mouvement que lorsque son galet 9 vient en contact avec le plan incliné *ab* du secteur 5; de part et d'autre de ce plan incliné, les contours du secteur affectent la forme d'une portion de circonférence ayant comme centre le centre de l'axe 3-4; le glissement du galet 9 sur ces contours ne provoque, par conséquent, aucun déplacement du balancier 10.

Pendant la manœuvre de la palette, le galet fixé sur l'axe 14 du balancier 10 reste en contact avec la partie supérieure du secteur 5, et au moment où la palette atteint la position de 45°, ce galet vient reposer sur la partie supérieure du secteur 18; lorsque la palette passera de 45° à 90°, le galet 14 ne quittera le secteur 18 que pour venir reposer sur le secteur 5; de cette façon, les galets placés sur les axes 9 et 14, aux extrémités du balan-

cier 10, venant toujours en contact avec les secteurs, il est impossible de manœuvrer extérieurement, à la main, la manivelle 12 ou la tringle 13 et par conséquent la palette; les positions de celles-ci résultent donc exclusivement des mouvements communiqués aux secteurs 5 et 18.

Position 45° à 90°. — La palette étant à 45° (fig. 99), si le poste B (slotteur) manœuvre son levier, le balancier à déclic 2 et le balancier à contrepoids correspondant se renversent, comme l'indique la figure 100, entraînant le secteur 18. La rotation de ce dernier a pour effet de faire passer la palette de la position de 45° à celle de 90° pour la raison suivante :

Après la manœuvre du balancier 1 et du secteur 5 correspondant (fig. 99), le balancier 15, suspendu par l'axe 16 au secteur 5, est venu se mettre en contact avec le galet 9, fixé sur l'axe du balancier 10, le galet fixé sur l'axe 17 du balancier 15 restant en contact avec le secteur 18.

Celui-ci étant renversé (et l'axe 16 restant fixe), repousse le galet 9, actionnant ainsi le balancier 10 et par conséquent la manivelle 12 ainsi que la palette, qui passe de la position de 45° à celle de 90°.

Le déplacement du galet 17, et par conséquent de son balancier 15, se fait par glissement sur un plan incliné *cd* du secteur 18; on remarquera que, de part et d'autre du plan incliné *cd*, les contours du secteur 18 affectent la forme d'une portion de circonférence ayant comme centre le centre de l'axe 3-4, de sorte que le glissement du galet 17 sur ces contours n'entraîne pas le déplacement du balancier 15; il y a donc course morte du balancier 2 et du secteur 18 au commencement comme à la fin de la manœuvre, ce qui assure une position nette de la palette à 45° et à 90°.

La figure 101 représente la position des

organes lorsque, la palette étant au passage, le poste local A remet son levier à l'arrêt avant le poste slotteur B, ou bien lorsque, la palette étant à l'arrêt, le poste slotteur a manœuvré son levier avant le poste local.

La palette étant au passage, si le poste local A remet son levier en position normale, le secteur 5 ramenant le balancier 15 et agissant sur le galet 14, rappelle le balancier 10 en position normale, ce qui ramène la palette de 90° à 0°; mais, dans cette situation, on voit qu'en renversant à nouveau le secteur 5, la palette passera directement de 0 à 90° par l'action successive du secteur 5 et du balancier 15 sur le galet 9.

Toutes les conditions imposées sont donc réalisées.

Les conditions de réglage des transmissions sont les mêmes que pour le slot rotatif système César.

Manœuvre d'une palette avertisseur à trois positions au moyen d'un balancier à bras inégaux (fig. 102). — Nous avons vu précédemment les conditions de manœuvre d'une palette avertisseur répétant les indications d'un chandelier de bifurcation.

Rappelons que la manœuvre d'un des leviers a pour effet de mettre la palette à 45°; que la manœuvre de l'autre levier a pour effet de mettre la palette dans la position verticale et que les deux leviers, manœuvrés du même poste, sont enclenchés entre eux, de sorte que l'hypothèse du passage de la palette de la position de 45° à celle de 90° et *vice versa* n'est pas à envisager.

Chacun des balanciers à dé clic est relié aux extrémités d'un balancier dont l'un des bras est deux fois plus long que l'autre; le balancier est relié par son pivot, d'une part à l'extrémité d'une manivelle dont l'axe de rotation est fixé dans

un support boulonné au mât, et d'autre part à la palette par l'intermédiaire d'une bielle verticale, d'une équerre de renvoi, d'une bielle horizontale et d'une manivelle calée sur l'arbre de rotation de la palette.

Le balancier à contrepoids commandant la position de 45° est relié par une bielle à l'extrémité du *grand bras* du balancier; le balancier à contrepoids commandant la position de 90° est relié par une bielle à l'extrémité du *petit bras* du balancier.

La manœuvre d'un des balanciers à dé clic a évidemment pour effet d'attirer vers le bas l'extrémité correspondante des balanciers à bras inégaux; ce mouvement du balancier est communiqué à la manivelle et, par conséquent, à la palette.

Lorsque le balancier est attiré par l'extrémité de son petit bras, le déplacement vers le bas de la manivelle est double du déplacement qui se produit lorsque le balancier est attiré par l'extrémité du grand bras. La longueur de la manivelle est calculée de façon que, dans ce dernier cas, la palette se place à 45°; elle se mettra donc dans la position verticale dans le premier cas.

Les balanciers conjugués aux balanciers à dé clic sont munis de contrepoids pour les raisons que nous avons déjà indiquées.

La manœuvre d'un des balanciers à contrepoids réagit sur l'autre par l'intermédiaire du balancier à bras inégaux; il est visible que, tandis que l'extrémité d'un des balanciers à contrepoids descend vers le bas sous l'effet de la manœuvre, l'extrémité correspondante du second levier à contrepoids est attirée vers le haut par le balancier à bras inégaux. La butée du levier à contrepoids sur le support de balancier à dé clic doit s'opposer à ce déplacement.

On utilise une lanterne à double feu dont le feu direct apparaît blanc derrière une vitre transparente, tandis que le feu réfléchi apparaît derrière une vitre de

