

DEUXIÈME PARTIE

PRATIQUE DES ENCLENCHEMENTS

CHAPITRE PREMIER

PRÉLIMINAIRES

1. Art de l'enclencheur. — La théorie des enclenchements nous a appris à en distinguer les différentes sortes, à connaître les subordinations qu'ils sont susceptibles de réaliser, à indiquer clairement ces subordinations au moyen d'une écriture spéciale qui s'appelle notation et à trouver les enclenchements indirects engendrés entre certains leviers par suite de ce que ces leviers sont reliés à d'autres par divers enclenchements.

Il faut maintenant utiliser ces notions pour assurer la sécurité des mouvements de trains qui s'exécutent dans les gares et aux bifurcations, c'est-à-dire partout où des voies se réunissent, se séparent ou s'entrecroisent.

L'art de l'enclencheur consiste donc à rendre impossibles les mouvements convergents et sécants susceptibles d'être exécutés dans la zone d'action d'un poste d'aiguilleur, tout en permettant de réaliser autant de mouvements simultanés qu'il y a de voies dont les gabarits n'ont aucun point commun dans le parcours où ces mouvements simultanés doivent être exécutés.

2. Etablissement d'un programme d'enclenchements. — Pour pouvoir entreprendre une étude d'enclenchements, il est indispensable d'avoir un plan des voies comprises dans la zone d'action du poste d'aiguilleur qu'il s'agit de construire ou de modifier; ce plan doit indiquer l'affectation des voies (voies principales, voies de service) et le sens de circulation prévu pour chacune d'elles.

L'ordre des opérations à faire pour établir un programme d'enclenchements est le suivant :

1° Fixer l'emplacement approximatif et la nature des signaux nécessaires pour assurer la sécurité;

2° Attribuer à chaque aiguille sa position normale;

3° Déterminer les groupes d'aiguilles qu'il y a avantage à faire manœuvrer par un levier unique;

4° Etablir la première partie du tableau des passages, c'est-à-dire :

a) La liste de tous les mouvements possibles dans la zone d'action du poste; *b)* la désignation du signal autorisant chaque mouvement; *c)* la position de toutes les aiguilles qui se trouvent sur chaque trajet à parcourir et de celles qui sont susceptibles de le protéger;

5° Dresser le tableau ou le graphique des enclenchements;

6° Compléter le tableau des passages : *d)* par l'indication de tous les appareils (signaux, aiguilles, taquets) qui se trouvent enclenchés pour permettre l'exécution de chaque passage; *e)* par la liste des mouvements simultanément possibles.

3. Fonctions des enclenchements. — De nombreux exemples vont faire comprendre comment chacune de ces opérations doit être conduite. Toutefois, avant d'aborder leur description détaillée, il convient de définir les différentes fonctions que doivent remplir les enclenchements pour garantir la sécurité. A cet effet, nous rappelons que l'ouverture d'un signal carré, pour autoriser un mouvement, assure : 1° le talonnage des aiguilles placées sur l'itinéraire à l'origine duquel se trouve ce signal carré; 2° la protection de l'itinéraire contre les mouvements convergents ou de sens opposé; 3° l'immobilisation des aiguilles abordées par la pointe; 4° le verrouillage des aiguilles munies d'un verrou manœuvré par un levier autre que celui de l'aiguille; 5° la libération du levier du signal d'avertissement.

En conséquence, il y a lieu de distinguer les enclenchements suivants :

1° L'enclenchement de talonnage; 2° l'enclenchement de protection; 3° l'enclenchement d'immobilisation d'aiguilles en pointe; 4° l'enclenchement de verrouillage; 5° l'enclenchement de conservation; 6° l'enclenchement de continuité.

a) L'enclenchement de talonnage oblige l'aiguilleur à placer les aiguilles devant être abordées par le talon de façon qu'elles assu-

rent la continuité de la voie que va parcourir le train attendu, afin d'éviter l'avarie de la tringle de transmission et parfois aussi celle de l'aiguille.

Suivant le cas, l'enclenchement de talonnage est réalisé par un enclenchement d'ordre ou par un enclenchement de simultanéité.

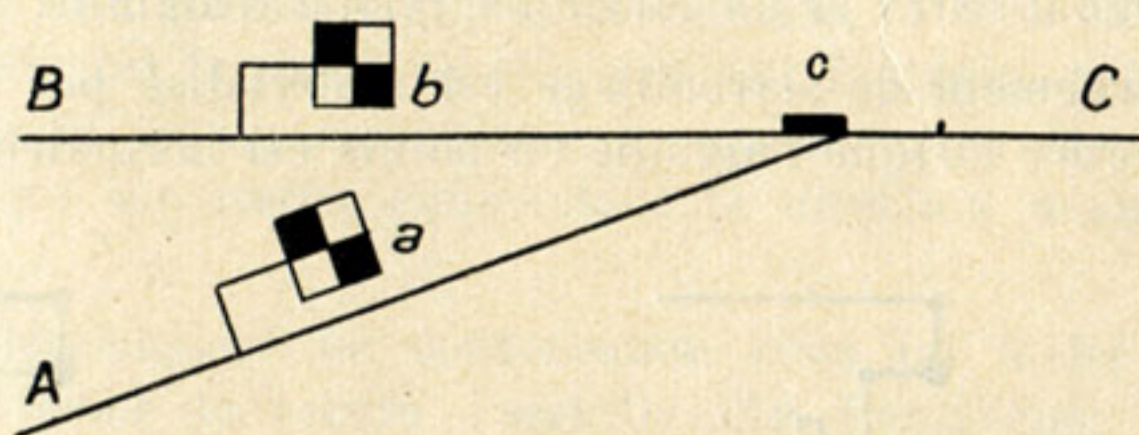


FIG. 129.

Ainsi, pour les trains venant de A et allant vers C, l'enclenchement de talonnage sera défini par $\frac{c}{a}$, alors que, pour ceux qui vont de B vers C, l'enclenchement de talonnage sera défini par $\frac{c}{bc}$.

b) L'enclenchement de protection a pour office d'interdire les mouvements sécants et convergents ainsi que les mouvements de nez à nez à l'aide d'enclenchements de simultanéité ou d'ordre.

c) L'enclenchement d'immobilisation d'aiguilles en pointe sert, comme son nom l'indique, à empêcher de changer la position des aiguilles prises en pointe à partir du moment où l'aiguilleur a autorisé l'exécution d'un mouvement par l'ouverture du signal carré intéressé.

Ce n'est donc pas un enclenchement de direction, comme on le désigne habituellement; à plus forte raison, est-il déplorable de lui attribuer le pouvoir d'assurer la bonne direction que doit prendre le train et, par conséquent, d'empêcher une fausse direction. A ce sujet, M. Maison écrit très justement (1) : « Rien n'oblige l'agent à disposer convenablement l'aiguille avant l'ouverture du signal, et il n'y a aucune garantie, lorsque le signal est ouvert, qu'il ne s'est pas trompé de direction ».

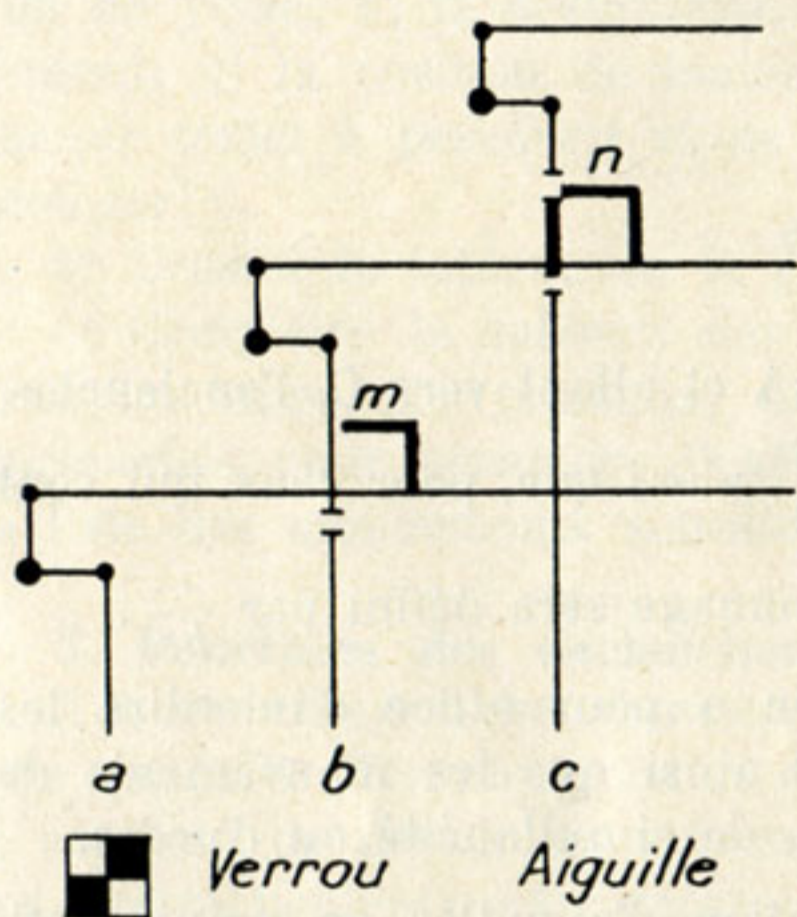
Suivant le cas, l'enclenchement d'immobilisation d'aiguille en

(1) MAISON : *Exploitation technique des Chemins de fer*, page 282.

pointe est matérialisé par un enclenchement d'ordre ou de simultanéité ou encore par un enclenchement de mouvement renversé.

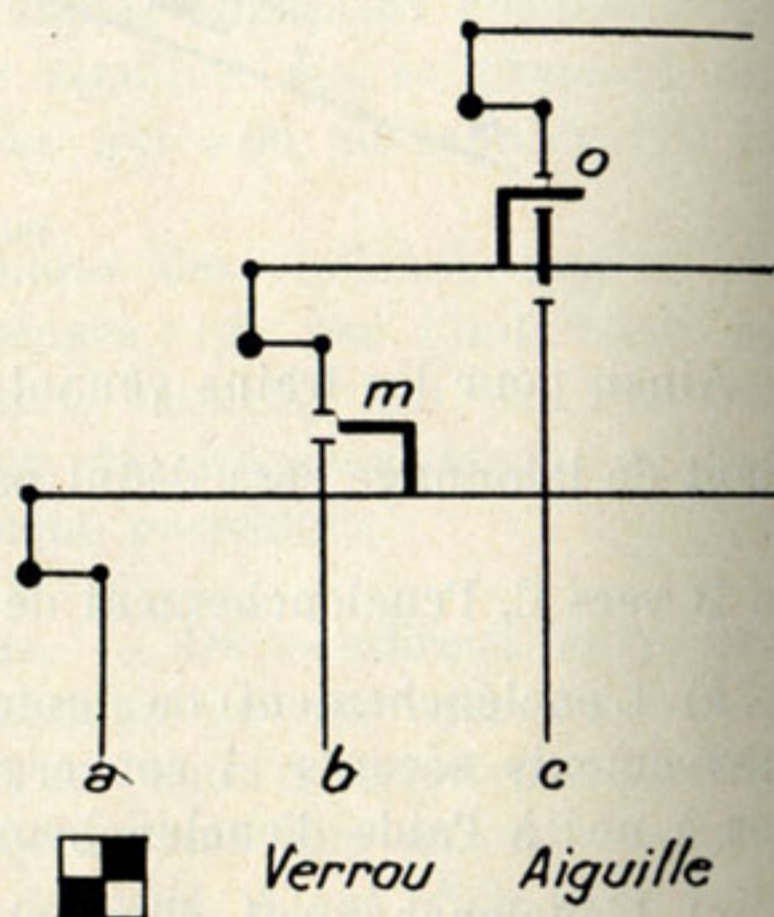
d) L'enclenchement de verrouillage a pour office d'obliger l'aiguilleur à verrouiller chacune des aiguilles devant être abordées en pointe par une circulation avant d'ouvrir le signal carré autorisant le passage de cette circulation; c'est donc une liaison entre un levier de signal carré et un levier de verrou d'aiguille.

L'enclenchement de verrouillage est matérialisé par un enclenchement d'ordre lorsque l'aiguille en pointe est normalement déverrouillée



Aiguille normalement déverrouillée

FIG. 130.



Aiguille normalement verrouillée

FIG. 131.

rouillée ou par un enclenchement de simultanéité lorsque cette aiguille est normalement verrouillée.

Dans chacune des figures ci-dessus, l'enclenchement de verrouillage est désigné par la lettre *m*; quant aux lettres *n* et *o*, elles désignent l'enclenchement de conservation que nous allons définir un peu plus loin.

La comparaison du nombre des coups de leviers que doit donner l'aiguilleur, selon que le verrou d'une aiguille est normalement engagé ou normalement dégagé, s'établit de la façon suivante :

	Aiguille normalement	
	verrouillée	déverrouillée
Passage sur voie directe.....	0	2
Passage sur voie déviée.....	6	4

Ce tableau montre que, quand les passages ont lieu alternativement sur la voie directe et sur la voie déviée, le total des coups de leviers donnés est le même quelle que soit la position normale du verrou. Mais le verrou normalement engagé donne un surcroît de travail lorsque les trains empruntant la direction déviée sont en majorité.

e) L'enclenchement de conservation relie un levier de signal carré à un levier de verrou d'aiguille afin d'empêcher l'aiguilleur de manœuvrer par inadvertance une aiguille avant de l'avoir déverrouillée. Il est évident que, dans ce cas, l'aiguille ne pourrait pas être déplacée, quelle que soit la violence de l'effort exercé sur son levier; mais il est non moins évident que cet effort intempestif fausserait la tringle de transmission de l'aiguille et ébranlerait les scellements des retours d'équerre. Donc, les taquets marqués *n* et *o* sur les deux figures ci-dessus ont bien un rôle conservatoire; ils n'ont d'ailleurs que celui-là, car ils sont complètement inutiles pour la sécurité, à tel point qu'ils pourraient être supprimés sans créer d'autre risque que celui défini ci-dessus et sans supprimer pour l'aiguilleur l'obligation de verrouiller l'aiguille avant de pouvoir ouvrir le signal carré.

Cependant, l'enclenchement de conservation est appelé par tous les auteurs *enclenchement de verrouillage*. Le lecteur peut désormais se rendre compte que cette désignation n'a aucun rapport avec la fonction réelle de l'enclenchement.

Les deux figures 130 et 131 montrent que l'enclenchement de conservation est matérialisé par un enclenchement de mouvement tantôt droit, tantôt renversé, suivant le cas.

f) L'enclenchement de continuité sert à relier un signal carré au signal d'avertissement (ou au disque rouge qui le précède lorsqu'il n'y a pas de signal d'avertissement) de manière que le carré soit toujours ouvert le premier et fermé le dernier. On le matérialise à l'aide d'un enclenchement d'ordre. Lorsque le carré est muni de plusieurs leviers, on utilise un conditionnel d'ordre de la forme :

$$\frac{C 1, C 2 \dots C n}{\text{Signal d'avertissement}}$$

4. Position normale à donner aux aiguilles. — En règle générale toute aiguille située sur une voie principale doit normalement en assurer la continuité.

On verra plus loin que cette règle admet une exception lorsqu'une aiguille se trouve sur une voie présentant une forte déclivité.

Toute aiguille située sur une voie de service et reliant cette voie

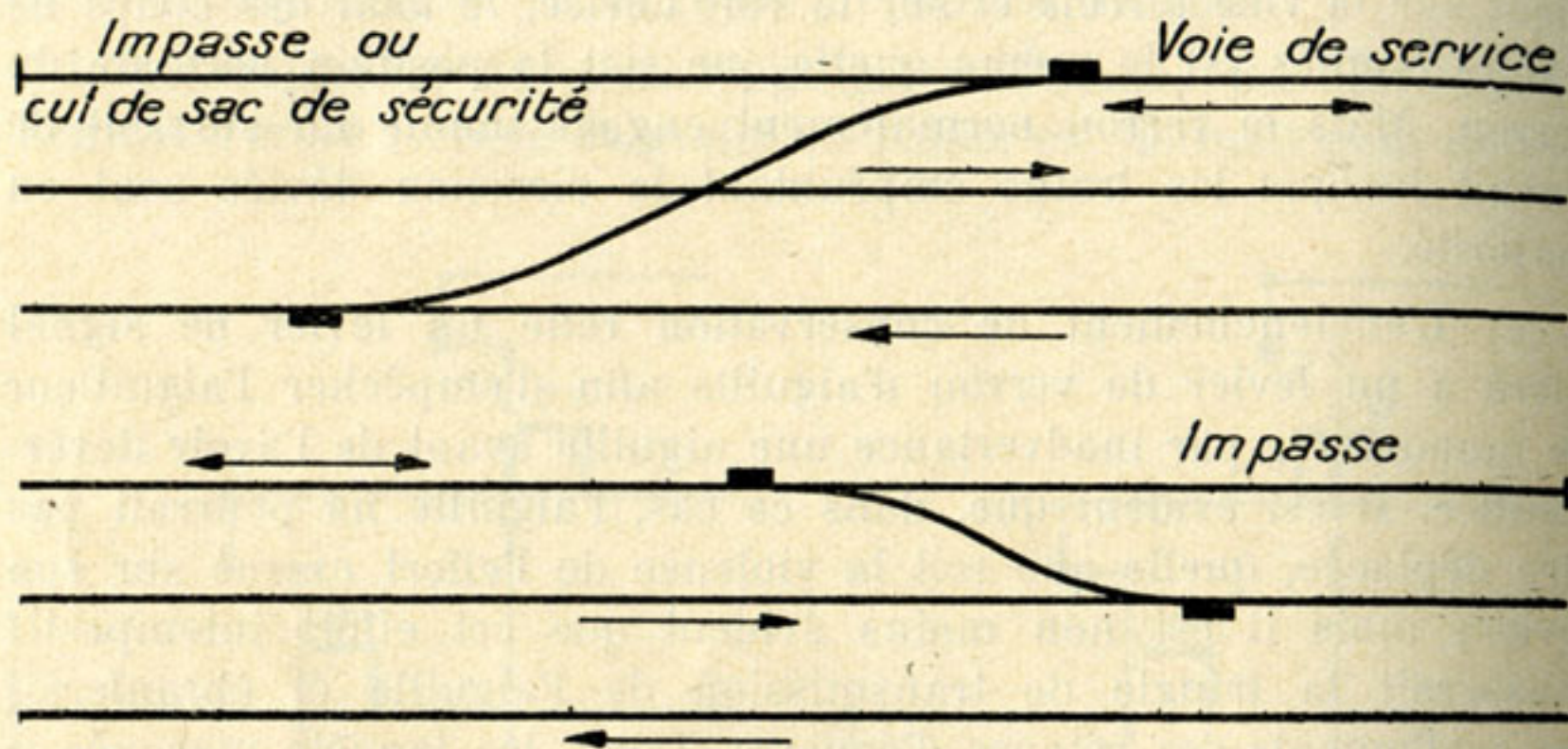


FIG. 132.

de service à une voie principale doit être toujours disposée de manière à ne pas donner accès à cette voie principale.

5. Choix des aiguilles à manœuvrer par un levier unique. —
A. *Diagonales ou communications.* — Lorsque deux voies sont

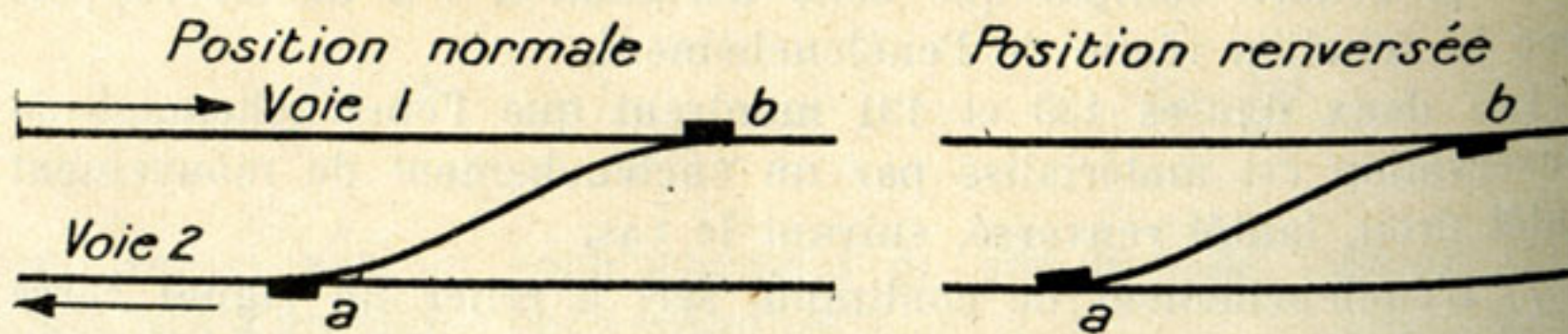


FIG. 133.

reliées par une diagonale ou communication, les deux aiguilles de cette diagonale doivent être manœuvrées par le même levier pour les raisons suivantes.

D'abord, on remarque que, quand un train est attendu sur la

voie 2, il faut que l'aiguille a en assure la continuité, c'est-à-dire qu'elle se trouve dans sa position normale. Mais il faut aussi que l'aiguille b reste dans sa position normale pour éviter la possibilité d'une prise en écharpe sur l'aiguille a .

Un raisonnement analogue démontrerait que, quand un train doit circuler sur la voie 1, l'aiguille a ne doit pas pouvoir être disposée vers l'aiguille b .

Donc, quand l'une des aiguilles de la diagonale doit être dans sa position normale, il faut que l'autre s'y trouve également, ce qui conduit à prévoir les enclenchements $\frac{a}{b}$ et $\frac{b}{a}$.

D'autre part, quand on doit exécuter un passage de la voie 1 sur la voie 2, il faut évidemment renverser l'aiguille b pour donner au convoi la direction qu'il doit prendre et aussi l'aiguille a pour assurer son talonnage. Or, pour assurer ce talonnage il faut que l'aiguille b ne puisse pas être renversée sans que l'aiguille a l'ait été au préalable; pour cela il faut réaliser l'enclenchement $\frac{a}{b}$.

Un raisonnement analogue nous amènerait à prévoir l'enclenchement $\frac{b}{a}$ pour assurer le talonnage de l'aiguille b lorsque l'on voudra passer de la voie 2 sur la voie 1. Donc, quand l'une est dans sa position renversée, il faut que l'autre s'y trouve également.

Ainsi nous avons à prévoir les enclenchements définis par les incompatibilités $\frac{a}{b}$ et $\frac{b}{a}$ pour deux raisons différentes :

1° pour éviter une prise en écharpe sur la diagonale lors du passage d'un train en voie directe sur voie 1 ou sur voie 2;

2° pour éviter d'avarier l'aiguille abordée par son talon en cas d'utilisation de la diagonale.

Mais nous avons vu, dans le chapitre de la composition des enclenchements, que le système des enclenchements $\frac{a}{b}$ et $\frac{b}{a}$ donne comme indirects (a) et (b), c'est-à-dire que les aiguilles a et b ne peuvent jamais être manœuvrées. Or, il y a un moyen simple d'é luder cette difficulté, c'est de les atteler sur un seul levier. Par ce

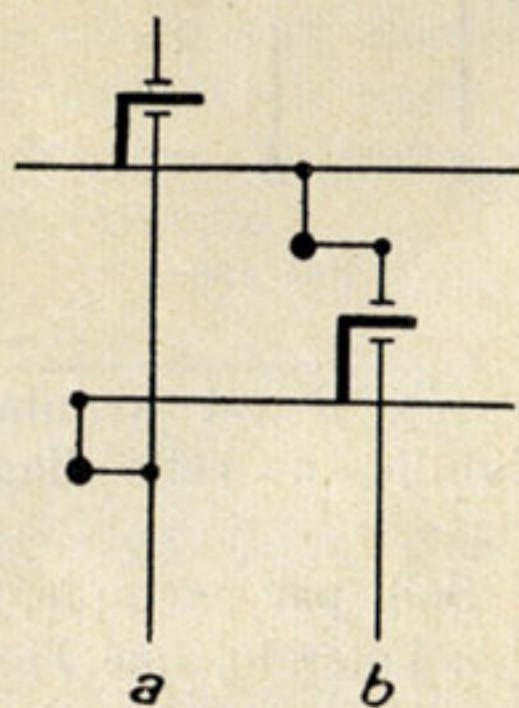


FIG. 134.

procédé les deux aiguilles auront toujours des positions concordantes sans qu'il soit nécessaire de les enclencher.

Cas particuliers. — Il existe quelques cas où les aiguilles formant une diagonale ne peuvent pas être manœuvrées par le même levier; quelquefois même les deux aiguilles d'une diagonale doivent avoir des positions discordantes. En voici des exemples :

1° Lorsque la partie de voie principale où existe une diagonale présente une déclivité capable de donner lieu à des dérives de

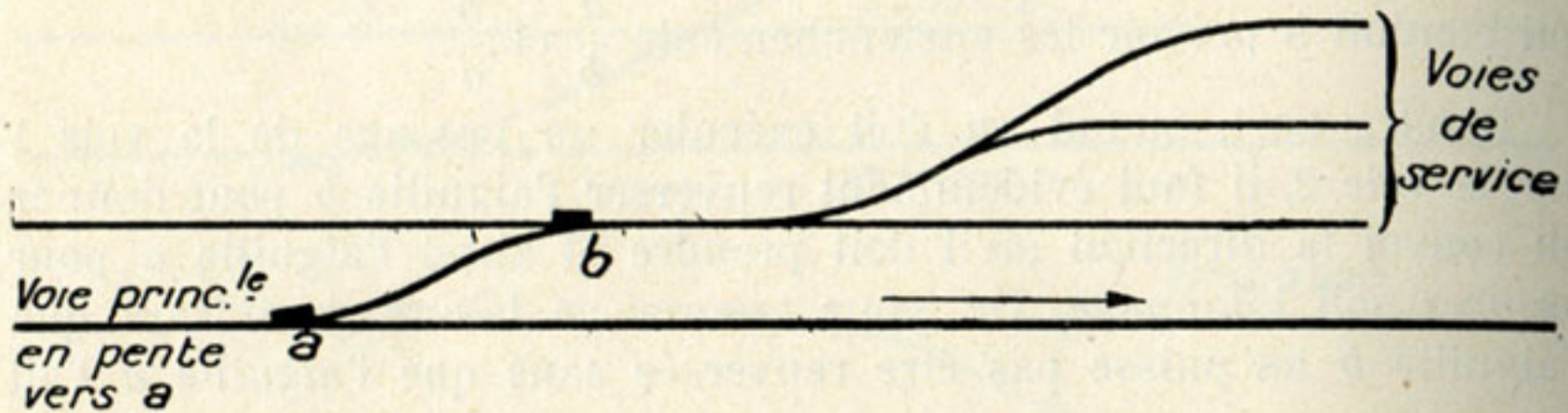


FIG. 135.

véhicules, l'aiguille située sur la voie principale est normalement disposée vers la voie de service voisine sur laquelle les véhicules qui se seraient échappés seraient arrêtés facilement et sans dommage.

L'aiguille *a* est normalement dirigée vers l'aiguille *b* qui est munie d'un dispositif spécial de talonnage pour éviter sa détérioration.

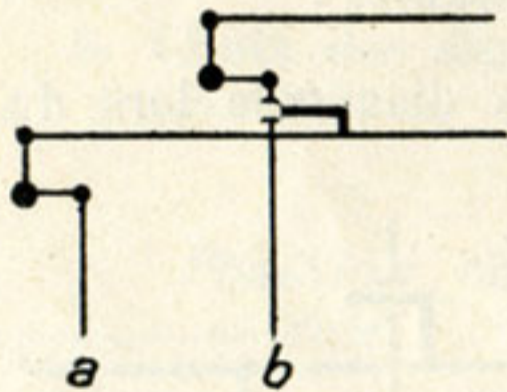


FIG. 136.

Chaque aiguille est manœuvrée par un levier distinct et les deux leviers sont reliés entre eux par un enclenchement de simultanéité $\frac{a}{b}$;

2° Lorsque, dans une gare de triage, une aiguille d'une diagonale est abordée du côté de sa pointe par des véhicules lancés, il est avantageux de manœuvrer séparément les deux aiguilles de cette diagonale, car on augmente ainsi la rapidité du triage.

Soit, par exemple, la disposition suivante de voies qui suppose, bien entendu, que l'intervalle compris entre les deux voies reliées par la diagonale est notablement plus large que l'entrevoie réglementaire.

Quand, après avoir lancé un ou plusieurs véhicules vers les voies 1 à 6, il est nécessaire d'en diriger un ou plusieurs autres

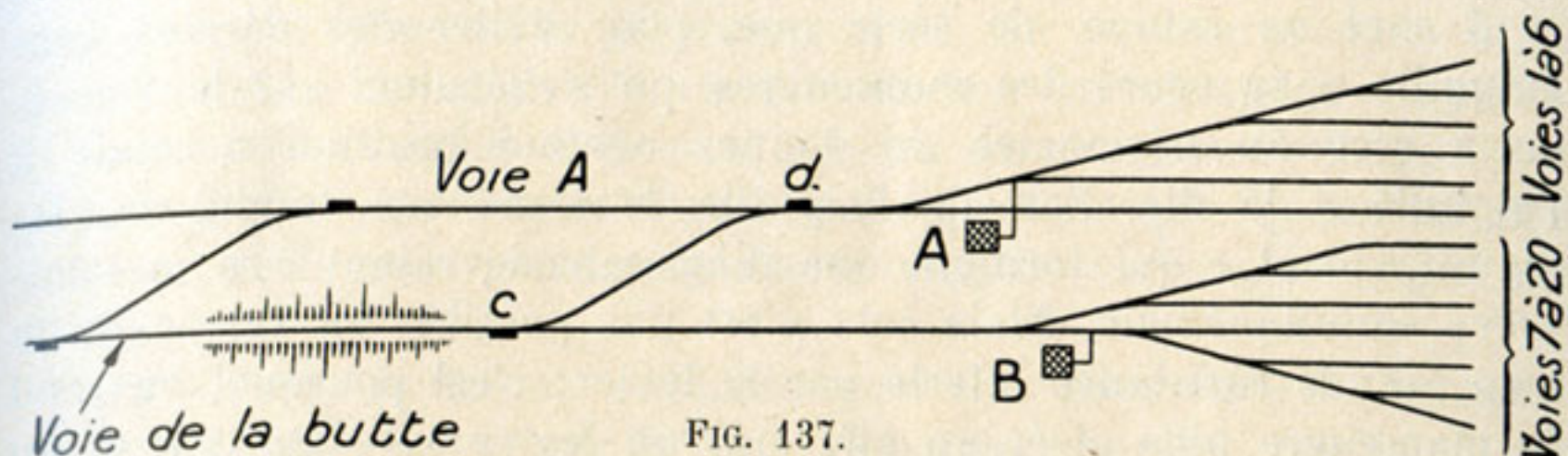


FIG. 137.

vers les voies 7 à 20, on gagne un temps précieux en permettant à l'aiguilleur de remettre l'aiguille *c* dans sa position normale dès que le croisement de cette aiguille est dégagé et, par conséquent, sans attendre que l'aiguille *d*, qui peut se trouver à une assez grande distance, ait été franchie.

En pareil cas, il faut avoir soin d'assurer le talonnage de l'aiguille *d* par l'enclenchement d'ordre $\frac{d}{c}$.

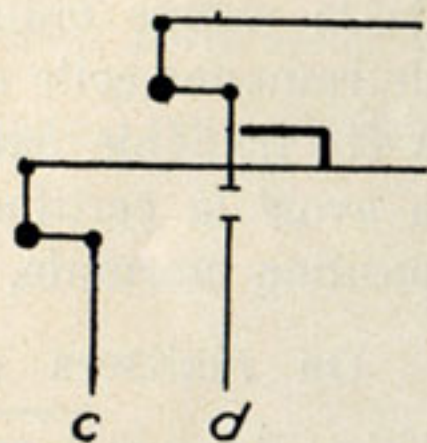


FIG. 137 bis.

Quant au talonnage de l'aiguille *c*, il est assuré au moyen des signaux A et B.

Les positions normales des aiguilles restent les mêmes que si elles étaient toutes deux commandées par un seul levier.

3° Il arrive parfois qu'une diagonale se trouve à une distance telle d'un poste que la manœuvre simultanée des deux aiguilles excède l'effort dont l'aiguilleur est capable; on est conduit alors à atteler chacune des deux aiguilles à un levier distinct, en conservant à ces aiguilles les mêmes positions normales que s'il avait été possible de les manœuvrer ensemble. Voici un exemple :

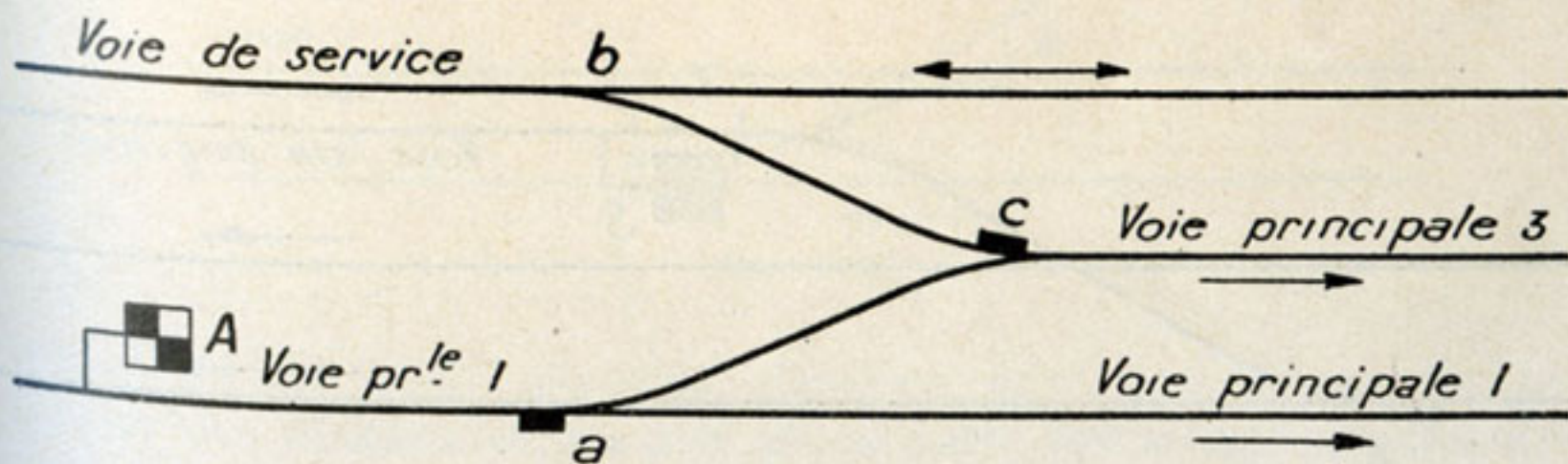


FIG. 138.

La voie principale 1 donne naissance à une voie principale 3 qui est reliée à une voie de service par les aiguilles *b* et *c*. Les voies 1 et 3 sont en rampe, de sorte que, pour éviter des dérives vers l'aiguille *a* au cours des manœuvres qui s'exécutent sur la voie 3, on a reconnu nécessaire de donner comme position normale à l'aiguille *c* la direction de l'aiguille *b*. Dans ces conditions, les aiguilles *a* et *c* qui forment une diagonale devraient être manœuvrées simultanément. Mais cela n'est pas possible en raison de la trop grande résistance offerte par le levier; c'est pourquoi on rend la manœuvre plus aisée en affectant un levier à l'aiguille *a* et un autre à l'aiguille *c*.

S'il n'y avait pas de dérives à redouter sur la voie 3, les deux leviers *a* et *c* pourraient être laissés indépendants et alors le talonnage de l'aiguille *c* serait assuré par le signal A. Mais l'existence de la rampe oblige à faire en sorte que l'aiguilleur n'omette pas de ramener cette aiguille *c* dans sa position normale aussitôt qu'elle a été franchie par une circulation venant de la voie 1, de manière à avoir la certitude que, quand l'aiguille *a* sera ramenée dans sa position normale, son croisement sera dégagé et le restera.

On réalisera donc l'enclenchement d'ordre $\frac{a}{c}$ qui exige que l'aiguille *c* soit remise en position normale pour pouvoir y ramener l'aiguille *a*.

Les différents cas qui viennent d'être analysés montrent avec quel soin il faut procéder dans la détermination des positions normales des aiguilles.

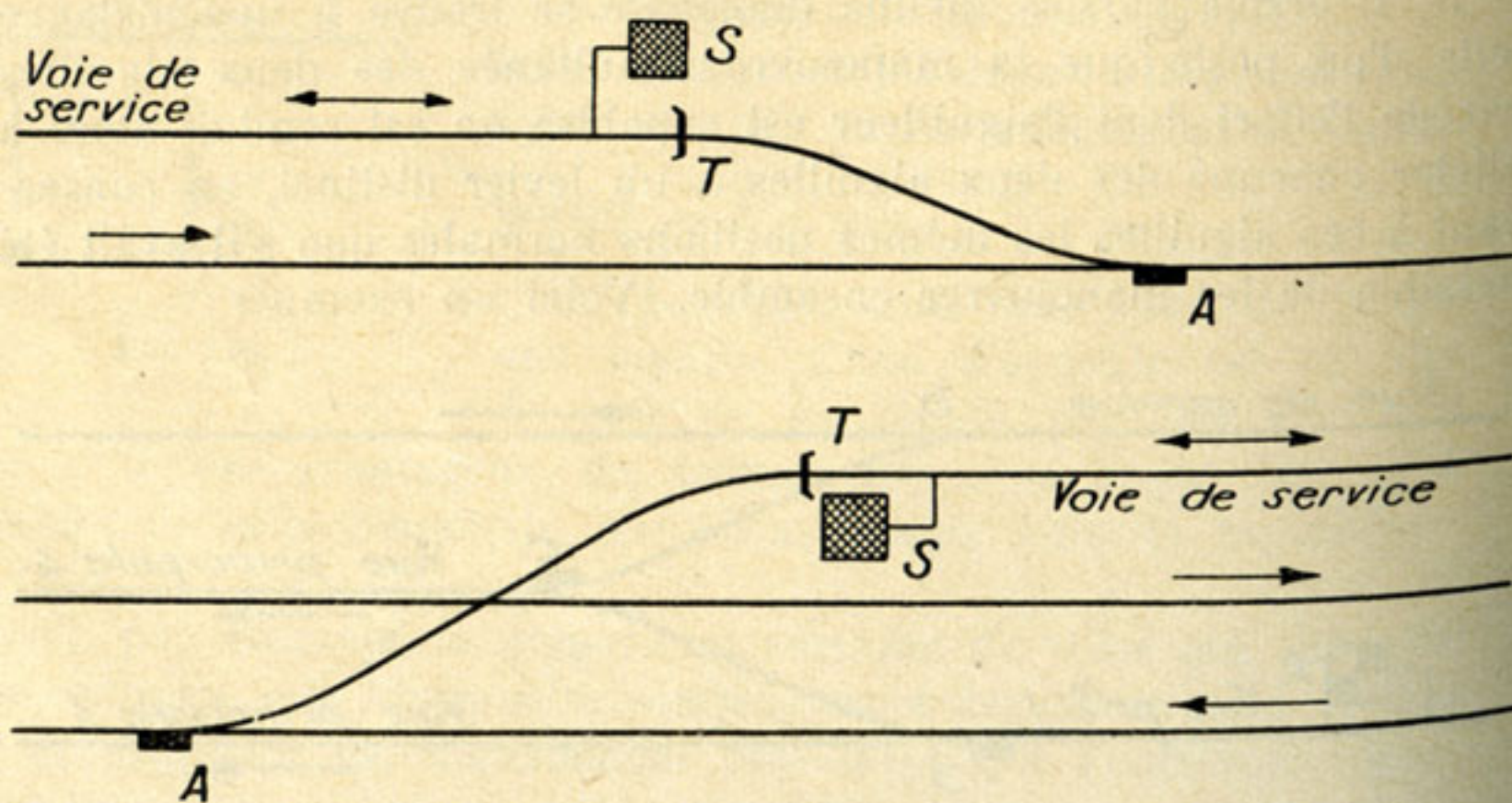


FIG. 139.

4° Lorsqu'un mouvement doit avoir lieu sur une voie munie d'un bloc, ou taquet d'arrêt, il faut nécessairement abattre ce taquet avant d'autoriser le mouvement. On se trouve donc alors dans le même cas que si l'on avait à assurer un talonnage d'aiguille.

Dans les exemples ci-dessus il suffit de manœuvrer l'aiguille A et le taquet T par le même levier pour être sûr que, quand on doit refouler de la voie principale sur la voie de service, le taquet est abattu.

On obtient la même certitude pour les mouvements de sortie de la voie de service sur la voie principale en les autorisant par l'ouverture d'un signal qui est subordonnée à la manœuvre de l'aiguille et à l'abaissement du taquet.

B. *Traversées-jonctions simples.* — Soit le cas d'une traversée-jonction simple formée par les aiguilles *a* et *b*.

L'obligation de ne renverser *a* qu'après *b*, ou bien *b* qu'après *a*, conduirait à prévoir les enclenchements de talonnage $\frac{a}{b}$ et $\frac{b}{a}$; mais,

Position normale

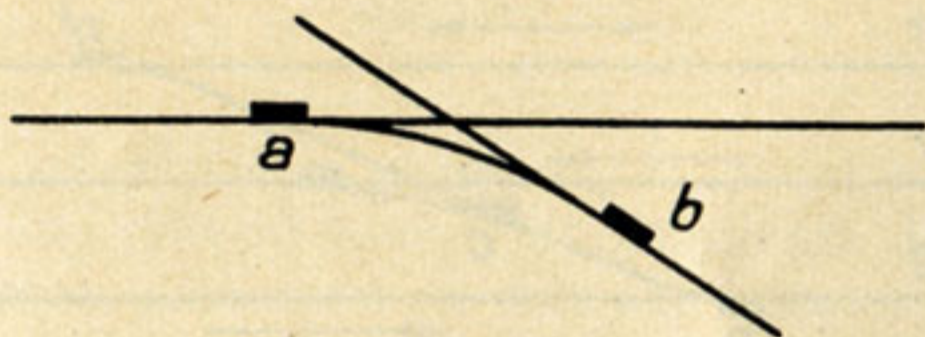


FIG. 140.

comme on l'a vu précédemment, on se borne à manœuvrer *a* et *b* par le même levier en donnant à ces aiguilles les positions normales indiquées sur le croquis.

Lorsque, au lieu d'être isolée, une traversée-jonction simple se

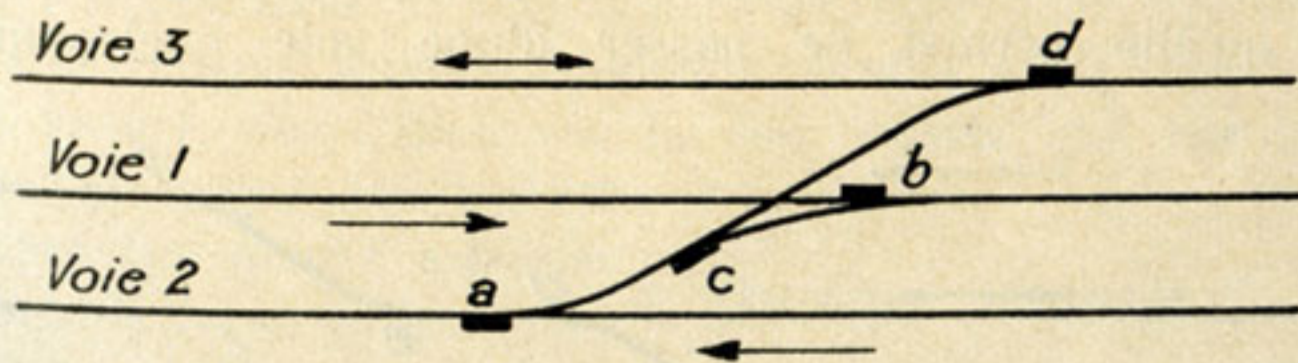


FIG. 141.

trouve établie entre d'autres aiguilles avec lesquelles elle peut former des diagonales, on a le choix entre les solutions suivantes :

1° soit le cas de la figure 141.

On peut considérer l'ensemble de ces quatre aiguilles comme formant deux diagonales $a + b$ et $c + d$, c'est-à-dire qu'un levier

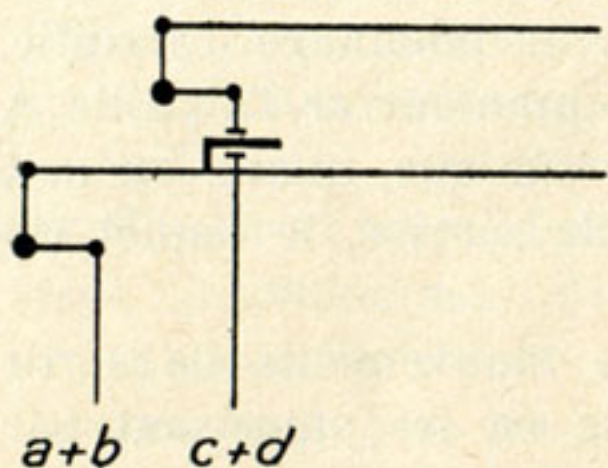


FIG. 142.

manœuvre les aiguilles a et b et qu'un autre levier manœuvre les aiguilles c et d . Mais alors pour assurer le talonnage de l'aiguille a lorsqu'on doit faire un passage de la voie 3 sur la voie 2, il faut réaliser l'enclenchement :

$$\frac{a + b}{c + d}$$

2° si les mouvements de la voie 1 sur la voie 2 sont rares, alors que ceux de la voie 2 sur la voie 3 sont relativement fréquents, il convient d'adopter la disposition suivante.

Un premier levier manœuvre les aiguilles a et d et un second levier manœuvre les aiguilles b et c .

Ces leviers sont reliés par l'enclenchement $\frac{a + d}{b + c}$ pour assurer le

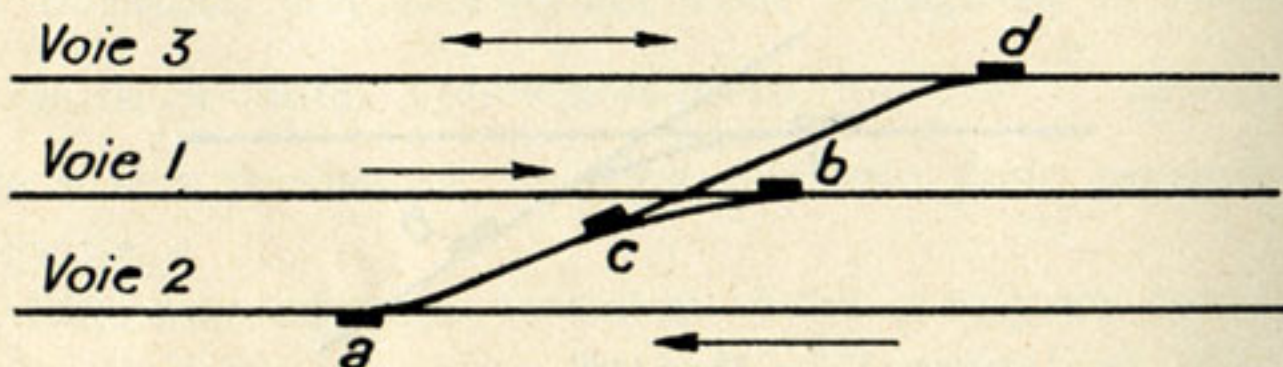


FIG. 143.

talonnage de l'aiguille a quand on passe de la voie 1 sur la voie 2 et celui de l'aiguille c quand on passe de la voie 3 sur la voie 2.

C. *Traversées-jonctions doubles.* — Soit la disposition ci-après : on voit qu'elle permet de passer d'une voie quelconque sur

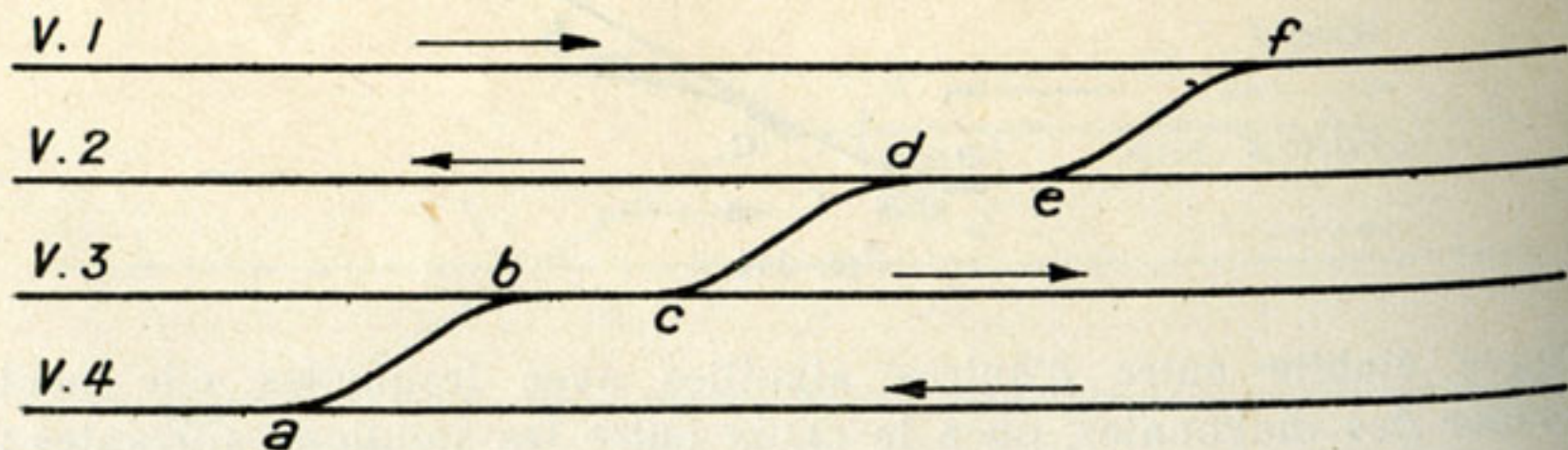


FIG. 144.

toutes les autres. Mais cette disposition des diagonales qui se succèdent l'une à l'autre a l'inconvénient de répartir l'ensemble des aiguilles sur une longueur trop considérable et conséquemment d'allonger la durée d'exécution des mouvements surtout de ceux qui empruntent les diagonales extrêmes.

C'est pourquoi on a eu l'idée de remplacer les aiguilles telles que *b* et *c* ainsi que *d* et *e* par des traversées-jonctions doubles qui relient toutes les voies entre elles comme le font les diagonales consécutives mais sur un espace bien plus restreint.

On obtient ainsi la disposition suivante :

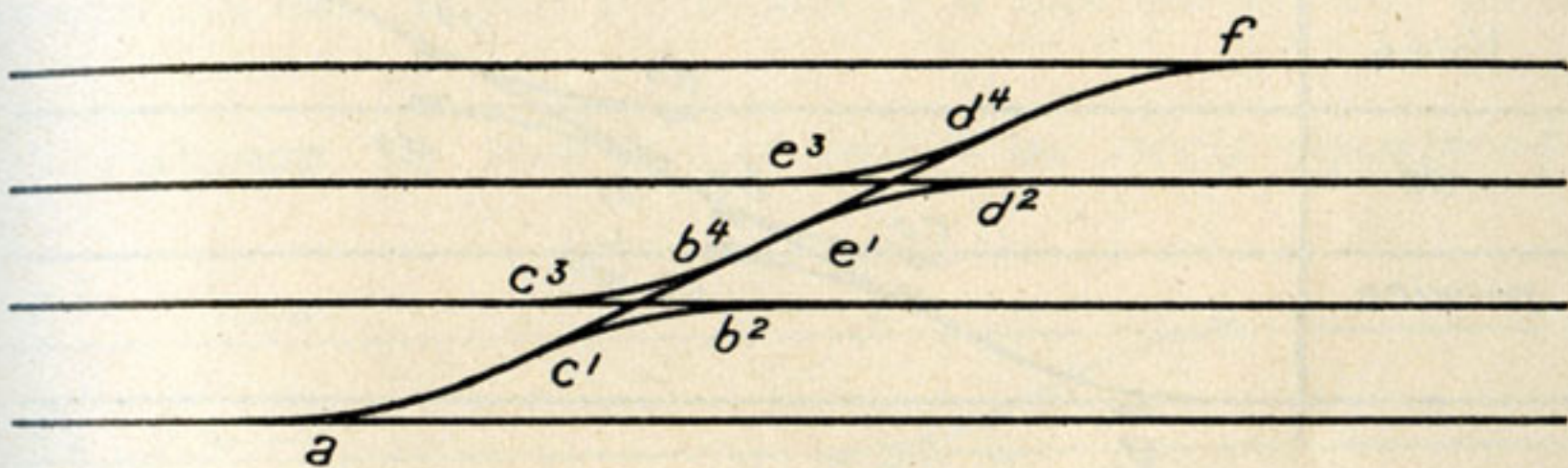


FIG. 145.

Les aiguilles telles que *a*, *c*³, *b*², *e*³, *d*², *f* qui sont situées sur des voies parallèles doivent assurer la continuité de ces voies; il n'y a aucune raison pour qu'il en soit autrement.

Mais en ce qui concerne les autres aiguilles, c'est-à-dire celles qui sont sur la grande diagonale, il faut distinguer deux cas, suivant que les traversées-jonctions sont établies sur des voies de service ou sur des voies principales.

En effet, sur les voies de service on installe le moins possible de signaux, autant par raison d'économie que pour faciliter l'exécution des manœuvres. Il faut donc s'arranger pour que les quatre aiguilles de chaque traversée-jonction double aient leur talonnage toujours assuré, aussi bien sur la voie directe que sur la diagonale. On y arrive en faisant manœuvrer ces quatre aiguilles par un seul levier et en leur donnant comme position normale la continuité de la voie directe et celle de la diagonale, comme l'indique le croquis ci-contre :

Lorsque l'on renverse la position du levier de manœuvre,

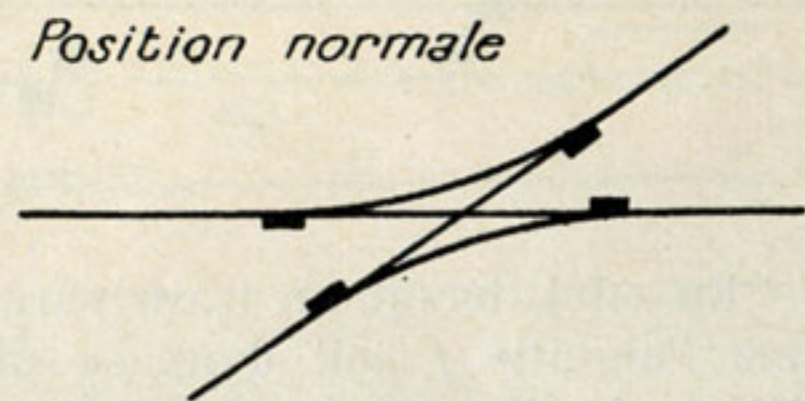


FIG. 146.

les quatre aiguilles se placent sur la déviation, comme le montre le croquis ci-joint et les talonnages continuent d'être assurés.

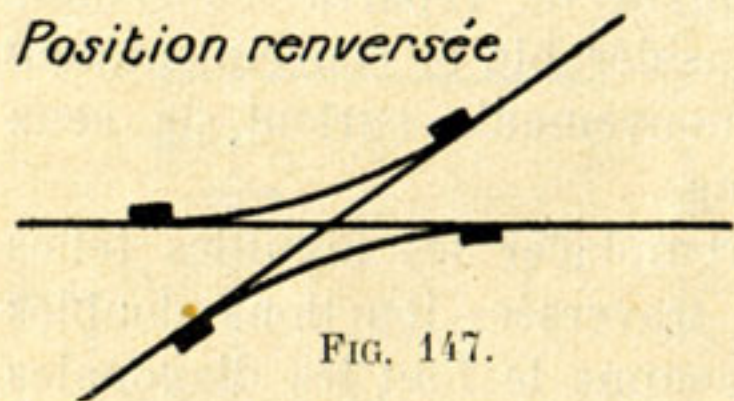


FIG. 147.

Par conséquent, lorsque les traversées-jonctions $c^1c^3b^2b^4$, $e^1e^3d^2d^4$ sont établies sur des voies de service, on adopte la disposition suivante :

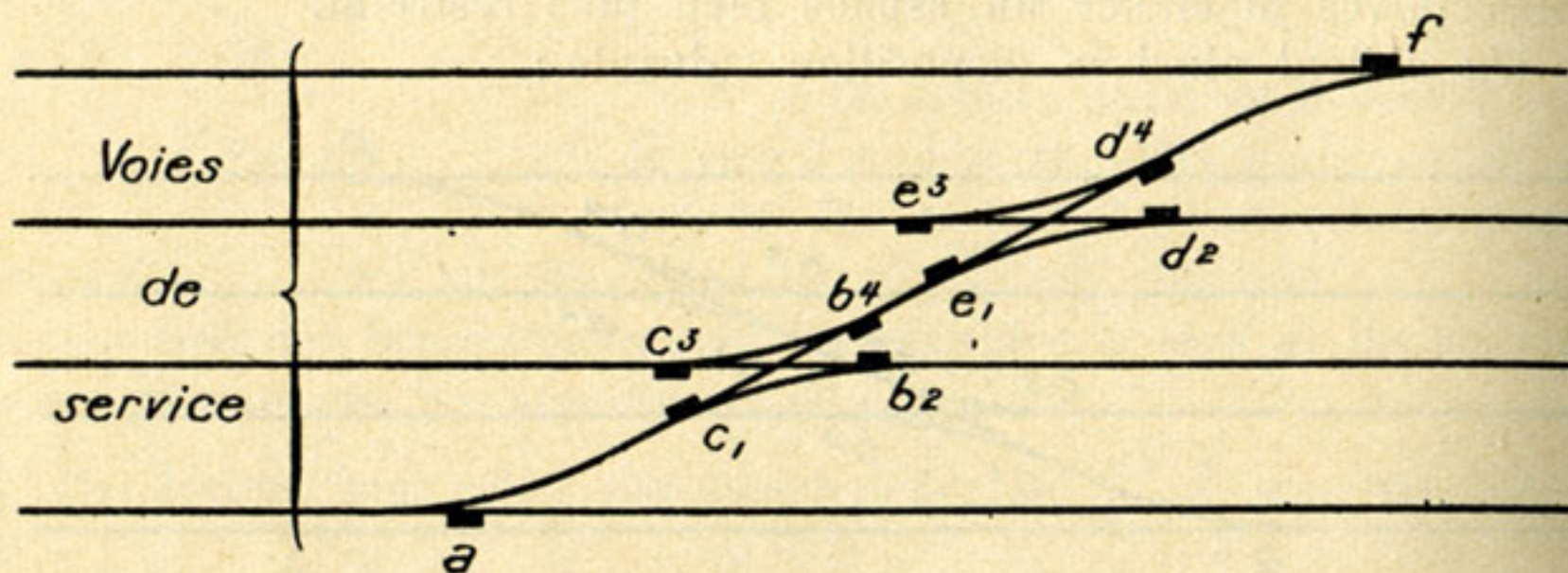


FIG. 148.

Lorsqu'une ou plusieurs traversées-jonctions doubles sont établies sur des voies principales, on adopte la disposition représentée sur le croquis ci-dessous qui a pour objet de supprimer la possibilité de prises en écharpe pour les trains circulant en voie directe.

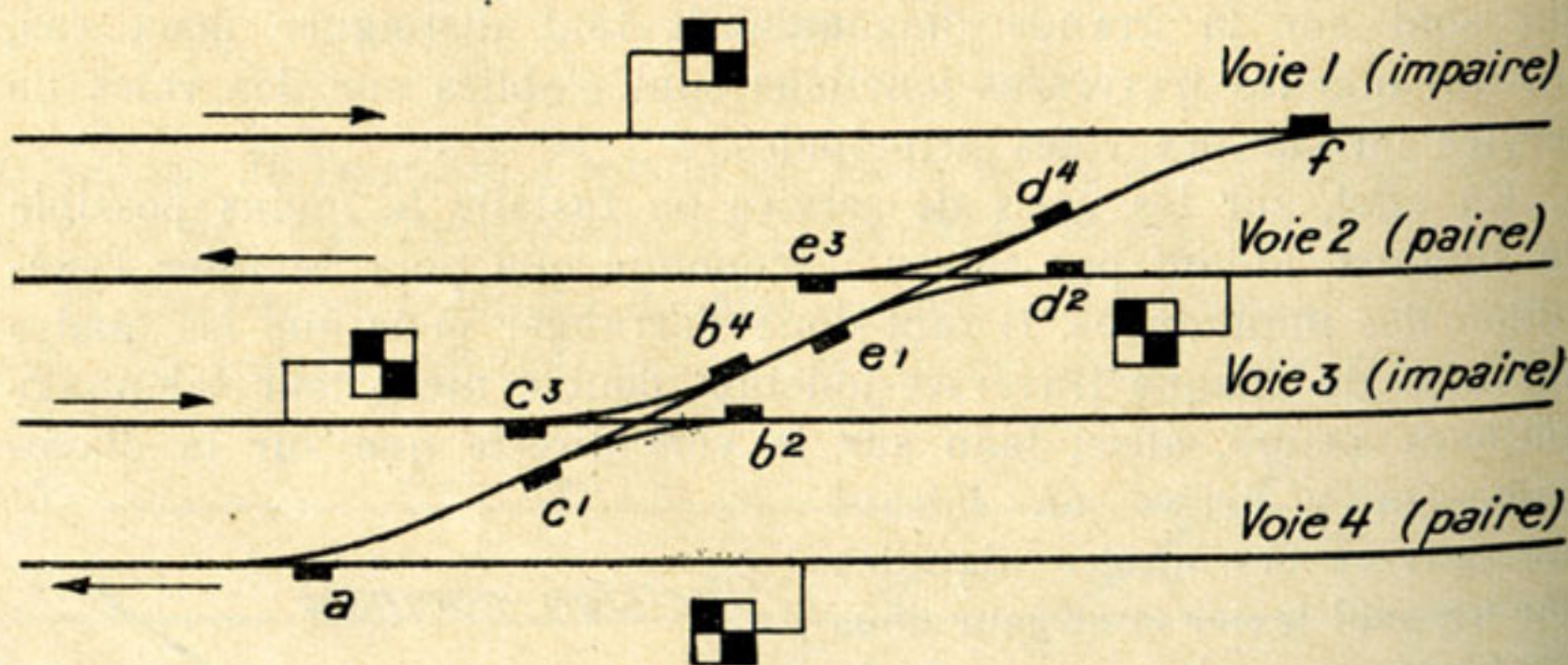


FIG. 149.

En effet, lorsqu'un train parcourt la voie 1, il faut évidemment que l'aiguille f soit dans sa position normale pour ne pas être détériorée; il faut, de plus, que les aiguilles e^1 , e^3 donnent la direc-

tion de la voie 2 pour éviter une prise en écharpe sur l'aiguille f . Donc, les aiguilles e^1 , e^3 , f doivent donner normalement la direction contraire à la communication. Lorsque l'on devra passer de la voie 1 sur la voie 2 et réciproquement, il faudra disposer ces trois aiguilles sur la communication. Par conséquent, e^1 , e^3 et f devant toujours avoir des dispositions concordantes seront manœuvrées par un levier unique.

Un raisonnement analogue justifierait la nécessité de manœuvrer aussi les aiguilles a , b^2 et b^4 par un levier unique.

Il reste à examiner le cas des aiguilles c^1c^3 et d^2d^4 . Or, pour envoyer un train impair sur la voie 3, il faut que c^1 et c^3 soient

Passage de voie 2 sur voie 4 ou réciproquement

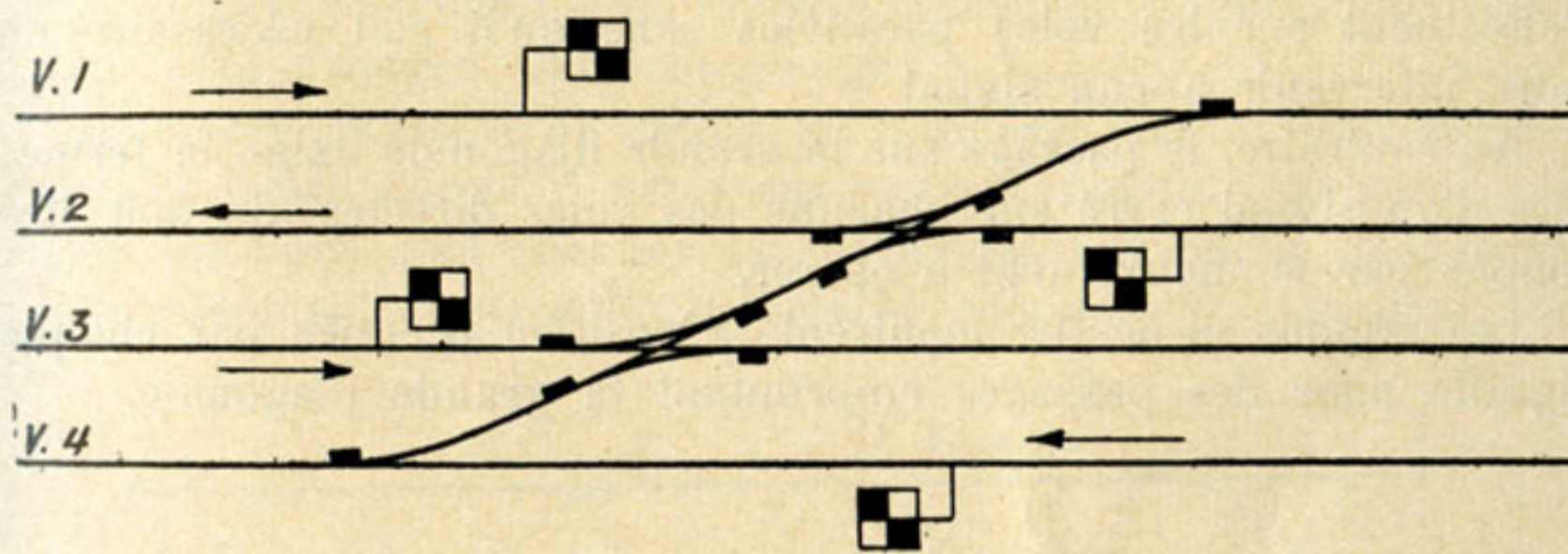


FIG. 150.

Passage de voie 1 sur voie 5 ou réciproquement

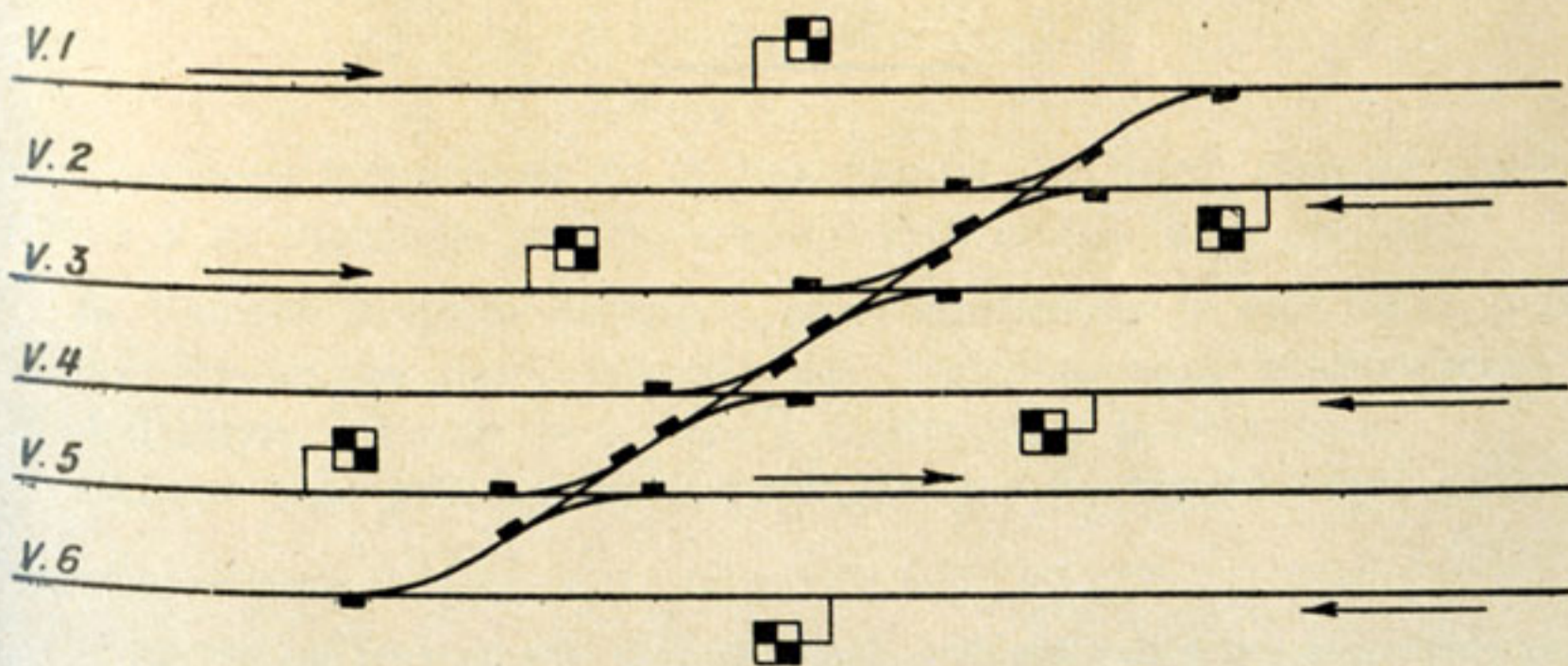


FIG. 151.

disposées vers b^2 quelle que soit la provenance (voie 4 ou voie 3) de ce train et il faut en même temps que d^2 et d^4 soient disposées vers e^3 pour éviter le risque d'une prise en écharpe sur c^1 ou sur c^3 . De même, pour envoyer un train pair sur la voie 2 il faut que d^2 et d^4 soient disposées vers e^3 quelle que soit la provenance (voie 2 ou voie 1) de ce train et il faut de plus que c^1 et c^3 soient disposées vers b^2 pour éviter une prise en écharpe sur d^2 ou sur d^4 . D'autre part, pour passer de voie 2 sur voie 3 et réciproquement il faut disposer c^1c^3 vers d^2d^4 . Il en résulte que ces quatre aiguilles forment une diagonale, qu'elles doivent avoir toujours des positions concordantes et qu'il est nécessaire pour cela de les manœuvrer par un levier unique.

On remarque que les positions normales adoptées pour les aiguilles assurent complètement la protection des passages qui s'effectuent sur les voies parallèles sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir aucun signal.

Au contraire, le passage sur la grande diagonale exige la fermeture d'un signal carré sur chacune des voies directes qui doit être coupée par le mouvement à opérer.

Les croquis ci-dessus montrent la position occupée par chaque aiguille pour des passages empruntant la grande diagonale.

CHAPITRE II

EXEMPLES D'ÉTUDES D'ENCLÈCHEMENTS

Nous possédons maintenant tous les éléments nécessaires pour l'étude proprement dite d'un programme d'enclenchements.

Divers exemples dont la difficulté est graduée et la discussion de quelques problèmes vont mettre le lecteur à même d'acquérir la manière d'opérer dans chaque cas.

D'ailleurs, ce genre de travail ne comporte pas de règle absolue. Pour un poste donné il est assez souvent possible d'obtenir plusieurs solutions dont chacune est cependant susceptible de garantir convenablement la sécurité; d'après M. Moutier (1), ingénieur chef

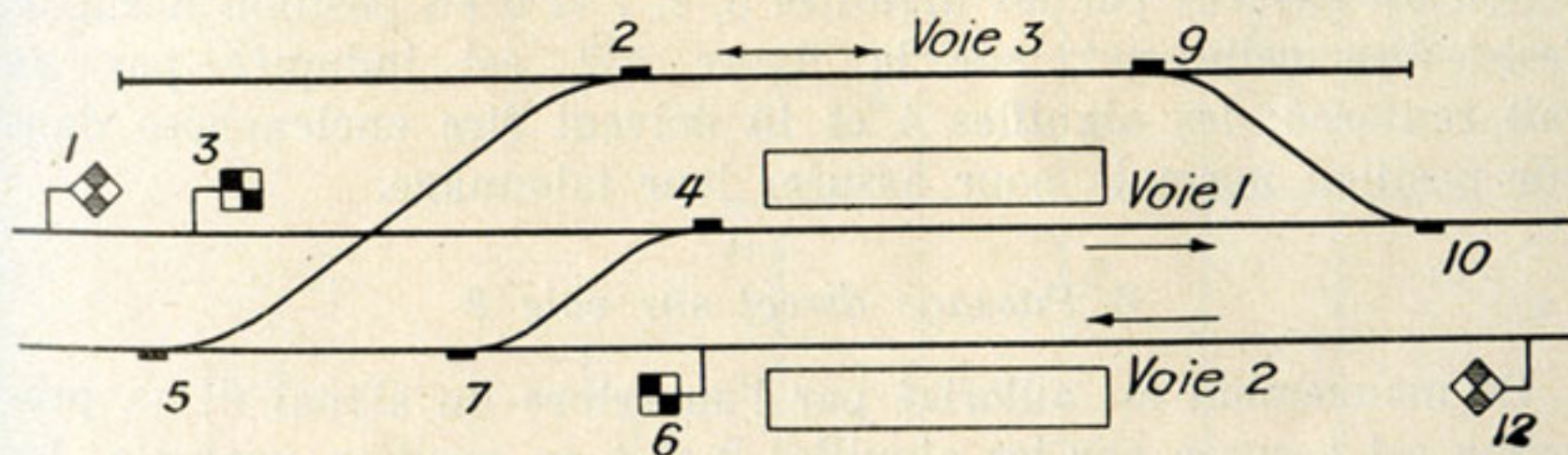


FIG. 152.

des Services techniques de la Compagnie du Nord, chaque enclencheur a sa méthode propre, comme tout artiste a la sienne.

6. Comme premier exemple, nous étudierons le cas de la petite station ci-dessus dans laquelle les aiguilles sont manœuvrées à pied d'œuvre à l'aide de leviers à contrepoids tournant.

Chaque voie principale est protégée par un signal carré précédé

(1) Aperçu sur les méthodes de recherches et de réalisation des enclenchements, par Albert MOUTIER; *Revue générale des Chemins de fer*, numéro de mai 1909, page 341.

d'un signal d'avertissement avec lequel il est relié mécaniquement par l'enclenchement de continuité.

Les leviers des signaux carrés et ceux des aiguilles sont munis chacun d'une serrure Bouré qui permet d'immobiliser chaque signal carré en position de fermeture et chaque aiguille dans sa position normale.

Il faut d'abord dresser le tableau des passages.

Pour cela on établit d'abord la liste de tous les itinéraires possibles en prenant sur le plan les voies les unes après les autres à partir, par exemple, de la voie la plus à gauche et en relevant les divers mouvements qui ont leur origine sur chacune d'elles.

Ensuite, on inscrit dans les colonnes appropriées du tableau les divers appareils qui servent à la constitution et à la protection de chaque itinéraire.

L'exemple ci-dessus est tellement simple que l'on peut se borner à définir pour chaque mouvement la position des divers appareils intéressés sans établir le tableau des passages.

1. Passage direct sur voie 1

Ce mouvement est autorisé par l'ouverture du signal 3; sa protection est assurée par les aiguilles 5, 2, 7 et 9 en position normale, c'est-à-dire celle qui, sur la figure 152, est indiquée par un trait renforcé; les aiguilles 4 et 10 doivent être enclenchées dans leur position normale pour assurer leur talonnage.