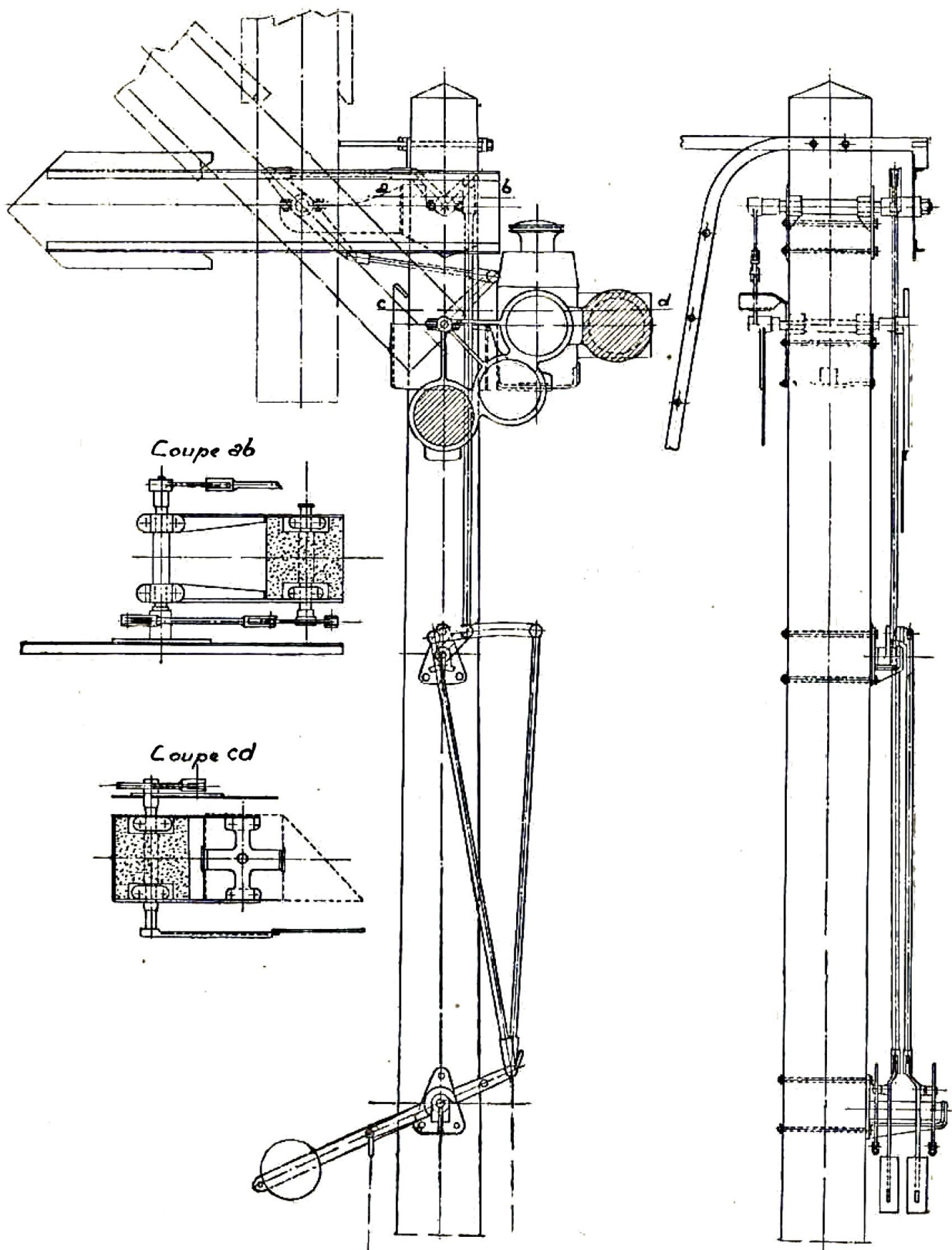


Fig. 102. — Palette avertisseur à trois positions
 montée sur un mât en béton armé et manœuvrée au moyen d'un balancier à bras inégaux.

couleur bleu-Isly donnant le feu vert.

Le trinocle comporte un verre jaune dans la lunette supérieure et dans la lunette centrale, et une tôle masquant le feu dans la lunette inférieure; dans le prolongement de la lunette supérieure une tôle est rivée au trinocle; elle masque normalement le feu vert de la lanterne, de sorte que le feu jaune apparaît seul lorsque la palette est à l'arrêt; il apparaît en même temps que le feu vert lorsque la palette est inclinée à 45°; enfin, il est masqué, et le feu vert apparaît seul lorsque la palette est verticale.

Manœuvre d'une palette avertisseur ré-pétant les indications de deux signaux distants l'un de l'autre de moins de 800 m.

-- Les conditions de manœuvre sont exactement les mêmes que celles des palettes d'arrêt absolu à trois positions.

En effet, le passage de la position de 45° à celle de 90° peut se produire lorsque la palette avertisseur ayant d'abord été mise à 45° (alors que le second signal situé en aval était encore à l'arrêt), ce second signal est mis ensuite au passage peu de temps avant l'arrivée d'un train. Le mécanicien de ce train ayant déjà en vue la palette avertisseur inclinée à 45°, il ne pourrait être question de la remettre à l'arrêt pour la remettre immédiatement après à 90°, comme on devrait le faire si l'on employait un balancier à bras inégaux.

Il y a donc lieu de traiter ce cas exactement comme celui des palettes d'arrêt absolu à trois positions.

Palettes à numéros. — La figure 103 représente une palette équilibrée conjuguée avec huit numéros; les balanciers à déclic ont été placés quatre par quatre sur deux supports; chaque manivelle de balancier à déclic est reliée, au moyen d'une bielle, à la culasse supportant le numéro corres-

pondant; les plaques à numéros pivotent autour d'un axe commun, sur lequel bascule également un étrier à contrepoids embrassant tous les numéros; un numéro quelconque est soulevé, lorsque sa culasse d'arrière descend sous la traction de la bielle de manœuvre; cette culasse entraîne dans sa descente l'étrier et le fait basculer autour de son axe; cet étrier est relié à la palette au moyen d'une bielle verticale, d'une équerre de renvoi, d'une bielle horizontale et d'une manivelle calée sur l'arbre de la palette.

L'étrier est pourvu, du côté opposé à la bielle de manœuvre, d'un contrepoids qui se soulève lorsque la palette est mise au passage, et qui a pour effet de rappeler la palette à l'arrêt en cas de rupture du fil de retour. Les numéros sont peints sur les deux faces d'une tôle en fer de 2 mm. d'épaisseur vissée sur une culasse en acier coulé.

Les numéros sont éclairés la nuit, à l'avant et à l'arrière, par des lanternes spéciales à trois brûleurs, supportées par un châssis fixé au mât et relié à une plateforme servant à la visite des lanternes et des mécanismes.

Slottage des numéros (fig. 104). — Lorsqu'un seul des numéros est slotté, on peut réaliser ce slottage en intercalant un slot rotatif système César dans la transmission.

Généralement, cependant, les sémaphores à numéros s'utilisant habituellement dans les grandes gares, où l'établissement des transmissions funiculaires présente souvent des difficultés, on slotte les numéros électriquement, au moyen d'un désengageur intercalé entre les numéros et la palette; un seul désengageur peut permettre le slottage de plusieurs numéros.

Les postes slotteurs disposent d'interrupteurs intercalés dans le circuit du

désengageur; la sélection des circuits se fait généralement au poste local, au moyen d'interrupteurs manœuvrés par des leviers d'aiguilles.

Sémaphores à deux palettes dont une

palette avertisseur. — Trois cas sont à considérer suivant que la palette d'arrêt absolu supérieure est conjuguée :

1° avec une palette avertisseur se levant à 45° seulement;