2. Passage direct sur voie 2

Ce mouvement est autorisé par l'ouverture du signal 6; sa protection est assurée par les aiguilles 2 et 4 en position normale; les aiguilles 5 et 7 doivent être enclenchées dans leur position normale pour assurer leur talonnage.

3. Mouvement par la communication 5, 2

Ce mouvement est protégé d'une part par la fermeture des signaux 3 et 6 et d'autre part par l'aiguille 4 en position normale.

4. Mouvement par la communication 7, 4

Ce mouvement est protégé par les signaux 3 et 6 fermés et par les aiguilles 2 et 9 en position normale. Les aiguilles 5 et 10 doivent être enclenchées en position normale pour assurer leur talonnage.

5. *Mouvement par la communication 9, 10*

Ce mouvement est protégé par le signal 3 fermé et par l'aiguille 7 en position normale.

Lorsque le tableau des passages a été établi correctement, il fait connaître tous les enclenchements nécessaires; il est alors indispensable de rassembler ceux-ci soit sur un tableau, soit sur un graphique de manière à mettre en évidence toutes les subordinations de chaque levier, qu'elles soient directes ou indirectes.

Dans le cas présent, nous allons nous servir du graphique de l'ancienne Compagnie de l'Ouest, en faisant remarquer que souvent ce graphique (ou le tableau qui en tient lieu) peut être établi *a priori* sans avoir besoin d'utiliser le tableau des passages.

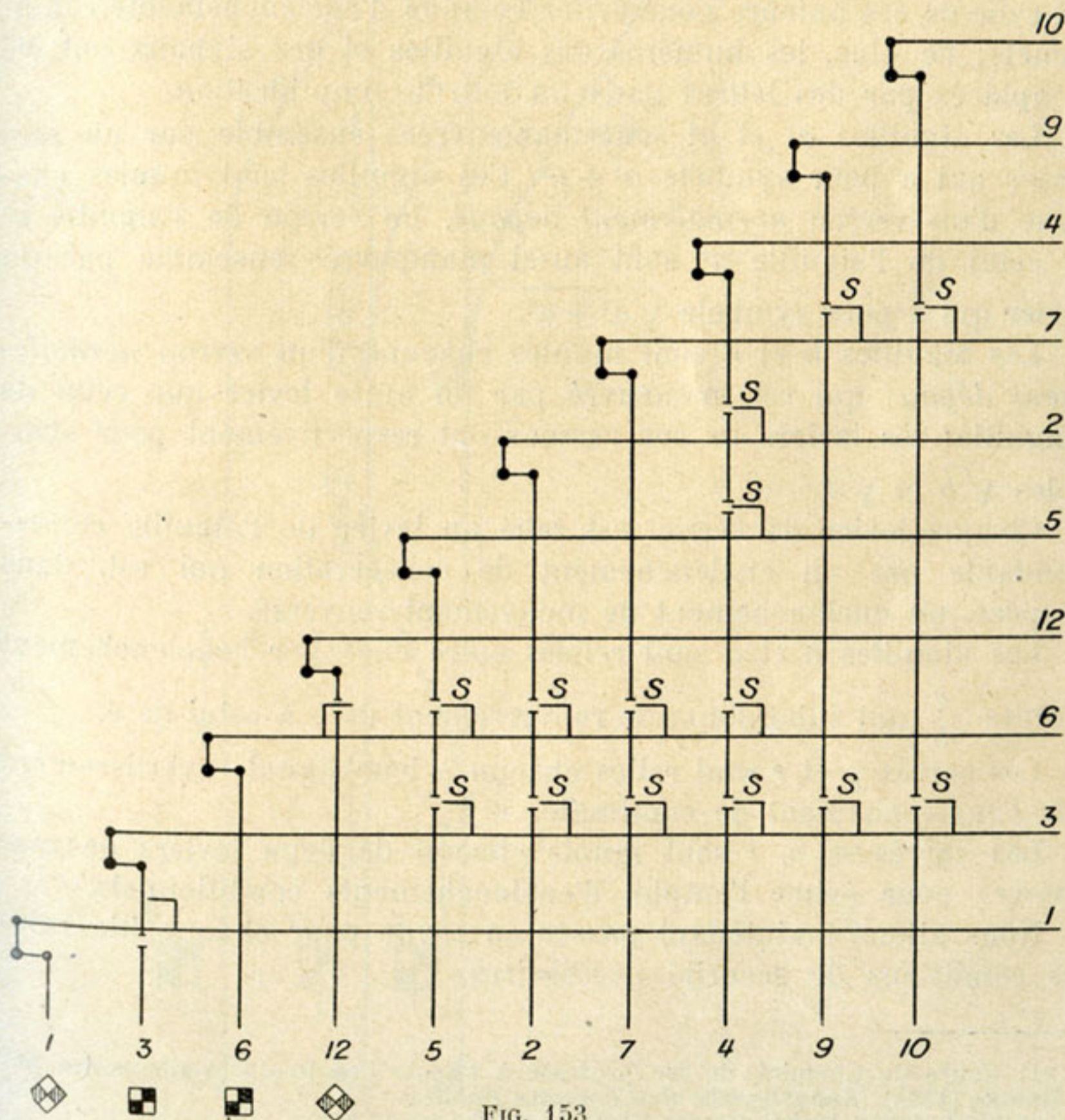


FIG. 153.

Tous les leviers sont supposés en position droite, ce qui correspond aux signaux fermés et aux aiguilles en position normale. Il convient de noter que les signaux d'avertissement 1 et 12 sont respectivement enclenchés indirectement avec les mêmes leviers que les carrés 3 et 6; il n'est donc pas utile de faire apparaître ces indirects sur le graphique.

La lettre S qui surmonte certains taquets d'enclenchements signifie que l'enclenchement correspondant est réalisé non pas mécaniquement, mais à l'aide d'une serrure Bouré.

7. Comme deuxième exemple nous allons prendre le schéma ci-contre extrait du cours de M. Brika (1) et reproduit dans l'ouvrage de M. Maison déjà cité (2).

Toutefois, le problème sera traité d'une façon un peu différente de celle de ces auteurs pour éviter l'emploi d'enclenchements conditionnels; de plus, les numéros des aiguilles et des signaux ont été remplacés par des lettres dans un but de simplification.

Les aiguilles a^1 et a^2 sont manœuvrées ensemble par un seul levier qui a pour symbole $a^1 + a^2$. Ces aiguilles sont munies chacune d'un verrou *normalement dégagé*. Le verrou de l'aiguille a^1 et celui de l'aiguille a^2 sont aussi manœuvrés ensemble par un levier qui a pour symbole $\sqrt{a^1 + a^2}$.

Les aiguilles b et d sont munies chacune d'un verrou *normalement dégagé* qui est manœuvré par un autre levier que celui de l'aiguille; les leviers de ces verrous ont respectivement pour symboles \sqrt{b} et \sqrt{d} .

Chaque levier de verrou est relié au levier de l'aiguille correspondante par un enclenchement de conservation qui est, dans l'espèce, un enclenchement de mouvement renversé.

Les aiguilles b et c sont reliées entre elles par l'enclenchement d'ordre $\frac{c}{b}$ qui subordonne le renversement de b à celui de c .

Les carrés p et r sont reliés chacun à leur signal l'avertissement par l'enclenchement de continuité.

Les carrés n , o , t sont munis chacun de deux leviers de manœuvre pour éviter l'emploi d'enclenchements conditionnels.

Nous allons maintenant passer en revue pour chaque itinéraire les conditions de sécurité nécessaires.

(1) Cours de Chemins de fer professé à l'École des Ponts et Chaussées par C. BRICKA (1894) (*Encyclopédie des Travaux Publics*).

(2) *Exploitation technique des Chemins de fer* (page 312).

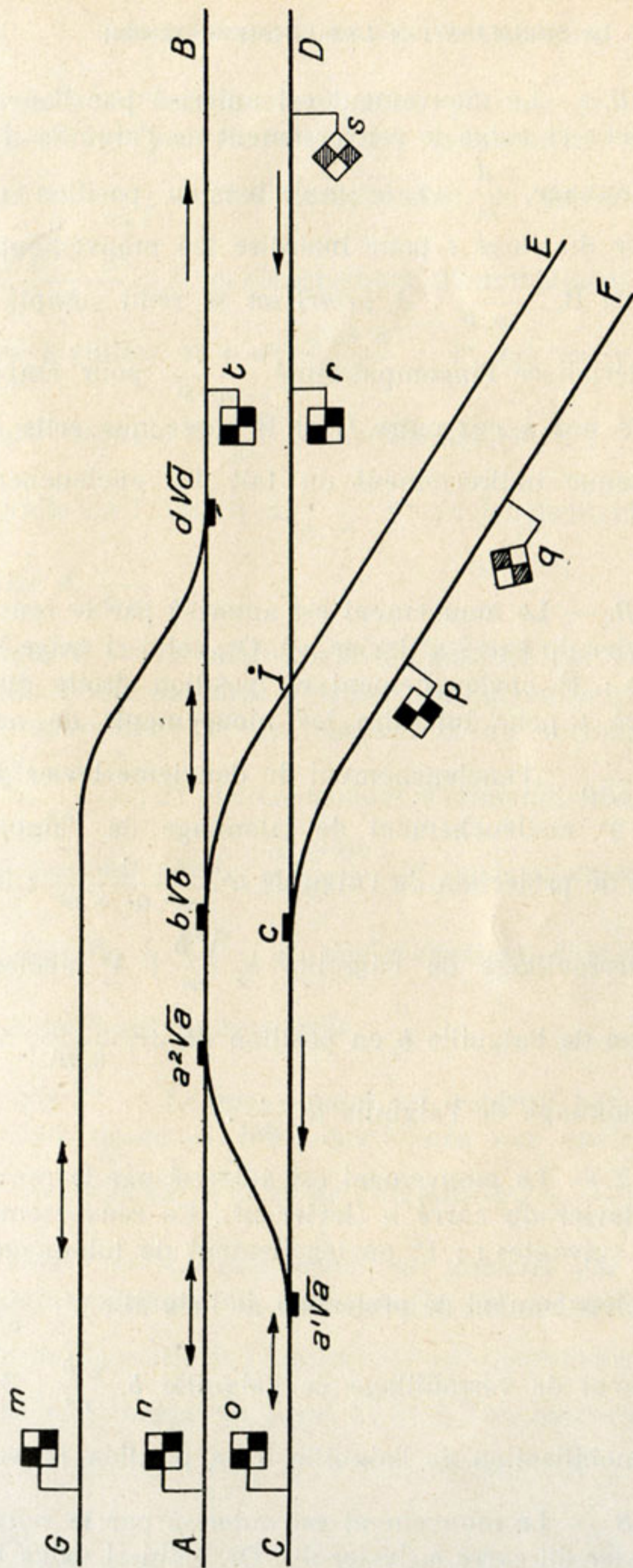


FIG. 154.

De G vers B. — Le mouvement est autorisé par l'ouverture du carré m ; or, celle-ci exige le renversement de l'aiguille d pour en assurer le talonnage, $\frac{d}{m}$ et le maintien en position droite du deuxième levier du carré t pour interdire les mouvements de nez à nez entre G et B, $\frac{\cdot}{m, t^2}$. *A priori* on se rend compte qu'il est inutile de matérialiser l'incompatibilité $\frac{\cdot}{m, t^1}$ pour empêcher les mouvements de nez à nez entre G et B parce que cette incompatibilité est obtenue indirectement du fait des enclenchements $\frac{d}{m}$ et $\frac{\cdot}{dt^1}$.

De A vers B. — Le mouvement est autorisé par le renversement du premier levier du carré n (levier n^1). Or, celui-ci exige les conditions suivantes : 1° enclenchement en position droite du premier levier du carré t pour interdire les mouvements de nez à nez entre A et B, $\frac{\cdot}{n^1 t^1}$, (l'enclenchement du deuxième levier du carré t est indirect); 2° enclenchement de talonnage de l'aiguille a^2 et enclenchement de protection de l'aiguille a^1 , $\frac{\cdot}{n^1, a^1 + a^2}$; 3° enclenchement de verrouillage de l'aiguille b , $\frac{\sqrt{b}}{n^1}$; 4° enclenchement d'immobilisation de l'aiguille b en position droite, $\frac{\cdot}{b, n^1}$; 5° enclenchement de talonnage de l'aiguille d , $\frac{\cdot}{dn^1}$.

De A vers E. — Le mouvement est autorisé par le renversement du deuxième levier du carré n (levier n^2). Ce renversement exige les conditions suivantes : 1° enclenchement de talonnage de l'aiguille a^2 et enclenchement de protection de l'aiguille a^1 , $\frac{\cdot}{n^2, a^1 + a^2}$; 2° enclenchement de verrouillage de l'aiguille b , $\frac{\sqrt{b}}{n^2}$; 3° enclenchement d'immobilisation de l'aiguille b en position renversée, $\frac{b}{n^2}$.

De C vers B. — Le mouvement est autorisé par le renversement du premier levier du carré o (levier o^1). Or, celui-ci exige les condi-

tions suivantes : 1° enclenchement en position droite du premier levier du carré t pour interdire les mouvements de nez à nez entre C et B, $\frac{\cdot}{o^1, t^1}$; 2° enclenchement de verrouillage de l'aiguille $a^1 \frac{\sqrt{a^1 + a^2}}{o^1}$; 3° enclenchement d'immobilisation en position déviée des aiguilles $a^1 + a^2, \frac{a^1 + a^2}{o^1}$; 4° enclenchement de verrouillage de l'aiguille $b, \frac{\sqrt{b}}{o^1}$; 5° enclenchement d'immobilisation en position droite de l'aiguille $b, \frac{\cdot}{b, o^1}$; 6° enclenchement de talonnage de l'aiguille $d, \frac{\cdot}{d, o^1}$.

De C vers E. — Le mouvement est autorisé par le renversement du deuxième levier du carré o (levier o^2). Ce renversement exige les conditions suivantes : 1° enclenchement de verrouillage de l'aiguille $a^1, \frac{\sqrt{a^1 + a^2}}{o^2}$; 2° enclenchement d'immobilisation des aiguilles $a^1 + a^2$ en position déviée, $\frac{a^1 + a^2}{o^2}$; 3° enclenchement de verrouillage de l'aiguille $b, \frac{\sqrt{b}}{o^2}$; 4° enclenchement d'immobilisation de l'aiguille b en position renversée, $\frac{b}{o^2}$.

De F vers C. — Le mouvement est autorisé par l'ouverture du carré p . Cette ouverture est subordonnée aux enclenchements de talonnage de l'aiguille $c, \frac{c}{p}$ et de l'aiguille $a^1, \frac{\cdot}{a^1 + a^2, p}$.

De D vers C. — Le mouvement est autorisé par l'ouverture du carré r . Cette ouverture est subordonnée : 1° au maintien en position droite de l'aiguille $b, \left(\text{indirect } \frac{\cdot}{b, r} \right)$ pour éviter la possibilité d'une prise en écharpe au point I ; 2° à l'enclenchement de talonnage de l'aiguille $c, \frac{\cdot}{c, r}$; 3° à l'enclenchement de talonnage de l'aiguille $a^1, \frac{\cdot}{a^1 + a^2, r}$.

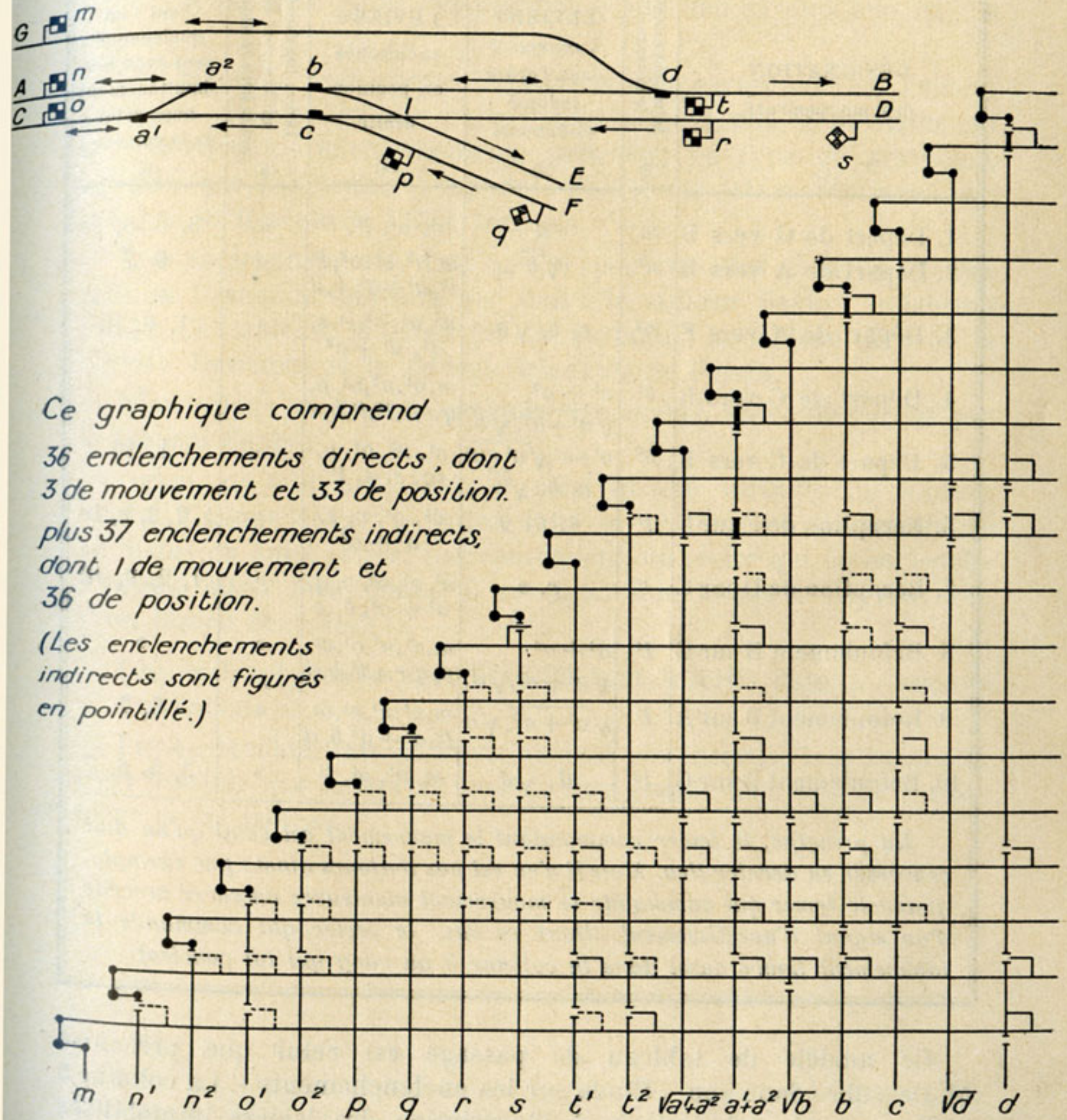
De B vers C. — Le mouvement est autorisé par le renversement du premier levier du carré t (levier t^1). Comme le levier t^1 autorise le passage vers C et vers A, il est évident que, pour aller vers C, il faut avoir soin de placer sur la déviation les aiguilles $a^1 + a^2$ avant de les verrouiller, sinon il ne serait plus possible de les manœuvrer après le renversement du levier t^1 . Ce renversement est subordonné : 1° aux enclenchements de nez à nez $\frac{\cdot}{n^1 t^1}$ et $\frac{\cdot}{o^1 t^1}$; 2° à l'enclenchement de verrouillage de l'aiguille a^2 , $\frac{\sqrt{a^1 + a^2}}{t^1}$; 3° à l'enclenchement de talonnage de l'aiguille b , $\frac{\cdot}{b, t^1}$; 4° à l'enclenchement de verrouillage de l'aiguille d , $\frac{\sqrt{d}}{t^1}$; 5° à l'enclenchement d'immobilisation en position droite de l'aiguille d , $\frac{\cdot}{d, t^1}$.

De B vers A. — Toutes les conditions sont les mêmes que pour le trajet de B vers C, à cela près que les aiguilles $a^1 + a^2$ doivent être maintenues en position droite.

De B vers G. — Le mouvement est autorisé par le renversement du deuxième levier du carré t (levier t^2). Or, celui-ci exige les conditions suivantes : 1° enclenchement de nez à nez avec le carré m , $\frac{\cdot}{m, t^2}$; 2° enclenchement de verrouillage de l'aiguille d , $\frac{\sqrt{d}}{t^2}$; 3° enclenchement d'immobilisation en position renversée de l'aiguille d .

Nous allons maintenant rassembler sur un graphique tous les enclenchements qui viennent d'être énumérés; nous y ajouterons tous les enclenchements indirects qu'ils engendrent.

I. — Graphique d'enclenchements de la Compagnie de l'Ouest.



Ce graphique comprend
 36 enclenchements directs, dont
 3 de mouvement et 33 de position.
 plus 37 enclenchements indirects,
 dont 1 de mouvement et
 36 de position.

(Les enclenchements
 indirects sont figurés
 en pointillé.)

FIG. 155.

Ce graphique nous donne tous les éléments nécessaires pour l'établissement du tableau des passages que voici :

DÉSIGNATION des mouvements (1)	Levier commandant le mouvement (2)	LEVIERS à renverser dans l'ordre indiqué ci-dessous (3)	LEVIERS enclenchés en position droite (4)	Leviers immobilisés indifféremment en position droite ou renversée (5)	MOUVEMENTS dont l'un quelconque peut avoir lieu simultanément avec celui de la colonne 1 (6)
1. Départ de G vers B	m	d	n^1, o^1, l^1, l^2	»	3, 5, 6, 7
2. Départ de A vers B	n^1	\sqrt{b}	$m, n^2, o^1, o^2, l^1, l^2, a^1 + a^2, b, d$	»	6, 7
3. Départ de A vers E	n^2	c, b, \sqrt{b}	$n^1, o^1, o^2, r, s, l^1, a^1 + a^2$	»	1, 6, 10
4. Départ de C vers B	o^1	$a^1 + a^2, \sqrt{a^1 + a^2}, \sqrt{b}$	$m, n^1, n^2, o^2, p, q, r, s, l^1, l^2, b, d$	»	»
5. Départ de C vers E	o^2	$a^1 + a^2, \sqrt{a^1 + a^2}, c, b, \sqrt{b}$	$n^1, n^2, o^1, p, q, r, s, l^1$	»	1, 10
6. Réception de F sur C	p	c, p, q	$o^1, o^2, r, s, a^1 + a^2$	»	1, 2, 3, 9, 10
7. Réception de D sur C	r	r, s	$n^2, o^1, o^2, p, q, a^1 + a^2, b, c$	»	1, 2, 9, 10
8. Refoulement B sur C	l^1	$a^1 + a^2, \sqrt{a^1 + a^2}, \sqrt{d}$	$m, n^1, n^2, o^1, o^2, p, q, r, s, l^2, b, d$	»	»
9. Refoulement B sur A	l^1	$\sqrt{a^1 + a^2}, \sqrt{d}$	$m, n^1, n^2, o^1, o^2, l^2, a^1 + a^2, b, d$	»	6, 7
10. Refoulement B sur G	l^2	d, \sqrt{d}	m, n^1, o^1, l^1	»	3, 5, 6, 7

En principe, le levier commandant le mouvement est celui qu'on doit renverser en dernier lieu. Mais il n'en est pas toujours ainsi : par exemple, quand le levier qui commande le mouvement manœuvre un carré précédé d'un signal d'avertissement. Dans ce cas, le levier qui commande le mouvement figure aussi dans la colonne 3 au rang qui lui convient.

Ce modèle de tableau de passage est celui que préconise M. Descubes dans son « Etude sur les enclenchements ». La colonne 5 qu'il comporte est destinée à l'inscription des leviers immobilisés droits ou renversés *bien qu'ils ne jouent aucun rôle dans la formation et la protection de l'itinéraire*; en fait, c'est une exception qui ne se produit que dans des postes ayant des conditionnels susceptibles de se combiner pour former des indirects. Il est bon dans

ce cas que l'aiguilleur soit renseigné sur la cause de l'impossibilité dans laquelle il peut se trouver de manœuvrer un ou plusieurs leviers qui logiquement devraient être libres; c'est pourquoi cette colonne 5, quoique rarement remplie, a une utilité incontestable. Un exemple de ce cas particulier sera donné plus loin (p. 178 et 179).

On vient de voir comment nous avons rassemblé les enclenchements d'un projet sur un graphique qui a mis immédiatement en évidence les enclenchements indirects; ce type de graphique imaginé par l'ancienne Compagnie de l'Ouest est couramment utilisé par le Réseau de l'Etat français.

Les enclenchements d'un projet peuvent être aussi présentés sous la forme de tableaux qui sont : le tableau Saxby, le tableau P.L.M., le tableau Massieu (et sa variante, le tableau Gruet), le tableau Descubes et le tableau triangulaire Perrin.

Nous allons en donner quelques spécimens, en commençant par le tableau Saxby.

Quant au tableau P.L.M., il n'est qu'une variante du tableau Saxby. Chaque levier y figure dans la position où il immobilise au moins un autre levier; par conséquent, un levier qui en enclenche d'autres, aussi bien quand il est droit que lorsqu'il est renversé, y est inscrit deux fois.

Les enclenchements conditionnels sont inscrits dans la colonne « Observations ».

Les enclenchements indirects ne sont pas inscrits; leur recherche n'est possible que lorsqu'on possède une grande habitude du manie-
ment de ce tableau.

Tableau d'enclenchements, dit tableau Saxby

N ^{os} des Leviers	LEVIERS enclenchés en position droite et qui sont dégagés	LEVIERS libres normalement et qui sont enclenchés en position droite	LEVIERS enclenchés en position renversée	LEVIERS enclenchés droits ou renversés	LEVIERS enclenchés en position droite	LEVIERS enclenchés en position renversée	
	par ceux de la première colonne renversés				Par ceux de la 1 ^{re} colonne droits	Pendant la course des leviers de la 1 ^{re} colonne	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
m		t^2	d				
n^1		$a^1 + a^2, b, d, t^1$	\sqrt{b}				
n^2		$a^1 + a^2$	b, \sqrt{b}				
o^1		b, d, t^1	$a^1 + a^2, \sqrt{a^1 + a^2}, \sqrt{b}$				
o^2			$a^1 + a^2, \sqrt{a^1 + a^2}, b, \sqrt{b}$				
p	q	$a^1 + a^2$	c				
q			p				
r	s	$a^1 + a^2, c$					
s			r				
t^1		b, d, n^1, o^1	$\sqrt{a^1 + a^2}, \sqrt{d}$				
t^2		m	d, \sqrt{d}				
$\sqrt{a^1 + a^2}$	o^1, o^2, t^1			$a^1 + a^2$			
$a^1 + a^2$	o^1, o^2	n^1, n^2, p, r				$\sqrt{a^1 + a^2}$	
\sqrt{b}	n^1, n^2, o^1, o^2			b			
b	n^2, o^2	n^1, o^1, t^1	c			\sqrt{b}	
c	b, p	r					
\sqrt{d}	t^1, t^2			d			
d	m, t^2	n^1, o^1, t^1				\sqrt{d}	

L'examen de ce tableau impose les remarques suivantes :

1° Chaque enclenchement binaire est inscrit deux fois. Par exemple sur la ligne du levier m , on trouve l'enclenchement $\frac{mR}{t^2D}$; on le trouve une seconde fois sur la ligne t^2 , mais sous la forme inverse : $\frac{t^2R}{mD}$.

2° Les enclenchements conditionnels ne peuvent pas figurer dans les diverses colonnes du tableau. Lorsqu'il y en a, on les inscrit à la fin du tableau sous forme d'incompatibilités.

3° Les enclenchements indirects ne sont pas non plus inscrits sur le tableau. Pour les rechercher sans risque d'erreur, il faut avoir une grande pratique de ce genre de tableau.

Tableau d'enclenchements, dit tableau P.L.M.

LEVIERS ENCLÈCHEURS		LEVIERS ENCLÈCHÉS DANS LA POSITION			OBSERVATIONS
N ^{os}	Position	Droite	Renversée	Droite ou Renversée	
<i>m</i>	Renversée	l^2	d		
n^1	Renversée	$a^1 + a^2, b, d, l^1$	\sqrt{b}		
n^2	Renversée	$a^1 + a^2$	b, \sqrt{b}		
o^1	Renversée	b, d, l^1	$a^1 + a^2, \sqrt{a^1 + a^2}, \sqrt{b}$		
o^2	Renversée		$a^1 + a^2, \sqrt{a^1 + a^2}, b, \sqrt{b}$		
<i>p</i>	Droite	q			
<i>p</i>	Renversée	$a^1 + a^2$	c		
<i>q</i>	Renversée		p		
<i>r</i>	Droite	s			
<i>r</i>	Renversée	$a^1 + a^2, c$			
<i>s</i>	Renversée		r		
l^1	Renversée	b, d, n^1, o^1	$\sqrt{a^1 + a^2}, \sqrt{d}$		
l^2	Renversée	m	d, \sqrt{d}		
$\sqrt{a^1 + a^2}$	Droite	o^1, o^2, l^1			
$\sqrt{a^1 + a^2}$	Renversée			$a^1 + a^2$	
$a^1 + a^2$	Droite	o^1, o^2			
$a^1 + a^2$	Renversée	n^1, n^2, p, r			
\sqrt{b}	Droite	n^1, n^2, o^1, o^2			
\sqrt{b}	Renversée			b	
b	Droite	n^2, o^2			
b	Renversée	n^1, o^1, l^1	c		
c	Droite	b, p			
c	Renversée	r			
\sqrt{d}	Droite	l^1, l^2			
\sqrt{d}	Renversée			d	
d	Droite	m, l^2			
d	Renversée	n^1, o^1, l^1			

Nous venons de constater que les enclenchements indirects ne figurent pas sur le tableau Saxby, ni sur le tableau P.L.M.

C'est pour remédier à cet inconvénient que M. Massieu (1) a imaginé le tableau à double entrée qui porte son nom et sur lequel les enclenchements directs sont représentés par les symboles majuscules D (droit), R (renversé), L (libéré de sa position droite) et les enclenchements indirects par les mêmes symboles, mais minuscules.

Le tableau Massieu est analogue à une table de Pythagore. Il comporte autant de lignes horizontales et de colonnes verticales que le poste possède de leviers plus un. Tous les leviers de la première colonne à gauche sont supposés en position renversée. On a ainsi sur chaque ligne horizontale l'indication de la position obligatoire de chacun des leviers enclenchés (ou libérés) par le renversement de celui qui se trouve à gauche de cette ligne horizontale. La recherche des enclenchements indirects est un travail assez difficile pour l'exécution duquel M. Massieu conseille l'établissement d'un tableau auxiliaire.

Le tableau Gruet (2) est une variante du tableau Massieu; il donne les mêmes indications au moyen de flèches ou de cercles placés sur des traits de connexion horizontaux reliant les cases d'une même ligne; sa préparation est aussi difficile que celle du tableau Massieu.

Aucun de ces tableaux ne permet l'inscription des enclenchements conditionnels.

A notre connaissance, les tableaux Massieu et Gruet ne sont guère utilisés que par certains agents du Contrôle de l'Exploitation technique des Chemins de fer pour la vérification des projets d'enclenchements présentés par les réseaux.

Assurément ces tableaux sont plus complets que le tableau Saxby et le tableau P.L.M., mais ils sont moins pratiques que le graphique de la Compagnie de l'Ouest.

(1) Etude sur les enclenchements par feu M. MASSIEU (*Annales des Mines*, 11^e livraison de 1897).

(2) Représentation graphique des enclenchements pour l'étude d'un poste enclenché par M. GRUET (*Annales des Mines*, 4^e livraison de 1903).

III. — Tableau d'enclenchements, dit tableau Massieu

Tous les leviers de la 1^{ère} colonne à gauche du tableau sont supposés renversés

	m	n'	n^2	o'	o^2	p	q	r	s	t'	t^2	$\sqrt{a+a^2}$	$a+a^2$	\sqrt{b}	b	c	\sqrt{d}	d
m	R	d		d						d	D							R
n'	d	R	d	d	d					D	d		D	R	D			D
n^2		d	R	d	d			d	d	d			D	R	R	r		
o'	d	d	d	R	d	d	d	d	d	D	d	R	R	R	D			D
o^2		d	d	d	R	d	d	d	d	d		R	R	R	R	r		
p				d	d	R	L	d	d				D			R		
q				d	d	R	R	d	d				d			r		
r			d	d	d	d	d	R	L				D		d	D		
s			d	d	d	d	d	R	R				d		d	d		
t'	d	D	d	D	d					R	d	R	$d+r$		D		R	D
t^2	D	d		d						d	R						R	R
$\sqrt{a+a^2}$				L	L					L		R	$D+R$					
$a+a^2$		D	D	L	L	D	d	D	d				R					
\sqrt{b}		L	L	L	L									R	$D+R$			
b		D	L	D	L			d	d	D					R	R		
c			l		l	L	l	D	d						L	R		
\sqrt{d}										L	L						R	$D+R$
d	L	D		D						D	L							R

Les symboles $D + R$ et $d + r$ signifient « droit et renversé ».
 Les symboles L et l signifient « libéré de sa position droite ».
 Les symboles D et d signifient « droit ».
 Les symboles R et r signifient « renversé ».

IV. — Le tableau Descubes indique tous les enclenchements sous forme d'incompatibilités, qu'ils soient directs, indirects ou

conditionnels. Il est donc plus complet que les tableaux précédemment décrits et même que le graphique de la Compagnie de l'Ouest, car celui-ci ne permet pas la recherche des indirects de conditionnels, sauf dans des cas très simples.

Tableau d'incompatibilités, dit tableau Descubes

N ^{os} des Leviers	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1 ^{re} COLONNE		
	Droits (2)	Renversés (3)	En mouvement (4)
<i>m</i>		$d^+, t^{2-} \mid n^{1-}, o^{1-}, t^{1-}$	
<i>n</i> ¹		$t^{1-}, a^1+a^{2-}, \sqrt{b^+}, b^-, d^- \mid m^-, n^{2-}, o^{1-}, o^{2-}, t^{2-}$	
<i>n</i> ²		$a^1+a^{2-}, \sqrt{b^+}, b^+ \mid n^{1-}, o^{1-}, o^{2-}, r^-, s^-, t^{1-}, c^+$	
<i>o</i> ¹		$t^{1-}, \sqrt{a^1+a^{2+}}, a^1+a^{2+}, \sqrt{b^+}, b^-, d^- \mid m^-, n^{1-}, n^{2-}, o^{2-}, p^-, q^-, t^{2-}, r^-, s^-$	
<i>o</i> ²		$\sqrt{a^1+a^{2+}}, a^1+a^{2+}, \sqrt{b^+}, b^+ \mid n^{1-}, n^{2-}, o^{1-}, p^-, q^-, r^-, s^-, t^{1-}, c^+$	
<i>p</i>	<i>q</i> ⁻	$a^1+a^{2-}, c^+ \mid o^{1-}, o^{2-}, r^-, s^-$	
<i>q</i>		$p^+ \mid o^{1-}, o^{2-}, r^-, s^-, a^1+a^{2-}, c^+$	
<i>r</i>	<i>s</i> ⁻	$a^1+a^{2-}, c^- \mid n^{2-}, o^{1-}, o^{2-}, p^-, q^-, b^-$	
<i>s</i>		$r^+ \mid n^{2-}, o^{1-}, o^{2-}, p^-, q^-, a^1+a^{2-}, b^-, c^-$	
<i>t</i> ¹		$n^{1-}, o^{1-}, \sqrt{a^1+a^{2+}}, b^-, \sqrt{d^+}, d^- \mid m^-, n^{2-}, o^{2-}, t^{2-}, a^1+a^{2+}$	
<i>t</i> ²		$m^-, \sqrt{d^+}, d^+ \mid n^{1-}, o^{1-}, t^{1-}$	
$\sqrt{a^1+a^2}$	<i>o</i> ¹⁻ , <i>o</i> ²⁻ , <i>t</i> ¹⁻	$a^1 + a^{2+}$	
a^1+a^2	<i>o</i> ¹⁻ , <i>o</i> ²⁻ ,	$n^{1-}, n^{2-}, p^-, r^- \mid q^-, s^-$	$\sqrt{a^1+a^2}$
\sqrt{b}	<i>n</i> ¹⁻ , <i>n</i> ²⁻ , <i>o</i> ¹⁻ , <i>o</i> ²⁻	b^{\pm}	
<i>b</i>	<i>n</i> ²⁻ , <i>o</i> ²⁻	$n^{1-}, o^{1-}, t^{1-}, c^+ \mid r^-, s^-$	$\sqrt{b^-}$
<i>c</i>	$p^-, b^- \mid n^{2-}, o^{2-}, q^-$	$r^- \mid s^-$	
\sqrt{d}	<i>t</i> ¹⁻ , <i>t</i> ²⁻	d^{\pm}	
<i>d</i>	<i>m</i> ⁻ , <i>t</i> ²⁻	n^{1-}, o^{1-}, t^{1-}	$\sqrt{d^-}$

Les enclenchements indirects sont inscrits à la suite des enclenchements directs; ils en sont séparés par un trait vertical.

V. — Tableau d'incompatibilités, dit tableau triangulaire Perrin

The diagram is a large triangular grid of mathematical expressions. The top edge is labeled with letters $m, d, n', n^2, o', o^2, p, q, r, s, t', t^2$. The bottom edge is labeled with letters $m, n', n^2, o', o^2, p, q, r, s, t', t^2$. The left edge is labeled with letters $d, m, n', n^2, o', o^2, p, q, r, s, t', t^2$. The right edge is labeled with letters $d, m, n', n^2, o', o^2, p, q, r, s, t', t^2$. The grid contains various mathematical expressions, including fractions, square roots, and products of variables. Some expressions are circled, indicating specific incompatibilities. The expressions are arranged in a regular pattern, with each cell containing a unique combination of variables and operations.

Le tableau Perrin est représenté ici à titre de pure indication, sans aucune explication sur la façon de l'établir. Tous les détails nécessaires seront donnés ultérieurement.

Pour établir une distinction entre les enclenchements directs et indirects, ces derniers sont accompagnés d'un petit cercle placé au-dessous de leur formule.

8. Comme troisième exemple, nous allons nous proposer de déterminer les enclenchements nécessaires à la protection de la gare figurée ci-dessous.

On n'a pas représenté le signal d'avertissement de chacun des carrés 3 et 10 car ils ne possèdent pas d'autre enclenchement que

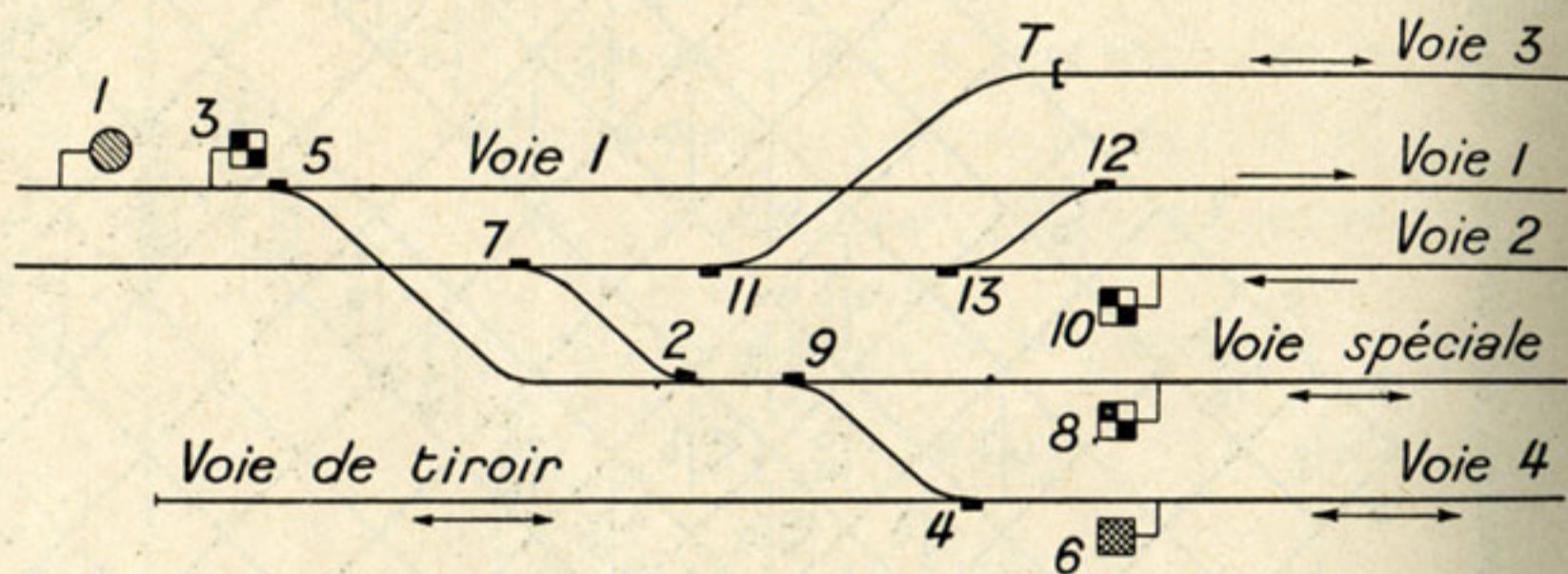


FIG. 156.

l'enclenchement de continuité, et, par conséquent, les indirects de ces signaux d'avertissement sont les mêmes que ceux du carré correspondant.

Les positions normales qu'il convient de donner aux aiguilles sont celles indiquées sur le croquis; en les examinant on reconnaît immédiatement que les aiguilles 5 + 2 sont manœuvrées par un levier unique et qu'il en est de même des aiguilles 9 et 4, 13 et 12 et aussi de l'aiguille 11 et du taquet T.

Les enclenchements suivants sont nécessaires pour éviter des convergences :

$$\overline{5 + 2, 11 + T} ; \quad \overline{5 + 2, 13 + 12} ; \quad \overline{7, 5 + 2} ; \quad \overline{7, 11 + T} ;$$

$$\overline{7, 13 + 12} ; \quad \overline{11 + T, 13 + 12}$$

Il faut y ajouter les enclenchements de talonnage : $\overline{10, 11 + T}$;

$\frac{7}{7,10}$; $\frac{7}{10,13+12}$; $\frac{7}{8}$; $\frac{7}{8,9+4}$; $\frac{7}{6,9+4}$. Ce dernier a pour office d'empêcher l'ouverture du carré 6 lorsque l'aiguille 7 est en position normale et que les aiguilles 9 + 4 sont déviées.

La protection des passages directs sur les voies 1 et 2 s'obtient par $\frac{3}{3,11+T}$; $\frac{3}{3,13+12}$; $\frac{3}{10,5+2}$.

L'ouverture du signal de ralentissement 1 est subordonnée à l'ouverture du carré 3 et au maintien de l'aiguille 5 en position normale, $\frac{3}{1}$; $\frac{3}{1,5+2}$.

L'ouverture des signaux 3 et 6 immobilise respectivement les aiguilles 5 et 4 dans l'une ou l'autre de leurs positions $\frac{(5+2)}{3}$, $\frac{(9+4)}{6}$. De même, la déviation des aiguilles 5 + 2 immobilise l'aiguille 9 dans l'une ou l'autre de ses positions, $\frac{(9+4)}{5+2}$.

L'aiguille 5 est munie d'un verrou manœuvré par le levier des aiguilles 5 + 2.

Il s'agit maintenant de rassembler ces enclenchements sur un tableau ou sur un graphique pour pouvoir en obtenir les enclenchements indirects. Nous allons utiliser pour cette opération le tableau triangulaire Perrin, ce qui nous donnera l'occasion d'expliquer la façon de l'établir et de s'en servir. Les explications qui vont suivre sont empruntées au mémoire de M. Perrin déjà mentionné au § 9 de la deuxième partie. Le tableau Perrin se construit sur un triangle rectangle isocèle dont l'hypoténuse est horizontale et dont le sommet de l'angle droit est orienté vers le haut. L'hypoténuse qui est prise comme base vaut deux fois la hauteur et est divisée en autant de parties égales que le poste contient de leviers. Par chaque point de division on trace, à l'intérieur du triangle, une ligne parallèle à chacun des deux autres côtés et, lorsqu'il y a un ou plusieurs conditionnels, on mène en plus une verticale vers le bas, à l'extérieur du triangle. Dans le cas présent, le poste comporte dix leviers auxquels nous donnerons comme symboles les numéros des appareils qu'ils manœuvrent.

On obtient ainsi la figure 157.

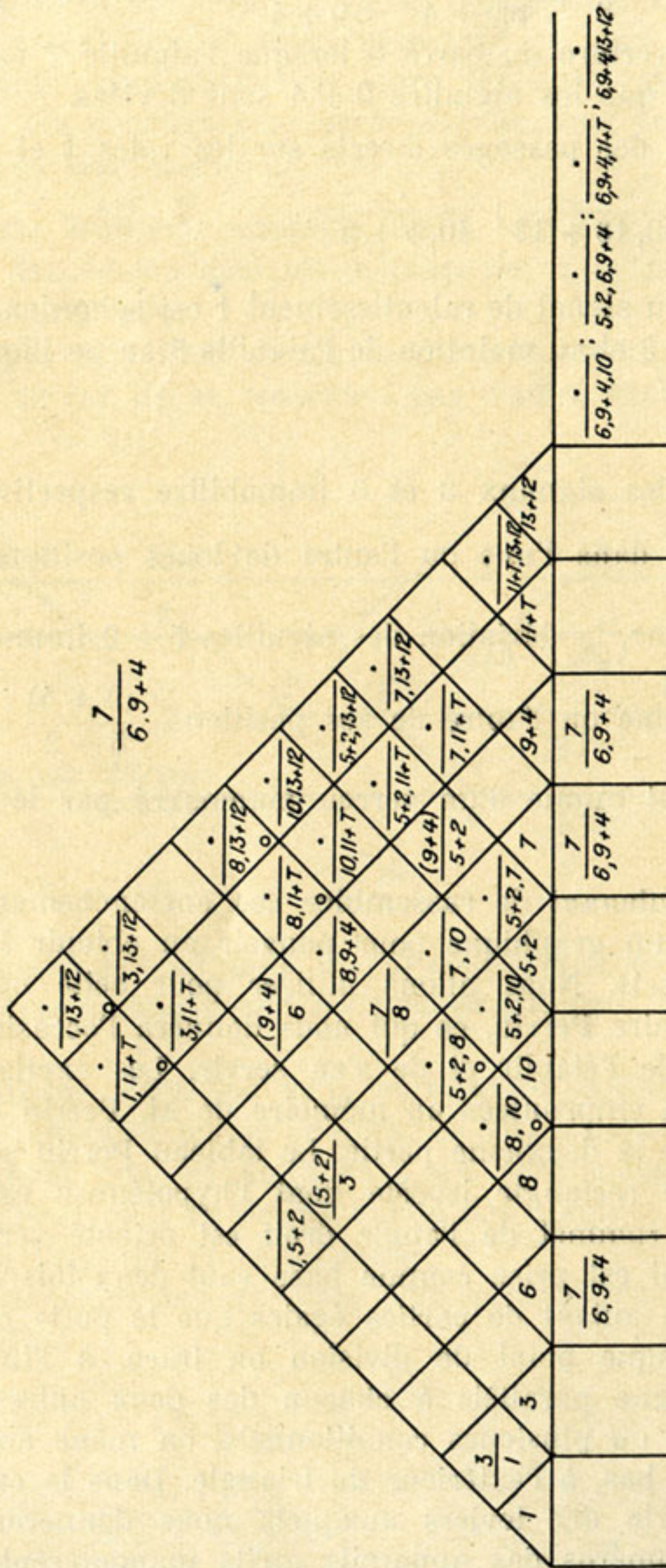


FIG. 157.

Dans chacune des cases triangulaires limitées par la base du triangle, qu'on peut aussi appeler « cases principales », on inscrit le symbole d'un levier. Quant aux cases carrées (ou plutôt en losanges) qui remplissent l'espace compris entre les cases triangulaires et les côtés de l'angle droit du triangle, elles sont destinées à l'inscription des formules des enclenchements binaires. Toutes les formules où figure un même symbole se trouvent réparties dans les deux branches obliques ayant leur origine à la case triangulaire contenant ce symbole (l'une des branches manque lorsqu'il s'agit des deux cases triangulaires extrêmes du tableau).

Toute formule binaire s'inscrit sans ambiguïté dans la case du tableau qui est commune aux branches des deux symboles figurant dans cette formule, et, à moins qu'il n'y ait eu erreur dans la confection du système d'enclenchements, on ne peut être conduit à inscrire dans une même case deux formules différentes, sauf dans le cas de deux enclenchements de mouvement adjacents

(par exemple : $b(a)$ et $\frac{(b)}{a}$) ou d'enclenchements élémentaires dont l'association forme un enclenchement de position (par exemple :

$ab(a)$ et $\frac{(b)}{ab}$) ou encore de quatre enclenchements élémentaires

formant un cycle rotatif (par exemple : $ab(b)$; $\frac{b}{a}(a)$; $\frac{(b)}{ab}$; $\frac{a}{b}(a)$)

Pour obtenir les formules des enclenchements indirects il suffit de parcourir pour chaque levier les deux branches obliques ayant leur origine commune à la case triangulaire affectée à ce levier et de voir si les cases de ces deux branches renferment des formules de genres opposés, c'est-à-dire contenant le symbole d'origine, les unes au numérateur, les autres au dénominateur. Chaque couple de deux formules de genres opposés fournira par multiplication algébrique la formule d'un enclenchement indirect qu'on inscrira dans la case qui lui convient. Cette case occupe le quatrième sommet du rectangle ayant pour ses trois autres sommets les deux cases occupées par les formules que l'on multiplie entre elles et une case triangulaire. Lorsque les cases contenant les formules que l'on multiplie sont sur deux branches différentes, la case triangulaire est celle qui sert d'origine à ces deux branches; lorsque ces cases sont sur la même branche, la case triangulaire intéressée est celle de la branche perpendiculaire à laquelle appartient celle des deux cases qui est la plus rapprochée de la base du triangle.

La complication de cette règle pour la recherche des enclenchements indirects est plus apparente que réelle, comme on va pouvoir le constater immédiatement.

Levier 1. — L'unique branche ayant son origine à la case triangulaire 1 ne contient pas de formules de genres opposés; donc pas d'indirect.

Levier 3. — La branche de gauche contient la formule $\frac{3}{1}$, alors que celle de droite renferme les formules $\frac{(5+2)}{3}$; $\frac{\cdot}{3, 11+T}$ et

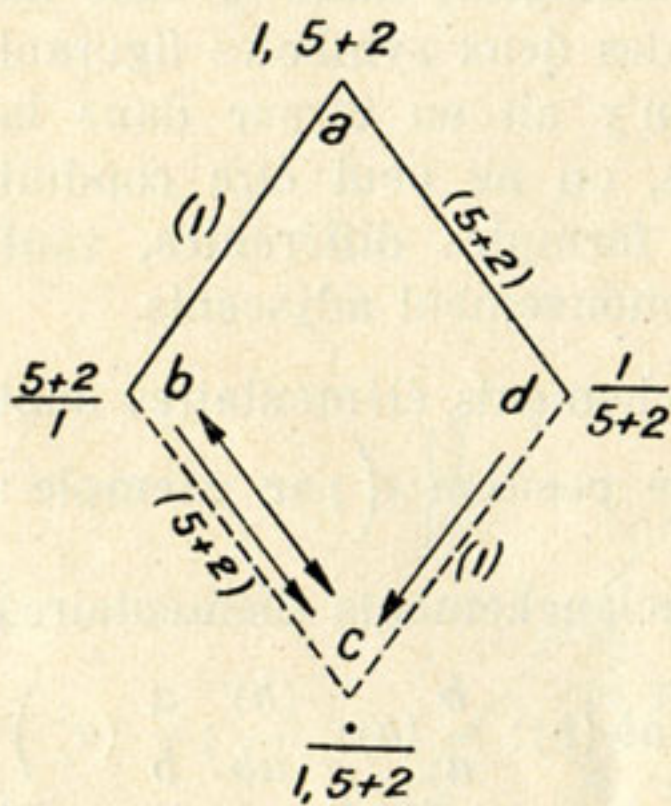


FIG. 158.

$\frac{\cdot}{3, 13+12}$. La multiplication algébrique de ces trois formules avec $\frac{3}{1}$ donne les indirects $\frac{(5+2)}{1}$; $\frac{\cdot}{1, 11+T}$ et $\frac{\cdot}{1, 13+12}$. Les deux dernières s'inscrivent dans les cases situées à l'intersection de la branche 1 respectivement avec les branches $11+T$ et $13+12$. Quant à l'indirect $\frac{(5+2)}{1}$, il est inutile de l'inscrire pour la raison suivante. Nous avons déjà l'enclenchement direct $\frac{\cdot}{1, 5+2}$ qui supprime

les déplacements dc du levier 1 et bc du levier $5+2$. D'autre part, l'indirect $\frac{(5+2)}{1}$ supprime les déplacements bc et cb du levier $5+2$, c'est-à-dire que son action est complètement inutile, comme étant déjà exercée par $\frac{\cdot}{1, 5+2}$.

Il est indispensable de marquer d'un signe spécial les enclenchements indirects pour éviter de les confondre avec les enclenchements directs; nous mettrons donc un petit cercle dans chacune des cases contenant un indirect.

Leviers 6, 8, 10, 5+2. — Pas d'enclenchement indirect.

Levier 7. — Une formule contient le levier 7 au numérateur et quatre autres l'ont au dénominateur; il y a donc 4 indirects : $\frac{\cdot}{8, 10}$;

$\frac{\cdot}{5+2,8}$; $\frac{\cdot}{8,11+T}$ et $\frac{\cdot}{8,13+12}$. Les deux premiers résultent de $\frac{7}{8} \times \frac{\cdot}{7,10}$ et $\frac{7}{8} \times \frac{\cdot}{5+2,7}$ qui se trouvent sur la branche 7. En conséquence, la case triangulaire représentant le troisième sommet du rectangle qui détermine la case d'inscription de l'indirect est la case 10 pour l'indirect $\frac{\cdot}{8,10}$ et la case 5+2 pour l'indirect $\frac{\cdot}{5+2,8}$. Les branches de droite de 10 et 5+2 sont, en effet, perpendiculaires à la branche 7, et les enclenchements $\frac{\cdot}{7,10}$ et $\frac{\cdot}{5+2,7}$ qu'elles renferment sont plus rapprochés de la base du triangle que l'enclenchement $\frac{7}{8}$.

Quant aux indirects $\frac{\cdot}{8,11+T}$ et $\frac{\cdot}{8,13+12}$, ils dérivent de $\frac{7}{8} \times \frac{\cdot}{7,11+T}$ et $\frac{7}{8} \times \frac{\cdot}{7,13+12}$ qui se trouvent sur les deux branches ayant la case triangulaire 7 pour origine; cette case 7 représente le troisième sommet des rectangles qui déterminent les cases d'inscription des deux indirects dont il s'agit.

Leviers 9+4, 11+T, 13+12. — Pas d'enclenchement indirect.

Comme les enclenchements indirects ainsi obtenus pourraient fort bien, par leur combinaison entre eux ou avec les enclenchements directs, fournir de nouvelles formules qui seraient celles d'enclenchements indirects qu'on peut appeler de second ordre, il est nécessaire d'examiner à nouveau les branches comprenant des cases marquées de l'un des signes qui servent à repérer les indirects. Les seules branches à examiner dans le cas présent sont celles ayant 3 et 7 pour origines. Or, dans chacune d'elles les formules d'indirects ne se prêtent à aucune autre combinaison nouvelle.

A l'inspection d'un tableau triangulaire tel que celui-ci-dessus, on peut dire immédiatement quelles positions entraîne, pour les autres leviers, une position déterminée attribuée à l'un d'eux. Ainsi en parcourant les branches du levier 7, on voit que la position droite de 7 entraîne seulement la position droite de 8 et que la position renversée de 7 entraîne la position droite de 10, 5+2, 11+T et 13+12.

Notre tableau triangulaire ne sera définitivement complet qu'après l'inscription de l'enclenchement conditionnel prévu $\frac{7}{6,9+4}$

et des enclenchements indirects pouvant résulter de la combinaison de ce conditionnel avec les binaires du tableau. Il faut donc rechercher ces indirects. On utilise, à cet effet, les colonnes situées au-dessous de la base du triangle.

La formule du conditionnel est inscrite dans la colonne de chacun des leviers qui appartiennent à ce conditionnel.

La formule $\frac{7}{6, 9 + 4}$ doit donc être inscrite dans les colonnes 6, 7 et 9 + 4. Les colonnes 6 et 9 + 4 ne donnent pas d'indirect, mais la colonne 7 en donne quatre qui sont : $\frac{6, 9 + 4, 10}{6, 9 + 4, 10}$; $\frac{5 + 2, 6, 9 + 4}{5 + 2, 6, 9 + 4}$;

$\frac{6, 9 + 4, 11 + T}{6, 9 + 4, 11 + T}$; $\frac{6, 9 + 4, 13 + 12}{6, 9 + 4, 13 + 12}$ et qu'il faut inscrire sur le prolongement de la ligne horizontale, à droite du tableau.

Un coup d'œil permet de s'assurer que ces quatre indirects ne sont pas susceptibles de se combiner avec les binaires du tableau pour donner des indirects de second ordre.

Le tableau est donc complet et il va nous servir à établir le tableau des passages.

DÉSIGNATION des mouvements (1)	Levier commandant le mouvement (2)	LEVIERS à renverser dans l'ordre indiqué ci-dessous (3)	LEVIERS enclenchés en position droite (4)	Leviers immobilisés indifféremment en position droite ou renversée (5)	MOUVEMENTS dont l'un quelconque peut avoir lieu simultanément avec celui de la colonne 1 (6)
1. Passage direct sur voie 1..	3	3. 1	11+T, 13+12, 5+2	»	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
2. Réception de voie 1 sur voie spéciale	3	5+2	9+4, 11+T, 13+12, 7, 8, 10, 1	»	7, 8
3. Réception de voie 1 sur voie 4	3	9+4, 5+2	11+T, 13+12, 7, 8, 10, 1, 6	»	»
4. Passage direct sur voie 2..	10	»	5+2, 7, 8, 11+T, 13+12	»	1, 7, 8
5. Départ de voie spéciale sur voie 2..	8	7	9+4, 11+T, 13+12, 5+2, 10	»	1, 7, 8
6. Départ de voie 4 sur voie 2	6	7, 9+4	8, 10, 5+2, 11+T, 13+12	»	1
7. Départ de voie de tiroir sur voie 4..	»	»	6, 9+4	»	1, 2, 4, 5, 9, 11, 12
8. De voie 4 sur voie de tiroir	6	»	9+4	»	1, 2, 4, 5, 9, 11, 12
9. De voie 2 sur voie spéciale	»	7	9+4, 11+T, 13+12, 5+2, 8, 10	»	1, 7, 8
10. De voie 2 sur voie 4	»	7, 9+4	6, 8, 10, 5+2, 11+T, 13+12	»	1
11. De voie 2 sur voie 3 et in- versement ..	11+T	»	1, 3, 8, 10, 5+2, 7, 13+12	»	7, 8
12. Mouvement par aiguille 13 + 12	13+12	»	1, 3, 8, 10, 5+2, 7, 11+T	»	7, 8

Au lieu de rassembler les enclenchements sur un tableau triangulaire Perrin, on aurait pu se servir du graphique de la Compagnie de l'Ouest que voici :

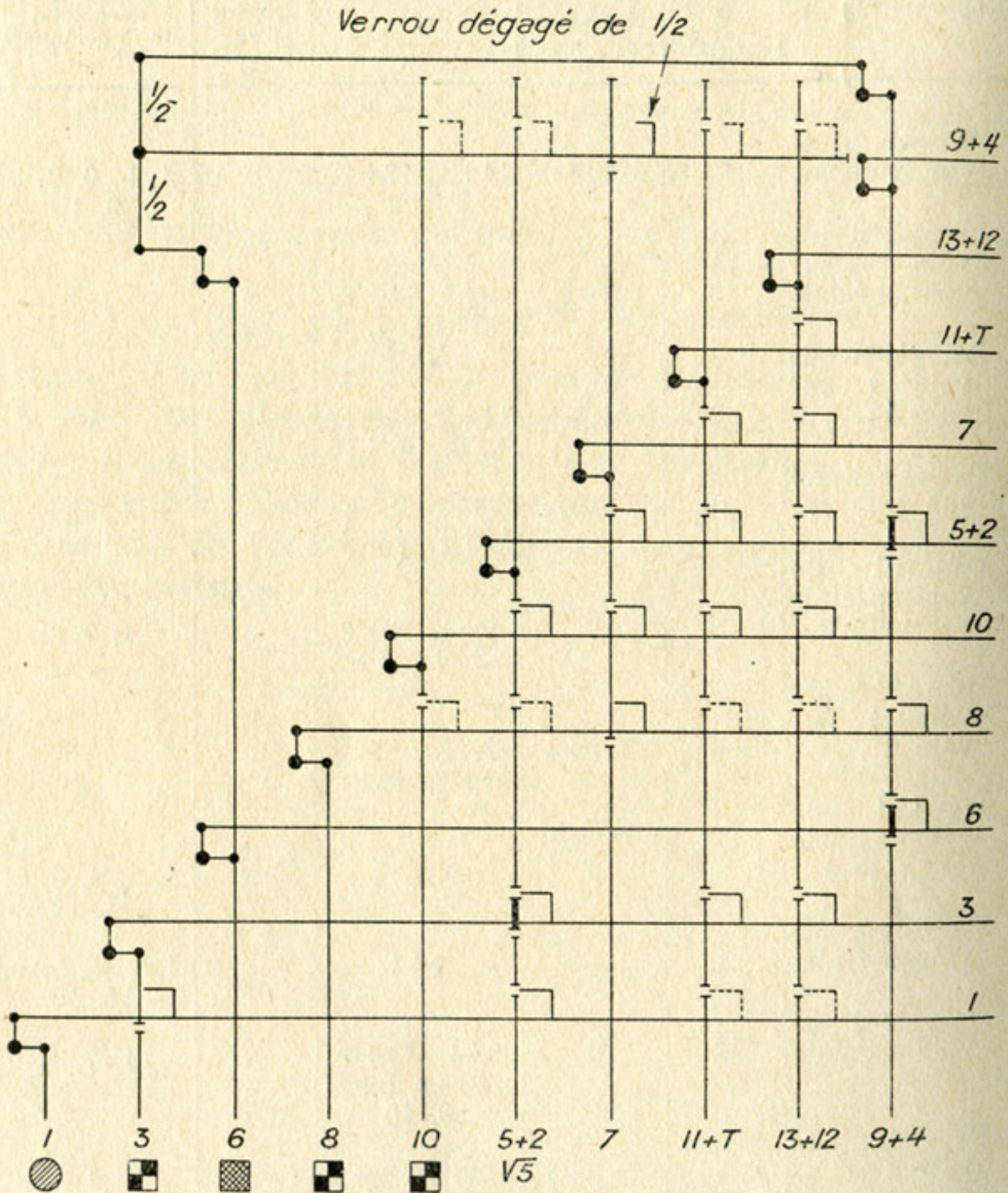


FIG. 159.

C'est par exception que ce graphique a permis d'extraire les indirects provenant de l'enclenchement conditionnel.

Vérifications que l'on peut faire à l'aide du tableau triangulaire.
 — Supposons qu'étant en possession du tableau triangulaire, on

veuille s'assurer que la protection d'un mouvement déterminé est convenablement assurée. Prenons, par exemple, le mouvement consistant à recevoir sur la voie spéciale un train venant de la voie 1.

Pour que le mouvement soit possible, il faut placer sur la déviation les aiguilles 5 + 2 et ouvrir le carré 3.

A la suite de la combinaison nécessaire $\frac{\cdot}{3, 5 + 2}$ écrivons dans une accolade, en les séparant par des virgules, chacun des leviers intéressés, dans la position *contraire* à celle qu'il doit avoir pour que la protection du mouvement considéré soit assurée; ce sont : 7, 11 + T, 13 + 12, 9 + 4, 8 et 10 en position renversée :

$$\frac{\cdot}{3, 5 + 2} \left\{ \frac{\cdot}{7}, \frac{\cdot}{11 + T}, \frac{\cdot}{13 + 12}, \frac{\cdot}{9 + 4}, \frac{\cdot}{8}, \frac{\cdot}{10} \right\}$$

Pour que le résultat cherché soit obtenu, il faut et il suffit qu'en combinant les deux symboles écrits en avant de l'accolade avec chacun de ceux écrits dans l'accolade, on obtienne *au moins* une formule qui figure dans le tableau comme enclenchement direct ou indirect.

Or, en parcourant sur le tableau les branches correspondant au levier 3, on trouve $\frac{\cdot}{3, 11 + T}$, et $\frac{\cdot}{3, 13 + 12}$, et en parcourant celles correspondant au levier 5 + 2, on trouve : $\frac{\cdot}{5 + 2, 8}$, $\frac{\cdot}{5 + 2, 10}$, $\frac{\cdot}{5 + 2, 7}$, $\frac{\cdot}{5 + 2, 11 + T}$ et $\frac{\cdot}{5 + 2, 13 + 12}$. Mais il manque l'un des deux enclenchements $\frac{\cdot}{3, 9 + 4}$ et $\frac{\cdot}{5 + 2, 9 + 4}$.

Seulement, si l'un d'eux existait, il serait impossible de recevoir sur voie 4 un train venant de la voie 1.

Pour résoudre la difficulté, on a réalisé le conditionnel $\frac{7}{6, 9 + 4}$ qui assure le talonnage de 7 lorsqu'on expédie un train de voie 4 sur voie 2.

Ce conditionnel donne lieu notamment à l'indirect $\frac{\cdot}{5 + 2, 6, 9 + 4}$ qui enclenche en position de fermeture le carré 6 lorsque les aiguilles 5 + 2 et 9 + 4 sont déviées.

Donc, lorsqu'un train arrivant par la voie 1 est envoyé par la communication 5 + 2 vers l'aiguille 9, ou bien il trouve cette aiguille

en position normale et est dirigé sur la voie spéciale et protégé par l'aiguille 4 en position normale; ou bien il trouve les aiguilles 9 + 4 déviées et alors le carré 6 est enclenché en position de fermeture.

La sécurité est donc assurée dans les deux cas.

La vérification que nous venons de faire aurait été presque instantanée, si nous nous étions servis du graphique d'enclenchements au lieu du tableau triangulaire.

Détermination des passages simultanés.

Il reste à indiquer le moyen le plus simple de vérifier si deux passages donnés, que le schéma des voies montre pouvoir être autorisés simultanément sans danger, ne sont pas rendus incompatibles par les enclenchements. On écrira dans une parenthèse, en les séparant par des virgules, les leviers intéressés par le premier passage, dans les positions qu'ils doivent avoir pour que ce passage soit autorisé, que sa direction et sa protection soient assurées. On fera de même pour le second passage; et les deux parenthèses étant écrites l'une à la suite de l'autre, on multiplie *chacun* des termes de la première par *chacun* des termes de la seconde : *aucun* de ces produits ne devra figurer dans le tableau *complet* des enclenchements. Bien entendu, si un même symbole figure avec des positions inverses dans les deux parenthèses, les deux passages sont incompatibles par ce seul fait.

9. Comme quatrième exemple proposons-nous d'enclencher l'ensemble des aiguillages figurés ci-dessous.

Chaque aiguille prise normalement en pointe est munie d'un verrou attelé sur la tringle de commande de cette aiguille et est précédée d'un signal carré manœuvré par autant de leviers qu'il y a de directions possibles.

Nous avons le choix entre deux méthodes d'enclenchements :

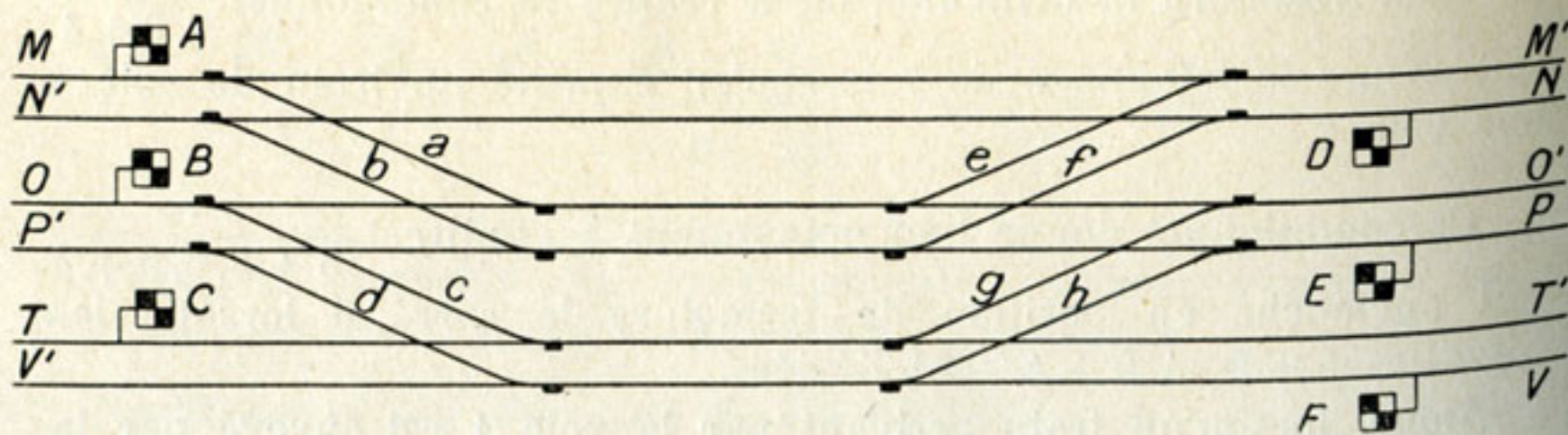


FIG. 160.

Ou bien assurer la sécurité exclusivement à l'aide des signaux carrés, en laissant les leviers d'aiguilles indépendants les uns des autres;

Ou bien annihiler certaines convergences en enclenchant entre eux les leviers des aiguilles intéressées et réaliser à l'aide des signaux carrés le complément des enclenchements nécessaires.

La méthode qu'il convient d'adopter est celle qui donne le

1^{er} Cas

Toutes les aiguilles sont indépendantes entre elles.

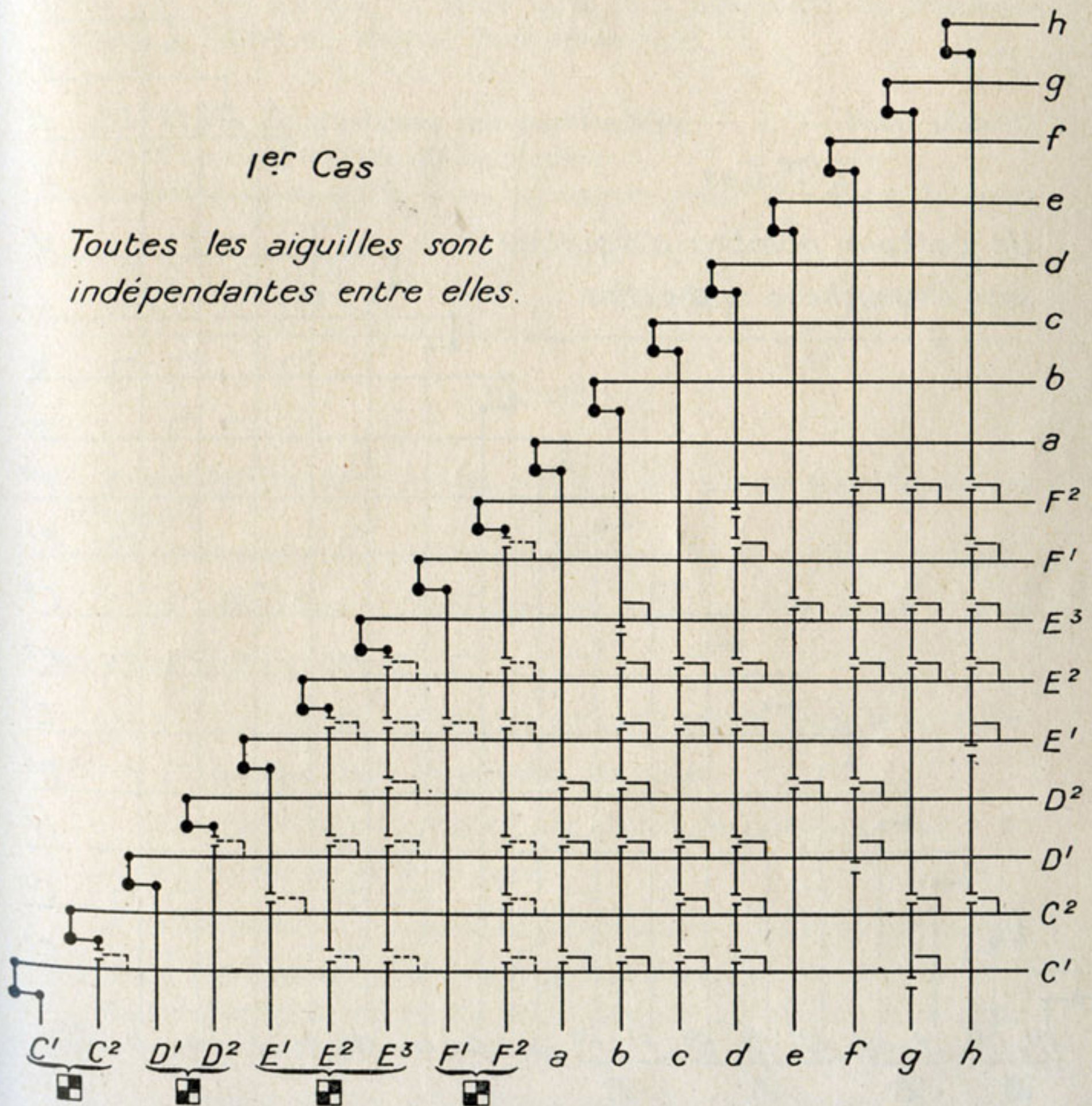


FIG. 161.

maximum de sécurité : c'est donc la seconde, car elle évite les chances de collision par dérive et au cours de mouvements exceptionnels qu'il peut être indispensable d'exécuter en cas de perturbation dans le service.

Afin de bien montrer la différence des deux méthodes, nous allons donner un graphique partiel des enclenchements à prévoir pour chacune d'elles.

2^{me} Cas

Un certain nombre d'aiguilles sont enclenchées entre elles.