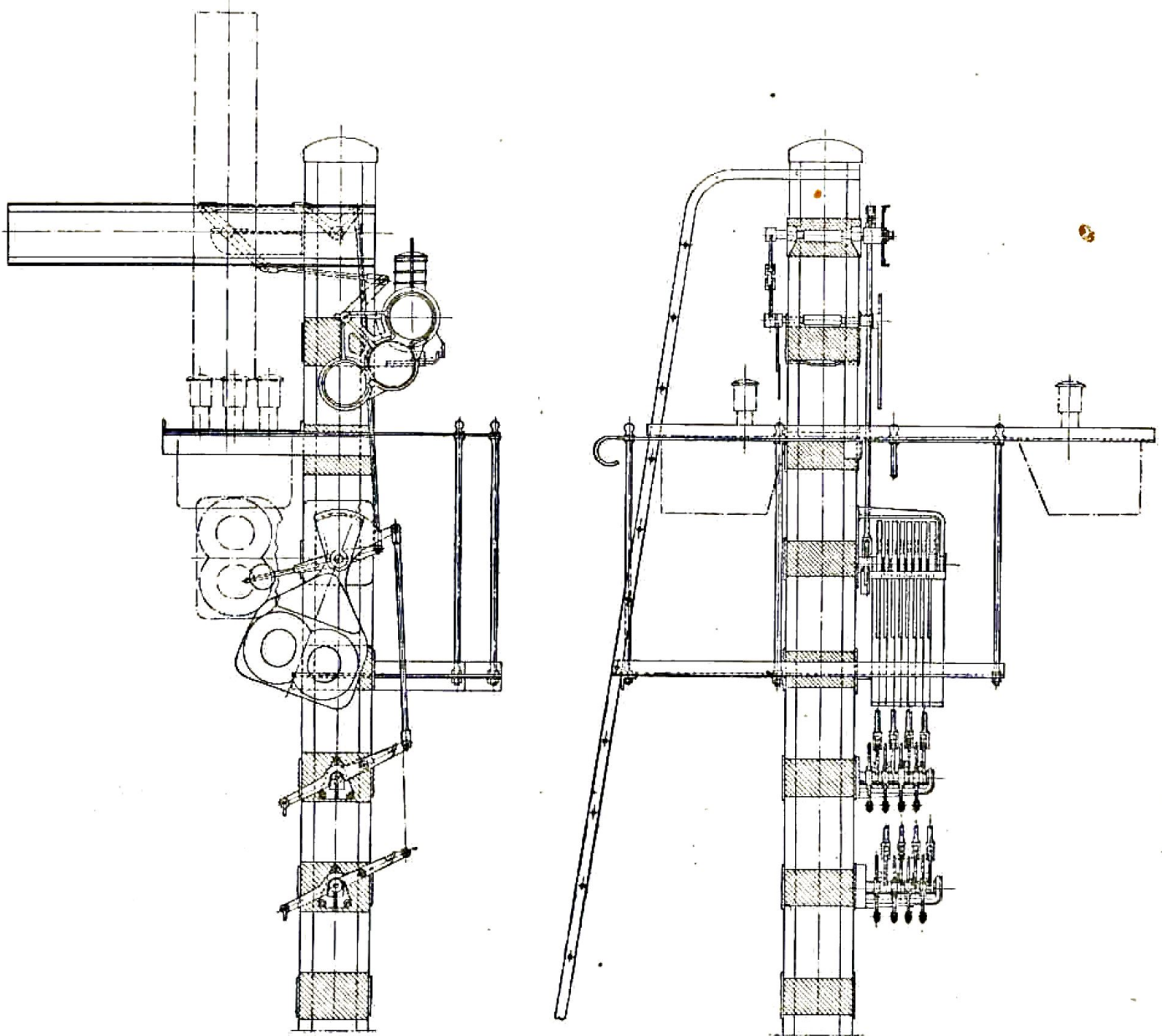


Fig. 103. — Palette équilibrée conjuguée avec huit numéros.

2° avec une palette avertisseur répétant les indications d'un chandelier de bifurcation;

3° avec une palette avertisseur répé-

tant les indications de deux palettes d'arrêt absolu qui suivent et qui sont séparées l'une de l'autre de moins de 800 m.

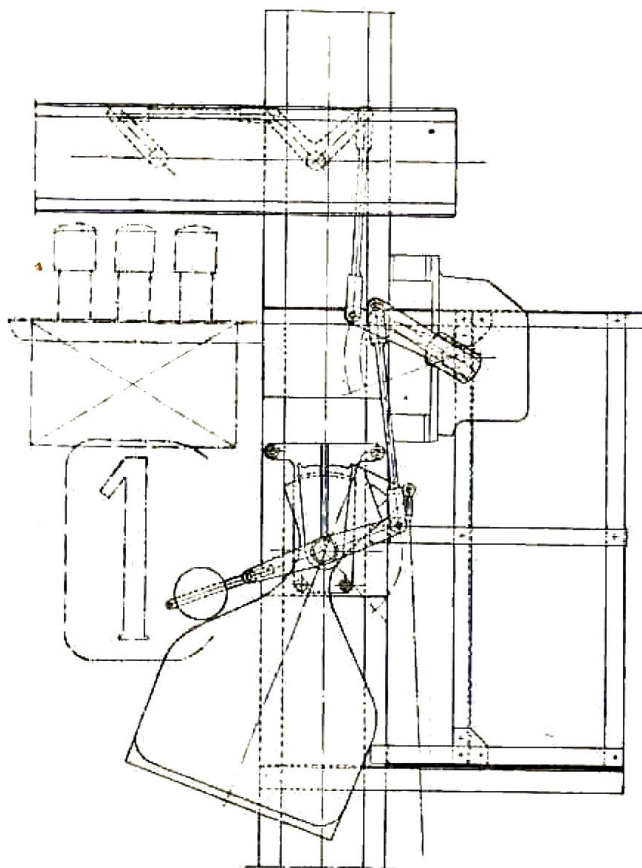


Fig. 104. — Slottage d'une palette à numéros réalisé au moyen d'un désengageur.

Les trois cas sont représentés respectivement par les signes conventionnels des figures 105, 106 et 107. Dans ces trois cas la palette d'arrêt absolu peut prendre trois positions.



Fig. 105.



Fig. 106



Fig. 107.

Premier cas. — *Palette d'arrêt absolu conjuguée avec une palette avertisseur se levant à 45° seulement* (fig. 108). — C'est le cas d'un sémaphore précédant, à moins de 1 000 m., un chandelier de bifurcation sur les deux branches de laquelle les trains doivent ralentir.

Première hypothèse. — Supposons que le chandelier de bifurcation soit manœuvré par un poste que nous appellerons poste slotteur, tandis que le sémaphore

à deux palettes est manœuvré par un autre poste que nous appellerons poste local.

Comme le montre la figure 108, la palette d'arrêt absolu sera manœuvrée à trois

positions au moyen d'un slot rotatif placé sur l'arbre de la palette, la position à 45° étant donnée par un levier A du poste local, celle à 90° étant donnée par un levier B du poste slotteur.

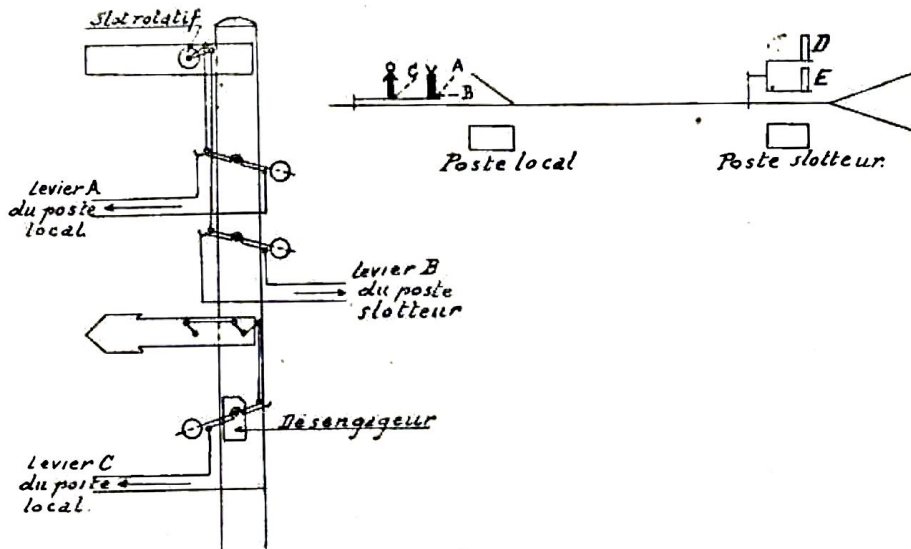


Fig. 108. — Schéma de la manœuvre d'une palette d'arrêt absolu à trois positions conjuguée avec une palette avertisseur se levant à 45° seulement.