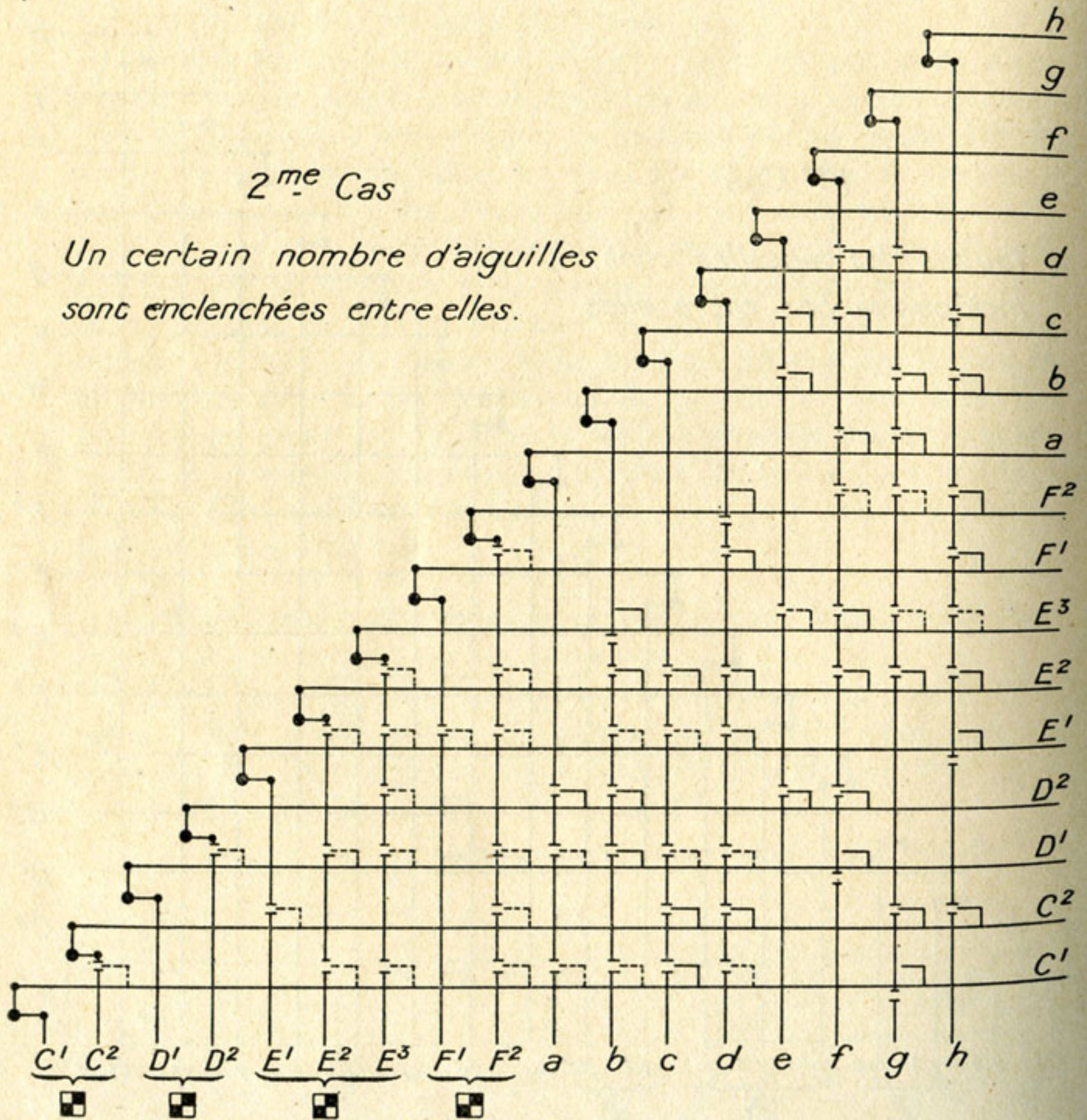


FIG. 161 bis.

Dans le second cas on a prévu dix enclenchements entre leviers d'aiguilles. Les treize indirects supplémentaires qui en résultent, augmentent la sécurité sans restreindre le nombre des passages simultanés possibles, tout en évitant la construction de trois enclenchements directs.

On remarquera que l'on s'est bien gardé d'enclencher entre elles les communications *a* et *e*, *b* et *f*, *c* et *g*, *d* et *h*, de façon à permettre, en cas de besoin, l'exécution de mouvements en fond de bateau; mais alors le carré placé à l'origine du mouvement ne peut pas être ouvert, de sorte qu'il faut autoriser son franchissement à l'arrêt au moyen d'un ordre écrit.

10. Etude de quelques cas particuliers. — I. — Voici d'abord le cas d'une aiguille de dédoublement.

Le levier de l'aiguille *e* en manœuvre aussi le verrou; le carré

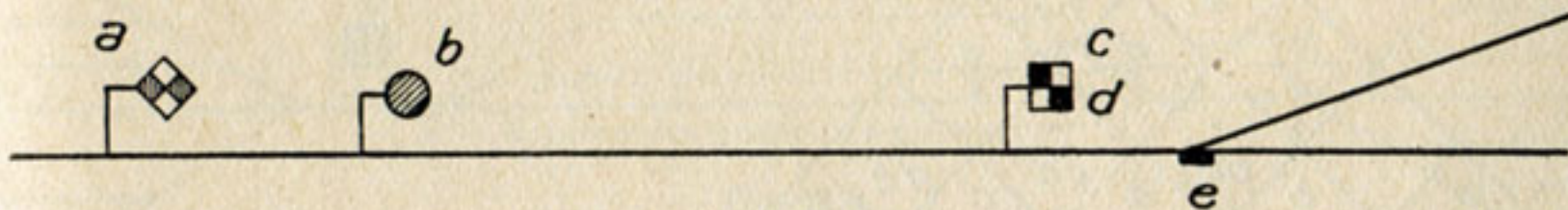


FIG. 162.

est manœuvré par deux leviers *c* et *d*. Il n'y a donc que cinq leviers intéressés.

Les enclenchements binaires à prévoir sont au nombre de trois :

$\frac{e}{c}$ qui subordonne l'ouverture du carré par le levier *c* à la déviation de l'aiguille *e*;

$\frac{d}{de}$ qui subordonne l'ouverture du carré par le levier *d* au maintien de l'aiguille *e* dans sa position normale;

$\frac{d}{b}$ qui subordonne l'ouverture du signal de ralentissement *b* au renversement du levier *d* du carré.

Le conditionnel $\frac{cd}{a}$ subordonne l'ouverture du signal d'avertissement *a* à l'ouverture du carré par le levier *c* ou *d*.

Malgré l'extrême simplicité de ce poste le graphique de la Compagnie de l'Ouest ne permet pas d'extraire les enclenchements indirects provenant de la combinaison du conditionnel $\frac{cd}{a}$ avec les binaires.

Pour les obtenir il faut avoir recours au tableau Descubes ou au tableau Perrin.

De l'aveu même de M. Descubes (*Revue générale des Chemins de fer*, 11^e livraison de 1898, page 379) l'emploi de son tableau exige un travail matériel long et assez pénible, surtout lorsque les agents n'y sont pas exercés. Par conséquent, cette méthode, quoique très sûre, est inapplicable pour tous ceux qui, n'étant pas spécialisés dans les études d'enclenchements, ont à s'en occuper peu souvent. C'est pourquoi nous nous abstiendrons désormais de l'utiliser.

Quant au tableau Perrin, il est tellement simple que l'agent le moins exercé pourra toujours s'en servir avec succès, même s'il

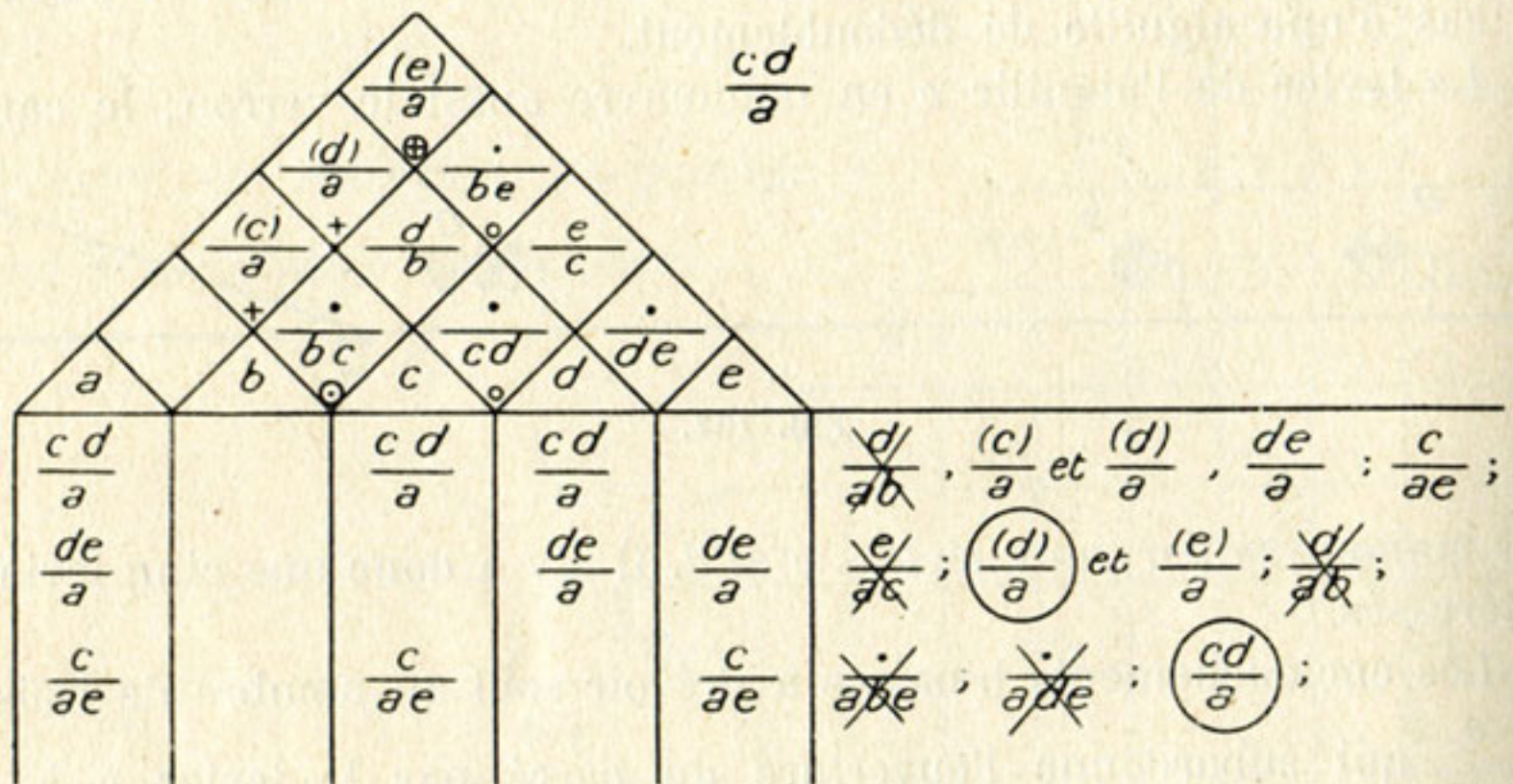


FIG. 163.

a rarement l'occasion de s'occuper d'enclenchements, pourvu qu'il en ait bien compris le mode d'établissement et le maniement.

Voici les résultats que donne le tableau :

1^o Trois indirects binaires de position par combinaison des enclenchements binaires entre eux, dont deux de premier ordre

$\frac{\cdot}{be}$ et $\frac{\cdot}{cd}$ (marqués 0) et un de second ordre $\frac{\cdot}{bc}$ (marqué \odot);

2^o Trois indirects binaires de mouvement par combinaison du conditionnel avec les enclenchements binaires, dont deux de premier ordre

$\frac{(c)}{a}$ et $\frac{(d)}{a}$ (marqués +) et un de second ordre $\frac{(e)}{a}$

(marqué \oplus);

3° Deux indirects ternaires de position par combinaison du conditionnel avec les enclenchements binaires.

Tous les indirects provenant de la combinaison d'un conditionnel avec un binaire ou avec un autre conditionnel sont inscrits au-dessous et à droite du tableau triangulaire; les indirects binaires sont en outre inscrits dans la case convenable du tableau triangulaire.

Certains conditionnels indirects figurant à droite et en dehors du tableau sont biffés par une croix de Saint-André parce qu'ils ont comme facteur un enclenchement binaire déjà inscrit dans le tableau triangulaire.

II. — Dans une certaine gare disposant d'une voie de gravité reliant le faisceau des voies de réception aux voies de triage, on

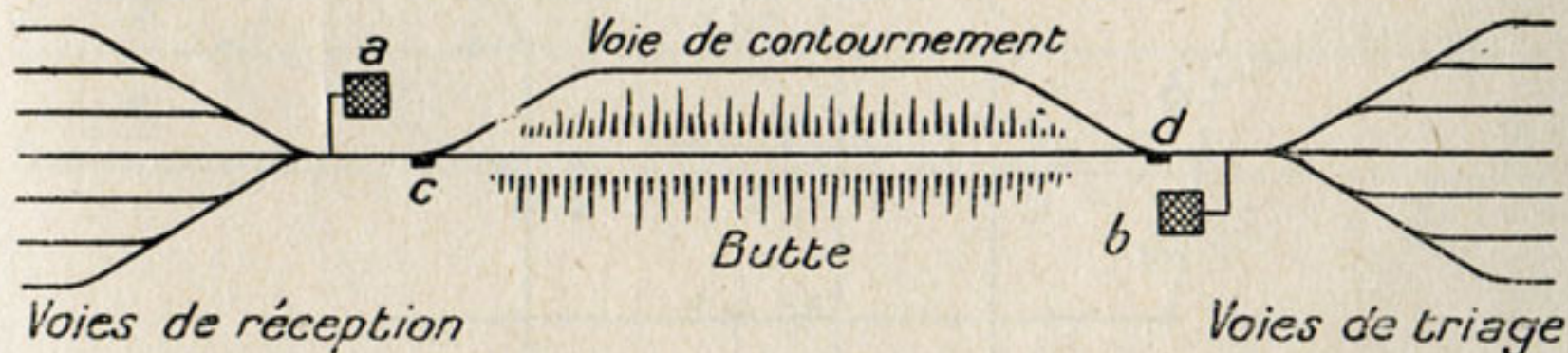


FIG. 164.

a reconnu la nécessité d'établir une voie de contournement de la butte pour faciliter la circulation des trains qu'il n'y a pas lieu de trier.

Cette voie de contournement doit être reliée aux deux extrémités de la voie de gravité par les aiguilles *c* et *d*. Mais le poste de la gare ne possède sur sa table d'enclenchements que deux cases disponibles qui vont recevoir les leviers de manœuvre de ces aiguilles, de sorte qu'on ne peut pas songer à installer le deuxième levier dont chacun des signaux *a* et *b* devrait être muni pour assurer le talonnage des nouvelles aiguilles; il faut donc se résoudre à obtenir ce résultat au moyen d'enclenchements conditionnels appropriés.

Le raisonnement qui suit va nous permettre d'écrire immédiatement les formules d'incompatibilités correspondantes.

Lorsque l'aiguille *d* est en position normale, il y a incompatibilité entre la position renversée de l'aiguille *c* et l'ouverture :

1° du signal *a*, $\frac{d}{ac}$; 2° du signal *b*, $\frac{d}{bc}$.

De même, lorsque l'aiguille c est en position normale, il y a incompatibilité entre la position renversée de l'aiguille d et l'ouverture : 1° du signal a , $\frac{c}{ad}$; 2° du signal b , $\frac{c}{bd}$.

La multiplication des formules $\frac{d}{ac}$ et $\frac{c}{ad}$ donne les indirects de mouvement $\frac{(d)}{a}$ et $\frac{(c)}{a}$; de même, la multiplication des formules $\frac{c}{bd}$ et $\frac{d}{bc}$ donne les indirects de mouvement $\frac{(c)}{b}$ et $\frac{(d)}{b}$ de sorte que l'ouverture de l'un ou l'autre des signaux a et b immobilise les aiguilles c et d dans la position droite ou renversée.

Voici le graphique correspondant.

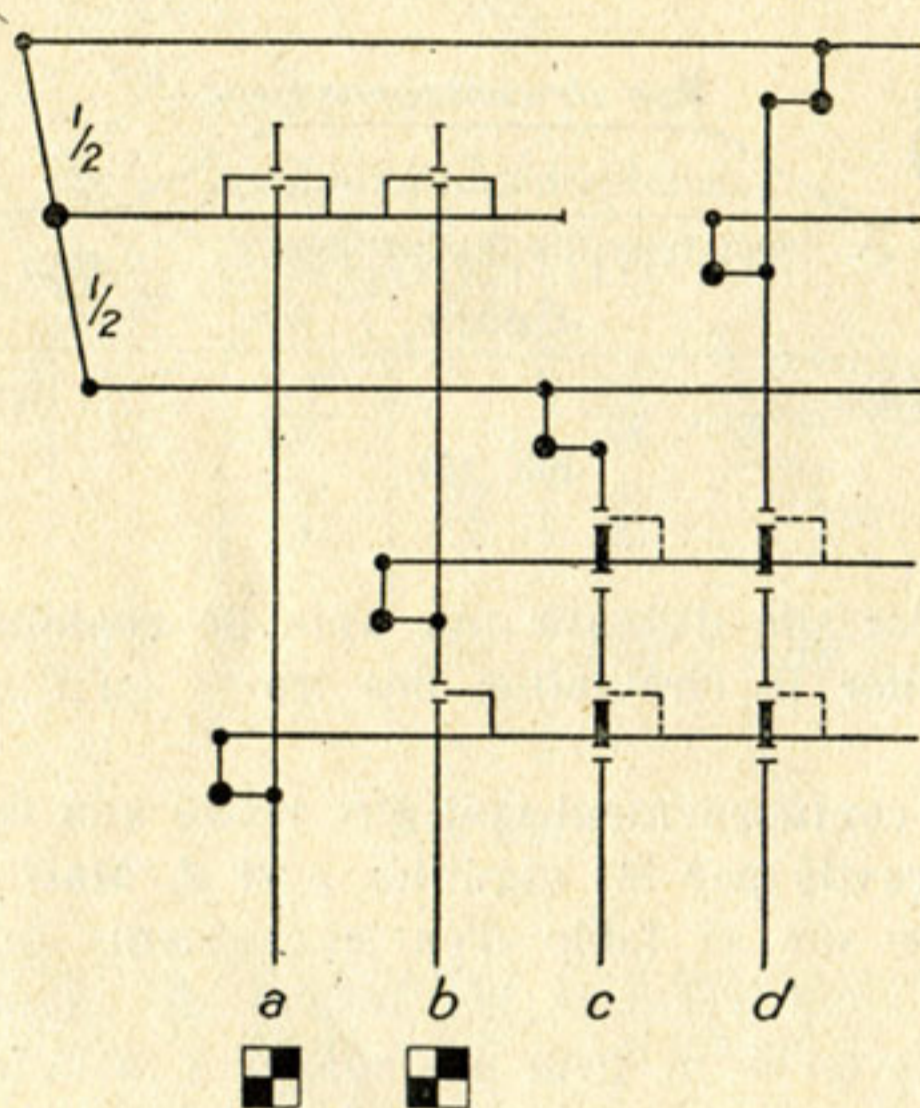


FIG. 165.

Le dédoublement d'une voie de gravité par une voie de contournement tel qu'il vient d'être exposé suppose que la distance comprise entre les aiguilles c et d est inférieure à la longueur moyenne des trains de marchandises qui circulent sur la ligne.

Si la longueur de la voie de contournement était égale ou supérieure à celle des plus longs trains de la ligne il faudrait adopter la signalisation indiquée au croquis ci-après qui assure les

talonnages à l'aide de signaux carrés supplémentaires *e*, *f*, *g* et *h* destinés à protéger les croisements des aiguilles *c* et *d*.

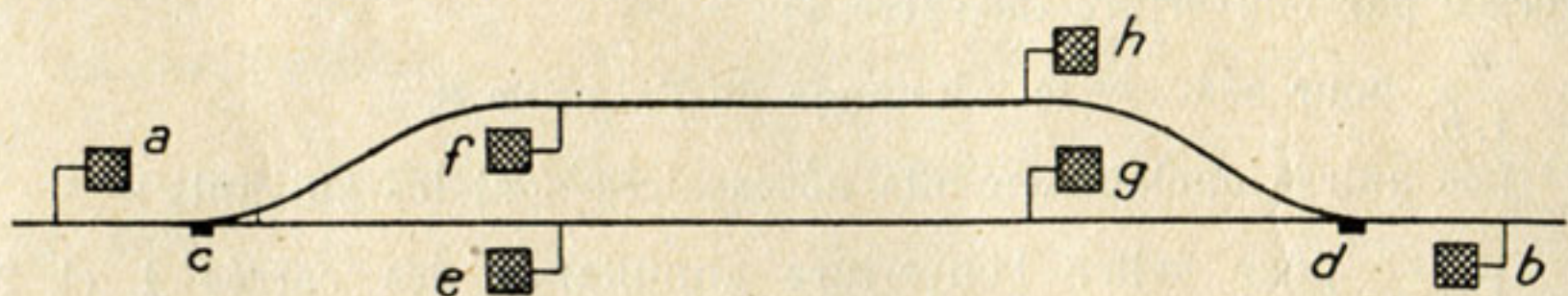


FIG. 166.

III. — Soit donnée la disposition de voies ci-dessous.

En raison de l'exiguïté de la gare, on est souvent obligé d'utiliser la partie de voie comprise entre les aiguilles 5 et 8 pour le garage

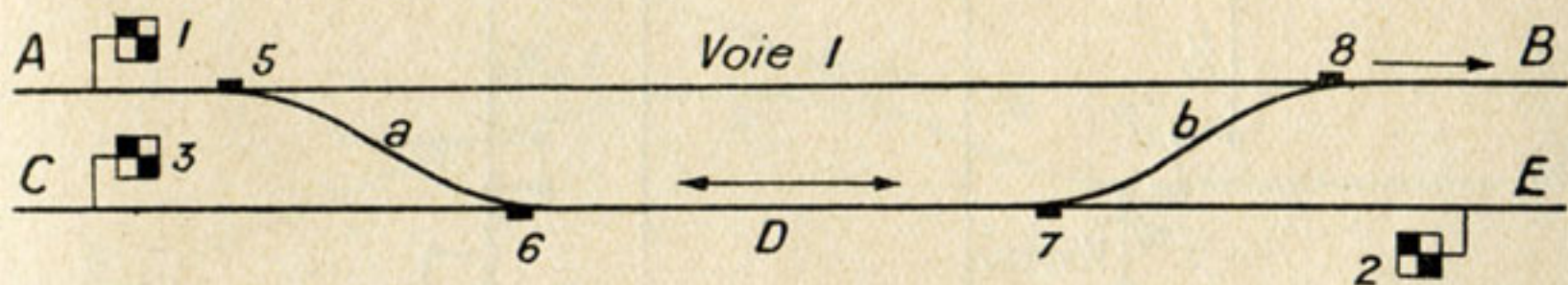


FIG. 167.

d'une rame, de sorte que, dans ce cas, les départs de A vers B se font en empruntant les diagonales *a* et *b*.

Il s'agit donc de rendre possible l'exécution des passages suivants, en ne donnant qu'un seul levier de manœuvre aux signaux carrés 1, 2 et 3 :

- de A vers B (en voie directe);
- de A vers B par les aiguilles 5, 6, 7 et 8;
- de A vers E;
- de C vers B;
- de C vers E;
- de E vers A;
- de E vers C.

Considérons d'abord les départs de A : le signal 1 doit pouvoir s'ouvrir : 1° avec *a* et *b* en position droite; 2° avec *a* renversé et *b* renversé; 3° avec *a* renversé et *b* droit. Ceci nous conduit à prévoir les enclenchements suivants :

$\frac{(b)}{a}$ pour immobiliser la communication *b* normale ou renversée par le renversement de la communication *a*;

$\frac{(a)}{1}$ pour immobiliser la communication *a* normale ou renversée par l'ouverture du carré 1;

$\frac{a}{1, b}$ pour assurer le talonnage de l'aiguille 8.

Les autres enclenchements nécessaires sont les suivants :

$\frac{\cdot}{1, 2, a}$ pour éviter l'ouverture simultanée des carrés 1 et 2, lorsque *a* est renversée;

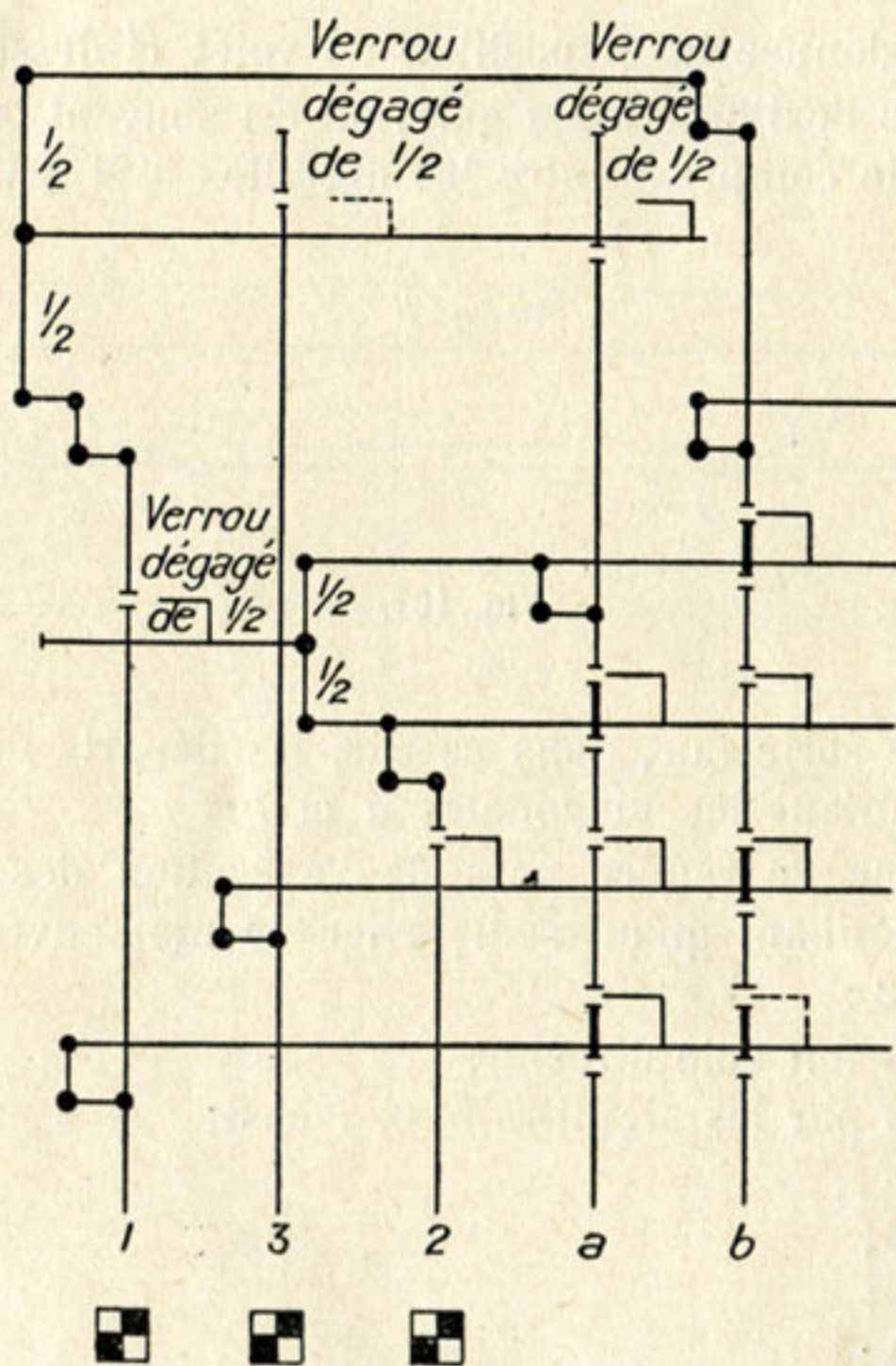


FIG. 168.

$\frac{\cdot}{3, a}$ pour assurer le talonnage de l'aiguille 6;

$\frac{\cdot}{2, b}$ pour assurer le talonnage de l'aiguille 7;

$\frac{\cdot}{3, 2}$ pour éviter l'ouverture simultanée des signaux 3 et 2.

La combinaison de $\frac{a}{1, b}$ avec $\frac{(b)}{a}$ dont l'indirect $\frac{(b)}{1}$.

La combinaison $\frac{a}{1, b}$ avec $\frac{\cdot}{3, a}$ donne l'indirect $\frac{\cdot}{1, 3, b}$.

Tous ces enclenchements sont rassemblés sur le graphique (fig. 168).

IV. — Soit encore la disposition de voies indiquée au schéma ci-dessous.

Ce problème traité par la méthode classique est très simple; on

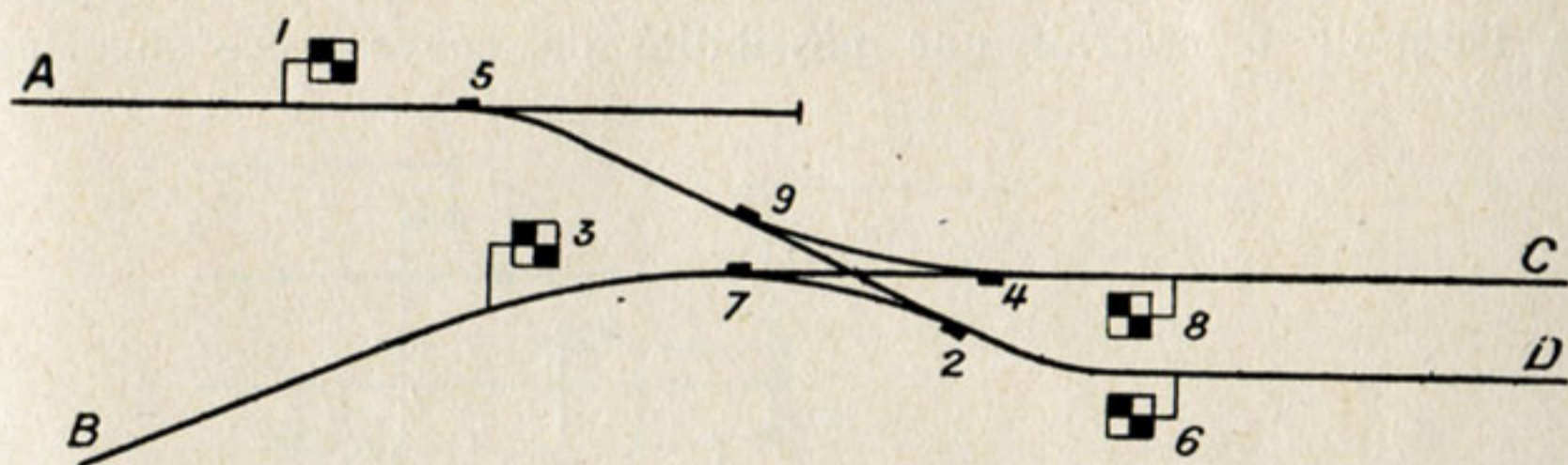


FIG. 169.

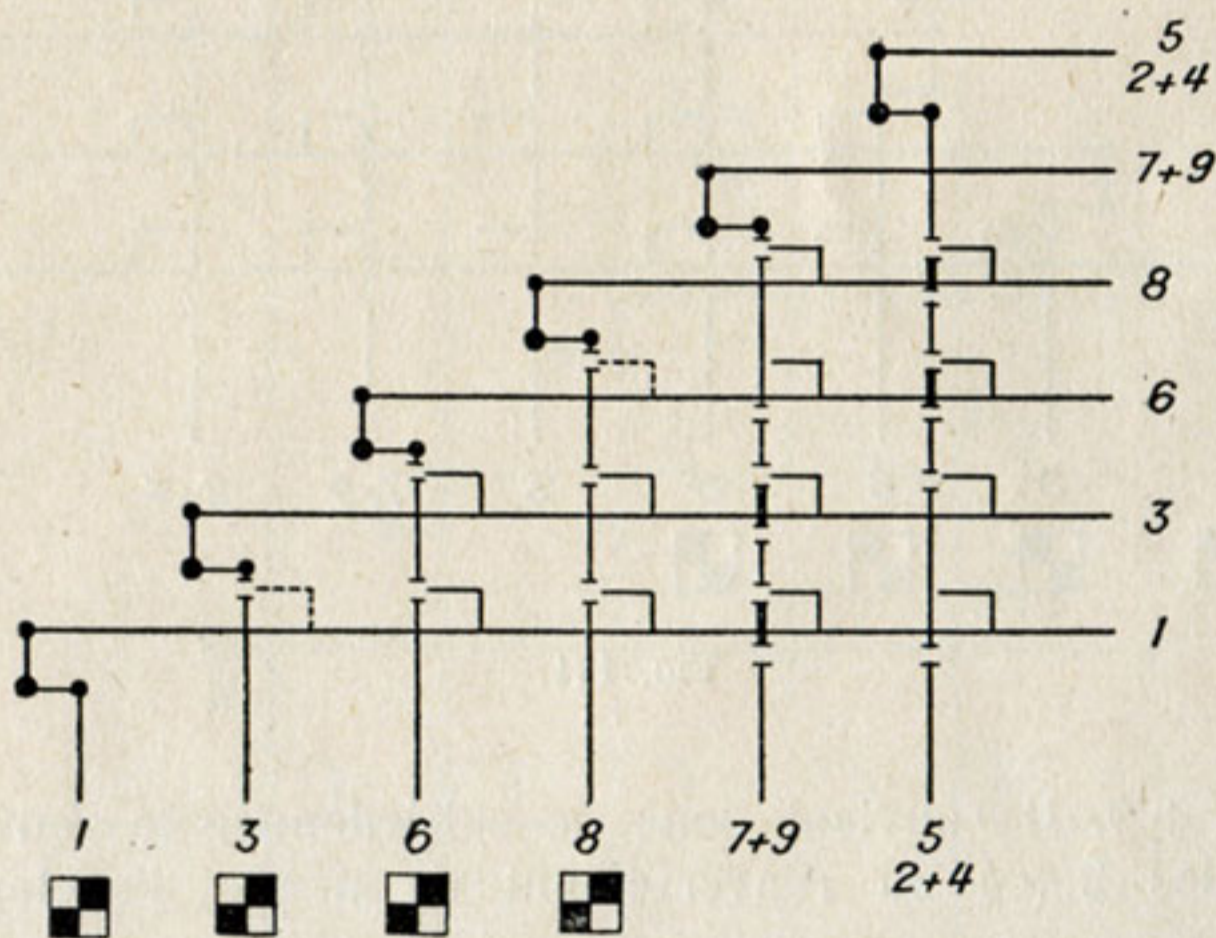


FIG. 170.

peut immédiatement établir le graphique ci-dessus qui n'a besoin d'aucune explication.

Supposons maintenant que l'on se soit trouvé obligé de déplacer

l'aiguille 5 et de la reporter assez loin du poste pour qu'il ne soit plus possible de la manœuvrer par le même levier que les aiguilles 2 + 4.

Il faut donc affecter un levier spécial à la manœuvre de l'aiguille 5. Mais alors une difficulté surgit : comment assurer le talonnage de cette aiguille lorsqu'on veut faire un passage de C ou D vers A ?

On ne peut pas établir les enclenchements $\frac{5}{6}$ et $\frac{5}{8}$ car ils obligeraient à renverser l'aiguille 5 pour tous les départs de C ou D, qu'ils aient lieu vers A ou B, et dans ce dernier cas, le renversement de l'aiguille 5 créerait une possibilité de convergence sur les

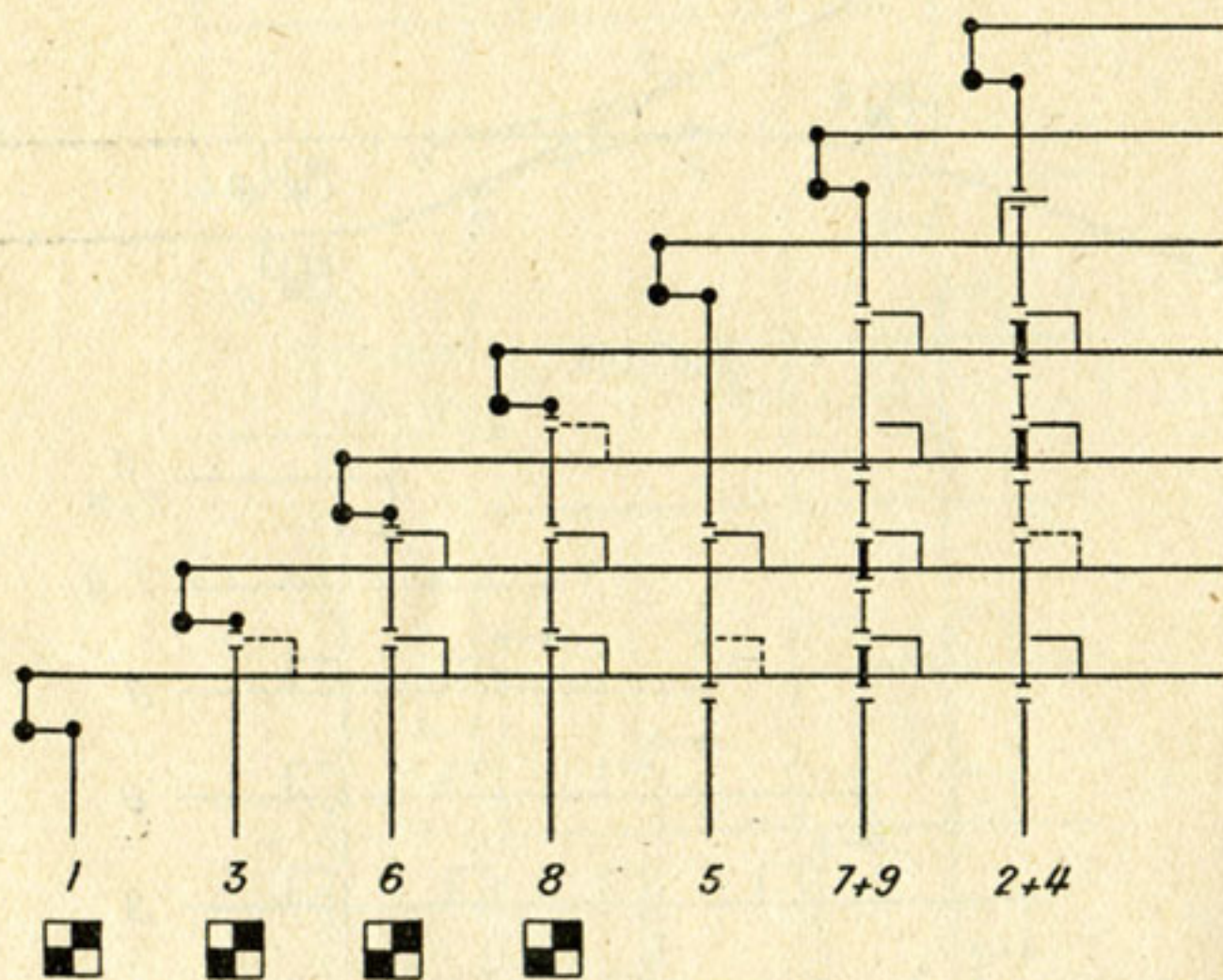


FIG. 171.

aiguilles 7 + 9. Il convient donc de subordonner le renversement des aiguilles 2 + 4 au renversement de 5 par l'enclenchement $\frac{5}{2+4}$. Voici le nouveau graphique d'enclenchements qui résulte de cette situation (fig. 171).

Supposons enfin que, pour la raison exposée plus haut, il soit indispensable de manœuvrer séparément l'aiguille 5 et qu'il n'y ait pas de levier disponible à cet effet dans le poste. Dans ce cas, on est conduit à atteler sur le même levier les quatre aiguilles 7 + 9

et 2 + 4 qui forment la traversée-jonction double *b* et alors les positions normales qu'il faut leur donner sont celles du croquis ci-dessous.

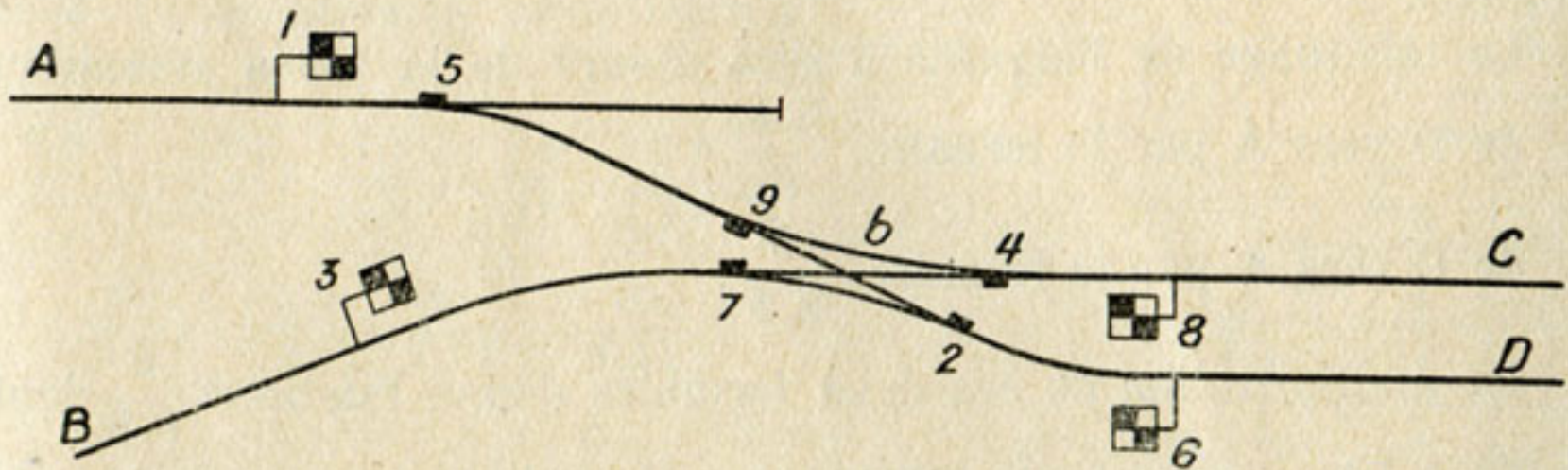


FIG. 171 bis.

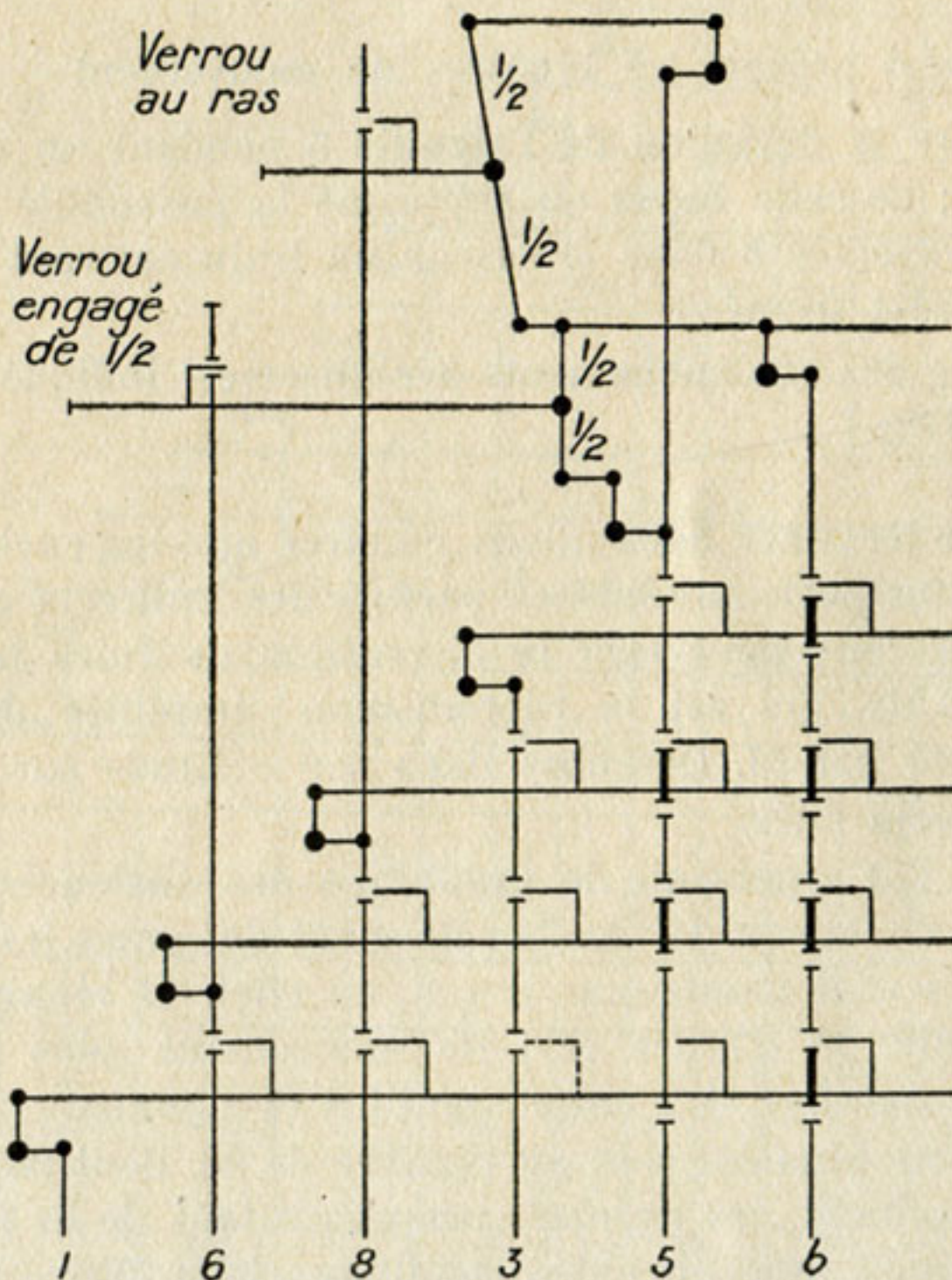


FIG. 172.

Il s'agit maintenant d'assurer le talonnage de l'aiguille 5 pour les départs de C ou D vers A. Cela serait très simple si l'on pouvait

munir d'un second levier chacun des signaux 6 et 8. Mais comme, par hypothèse, la table d'enclenchements ne possède pas de cases disponibles, il faut se résoudre à établir des enclenchements conditionnels.

Le talonnage de l'aiguille 5 sera assuré de la façon suivante :
 de D vers A par le ternaire $\frac{5, b}{6}$,
 de C vers A par le ternaire $\frac{5}{8, b}$.

La multiplication de ces deux formules donne l'indirect $\frac{5}{6, 8}$ dont il n'y a pas lieu de tenir compte, car il contient comme facteur le binaire $\frac{\cdot}{6, 8}$ qui est indispensable.

Il faut aussi prévoir les binaires de mouvement $\frac{\cdot}{6}$ (5) et $\frac{\cdot}{8}$ (5) afin d'interdire la déviation de l'aiguille 5 pendant un départ de C ou D vers B ; de cette façon on supprime la possibilité d'une collision sur la traversée *b* dans le cas où un train arrivant de A franchirait le carré 1 fermé.

L'ensemble des enclenchements à réaliser est indiqué sur le graphique (fig. 172).

V. — Pour terminer nous allons montrer que les enclenchements prévus dans un poste produisent parfois des indirects gênants.

Nous utiliserons pour cela la disposition de voies indiquée sur la figure 173 *bis*, qui est la reproduction simplifiée du troisième exemple donné par M. Descubes dans son « Etude sur les enclenchements » déjà citée.

La figure 173 représente le graphique des enclenchements correspondants. En raison de l'enchevêtrement des voies les enclenchements réalisés sont nombreux ; il y a, en effet, 41 binaires, dont 30 de simultanéité, 10 d'ordre et 1 de mouvement, plus 9 ternaires, dont 7 entre aiguilles et 2 entre aiguilles et signaux.

Les indirects binaires sont au nombre de 96, dont 68 de position et 28 de mouvement, ces derniers provenant tous de la combinaison d'un conditionnel avec un autre conditionnel ou avec un binaire.

Les neuf conditionnels prévus ont pour office :

1° De subordonner l'envoi d'une circulation sur les voies M et N à l'abatage du taquet 7 ou 8 correspondant : $\frac{7, 8}{9}$; $\frac{7, 8}{12}$; $\frac{7, 8}{15}$; $\frac{7, 8}{17}$; $\frac{7, 8}{22}$;

Le poste comporte de plus les neuf enclenchements conditionnels suivants :

$$\frac{7,8}{9} ; \frac{7,8}{12} ; \frac{7,8}{15} ; \frac{7,8}{17} ; \frac{7,8}{22} ;$$

$$\frac{9}{5,7} ; \frac{9}{5,8} ; \frac{12}{7,14} ; \frac{12}{8,14} .$$

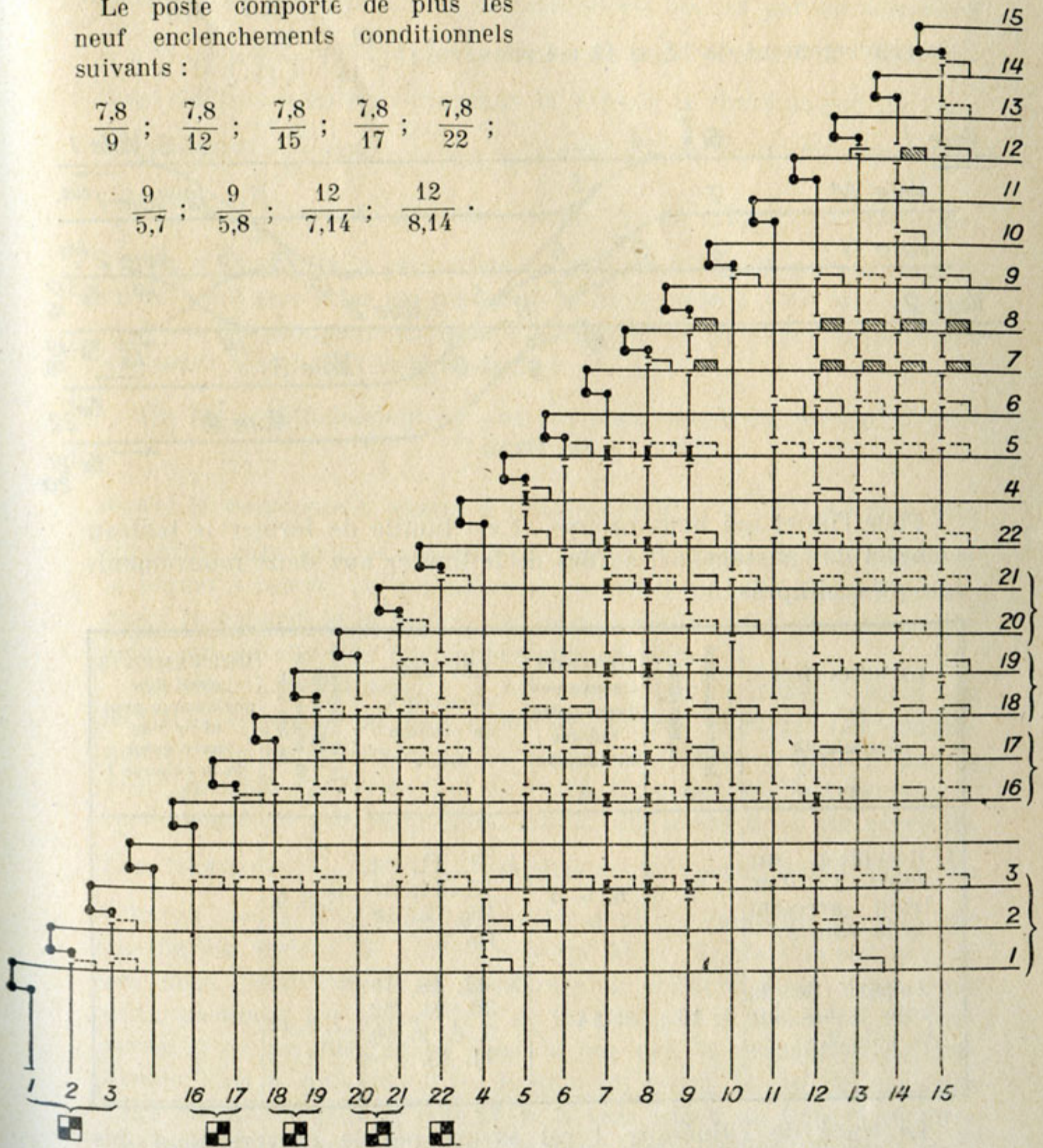


FIG. 173.

2° De subordonner la sortie des voies M et N, par l'abatage de 7 ou 8, soit au renversement de 9, si 5 est renversé : $\frac{9}{5,7}$; $\frac{9}{5,8}$; soit au renversement de 12, si 14 est renversé : $\frac{12}{7,14}$; $\frac{12}{8,14}$.

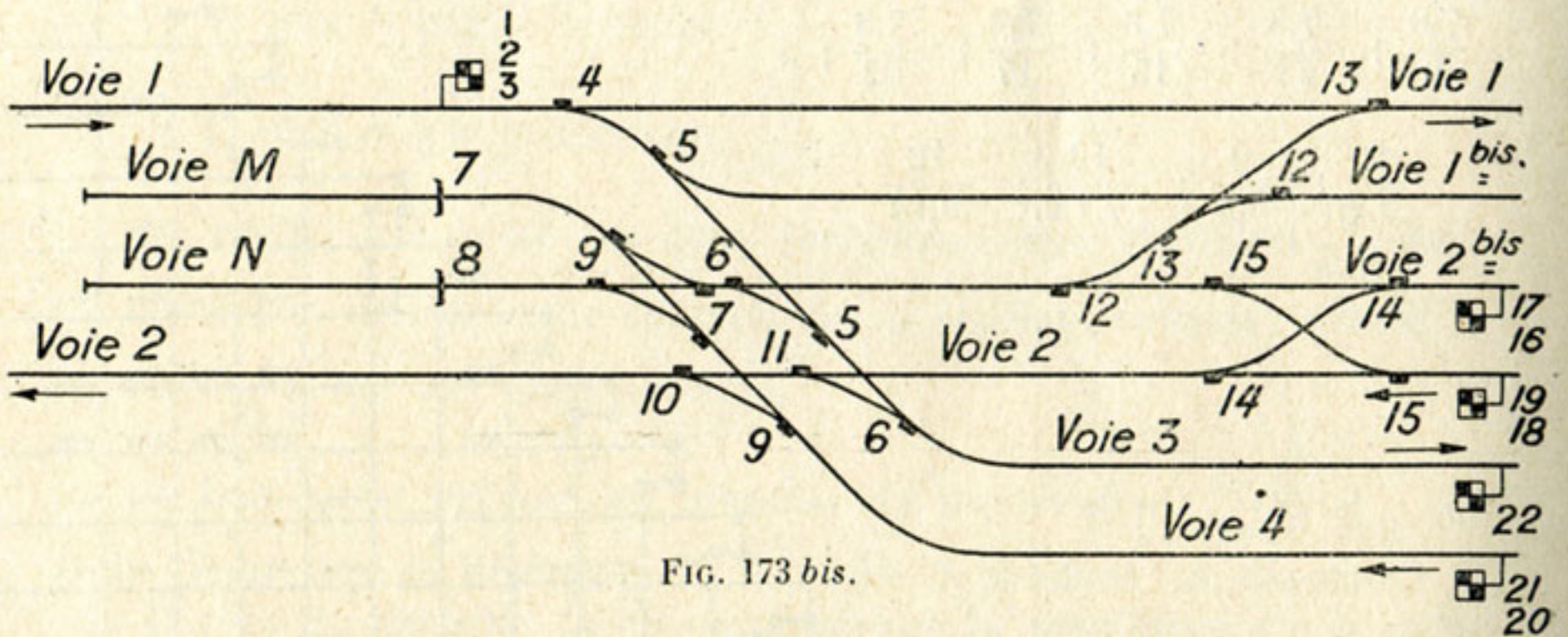


FIG. 173 bis.

Pour l'objet qui nous occupe, il est inutile de former le tableau complet des passages; il suffira de le limiter aux deux mouvements indiqués ci-après :

DÉSIGNATION des mouvements (1)	Levier commandant le mouvement (2)	LEVIERS à renverser dans l'ordre indiqué ci-dessous (3)	LEVIERS enclenchés en position droite (4)	Leviers immobilisés indifféremment en position droite ou renversée (5)	MOUVEMENTS dont l'un quelconque peut avoir lieu avec celui de la colonne 1 (6)
1. Réception sur voie 3 d'un train arrivant de la voie 1.	3	6, 5, 4	1, 2, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22.	7, 8, 9	
2. Départ de la voie 2 bis sur la voie 2.	16	14	3, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 5, 6, 9, 10, 11, 15.	7, 8, 12	

Le tracé de l'itinéraire 1 est assuré par le renversement des leviers 6, 5, 4 et 3 effectué dans l'ordre énuméré, et toutes les convergences pouvant provenir des voies 1, 1 bis, 2 bis et 2, ainsi que le mouvement de nez à nez venant de la voie 3, sont interdits par la position droite des leviers inscrits dans la colonne (4).

Il ne reste plus qu'à s'assurer qu'une sortie des voies M et N vers l'aiguille 6 est impossible, afin d'éviter une collision sur la traversée de la diagonale 5; ce résultat est obtenu par les ternaires $\frac{9}{5,7}$ et $\frac{9}{5,8}$ qui, lorsque 5 est renversé, subordonnent le renversement de 7 ou 8 au renversement de 9. Mais la combinaison de l'enclenchement $\frac{7,8}{9}$ avec $\frac{9}{5,7}$ et $\frac{9}{5,8}$ donne les indirects de mouvement $\frac{(9)}{5}$, $\frac{(8)}{5}$ et $\frac{(7)}{5}$ inscrits dans la colonne (5) du tableau, de sorte que, si l'on n'a pas pris la précaution de renverser 7 ou 8, puis 9 avant 5, on ne peut pas faire un mouvement de la voie 4 vers les voies M et N ou réciproquement, quoiqu'il s'agisse de passages empruntant des voies tout à fait indépendantes.

Or, les enclenchements $\frac{9}{5,7}$ et $\frac{9}{5,8}$ sont essentiels, puisqu'ils pro-

tègent la diagonale 5. Quant à l'enclenchement $\frac{7,8}{9}$, il ne peut être supprimé sans s'exposer à envoyer par la diagonale 9 une rame sur le taquet 8 relevé, ce qui pourrait entraîner un déraillement engageant le gabarit de la voie 2. Cet inconvénient serait plus grave que celui qui résulte des enclenchements réalisés.

Le tracé de l'itinéraire 2 est assuré par le renversement du levier 14 et par la position droite des leviers 10 et 11. Les convergences sur la traversée de la diagonale 6 sont interdites par la position droite du levier 6 et du carré 22; celles sur la traversée de la diagonale 9 par la position droite du levier 9 et du carré 20. Les ternaires $\frac{12}{7,14}$ et $\frac{12}{8,14}$ empêchent le risque d'une prise en écharpe sur la voie 2 *bis*, au croisement de l'aiguille 14, par une circulation sortant de l'une des voies M et N. Mais l'existence de ces deux conditionnels a pour résultat d'immobiliser dans leurs deux positions les leviers 7, 8 et 12, dès que le levier 14 est renversé. Il en résulte que, si l'on n'a pas pris la précaution de renverser 7 ou 8, puis 12 (et au besoin 13) avant 14, on ne peut pas faire un mouvement de voie M ou N vers voie 1 ou 1 *bis* et réciproquement, bien que ces deux passages soient indépendants.

L'existence de la colonne (5) du tableau des passages est donc nécessaire pour renseigner l'aiguilleur sur ces immobilisations intempestives de leviers.

CHAPITRE III

RÉALISATION DES ENCLENCHEMENTS ENTRE LEVIERS ÉLOIGNÉS

Lorsque les leviers qu'il est nécessaire de relier par un enclenchement ne sont pas établis dans la même cabine, on les enclenche, soit mécaniquement au moyen de serrures, soit électriquement.

Quel que soit le mode de réalisation mécanique ou électrique que l'on adopte, il est indispensable de faire en sorte de matérialiser tous les enclenchements élémentaires que l'on peut tirer de la formule d'incompatibilité propre à assurer la sécurité dans chaque cas donné.

II. Réalisation mécanique. — Une liaison mécanique entre des leviers éloignés les uns des autres s'obtient à l'aide de dispositifs appelés *serrures*.

En France, on a tout d'abord employé la serrure Annett qui comporte un pêne manœuvré à l'aide d'une clé et une barre d'enclenchement à section rectangulaire qui traverse la serrure et que l'on rive sur une tringle articulée au levier à enclencher. Lorsque la serrure est fermée, le pêne pénètre dans une mortaise de la barre d'enclenchement qui se trouve ainsi immobilisée, et la clé peut être retirée de la serrure. Au contraire, lorsque le pêne est dégagé de la mortaise, la barre d'enclenchement est libérée; la serrure est dite ouverte et la clé s'y trouve emprisonnée.

La serrure Annett a été supplantée par la serrure Bouré qui se prête facilement aux combinaisons d'enclenchements les plus variées.

La serrure Bouré se compose de deux parties; l'armature que l'on rive directement sur le levier à enclencher et l'agrafe que l'on relie par une chaîne à un point fixe qui est ordinairement le sol ou le châssis du levier.

Ces deux parties peuvent être solidement réunies l'une à l'autre de la façon suivante, et leur ensemble forme la *serrure agencée*. A cet effet, l'armature est percée de deux mortaises et possède une clé fixe qui peut tourner et se déplacer longitudinalement, mais qui ne peut jamais être retirée de l'armature.

L'agrafe porte deux tenons à crochet pouvant s'engager dans les mortaises de l'armature et une clé mobile qui peut être dégagée par une rotation de droite à gauche lorsque l'agrafe et l'armature ont été réunies et après que la clé fixe a été poussée à fond et tournée de gauche à droite.

La rotation de la clé mobile, nécessaire à son extraction, a pour effet d'immobiliser la clé fixe, de sorte que les deux parties de la serrure ne peuvent plus être séparées.

Pour ouvrir une serrure Bouré, on introduit la clé mobile dans son logement et on la tourne de gauche à droite, ce qui a pour effet de l'emprisonner et de libérer la clé fixe qui peut être tournée à son tour et tirée à fond; l'armature et l'agrafe peuvent alors être séparées.

Ainsi donc, avec la serrure Annett, comme avec la serrure Bouré, le levier de l'appareil (signal ou aiguille), qui en est muni, est libre ou enclenché, suivant que la clé mobile est emprisonnée ou libre.

Lorsque le nombre des appareils à enclencher est supérieur à 2, et surtout lorsqu'il y a plusieurs sortes d'enclenchements à réaliser

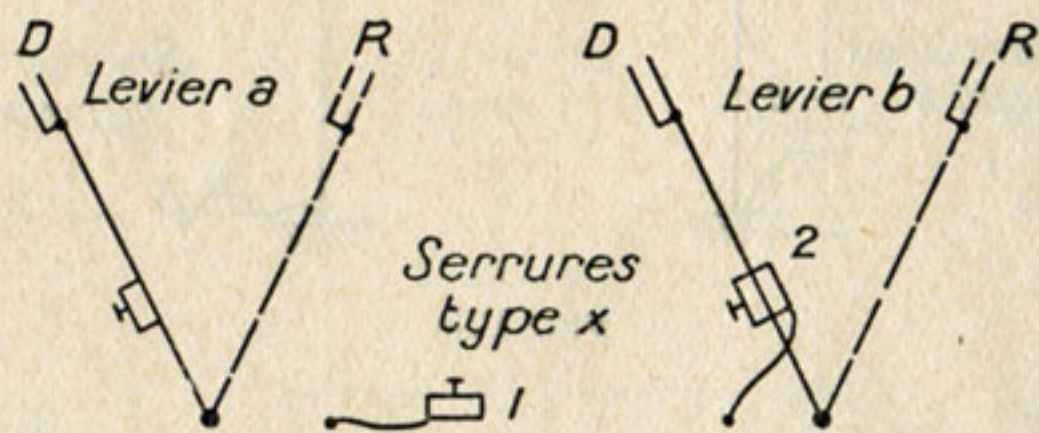


FIG. 174.

entre divers appareils, il est avantageux de faire usage d'une serrure centrale qui est, en réalité, une table d'enclenchements de format très réduit, capable de former toutes sortes de combinaisons.

La clé de la serrure d'un appareil quelconque ne peut être

extraite de la serrure centrale qu'après y avoir emprisonné les clés prises sur les différents appareils qui doivent occuper une position déterminée.

Nous allons exposer maintenant la manière de réaliser les quatre enclenchements binaires usuels.

A) Soit l'enclenchement d'ordre $\frac{a}{b}$.

L'installation comporte deux serrures et une seule clé mobile.

Le croquis ci-dessus montre que le levier b est immobilisé en position droite par la serrure 2 fermée et que le levier a est libre, puisque la serrure 1 est ouverte.

Comme il n'existe qu'une seule clé mobile, les deux serrures ne peuvent jamais être ouvertes à la fois; il en résulte que, pour renverser le levier b , il faut, au préalable, immobiliser le levier a en position renversée. On matérialise bien ainsi les deux enclenchements élémentaires correspondant à l'incompatibilité $\frac{a}{b}$ donnée :

$$a = b \text{ et } \frac{\dot{a}}{b} = \frac{\dot{a}}{a}$$

Lorsque les leviers à enclencher sont éloignés l'un de l'autre, on abrège sensiblement la durée de la manœuvre en envoyant à

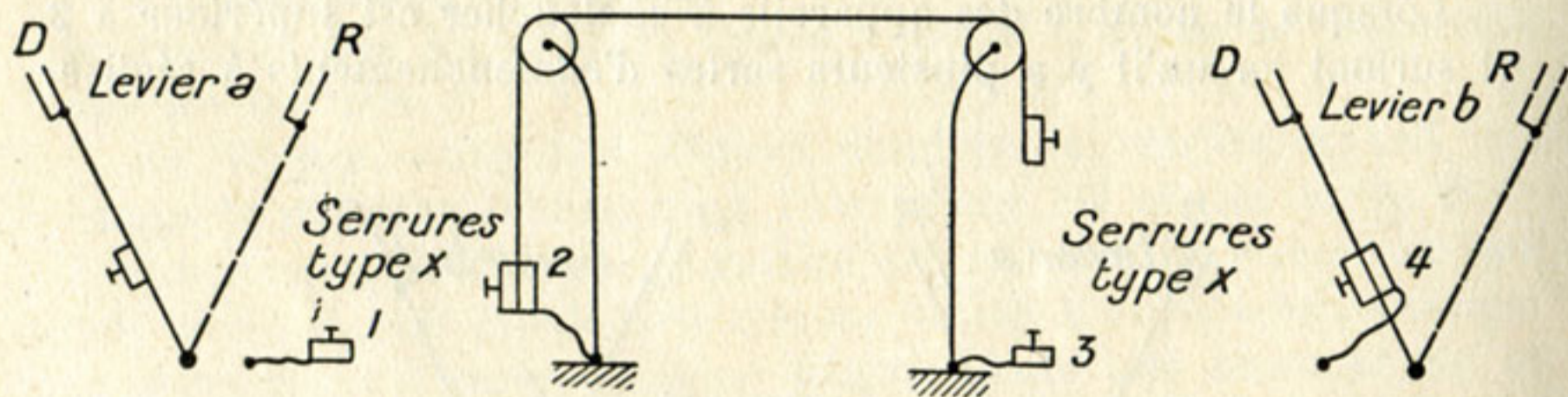


FIG. 175.

l'avance auprès du levier situé à distance du poste l'agent chargé de le manœuvrer; on gagne ainsi le temps nécessaire au transport de la clé.

Il suffit, pour cela, d'utiliser un transmetteur de clé de la façon indiquée au croquis ci-dessus.

L'installation comporte quatre serrures identiques et deux clés mobiles, dont une du côté du levier a et l'autre du côté du levier b .

On réalise ainsi les enclenchements élémentaires que voici :

- a Droit = serrure 1 ouverte;
- serrure 1 ouverte = serrure 2 fermée;
- serrure 2 fermée = serrure 3 ouverte;
- serrure 3 ouverte = serrure 4 fermée;
- serrure 4 fermée = b Droit.

En multipliant membre à membre et en simplifiant, il reste $a = b$.

Après avoir renversé le levier a , on peut manœuvrer le transmetteur et permettre ainsi le renversement du levier b .

On a alors :

- b Renversé = serrure 4 ouverte;
- serrure 4 ouverte = serrure 3 fermée;
- serrure 3 fermée = serrure 2 ouverte;
- serrure 2 ouverte = serrure 1 fermée;
- serrure 1 fermée = a Renversé,

ce qui, en définitive, donne $\frac{\dot{b}}{b} = \frac{\dot{a}}{a}$.

B) Soit à réaliser l'enclenchement de simultanéité $\frac{\dot{a}}{ab}$.

Les croquis ci-dessous indiquent la solution.

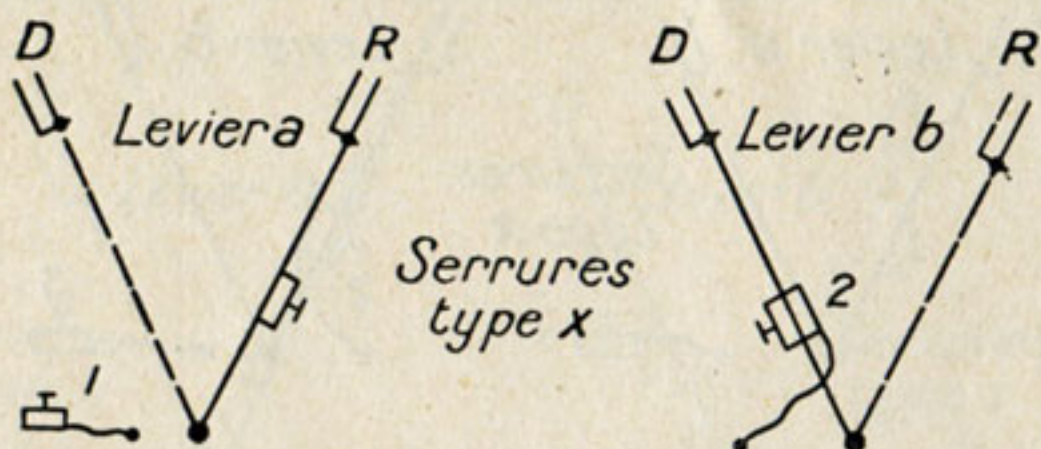


FIG. 176.

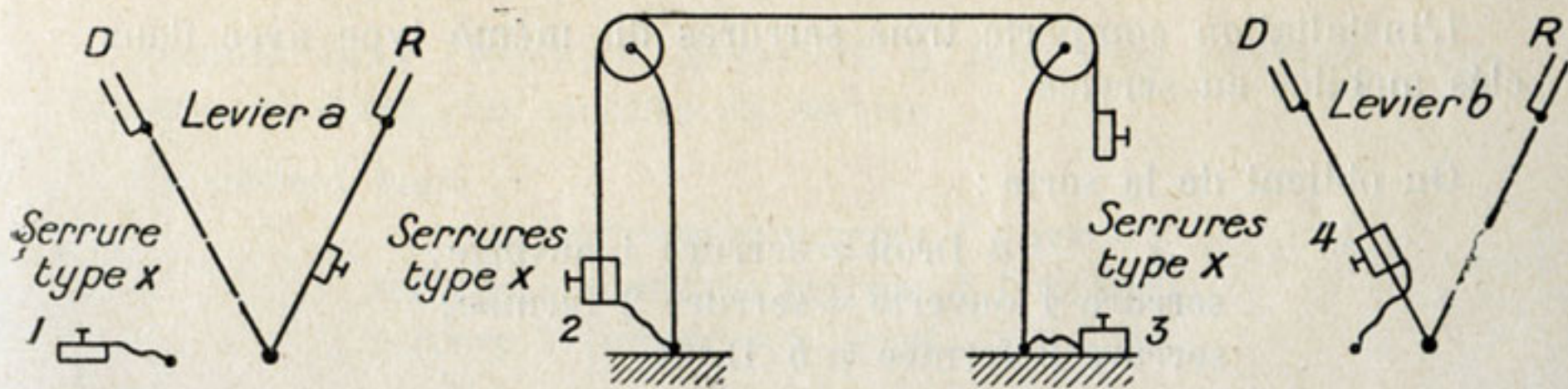


FIG. 177.

Lorsqu'il n'y a pas de transmetteur de clé, l'installation comporte deux serrures identiques et une seule clé mobile; les deux serrures ne peuvent donc pas être ouvertes à la fois. Le renversement d'un levier immobilise l'autre en position droite.

Lorsqu'on a recours à l'emploi d'un transmetteur de clé, l'installation comporte quatre serrures identiques et deux clés mobiles, dont une du côté du levier *a* et l'autre du côté du levier *b*.

On obtient ainsi :

a Renversé = serrure 1 ouverte;
 serrure 1 ouverte = serrure 2 fermée;
 serrure 2 fermée = serrure 3 ouverte;
 serrure 3 ouverte = serrure 4 fermée;
 serrure 4 fermée = *b* Droit,

ce qui, en définitive, donne : $\dot{a} = b$.

En redressant le levier *a*, on permettrait le renversement de *b*;
 on aurait alors : $\dot{b} = a$.

C) Soit à réaliser l'enclenchement de mouvement *a* (*b*).

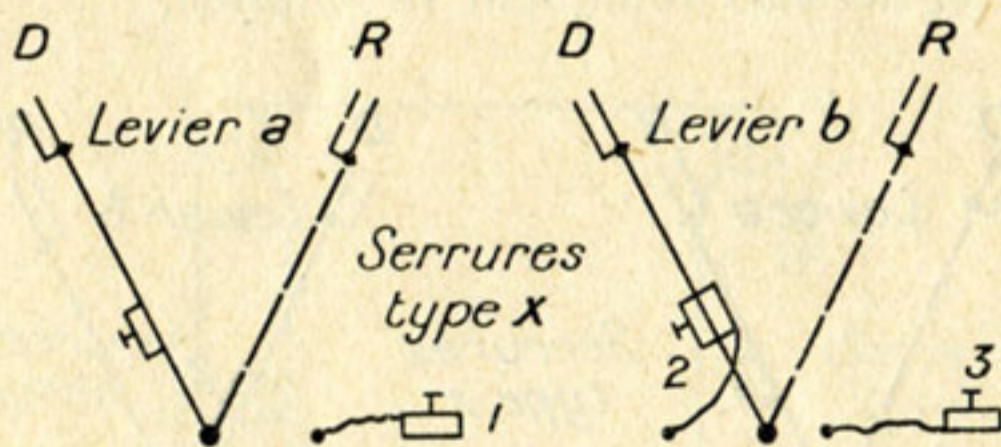


FIG. 178.

L'installation comporte trois serrures du même type avec deux clés mobiles en service.

On obtient de la sorte :

a Droit = serrure 1 ouverte;
 serrure 1 ouverte = serrure 2 fermée;
 serrure 2 fermée = *b* Droit.

Donc : $a = b$.

Pour pouvoir renverser b , il faut renverser a et l'enclencher dans cette position à l'aide de la serrure 1, ce qui permet d'ouvrir la serrure 2. Pour pouvoir redresser a , après le renversement b , il faut enclencher ce dernier levier à l'aide de la serrure 3, dont la clé servira à ouvrir la serrure 1 et à libérer le levier a .

On a alors :

a Droit = serrure 1 ouverte;
 serrure 1 ouverte = serrure 3 fermée;
 serrure 3 fermée = b Renversé.

Donc : $a = \frac{\cdot}{b}$.

Enfin, comme la transiation de b n'est possible que lorsque les serrures 2 et 3 sont ouvertes, on a encore :

mouvement de b = serrures 2 et 3 ouvertes;
 serrures 2 et 3 ouvertes = a Renversé.

Donc : $(b) = \frac{\cdot}{a}$.

On a donc bien réalisé ainsi les trois enclenchements élémentaires correspondant à l'incompatibilité $[a(b)]$.

S'il y a nécessité d'utiliser un transmetteur de clé, on l'installera dans les conditions indiquées aux exemples A) et B).

D) Soit à réaliser l'enclenchement de mouvement $\frac{(b)}{a}$.