La palette avertisseur sera manœuvrée par un levier C du poste local et slottée électriquement au moyen d'un désengageur.

On établira au poste slotteur un enclenchement entre le levier B et les leviers des palettes de bifurcation, exigeant la mise au passage préalable d'une de ces dernières pour permettre la mise au passage du levier B.

D'autre part, on établira entre les leviers A et C du poste local l'enclenchement :

$$\frac{C}{A} = \dots (1)$$

(1) Voir article de J. VERDEYEN : « Sur l'étude pratique des enclenchements » (*Bulletin de l'Association internationale des chemins de fer* de septembre 1920).

exigeant que le levier A soit renversé pour permettre que C soit renversé à son tour. La palette avertisseur ne peut donc être mise à 45° qu'après que la palette supérieure a été mise elle-même à 45°. Mais cela ne suffit pas; il faut que la palette avertisseur ne puisse être mise au passage qu'au moment où la palette supérieure est elle-même à 90°. Pour réaliser cette condition on slotte la palette avertisseur par un désengageur dont l'électro-aimant est intercalé dans un circuit électrique comportant des interrupteurs actionnés par la palette d'arrêt absolu et par les palettes du chandelier de bifurcation, de telle sorte que pour que l'électro du désengageur soit excité et pour que la palette avertisseur puisse être levée à 45°, il faut que la palette d'arrêt absolu soit mise à 90° et qu'une des palettes du

chandelier de bifurcation soit au passage. L'ouverture d'un des interrupteurs résultant de la remise à l'arrêt d'une de ces palettes aurait pour effet de déexciter l'électro et de faire retomber automatiquement à l'arrêt la palette avertisseur.

Une sonnerie et un voyant, placés dans le poste local, sont intercalés dans le circuit du désengageur et avertissent le signaleur du moment où, l'électro étant excité, il doit mettre la palette avertisseur au passage.

Deuxième hypothèse. — Si le chandelier de bifurcation est manœuvré du même poste que le sémaphore à deux palettes, et si le chandelier n'est slotté ni mécaniquement ni électriquement, on peut supprimer le désengageur de la palette avertisseur en établissant les enclenchements suivants entre les leviers A, B et C :

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{A} \cdot \dot{B}}{A \cdot B}$$

(pour renverser C, il faut que les leviers A et B soient renversés).

Il faut, en outre, établir des enclenchements entre le levier B et les leviers D et E manœuvrant les palettes du chandelier de bifurcation; ces enclenchements seront les suivants :

$$\frac{\dot{B}}{B} = \frac{\dot{D}}{D} + \frac{\dot{E}}{E}$$

(pour renverser B, il faut qu'un des leviers D ou E soit renversé).

Le slot rotatif est conservé pour la manœuvre de la palette supérieure du sémaphore à deux palettes.

Troisième hypothèse. — Une troisième hypothèse peut être envisagée, c'est celle où le levier B ne pourrait être placé dans le poste slotteur bien que le chandelier de bifurcation soit manœuvré de ce poste.

Dans ce cas, les trois leviers A, B et C

seront placés dans le poste local; on emploiera le dispositif prévu pour le cas de la première hypothèse, en intercalant, en outre, un second désengageur dans la bielle de manœuvre de l'appareil César correspondant au levier B. Ce désengageur, dont l'électro est placé en dérivation dans le circuit du désengageur de la répétitrice, est excité avant celui-ci, lorsque le circuit est fermé par des interrupteurs contrôlant la mise au passage d'une des palettes D ou E, et la position à 45° de la palette supérieure du sémaphore à deux palettes.

Le désengageur de la palette avertisseur n'est excité qu'ultérieurement après contrôle par un interrupteur supplémentaire de la position verticale de la palette supérieure du sémaphore à deux palettes.

Deuxième cas. — *Palette d'arrêt absolu conjuguée avec une palette avertisseur à trois positions répétant les indications d'un chandelier de bifurcation* (fig. 109).

Première hypothèse. — La position verticale de la palette supérieure du sémaphore à deux palettes est donnée par le levier B du poste slotteur; les leviers D et E de ce poste manœuvrent les palettes du chandelier de bifurcation se rapportant respectivement à la voie non déviée et à la voie déviée.

La position 45° de la palette supérieure du sémaphore à deux palettes est donnée par le levier A du poste local; les positions 45° ou 90° de la palette avertisseur sont données par le levier unique C du poste local; la position de 45° est donnée lorsque l'électro du désengageur N seul, est excité; celle de 90° est donnée quand les deux désengageurs M et N sont excités simultanément au moment de la manœuvre du levier C.

La palette supérieure est manœuvrée à trois positions à l'intervention d'un slot rotatif placé sur l'axe de la palette; la

palette avertisseur est manœuvrée par un balancier à bras égaux RS mobile autour de l'axe *o*, et articulé au moyen de cet axe à un balancier à contrepoids OP mobile autour de l'axe P qui est le seul point fixe du système.

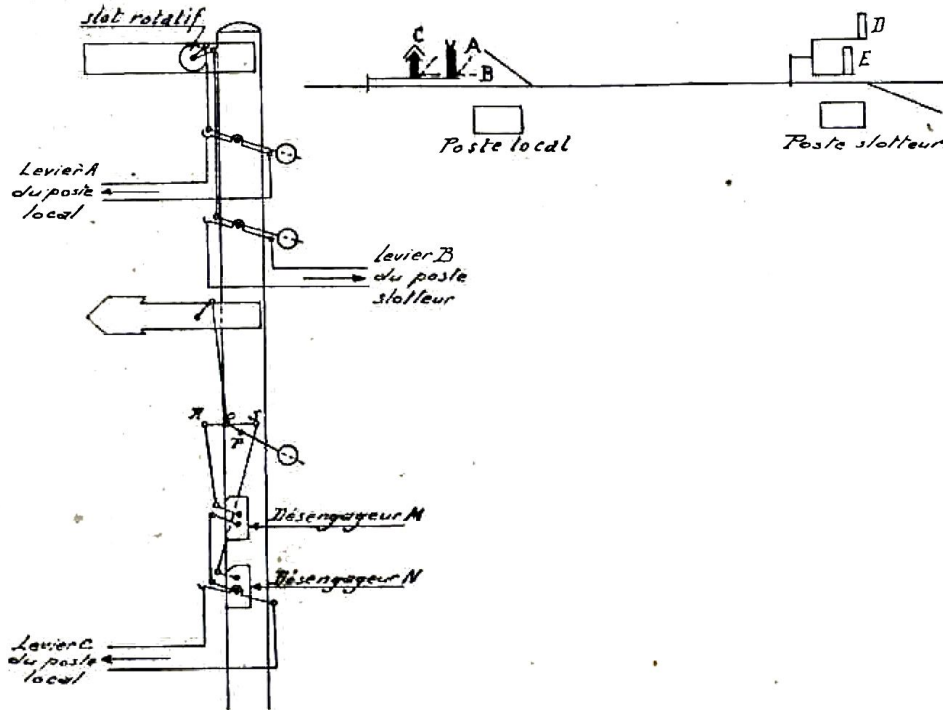


Fig. 109. — Schéma de la manœuvre d'une palette d'arrêt absolu à trois positions conjuguée avec une palette avertisseur à trois positions répétant les indications d'un chandelier de bifurcation.

On réalise au poste slotteur les enclenchements suivants :

$$\frac{\dot{B}}{B} = \frac{\dot{D}}{D} + \frac{\dot{E}}{E}$$

et au poste local :

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{A}}{A}$$

Le désengageur N est seul excité quand le circuit dans lequel il est intercalé est fermé par des interrupteurs contrôlant : 1° la position verticale de la palette E, et 2° la position verticale de la palette supérieure du sémaphore à deux palettes. Un voyant et une sonnerie se trouvant dans le poste local avertissent le signaleur de

ce que le désengageur est excité et de ce que le levier C doit être manœuvré; la sonnerie ne cesse de tinter qu'après la manœuvre du levier C. Celui-ci étant renversé, son mouvement, transmis par le désengageur N, attire vers le bas l'extrémité S du balancier RS, ce qui, par le déplacement de la manivelle PO, amène la palette dans la position de 45°; notons que le balancier à déclic placé sur la face antérieure du désengageur N, étant manœuvré, a transmis son mouvement à la manivelle antérieure du désengageur M; mais l'électro de celui-ci, n'étant pas excité, le mouvement n'a pas été communiqué à la manivelle postérieure de ce désengageur.

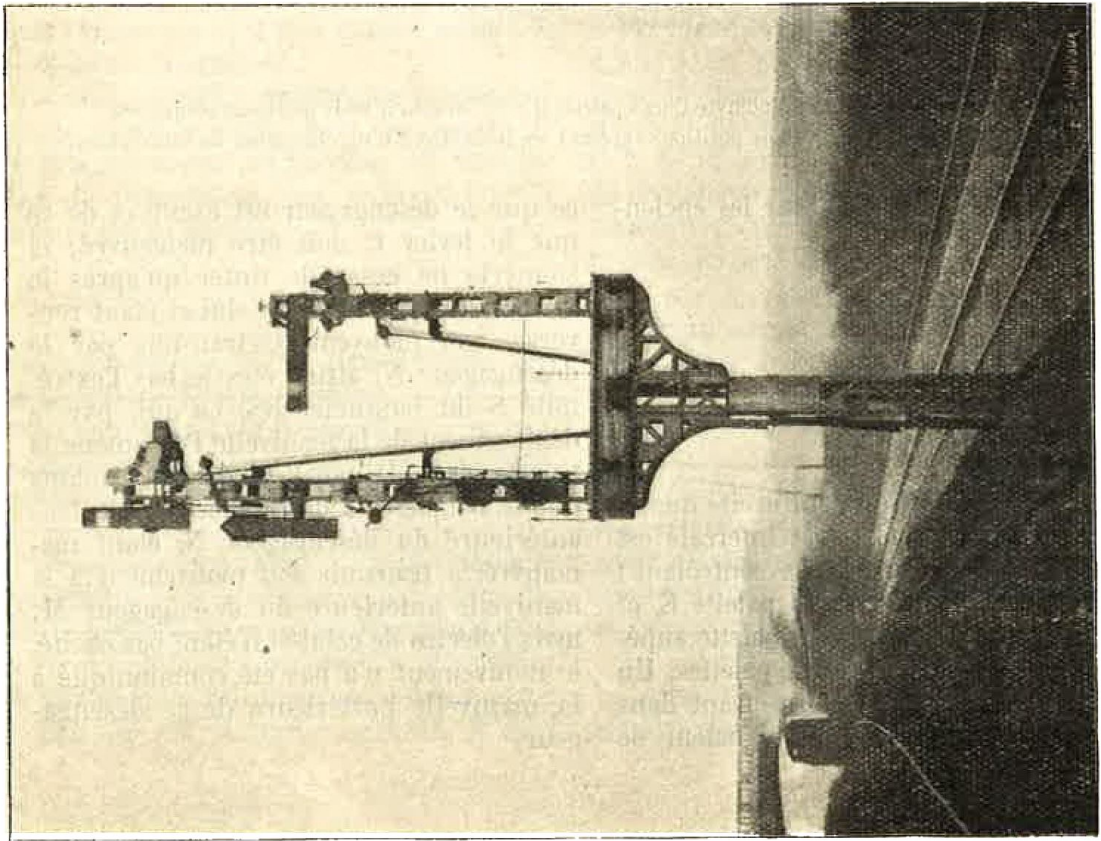


Fig. 109bis.

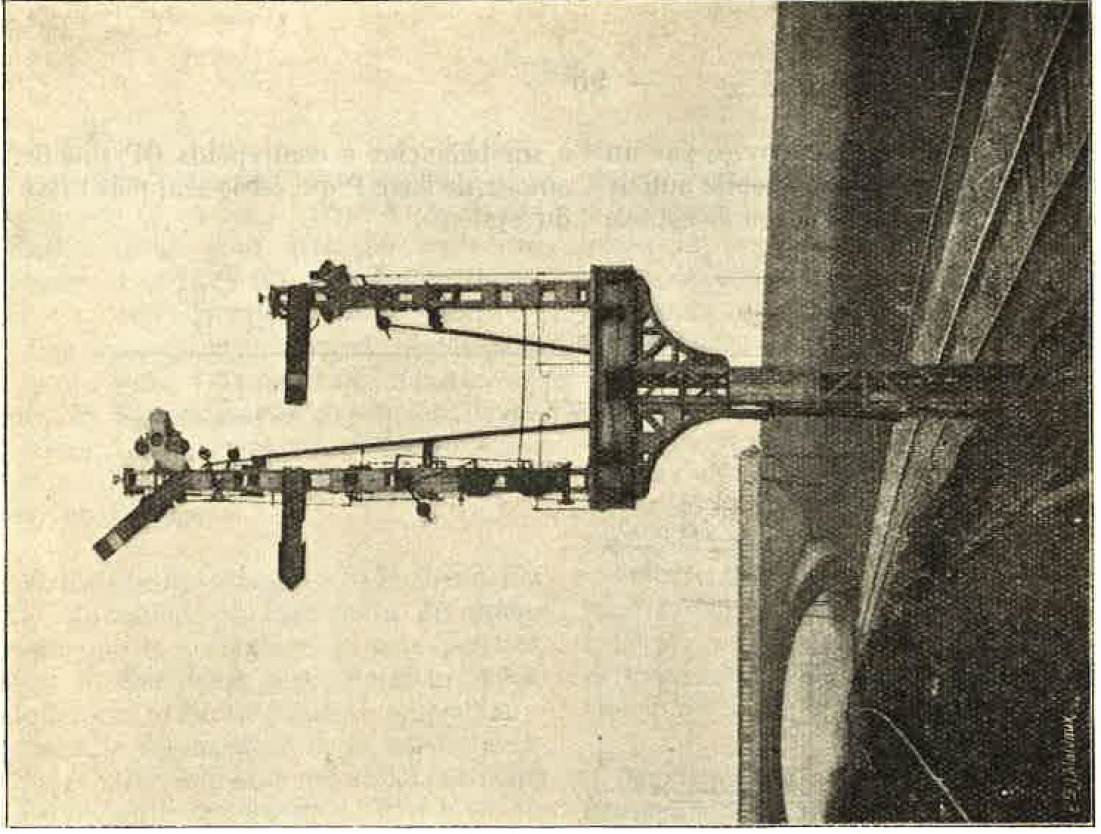


Fig. 109ter.

Fig. 109bis et 109ter. — Chandelier de bifurcation; le mâtreau surélevé porte une palette d'arrêt absolu à trois positions conjuguée avec une palette avertisseur à trois positions. Ces deux palettes sont manœuvrées par les dispositifs représentés à la figure 80.