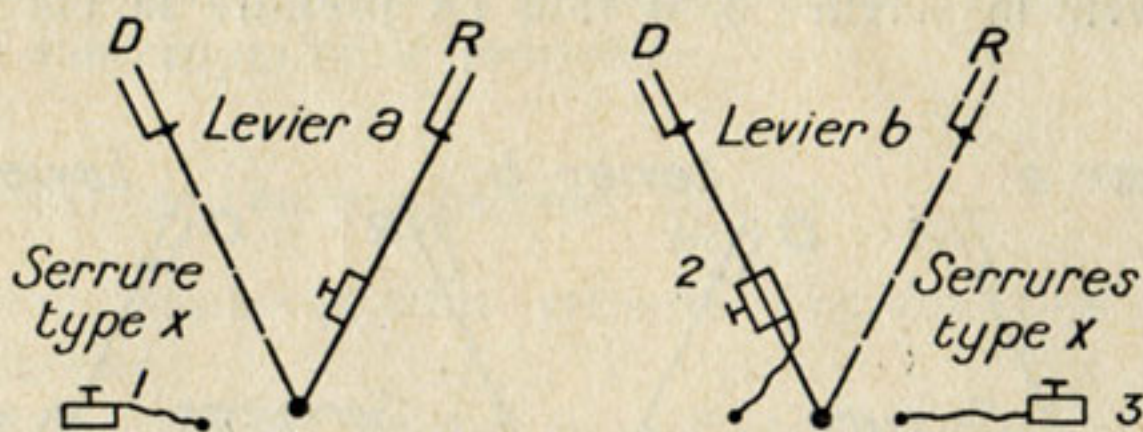


FIG. 179.

Comme dans l'exemple précédent, il faut trois serrures identiques avec deux clés mobiles en service.

On obtient ainsi :

a Renversé = serrure 1 ouverte;
 serrure 1 ouverte = serrure 2 fermée;
 serrure 2 fermée = b Droit.

Donc : $\frac{\cdot}{a} = b$.

Pour pouvoir renverser b , il faut redresser a et l'enclencher dans cette position à l'aide de la serrure 1, ce qui permet d'ouvrir la serrure 2. Pour pouvoir renverser a après le renversement de b , il faut enclencher ce dernier levier à l'aide de la serrure 3, dont la clé servira à ouvrir la serrure 1 et à libérer le levier a .

On a alors :

a Renversé = serrure 1 ouverte;
 serrure 1 ouverte = serrure 3 fermée;
 serrure 3 fermée = b Renversé.

Donc : $\dot{a} = \dot{b}$.

Enfin, comme la translation de b n'est possible que lorsque les serrures 2 et 3 sont ouvertes, on a encore :

mouvement de b = serrures 2 et 3 ouvertes;
 serrures 2 et 3 ouvertes = a Droit.

Donc : $(b) = a$.

Les serrures se prêtent également bien à la réalisation des enclenchements conditionnels.

E) Soit à réaliser l'enclenchement $\frac{ab}{c}$.

On utilise trois serrures identiques avec deux clés mobiles en service.

Pour ouvrir la serrure 3, il faut en prendre la clé sur la ser-

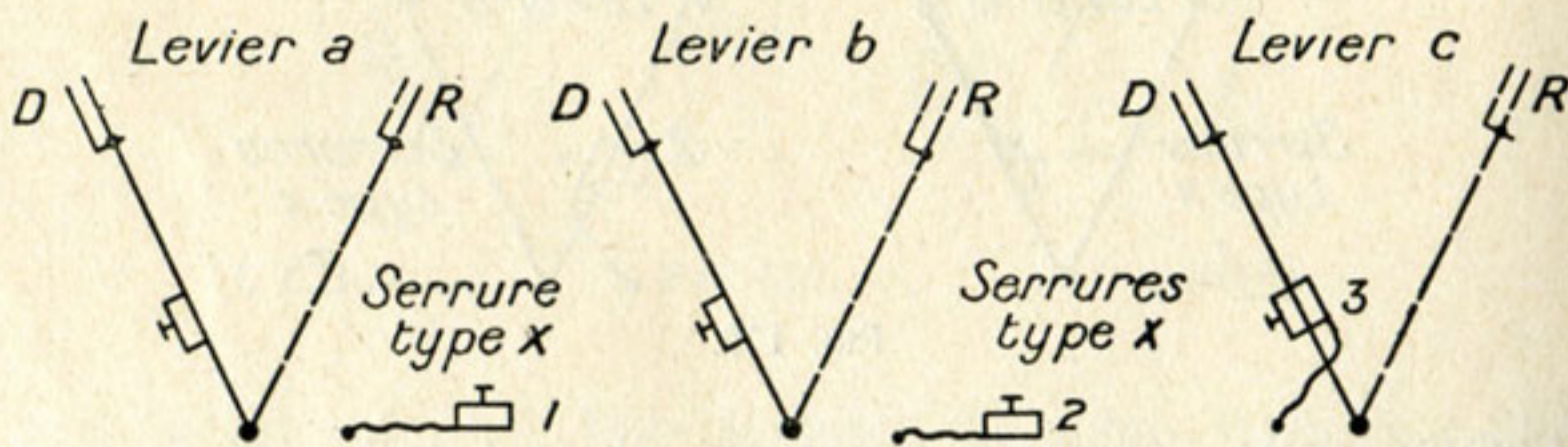


FIG. 180.

rure 1 ou sur la serrure 2 fermée, ce qui exige le renversement de a ou de b .

De la sorte, on réalise $ab = c$ et $\dot{c} = \dot{ab}$. Si on se reporte au parallépipède de Perrin, on constate que le premier enclenche-

ment interdit le mouvement 1-8 du levier *c* et que le second interdit à la fois le mouvement 5-8 du levier *b* et 7-8 du levier *a*. La combinaison $\frac{ab}{c}$ est donc irréalisable.

F) Soit à réaliser l'enclenchement $\frac{a}{bc}$.

Comme pour l'exemple précédent, l'installation comporte trois serrures identiques avec deux clés mobiles en service.

Pour ouvrir la serrure 3, il faut en prendre la clé sur la serrure 1 ou sur la serrure 2 fermée; autrement dit, pour pouvoir ren-

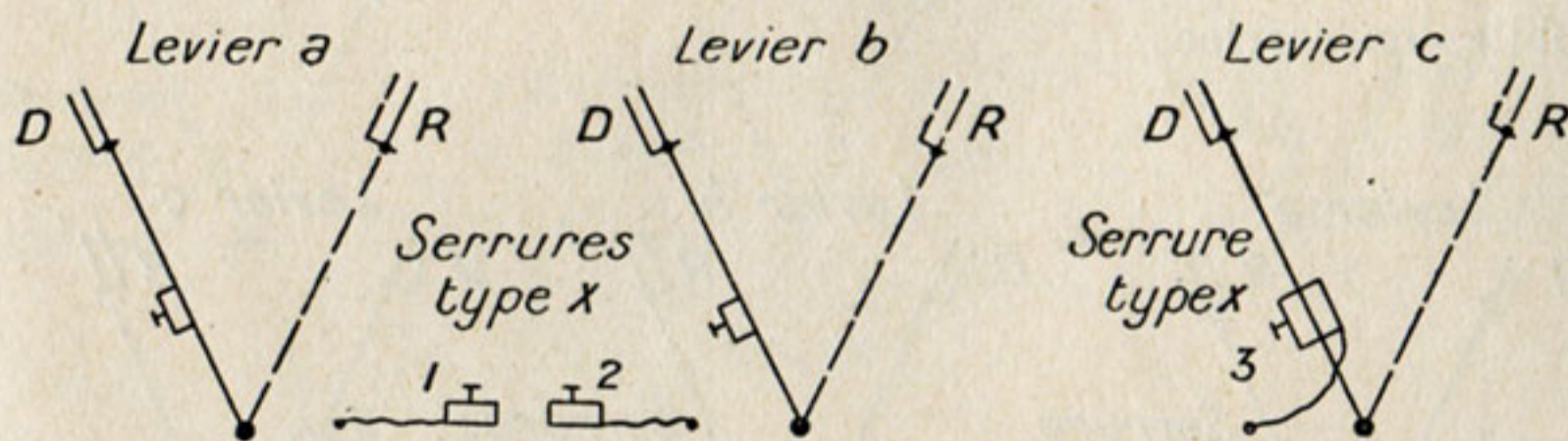


FIG. 181.

verser *c*, il faut immobiliser *a* en position renversée ou *b* en position droite.

On réalise ainsi les trois enclenchements élémentaires qui matérialisent l'incompatibilité proposée.

G) Soit à réaliser l'enclenchement $\frac{abc}{abc}$.

L'installation comporte trois serrures identiques et deux clés mobiles en service.

L'examen du croquis montre immédiatement que si deux des

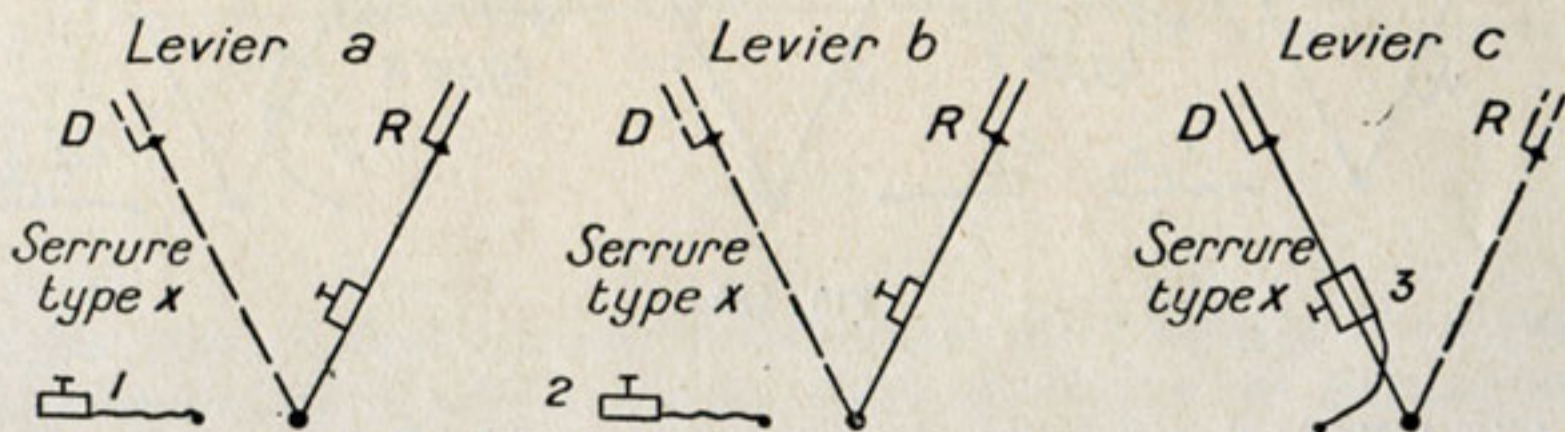


FIG. 182.

trois leviers sont renversés simultanément, le troisième est enclenché en position droite, puisque l'on ne dispose pas de clé mobile pour ouvrir sa serrure.

On réalise bien ainsi les trois enclenchements élémentaires que l'on tire de la formule d'incompatibilité $\left[\frac{\dot{a}}{abc} \right]$:

$$\frac{\dot{a}}{ab} = c, \quad \frac{\dot{a}}{ac} = b, \quad \frac{\dot{a}}{bc} = a.$$

H) Soit à réaliser l'enclenchement $ab (c)$.

L'installation comporte quatre serrures identiques et trois clés mobiles en service.

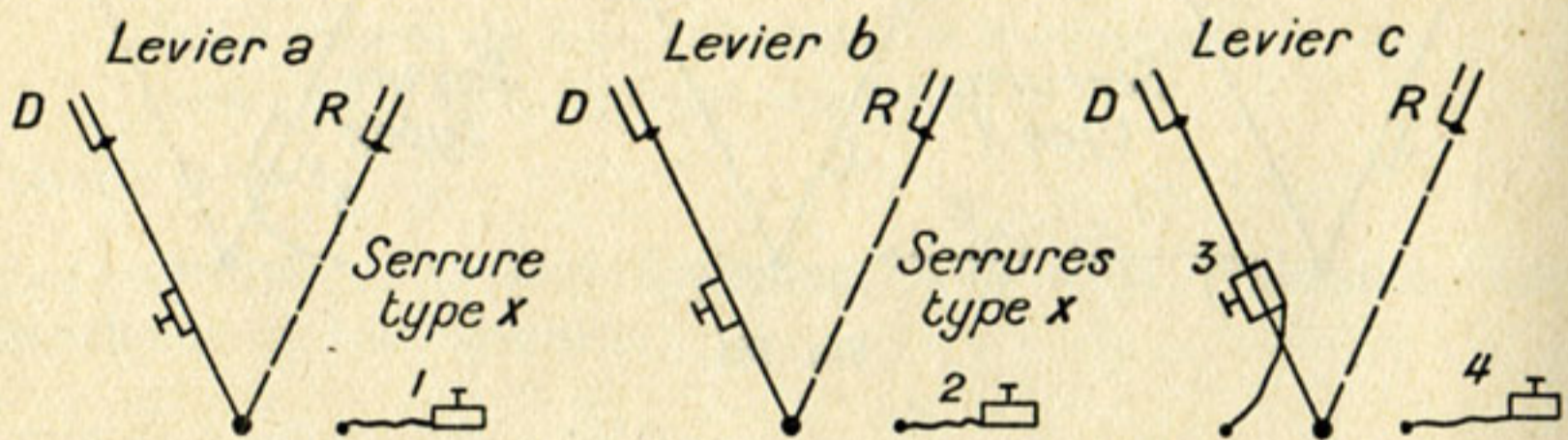


FIG. 183.

Le croquis ci-dessus se comprend sans qu'il soit nécessaire de l'expliquer.

I) Soit à réaliser l'enclenchement $\frac{a}{b} (c)$.

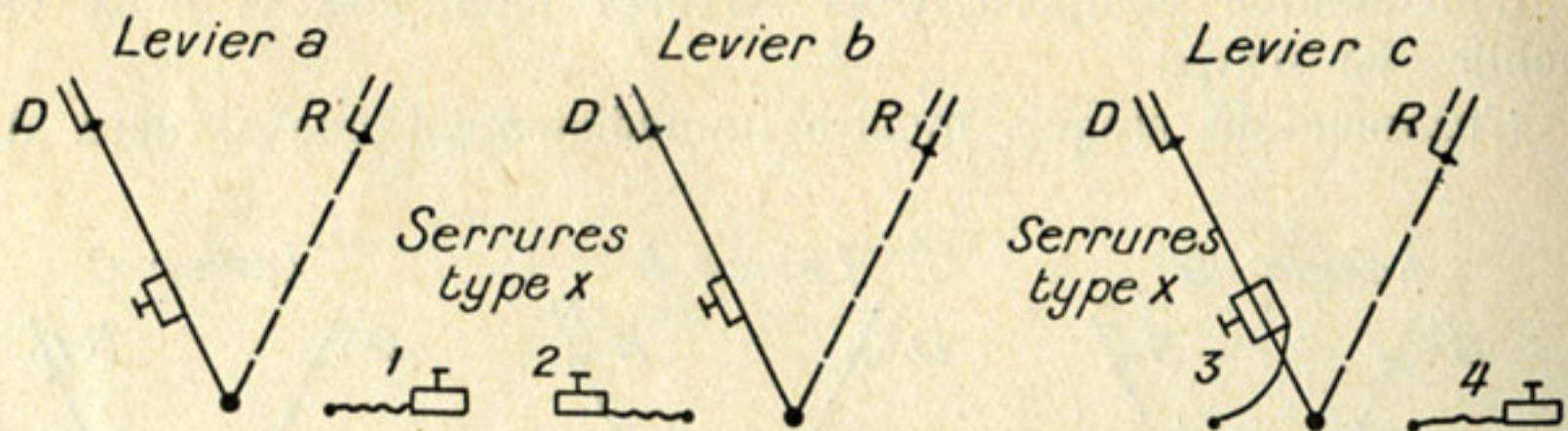


FIG. 184.

L'installation comporte quatre serrures identiques et trois clés mobiles en service.

La figure 184 montre que le déplacement de c exige que a soit renversé ou que b soit droit.

J) Soit à réaliser l'enclenchement $\frac{(c)}{ab}$.

L'installation comporte quatre serrures identiques et trois clés mobiles en service.

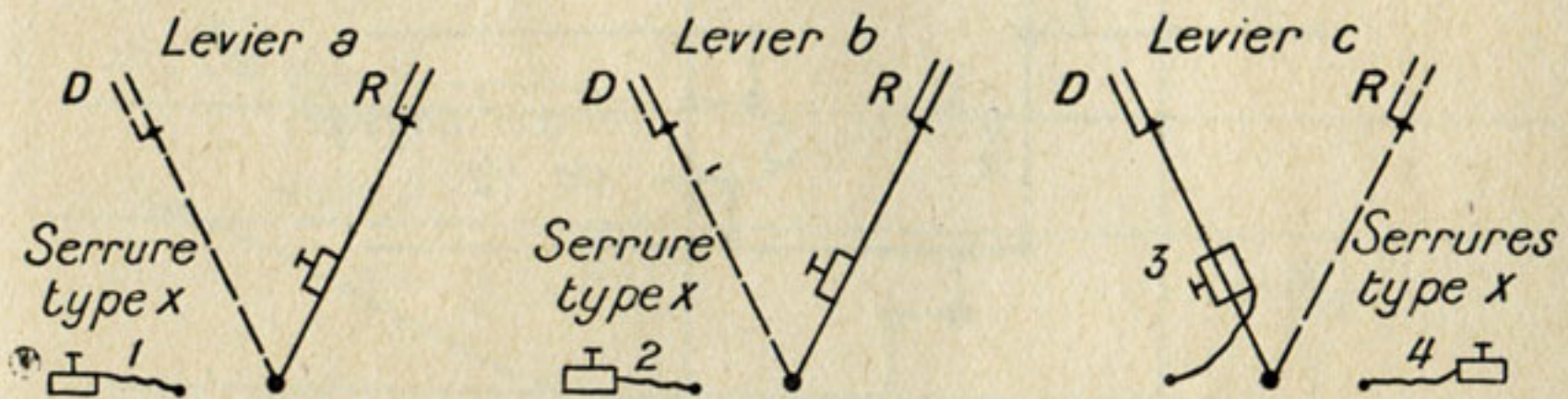


FIG. 185.

La solution adoptée est telle que le déplacement de c exige que a ou b soit enclenché en position droite.

K) Soit la disposition de voies ci-après :

Le signal a doit pouvoir s'ouvrir avec b droit pour aller sur la voie de manœuvres et aussi avec b et c renversés pour effectuer un départ des voies de service sur la voie 1.

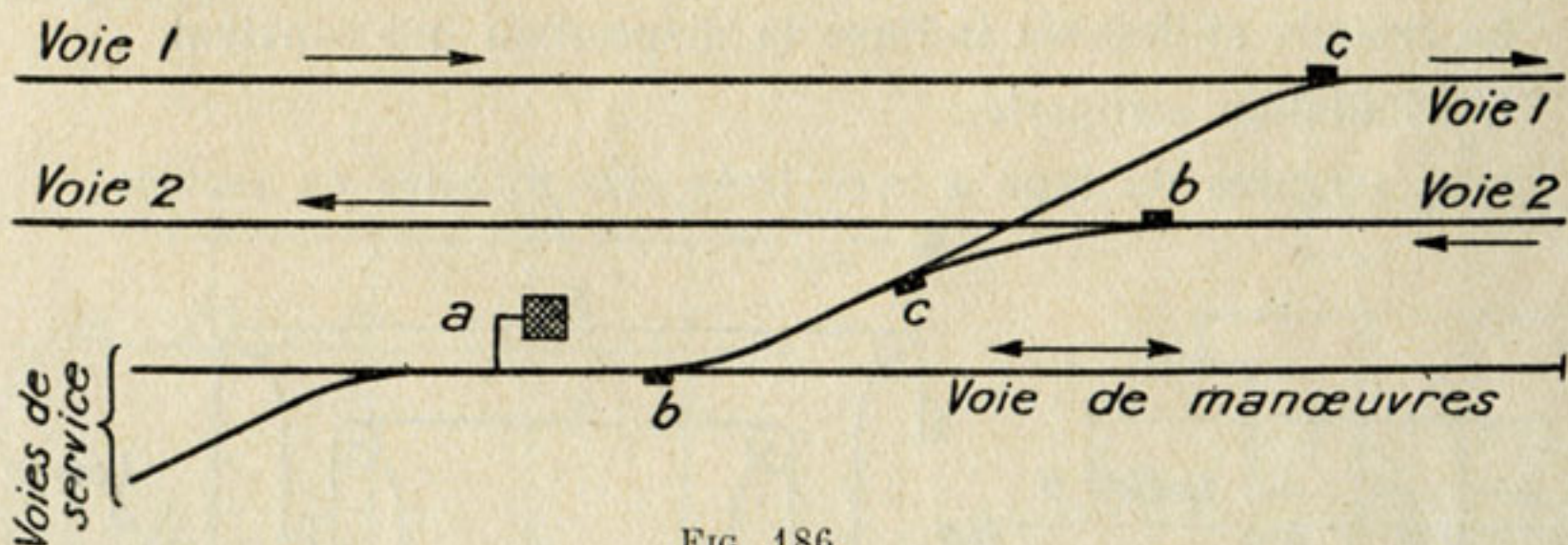


FIG. 186.

De plus, il faut assurer le talonnage de l'aiguille b en cas de refoulement de la voie 1 sur les voies de service, ce qui conduit à prévoir l'enclenchement $\frac{b}{c}$.

Les enclenchements nécessaires sont indiqués sur le graphique ci-dessous.

Nous nous proposons de les réaliser à l'aide de serrures et, afin

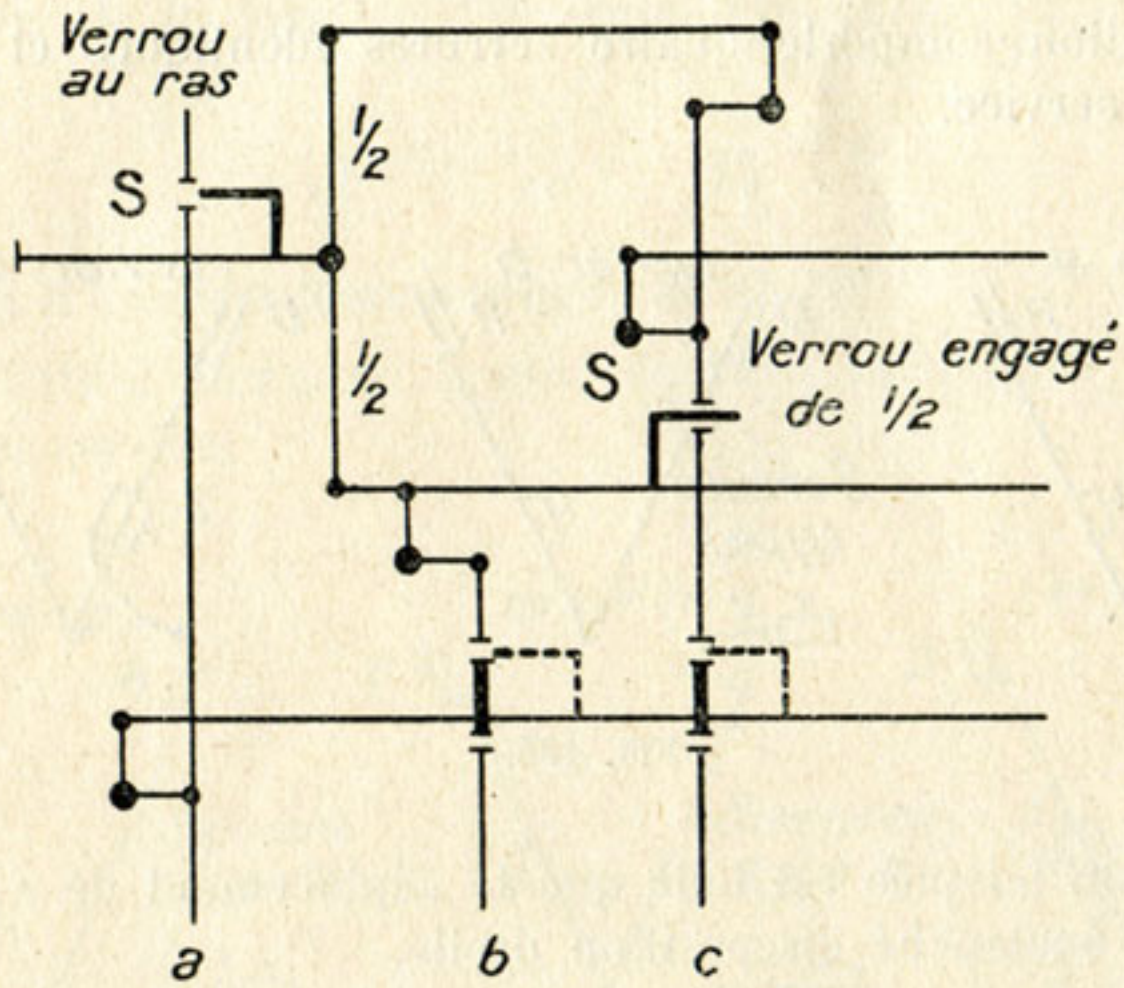


FIG. 187.

de compliquer le problème, nous supposons que le levier de la traversée *c* est enclenché par l'intermédiaire de transmetteurs de clés.

Le croquis ci-dessous indique la disposition qui convient.

L'installation comporte :

cinq serrures du type *x* avec trois clés mobiles en service;

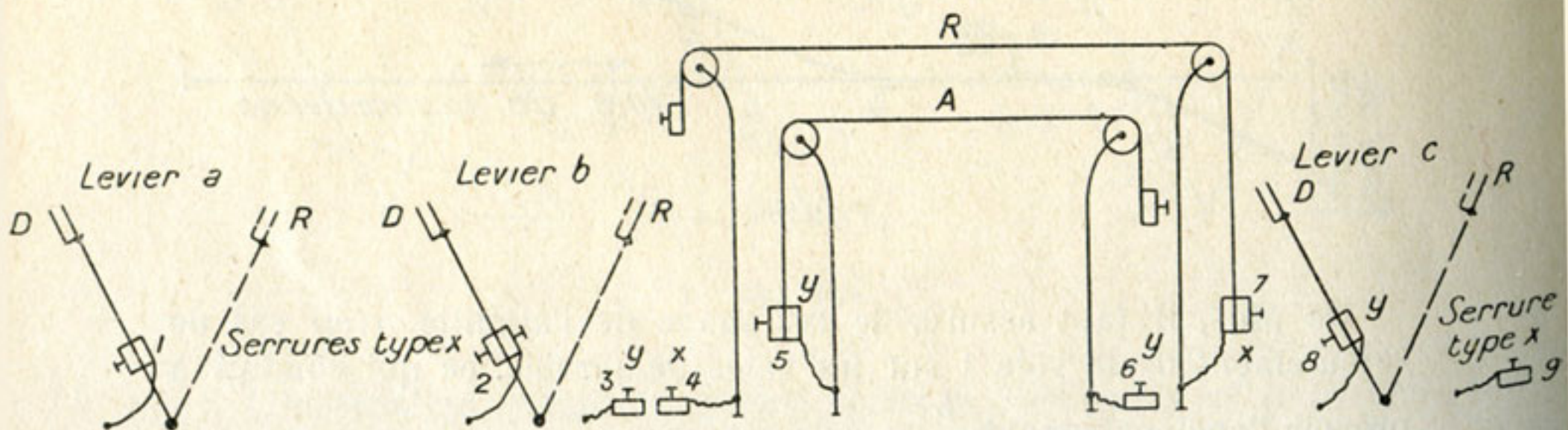


FIG. 188.

quatre serrures du type *y* avec deux clés mobiles en service; deux transmetteurs de clés désignés sur le croquis par les lettres A et R.

L'examen de ce croquis montre que le renversement du transmetteur A est nécessaire pour libérer le levier *c* et en permettre le renversement; quant au transmetteur R, il est indispensable pour subordonner l'ouverture du signal *a* au renversement du levier *c*

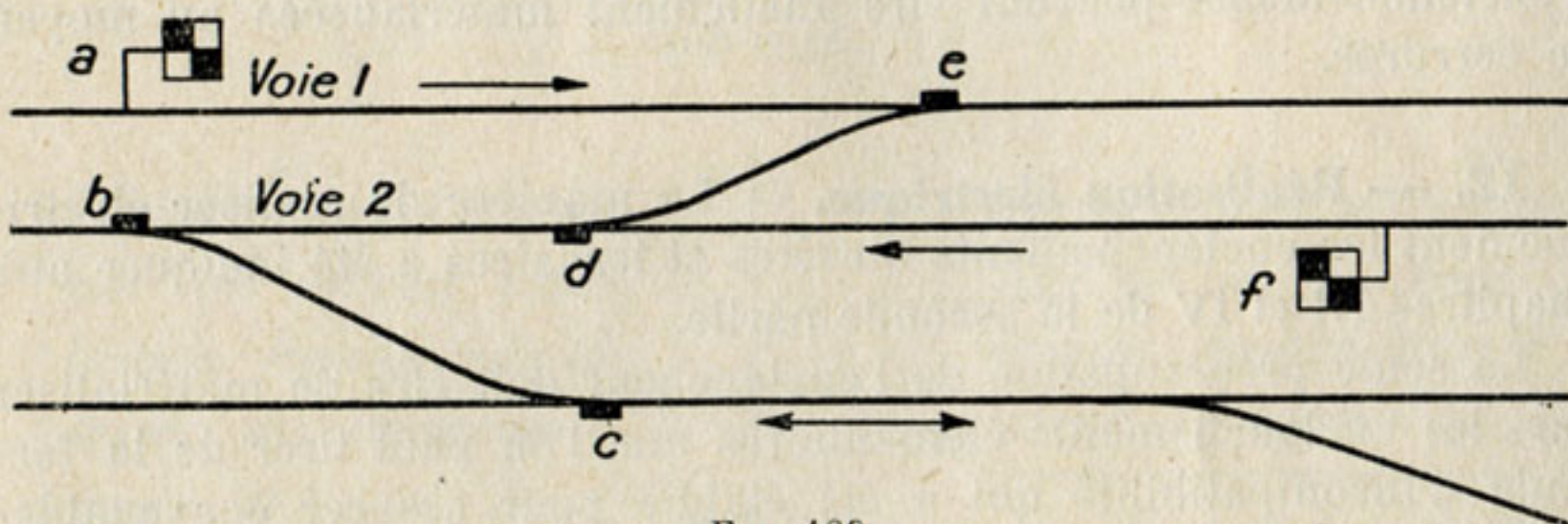


FIG. 189.

lorsque *b* est déjà renversé, de façon à éviter l'expédition à contre-voie d'un train sur la voie 2.

L) Voici un exemple d'utilisation d'une serrure centrale pour la protection des aiguilles désignées par les lettres *b*, *c*, *d* et *e* sur le croquis ci-dessus.

Les enclenchements nécessaires sont ceux indiqués au graphique ci-dessous.

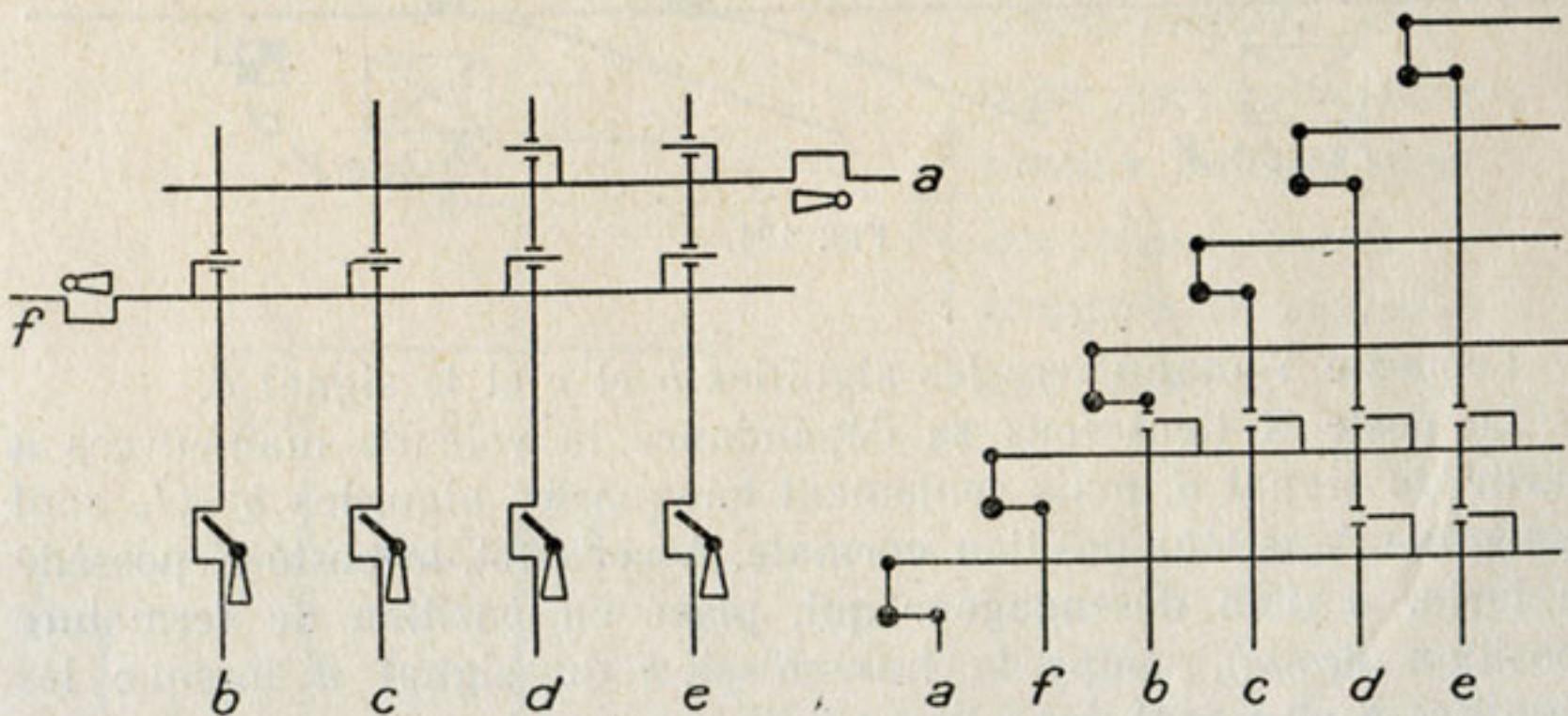


FIG. 190.

Le levier de chaque appareil est muni d'une serrure Bouré permettant de l'immobiliser dans la position correspondant à la fermeture, s'il s'agit d'un levier de signal ou dans la direction contraire à la communication s'il s'agit d'un levier d'aiguille.

Le croquis de la serrure centrale montre que pour pouvoir extraire la clé d'un levier d'aiguille il faut y emprisonner la clé du ou des signaux qui assurent la protection de cette aiguille.

Ces exemples suffisent à démontrer que toutes les combinaisons d'enclenchements peuvent être facilement matérialisées au moyen de serrures.

12. — Réalisation électrique. — La manière de réaliser électriquement les enclenchements binaires et ternaires a été indiquée aux chapitres III et IV de la seconde partie.

La seule préoccupation de l'enclencheur doit être de matérialiser tous les enclenchements élémentaires que l'on peut tirer de la formule d'incompatibilité qui a été établie pour assurer convenablement la sécurité dans chaque cas particulier.

Toutefois, il peut arriver qu'un ou plusieurs enclenchements élémentaires n'aient pas à être matérialisés en raison de l'existence d'enclenchements mécaniques plus rigoureux entre deux ou plusieurs des leviers reliés par un enclenchement conditionnel.

Voici un exemple d'enclenchement quaternaire qui se trouve dans ce cas.

Soit la disposition de voies ci-dessous :

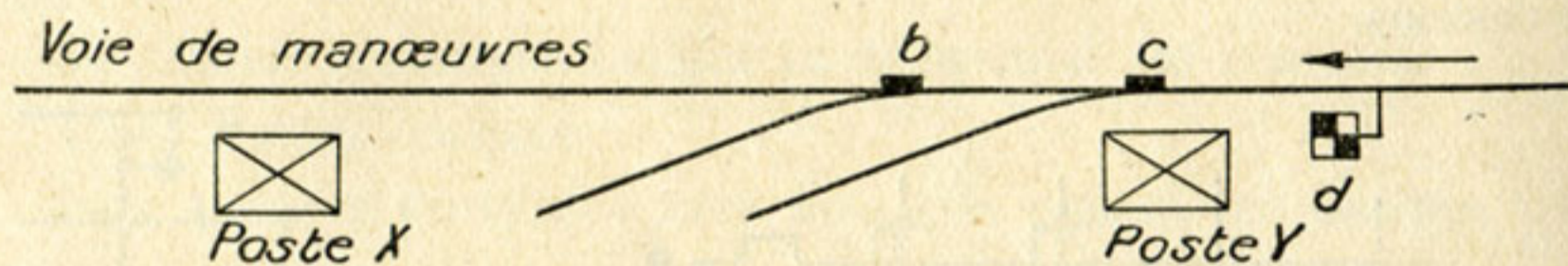


FIG. 191.

Le poste Y manœuvre les aiguilles *b* et *c* et le signal *d*.

Le poste X tient sous sa dépendance la voie de manœuvres à partir du signal *d*, mais seulement lorsque les aiguilles *b* et *c* sont ensemble dans leur position normale. A cet effet, le poste X possède le levier *a* d'un désengageur qui, placé en position de fermeture (position droite), coupe la transmission du signal *d* lorsque les aiguilles *b* et *c* sont dans leur position normale.

L'incompatibilité qui définit cet ensemble de conditions a pour

formule $\frac{abc}{d}$ et les enclenchements élémentaires correspondants

sont : $abc = d$; $\frac{bc}{d} = \frac{\cdot}{a}$; $\frac{ac}{d} = \frac{\cdot}{b}$; $\frac{ab}{d} = \frac{\cdot}{c}$.