Le circuit électrique des désengageurs est combiné de telle façon que les deux désengageurs M et N sont excités simultanément, lorsque le circuit est fermé par des interrupteurs contrôlant la position verticale de la palette D du poste slotteur, en même temps que la position verticale de la palette supérieure du sémaphore à deux palettes; le voyant et la sonnerie annoncent au poste local la fermeture du circuit; la sonnerie ne cesse de tinter qu'au moment où le signaleur renverse le levier C; le balancier à déclic du désengageur N est alors renversé et les deux désengageurs étant excités, l'extrémité S du balancier à bras égaux est attirée vers le bas par la manivelle d'arrière du désengageur N, *en même temps que l'extrémité R du même balancier*, qui est attirée par la manivelle d'arrière du désengageur M.

Grâce à cette action simultanée sur les deux extrémités du balancier à bras égaux, le point o descend cette fois, d'une longueur double de celle que mesurait son premier déplacement lorsque le balancier n'était attiré que par son extrémité S. L'attaque du balancier simultanément par ses deux extrémités R et S a pour effet d'amener la palette répétitrice dans la position verticale.

Deuxième hypothèse. — Le chandelier de bifurcation et le sémaphore à deux palettes sont manœuvrés de la même cabine, et les palettes du chandelier de bifurcation ne sont pas slottées.

On conserve le slot rotatif pour la manœuvre de la palette supérieure du sémaphore à deux palettes; les deux désengageurs de la répétitrice sont supprimés et remplacés par un *balancier à bras inégaux*; le levier unique C étant remplacé par deux leviers C' et C'' qui donnent respectivement les positions de 45° et de 90° à la palette avertisseur.

On réalise les enclenchements suivants :

$$\frac{\dot{C}}{B} = \frac{\dot{D}}{D} + \frac{\dot{E}}{E};$$

$$\frac{\dot{C}'}{C'} = \frac{\dot{D}}{A \cdot B \cdot E}; \quad \frac{\dot{C}''}{C''} = \frac{\dot{D}}{A \cdot B \cdot D}$$

Troisième hypothèse. — Le chandelier de bifurcation et le sémaphore à deux palettes sont manœuvrés par des postes différents, mais il n'est pas possible de manœuvrer du poste slotteur la palette supérieure du sémaphore à deux palettes (pour le passage de la position de 45° à celle de 90°).

On reprendra la solution de la première hypothèse (manœuvre de la palette avertisseur par un levier unique C et emploi de deux désengageurs M et N). On intercalera un troisième désengageur dans la bielle de manœuvre du slot César correspondant au levier B.

Les leviers A, B, C, se trouvant dans la même cabine, seront enclenchés comme suit :

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{A}}{A \cdot B}$$

On utilisera les mêmes circuits électriques que dans la première hypothèse, légèrement modifiés par l'introduction du désengageur P qui sera excité avant N, dès que le circuit sera fermé par des interrupteurs contrôlant : 1° la mise au passage soit de D, soit de E; 2° la mise au passage à 45° de la palette supérieure du sémaphore à deux palettes

L'excitation du désengageur P permet la mise au passage à 90° de cette dernière palette; le contrôle électrique de cette dernière position permet ensuite l'excitation soit du désengageur N, soit simultanément des désengageurs M et N.

Troisième cas. — *Palette d'arrêt absolu conjuguée avec une palette avertisseur à*

trois positions répétant les indications de deux signaux d'arrêt absolu et qui sont distants l'un de l'autre de moins de 800 m. (fig. 110).

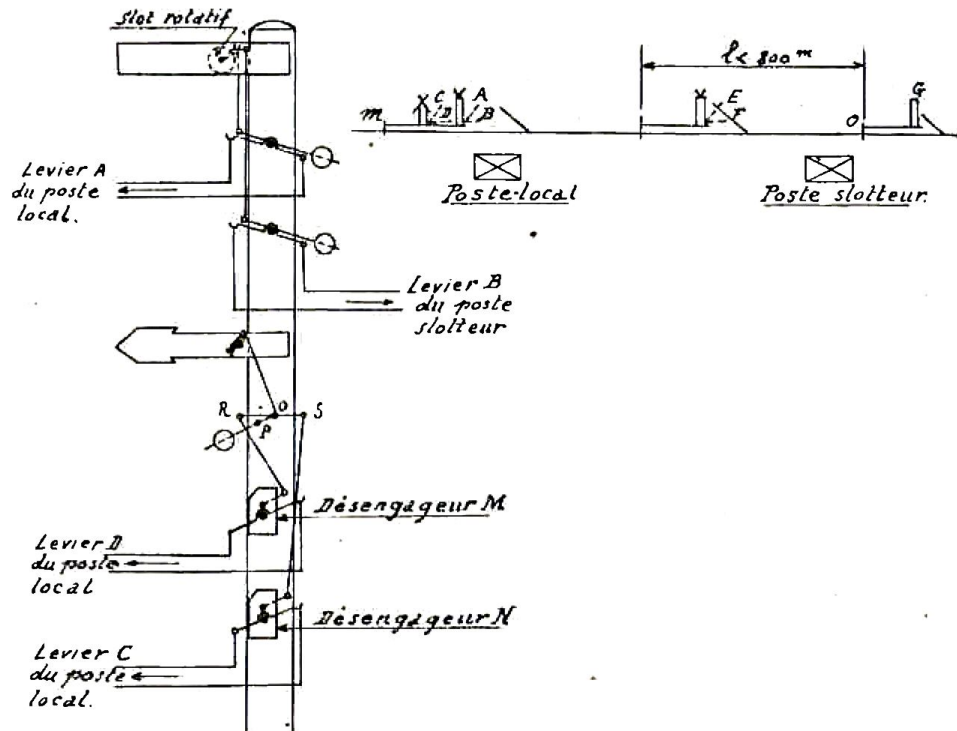


Fig. 110. — Schéma de la manœuvre d'une palette d'arrêt absolu à trois positions conjuguée avec une palette avertisseur à trois positions répétant les indications de deux signaux situés en aval et distants l'un de l'autre de moins de 800 m.

Première hypothèse. — Les sémaphores *n* et *o*, d'une part, et le sémaphore à deux palettes, d'autre part, sont sous la dépendance de postes différents.

La palette d'arrêt absolu du sémaphore *m* est manœuvrée à 45° et à 90° respectivement par les leviers A du poste local et B du poste slotteur, par l'intermédiaire d'un slot rotatif placé sur l'arbre de la palette.

La palette avertisseur du sémaphore *m* est manœuvrée par un balancier à bras égaux actionné par les leviers C et D du poste local, à l'intervention des désengageurs N et M.

Contrairement à la première hypothèse du cas précédent, il faut deux leviers pour

la manœuvre de la palette avertisseur, car celle-ci doit pouvoir passer de la position de 45° à celle de 90°, lorsqu'ayant d'abord été mise dans la première position, alors que le sémaphore *o* était à l'arrêt, celui-ci est mis ultérieurement au passage.

Les enclenchements suivants sont réalisés :

1° au poste slotteur :

$$\dot{F} = \dot{G}; \quad \dot{B} = \dot{E};$$

2° au poste local :

$$\dot{C} = \dot{A}; \quad \dot{D} = \dot{A}.$$

Le désengageur N est seul excité lorsque son circuit électrique est fermé par des interrupteurs qui contrôlent : 1° la position à 45° de la palette du sémaphore *n*; 2° la position à 90° de la palette supérieure du sémaphore *m*.

Le signaleur du poste local est prévenu par un voyant et une sonnerie de l'excitation du désengageur N. La sonnerie cesse de tinter lorsque le signaleur manœuvre le levier C; grâce à l'excitation du désengageur N cette manœuvre attire vers le bas l'extrémité S du balancier à bras égaux, ce qui a pour effet de faire basculer le levier OP et de mettre la palette avertisseur dans la position de 45°.

Les deux désengageurs M et N sont excités simultanément lorsque le circuit électrique contrôle la position *verticale* de la palette du sémaphore *n* et la position verticale de la palette supérieure du sémaphore M. Dans ces conditions, la sonnerie tinte en cabine jusqu'au moment où les leviers C et D sont manœuvrés tous deux; grâce à l'excitation des deux désengageurs, cette double manœuvre a pour effet de faire descendre les deux extrémités R et S du balancier à bras égaux et d'amener la palette avertisseur dans la position verticale.

Deuxième hypothèse. — Les trois sémaphores sont manœuvrés de la même cabine, les sémaphores *n* et *o* n'étant pas slottés.

La palette supérieure du sémaphore *m* est manœuvrée par un slot rotatif, et la palette avertisseur du même sémaphore par un balancier à bras égaux.

On réalise les enclenchements suivants dans la cabine unique :

$$\begin{aligned} \dot{F} &= \dot{G}; & \dot{B} &= \dot{E}; & \dot{C} &= \overline{\dot{A} \cdot \dot{B} \cdot \dot{E}}; \\ & & \dot{D} &= \overline{\dot{A} \cdot \dot{B}_r \cdot \dot{F}}. \end{aligned}$$

Troisième hypothèse. — Les sémaphores *n* et *o*, d'une part, et *m*, d'autre part, sont manœuvrés par des postes différents, mais, contrairement à la première hypothèse, le levier B, ne pouvant être manœuvré par le poste slotteur, est placé dans le poste local.

Comme dans les hypothèses similaires des deux cas précédents, on reprend la solution de la première hypothèse, modifiée en ce sens, qu'on intercale un troisième désengageur P dans la bielle de manœuvre du slot rotatif correspondant au levier B.

La palette avertisseur est manœuvrée par un balancier à bras égaux et deux désengageurs M et N; on réalise dans le poste local les enclenchements suivants :

$$\dot{C} = \overline{\dot{A} \cdot \dot{B}} \quad \text{et} \quad \dot{D} = \overline{\dot{A} \cdot \dot{B}}.$$

L'excitation du désengageur P précède celle des désengageurs M et N; elle se produit quand le circuit électrique est fermé par des interrupteurs contrôlant la position à 45° de la palette du sémaphore *n* et la même position à 45° de la palette supérieure du sémaphore *m*.

L'excitation du désengageur P permet de placer cette dernière palette à 90°, et c'est par la fermeture d'interrupteurs contrôlant cette dernière position que l'excitation soit du désengageur N, soit simultanément des désengageurs M et N peut se produire ultérieurement, permettant la manœuvre de la palette répétitrice respectivement à 45° et à 90°.

Nouveau dispositif pour la manœuvre des sémaphores à deux palettes dont une palette avertisseur (fig. 111). — Lorsque la palette supérieure est verticale, la palette avertisseur doit se trouver soit à 45°, soit à 90°; il y a donc discordance d'indication, lorsque la palette supérieure est verticale alors que la palette avertisseur est

horizontale, la position verticale de la palette d'arrêt absolu indiquant que le signal suivant est au passage, tandis que la position horizontale de la palette avertisseur indique qu'il est à l'arrêt.

Cette discordance d'indication peut se produire avec les dispositifs de manœuvre que nous venons de décrire, parce que la mise au passage de la palette avertisseur se fait après la mise à 90° de la palette d'arrêt absolu.

Le signaleur peut négliger de mettre la palette avertisseur au passage, ou même simplement tarder trop à effectuer cette manœuvre.

Au point de vue de la sécurité cette discordance d'indication n'est pas de bien grande importance, car elle ne se produit, de toute façon, que lorsque le signal suivant est au passage, et elle ne peut guère inciter le mécanicien qu'à ralentir alors qu'il n'y a pas de raison de le faire. Néanmoins, pour éviter des incidents semblables, il serait désirable que la manœuvre des deux palettes fût simultanée; l'Administration des chemins de fer de l'Etat met à l'essai, en ce moment, un dispositif nouveau représenté par la figure 111, qui réalise cette manœuvre simultanée.

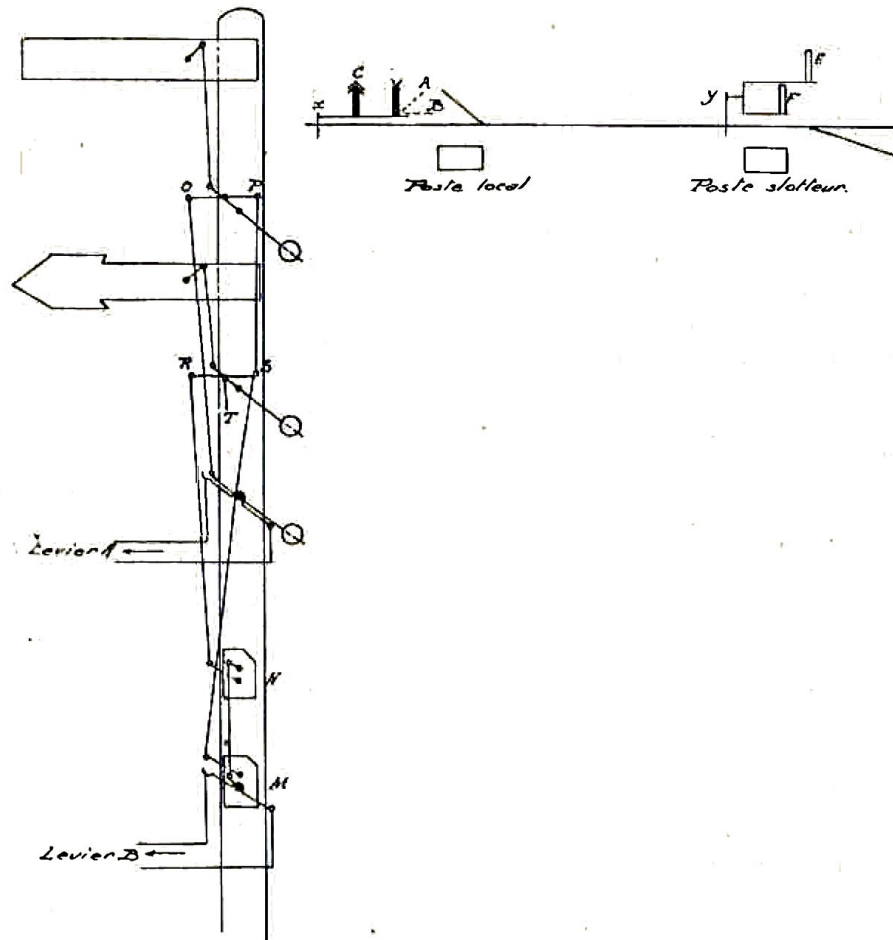


Fig. 111. — Schéma du nouveau dispositif pour la manœuvre d'une palette d'arrêt absolu à trois positions conjuguée avec une palette avertisseur à [trois] positions répétant les indications d'un chandelier de bifurcation.

Tout le dispositif est actionné par deux leviers de manœuvre A et B du poste local; la palette supérieure est manœuvrée par l'intermédiaire du balancier à bras égaux OP et la palette inférieure par l'intermédiaire du balancier à bras égaux RS.

Par la manœuvre du levier A, l'extrémité O du balancier OP est attirée et la palette supérieure se met à 45°. Lors de la manœuvre du levier B : 1° aucun mouvement n'est transmis à la palette si les deux désengageurs sont désexcités; 2° si le désengageur M est seul excité (ce qui se produit quand son circuit est fermé par des interrupteurs qui contrôlent la mise au passage de la palette F du chandelier y , et la position à 45° de la palette supérieure du sémaphore x), si donc le désengageur M est seul excité, le mouvement du balancier à déclat, manœuvré par le levier B, est transmis par la manivelle d'arrière du désengageur M aux extrémités S et P des deux balanciers RS et OP, ce qui a pour effet de mettre la palette avertisseur à 45° *en même temps* que de faire passer la palette supérieure de la position de 45° à celle de 90°; 3° si les deux désengageurs M et N sont excités simultanément (ce qui se produit lorsque leur circuit est fermé par des interrupteurs qui contrôlent la position verticale de la palette E du chandelier y , et la position à 45° de la palette supérieure du sémaphore x) le mouvement communiqué par le levier B au balancier à déclat du désengageur M, se transmet par les manivelles d'arrière des désengageurs M et N, respectivement aux extrémités P et S des deux balanciers OP et RS, de même qu'à l'extrémité R de ce dernier, de sorte que la palette supérieure se mettra dans la position verticale en même temps et de même que l'avertisseur.

On a prévu, pour compléter ce dispositif, le cas où, par suite d'un incident quelconque, un raté se produirait dans le

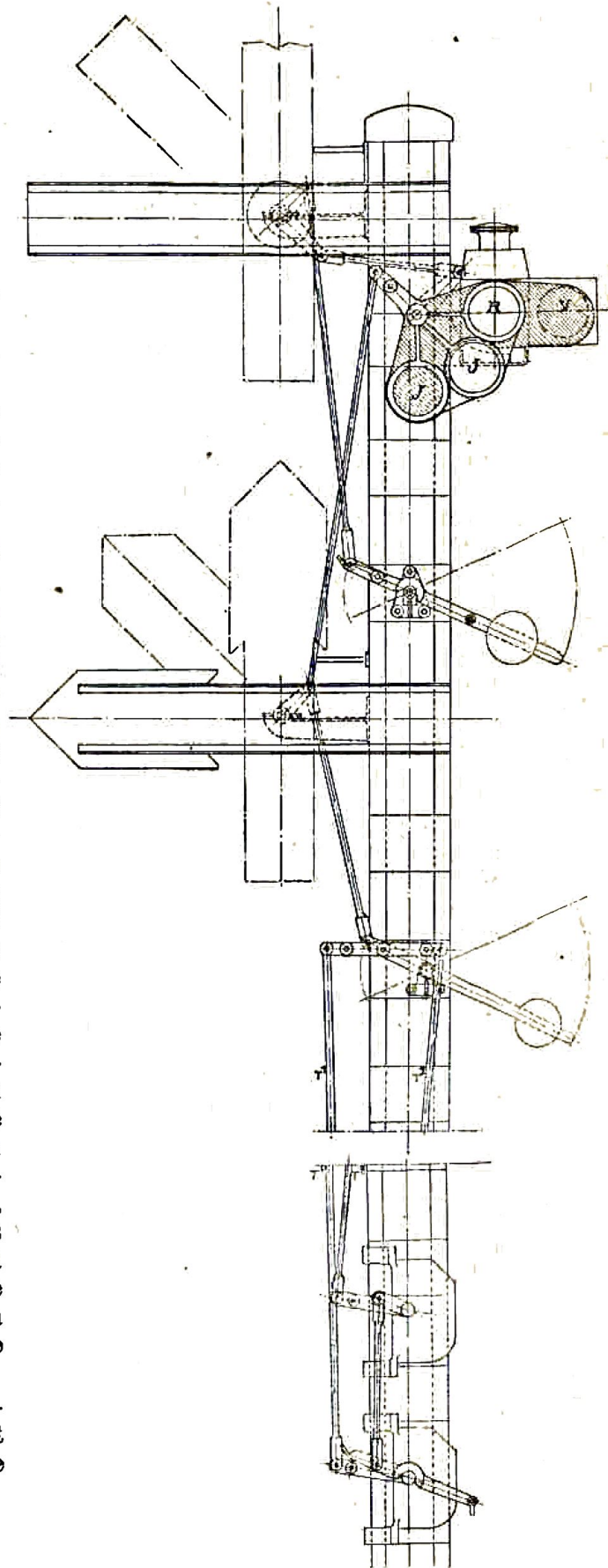


Fig. 112. — Sémaphore à deux palettes construit suivant les indications du schéma de la figure 80.

fonctionnement du désengageur M, alors que l'excitation du désengageur N serait réalisée; la manœuvre du levier B aurait alors pour conséquence, d'attirer vers le bas l'extrémité R du balancier RS et de faire mettre la palette avertisseur à 45° alors que la palette supérieure se trouverait dans la position de 45°.

Pour écarter cette éventualité, le balancier RS est muni d'un troisième bras T qui, dans le cas où l'extrémité R serait seule attirée vers le bas, ouvrirait un interrupteur intercalé dans le circuit du désengageur N, ce qui aurait pour effet de désexciter celui-ci et de faire retomber la palette avertisseur.

L'essai du dispositif qui vient d'être décrit a, jusqu'à présent, donné d'excellents résultats.

Construction des sémaphores à deux palettes (fig. 112). — Les éléments qui servent à la construction des sémaphores à deux palettes ne diffèrent en rien de ceux qui entrent dans la construction des sémaphores à une palette; un dispositif nouveau est cependant utilisé, indépendamment du trinocle, pour obtenir la sélection des feux : c'est le masque.

On utilise une seule lanterne à deux feux placée un peu au-dessous et à droite de la palette supérieure; la lanterne porte un verre blanc, placé directement devant la lampe et un verre bleu-Isly placé devant le feu réfléchi.

Le trinocle, manœuvré par la palette d'arrêt absolu, porte dans sa lunette supérieure un verre rouge et dans les deux autres lunettes un verre jaune.

Un masque en tôle placé derrière le trinocle et tournant librement sur l'axe de rotation des écrans peut être soulevé et tourner dans le même sens que le trinocle

lui-même. Ce masque est manœuvré, *en même temps que la palette avertisseur* par une bielle articulée à son extrémité inférieure à la manivelle de manœuvre de cette palette.

En position normale, les deux palettes étant à l'arrêt, le feu vert de la lanterne est caché par le masque et le feu rouge du trinocle est seul visible; la palette supérieure étant à 45° et l'inférieure horizontale, le feu vert de la lanterne est toujours masqué et le feu jaune, donné par la lunette centrale du trinocle, apparaît; la palette supérieure étant verticale et l'inférieure à 45°, le feu jaune, donné par la lunette inférieure du trinocle, apparaît, tandis que le second feu vert de la lanterne apparaît également, le masque ayant été soulevé par la palette avertisseur.

Enfin, lorsque les deux palettes sont verticales, le masque cache le feu direct, tandis que le feu vert apparaît par réflexion à travers le verre bleu-Isly de la lanterne.

Les palettes de manœuvre. — Les petites palettes de manœuvre se construisent et se manœuvrent de la même façon que les palettes ordinaires.

La manœuvre d'une petite palette à trois positions se fait au moyen d'un balancier à bras inégaux; parfois cependant, lorsque le signal est très rapproché de la cabine, et que l'on utilise dans celle-ci des leviers circulaires à grande course, la manœuvre des trois positions de la palette avertisseur peut être obtenue avec exactitude au moyen d'un seul levier manœuvré en deux temps; une encoche, creusée à mi-course dans le bâti, détermine la position du levier correspondant à l'inclinaison à 45° de la palette.

1559 -- Soc. an. M. Weissenbruch, imprimeur du Roi, Bruxelles.