Or, pour empêcher l'aiguilleur du poste Y de manœuvrer intempestivement l'aiguille *b* ou *c* pendant le passage d'une circulation, on a réalisé mécaniquement dans ce poste les deux binaires de

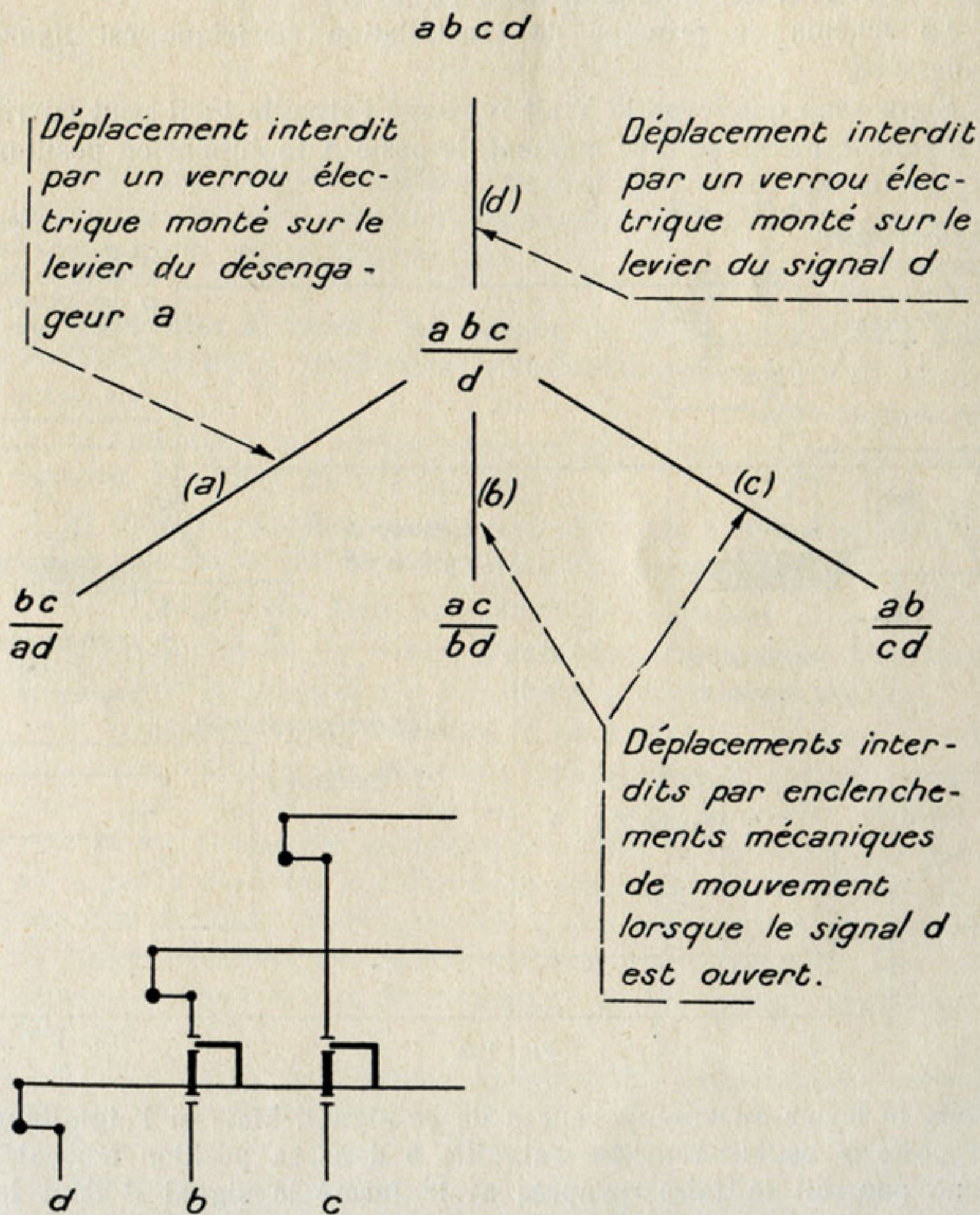


FIG. 192.

mouvement $\dot{d} = (b)$ et $\dot{d} = (c)$ qui, étant plus rigoureux que les enclenchements élémentaires $\frac{ac}{d} = \dot{b}$ et $\frac{ab}{d} = \dot{c}$, rendent ceux-ci inutiles. Dans ces conditions, l'extrait ci-dessous du diagramme de Perrin montre que, pour matérialiser l'incompatibilité $\frac{abc}{d}$, il suffit de munir de verrous électriques le levier du désengageur a du poste X et le levier du signal d du poste Y.

Le schéma de principe de l'installation électrique est figuré ci-dessous.

Supposons que le poste Y ait renversé l'aiguille b ; il peut ouvrir le signal d , même si, à ce moment, le poste X maintient en position

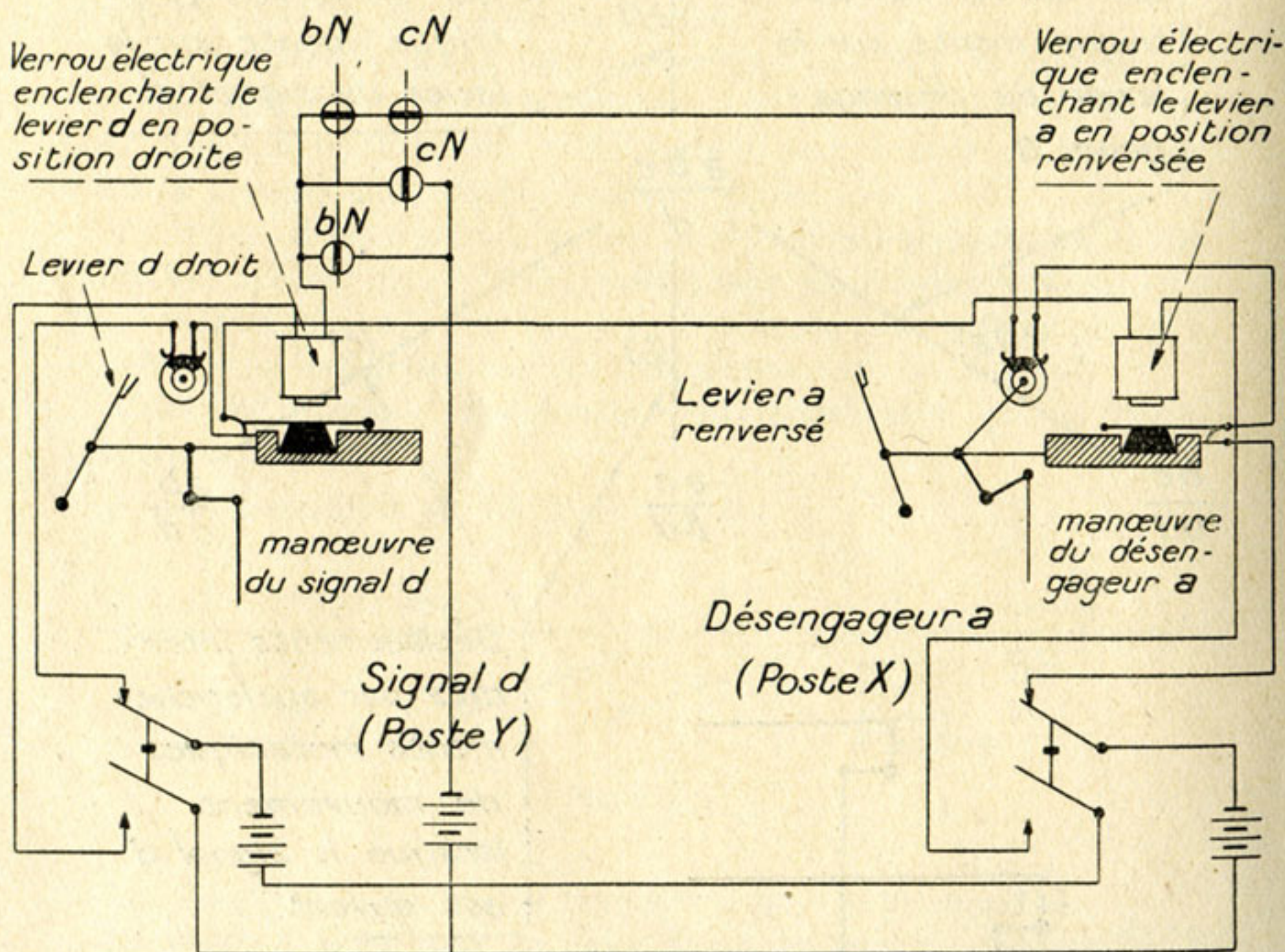


FIG. 193.

droite le levier du désengageur a de ce signal. Mais si l'aiguilleur du poste Y voulait remettre l'aiguille b dans sa position normale, il ne pourrait le faire qu'après avoir fermé le signal d dont le levier serait ainsi enclenché en position droite.

CHAPITRE IV

VÉRIFICATION EXPÉRIMENTALE DES ENCLENCHEMENTS EN CABINE

Deux cas sont à considérer suivant que les appareils du poste (signaux, aiguilles, etc.) sont manœuvrés à l'aide de leviers individuels ou de leviers d'itinéraires.

13. Postes à leviers individuels. — Dans les postes à leviers individuels toute vérification d'enclenchements a pour objet de s'assurer :

1° Que tous les enclenchements prévus au projet de signaux (et ceux-là seuls) ont été réalisés;

2° Que ces enclenchements sont efficaces, c'est-à-dire qu'ils réalisent solidement les dépendances qu'ils doivent établir.

Les opérations à faire sont donc les suivantes :

1° Comparaison du dessin d'exécution de la table d'enclenchements avec le graphique ou le tableau des enclenchements;

2° Constatation de l'existence réelle de tous les organes d'enclenchements indiqués sur le dessin de la table, *en commençant toujours par ceux de ces organes qui sont le moins visibles ou accessibles*. Il importe en effet d'accomplir la partie la plus pénible de la vérification dès le début de la séance, sinon il faudrait dépenser plus d'efforts parce que les opérateurs auraient à surmonter la fatigue résultant du travail antérieurement accompli; leur attention serait émoussée et des omissions ou des erreurs pourraient en résulter;

3° Tentatives pour former chacune des combinaisons interdites par les enclenchements.

Cette dernière opération n'est pas toujours aussi simple qu'on se l'imagine généralement : la vérification d'un enclenchement entre deux leviers dont chacun est relié à d'autres leviers, ainsi

que celle des enclenchements conditionnels, exigent en effet certaines précautions.

La règle à suivre consiste à s'assurer que chacun des enclenchements élémentaires composant l'enclenchement à vérifier n'est pas défailant. Toutefois, avant d'effectuer la tentative nécessaire, il faut, pour un levier donné, éliminer, lorsqu'elles existent, les liaisons autres que celle dont on se propose de vérifier l'efficacité.

Nous allons donc indiquer la manière de procéder en étudiant un certain nombre de cas choisis parmi ceux que l'on rencontre le plus souvent.

Afin d'abrégé les explications il faut supposer, sauf indication contraire, qu'après chaque essai ayant nécessité le renversement d'un ou de plusieurs leviers, ceux-ci sont toujours replacés dans leur position droite avant d'entreprendre un autre essai.

A) Soit à vérifier l'enclenchement de simultanéité $\frac{\dot{a}}{ab}$.

On sait que cet enclenchement est formé par l'association des enclenchements élémentaires $\frac{\dot{a}}{a} = b$ et $\frac{\dot{b}}{b} = a$.

Les deux leviers étant par hypothèse en position droite, on renverse a , puis on essaie de renverser b .

Le levier a ayant été redressé, on renverse b et on essaie de renverser a .

B) Soit à vérifier l'enclenchement d'ordre $\frac{a}{b}$ formé des enclenchements élémentaires $a = b$ et $\frac{\dot{b}}{b} = \frac{\dot{a}}{a}$.

1° On essaie de renverser b ;

2° On renverse a , puis b et on essaie de redresser a .

C) Soit à vérifier l'enclenchement de mouvement droit $a(b)$.

On sait que cet enclenchement est le résultat de l'association de : $a = b$; $a = \frac{\dot{a}}{b}$ et $(b) = \frac{\dot{a}}{a}$.

1° On essaie de renverser b ;

2° On renverse a et b , puis on redresse a et on essaie de redresser b ;

3° On renverse a ; on place b dans une position intermédiaire entre ses deux positions extrêmes et on essaie de redresser a .

D) Soit à vérifier l'enclenchement de mouvement² renversé $\frac{\dot{b}}{a}$ qui comporte les enclenchements élémentaires : $\frac{\dot{b}}{a} = b$; $\frac{\dot{a}}{a} = \frac{\dot{b}}{b}$ et $(b) = a$.

1° On renverse a et on essaie de renverser b ;

2° On renverse b et a , puis on essaie de redresser b ;

3° On place b dans une position intermédiaire entre ses deux positions extrêmes et on essaie de renverser a .

E) Soit à vérifier l'enclenchement de simultanéité $\frac{\dot{b}}{bc}$ dans un poste comportant les enclenchements figurés sur le graphique ci-dessous.

On remarque immédiatement que seuls les leviers e et f sont

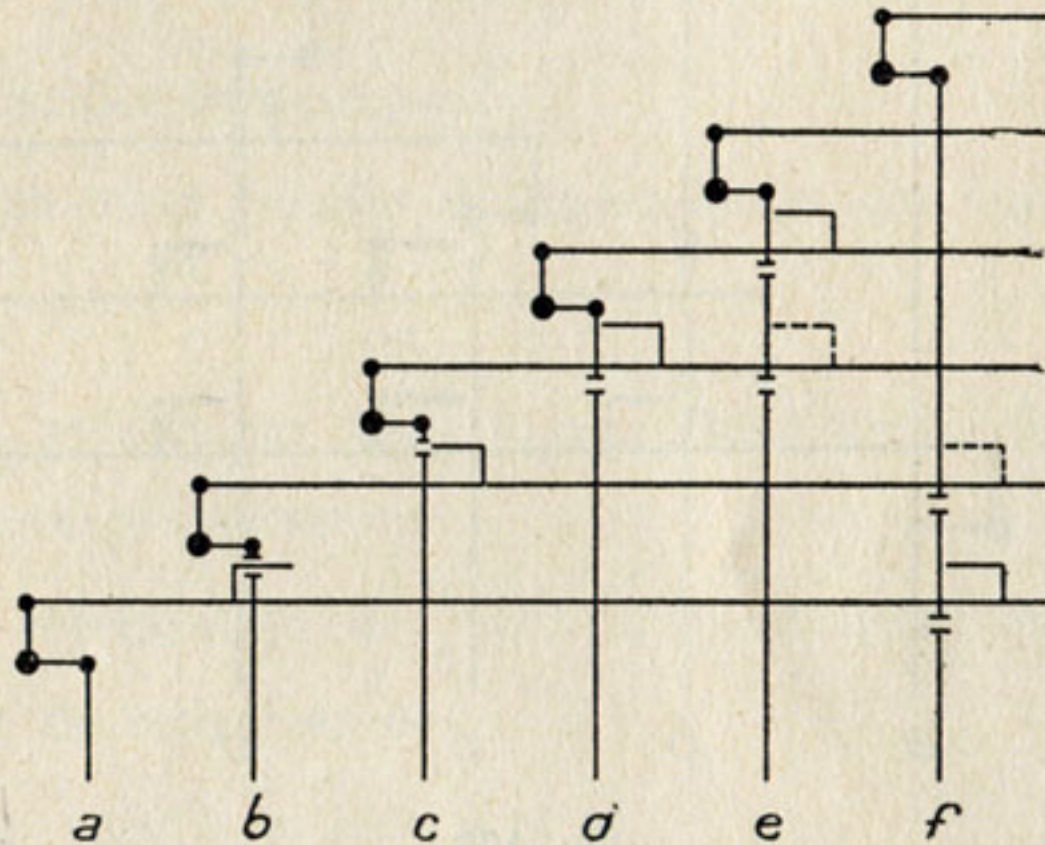


FIG. 194.

indépendants; les quatre autres ne peuvent être manipulés sans qu'on les ait libérés des enclenchements qui les relient à d'autres leviers.

Comme il y a en tout cinq enclenchements binaires, nous devons essayer dix enclenchements élémentaires. Voici donc l'ordre dans lequel il convient d'opérer leur vérification :

1° $e = d$; 2° $d = c$; 3° $f = a$;

4° $\frac{\dot{d}}{d} = \frac{\dot{e}}{e}$; par exception e est maintenu renversé;

5° $\frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{d}}{d}$; par exception d est maintenu renversé;

6° $\dot{a} = \dot{f}$; par exception f est maintenu renversé.

Ceci fait, on a éliminé les indirects $\frac{f}{b}$ et $\frac{e}{c}$ qui paralysaient intempestivement les leviers b et c .

Ensuite, on exécute sans difficulté les quatres essais suivants :

7° $\dot{c} = b$; 8° $\dot{b} = c$; 9° $\dot{b} = \dot{a}$; 10° $a = b$.

F) Soit à vérifier les enclenchements $\frac{d}{a}$ et $\frac{\cdot}{bd}$ figurés sur le graphique ci-dessous :

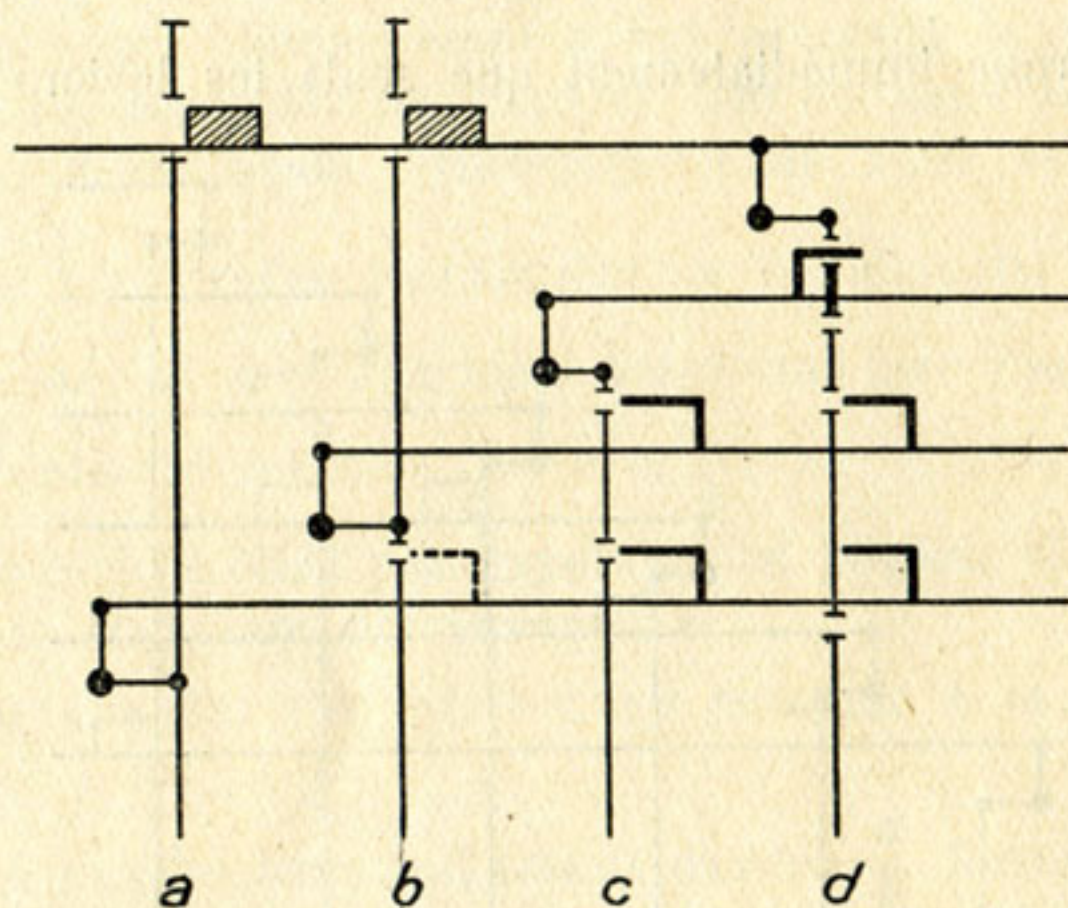


FIG. 195.

Les indirects $\frac{\cdot}{a} (d)$ et $\frac{\cdot}{b} (d)$ sont engendrés de la façon suivante :

$$\frac{\cdot}{ac} \times c (d) \equiv \frac{(d)}{a} ; \quad \frac{\cdot}{bc} \times c (d) \equiv \frac{(d)}{b}.$$

Voici comment il faut procéder ; on vérifie :

1° $\dot{b} = c$; 2° $c = d$; 3° $d = a$; 4° $\dot{c} = b$; 5° $(d) = \dot{c}$; 6° $c = \dot{d}$;

par exception on maintient d renversé ; 7° $\dot{a} = c$; 8° $\dot{c} = a$; 9° $\dot{d} = b$.

Il reste à essayer les deux enclenchements élémentaires : $\frac{\cdot}{a} = \dot{d}$ et $\dot{b} = d$; mais ceux-ci sont invérifiables à cause de l'existence

des indirects $\frac{(d)}{a}$ et $\frac{(d)}{b}$ qui immobilisent le levier d dans ses deux positions lorsque a ou b est renversé.

Théoriquement, il n'y a pas d'autre moyen de s'assurer de l'efficacité de $\frac{\dot{a}}{a} = \frac{\dot{d}}{d}$ et de $\frac{\dot{b}}{b} = d$ que de supprimer momentanément le taquet qui matérialise le binaire $c(d)$.

Pratiquement, ce démontage est inutile pourvu que l'on soit sûr de l'efficacité des trois binaires $\frac{\dot{a}}{ac}$, $\frac{\dot{b}}{bc}$ et $c(d)$ qui engendrent les indirects $\frac{(d)}{a}$ et $\frac{(d)}{b}$, car $\frac{(d)}{a}$ assure l'enclenchement élémentaire $\frac{\dot{a}}{a} = \frac{\dot{d}}{d}$ et $\frac{(d)}{b}$ assure $\frac{\dot{b}}{b} = d$.

G) Soit à vérifier le ternaire $\frac{a}{bc}$.

Cet enclenchement résulte de l'association des enclenchements élémentaires $\frac{a}{b} = c$; $\frac{a}{c} = b$; $\frac{\dot{a}}{bc} = \frac{\dot{a}}{a}$.

1° Pour la vérification de $\frac{a}{b} = c$, a étant droit, on renverse b , puis on essaie de renverser c ;

2° Pour la vérification de $\frac{a}{c} = b$, a étant droit, on renverse c , puis on essaie de renverser b ;

3° Pour la vérification de $\frac{\dot{a}}{bc} = \frac{\dot{a}}{a}$ on renverse :

}	c , puis a et b	}	et ensuite on essaie de redresser a .
	b , puis a et c		
	a , puis $\left\{ \begin{array}{l} c \text{ et } b \\ b \text{ et } c \end{array} \right.$		

Théoriquement, un seul des quatre essais indiqués au tertio est suffisant, mais en pratique il est préférable de les faire tous; cela est même indispensable dans les cabines où il existe des jeux provenant de l'usure de certains organes.

H) Soit à vérifier le quaternaire $\frac{bcd}{a}$.

On sait que cet enclenchement résulte de l'association des enclenchements élémentaires $bcd = a$; $\frac{cd}{a} = \frac{\dot{a}}{b}$; $\frac{bd}{a} = \frac{\dot{a}}{c}$ et $\frac{bc}{a} = \frac{\dot{a}}{d}$.

Pour la vérification de $bcd = a$, on essaie de renverser a pendant que les trois autres leviers sont en position droite.

Pour la vérification de $\frac{cd}{a} = \dot{b}$, on renverse b , puis a et on essaie de redresser b .

Pour la vérification de $\frac{bd}{a} = \dot{c}$, on renverse c , puis a et on essaie de redresser c .

Pour la vérification de $\frac{bc}{a} = \dot{d}$, on renverse d , puis a et on essaie de redresser d .

Mais il arrive parfois que les leviers b , c et d sont reliés deux

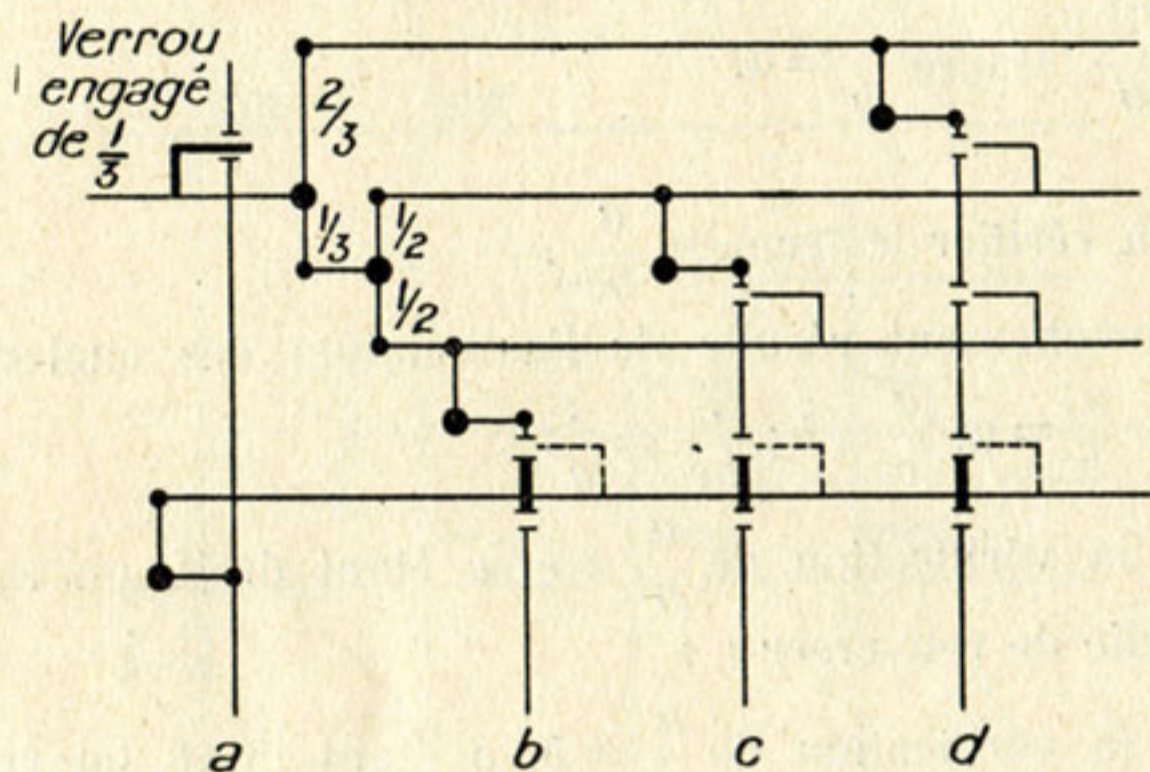


FIG. 196.

à deux par les enclenchements de simultanéité $\frac{\dot{c}}{bc}$, $\frac{\dot{d}}{bd}$ et $\frac{\dot{d}}{cd}$, comme le montre le graphique ci-dessus.

La combinaison de ces binaires avec le quaternaire $\frac{bcd}{a}$ donne les trois indirects de mouvement $\frac{(b)}{a}$, $\frac{(c)}{a}$ et $\frac{(d)}{a}$, comme il est facile de s'en rendre compte par l'application de la première règle de composition des enclenchements : $\frac{bcd}{a} \times \frac{\dot{c}}{bc} \equiv \frac{d}{a} (b)$ et $\frac{d}{a} (c)$

$$\frac{bcd}{a} \times \frac{\dot{d}}{bd} \equiv \frac{c}{a} (b) \text{ et } \frac{c}{a} (d); \quad \frac{d}{a} (b) \times \frac{\dot{d}}{bd} \equiv \frac{(b)}{a};$$

$$\frac{d}{a} (c) \times \frac{\dot{d}}{cd} \equiv \frac{(c)}{a}; \quad \frac{c}{a} (d) \times \frac{\dot{d}}{cd} \equiv \frac{(d)}{a}.$$

Il en résulte que lorsque a est renversé, il immobilise b , c et d dans l'une et l'autre de leurs deux positions.

Il semble que l'existence de ces trois binaires indirects s'oppose à la vérification des trois enclenchements élémentaires $\frac{cd}{a} = \dot{b}$, $\frac{bd}{a} = \dot{c}$ et $\frac{bc}{a} = \dot{d}$, et que, par suite, il soit nécessaire de supprimer momentanément les trois taquets matérialisant les enclenchements de simultanéité \dot{bc} , \dot{bd} et \dot{cd} qui engendrent ces indirects.

En réalité, il n'en est rien, car la défaillance de l'un des enclenchements élémentaires $\frac{cd}{a} = \dot{b}$, $\frac{bd}{a} = \dot{c}$ et $\frac{bc}{a} = \dot{d}$ entraînerait celle de l'indirect $\frac{(b)}{a}$ ou $\frac{(c)}{a}$ ou $\frac{(d)}{a}$ correspondant.

De même, la défaillance de l'un des binaires \dot{bc} , \dot{bd} et \dot{cd} entraînerait celle de deux des indirects dont il s'agit.

En conséquence, si, après avoir renversé a , on constate l'impossibilité de redresser celui des leviers b , c et d qu'il a bien fallu renverser pour libérer le levier a , on peut être assuré de l'efficacité de l'enclenchement élémentaire correspondant.

1) Soit à vérifier le quaternaire $\frac{ab}{cd}$.

Cet enclenchement résulte de l'association des enclenchements élémentaires $\frac{ab}{c} = d$; $\frac{ab}{d} = c$; $\frac{a}{cd} = \dot{b}$ et $\frac{b}{cd} = \dot{a}$.

La vérification des deux premiers n'offre aucune difficulté; celle des deux derniers exige plus de précautions, surtout si les organes du poste ont subi quelque usure.

Voici comment on doit procéder pour la vérification de $\frac{a}{cd} = \dot{b}$.

a étant droit,	}	b , puis	{	c et d ,	}	ensuite, on essaie
on renverse				d et c;			de redresser $b$.
		c , puis b et d ;		d , puis b et c ;		

Pour la vérification de $\frac{b}{cd} = \frac{\dot{a}}{a}$, on opère comme il suit :

b étant droit,
on renverse

$$\left\{ \begin{array}{l} a, \text{ puis } \left\{ \begin{array}{l} c \text{ et } d, \\ d \text{ et } c; \end{array} \right. \\ c, \text{ puis } a \text{ et } d; \\ d, \text{ puis } a \text{ et } c; \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{et on essaie} \\ \text{de redresser } a. \end{array}$$

J) Voici quelques-uns des enclenchements de la gare de X..., parmi lesquels figurent les six conditionnels ci-après :

$$J^1) \frac{\dot{a}}{aeg} ; \quad J^2) \frac{(d)}{ag} ; \quad J^3) \frac{\dot{a}}{acg} ;$$

$$J^4) \frac{g}{af} ; \quad J^5) \frac{g(e)}{a} ; \quad J^6) \frac{(d)}{ae} .$$

On constate immédiatement que :

$$\frac{\dot{a}}{aeg} \text{ et } \frac{g}{a} (e) \text{ se combinent en donnant } \frac{(e)}{a}$$

et que : $\frac{\dot{a}}{aeg}$ et $\frac{g}{af}$ se combinent en donnant $\frac{\dot{a}}{aef}$.

Il s'agit de vérifier l'efficacité des six ternaires désignés ci-dessus :

J¹) Soit à vérifier le ternaire $\frac{\dot{a}}{aeg}$; on sait qu'il est formé des enclenchements élémentaires $\frac{\dot{a}}{ae} = g$; $\frac{\dot{a}}{eg} = a$ et $\frac{\dot{a}}{ag} = e$.

Avant tout, il faut éliminer les enclenchements susceptibles d'immobiliser intempestivement les leviers a , e et g . A cet effet, il y a lieu : 1° de maintenir en position droite les leviers c et f pour s'affranchir des enclenchements $\frac{\dot{a}}{acg}$ et $\frac{g}{af}$; 2° de démonter le taquet matérialisant l'enclenchement $\frac{(g)}{a}$.

On pourrait croire qu'il est nécessaire de démonter le taquet matérialisant le conditionnel $\frac{g(e)}{a}$ qui engendre l'indirect $\frac{(e)}{a}$ afin de ne pas immobiliser intempestivement le levier e droit et renversé par le renversement de a . En réalité, ce démontage est

inutile, car lorsque g et a sont renversés, le ternaire $\frac{g}{a}(e)$ est sans action sur le levier e et, par conséquent, il ne peut pas gêner la vérification de l'enclenchement élémentaire $\frac{\dot{a}}{ag} = e$. Donc si, après

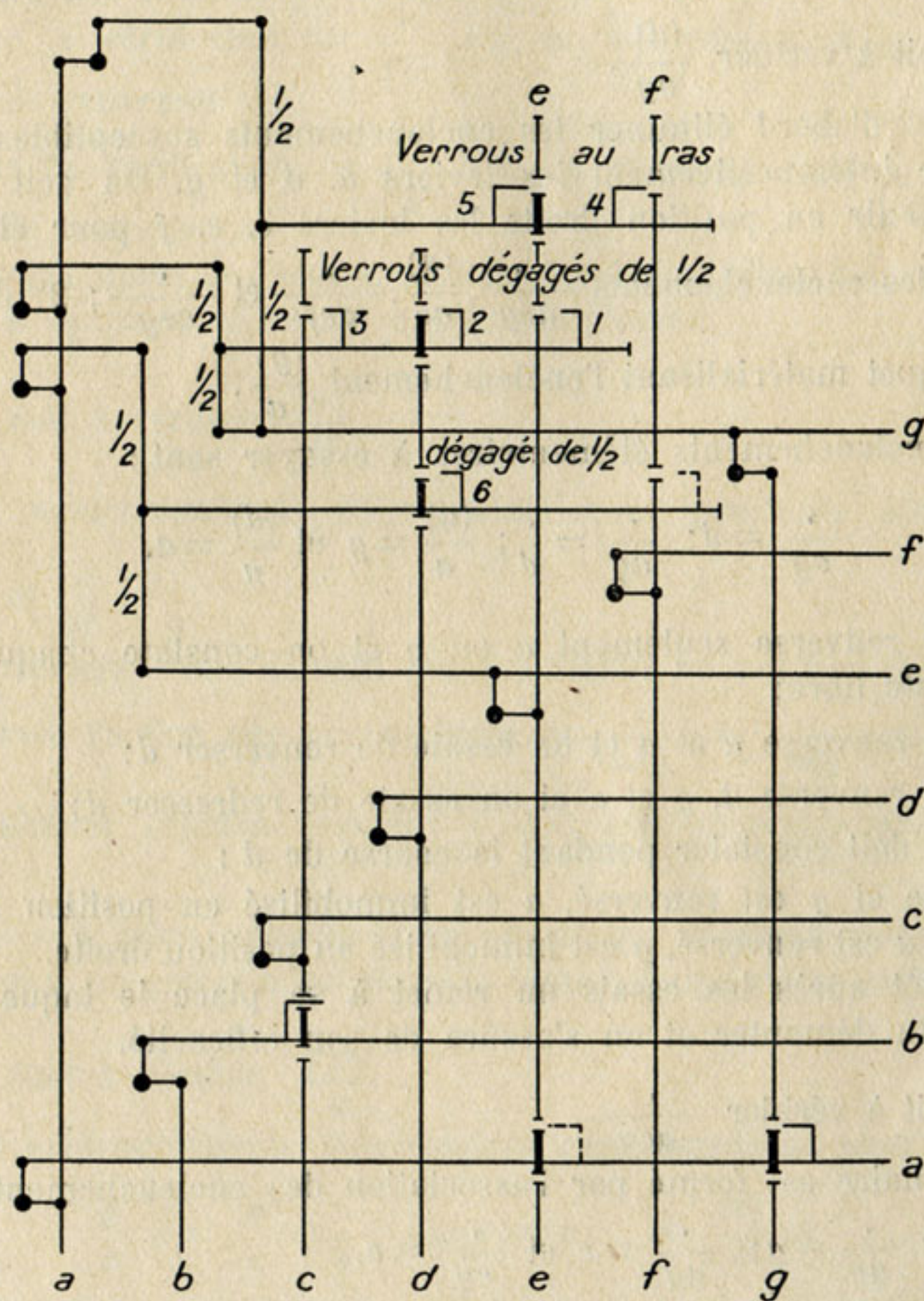


FIG. 197.

le renversement de a et g , on constate que e ne peut pas être renversé, on peut être sûr de l'efficacité de l'enclenchement élémentaire $\frac{\dot{a}}{ag} = e$. Pour la vérification de $\frac{\dot{a}}{ae} = g$, on renverse e et a , puis on essaie de renverser g .

Pour la vérification de $\frac{\dot{\cdot}}{eg} = a$, on renverse e et g , puis on essaie de renverser a .

Aussitôt après les essais, on remet à sa place le taquet qu'il avait fallu démonter et on vérifie expérimentalement son efficacité.

J²) Soit à vérifier $\frac{(d)}{ag}$.

Il faut d'abord éliminer les enclenchements susceptibles d'immobiliser intempestivement les leviers a , d et g . On doit donc : 1° maintenir en position droite les leviers c , e , f pour éliminer l'action des enclenchements $\frac{\dot{\cdot}}{acg}$, $\frac{(d)}{ae}$, $\frac{\dot{\cdot}}{aef}$ et $\frac{\dot{\cdot}}{aeg}$; 2° démonter le taquet matérialisant l'enclenchement $\frac{(g)}{a}$.

Les enclenchements élémentaires à essayer sont :

$$\frac{\dot{\cdot}}{ag} = d; \quad \frac{\dot{\cdot}}{ag} = \frac{\dot{\cdot}}{d}; \quad \frac{(d)}{a} = g \text{ et } \frac{(d)}{g} = a.$$

1° On renverse seulement a ou g et on constate chaque fois que d reste libre;

2° On renverse g et a et on essaie de renverser d ;

3° On renverse d , g et a et on essaie de redresser d ;

4° On doit constater pendant la course de d :

a) Que si g est renversé, a est immobilisé en position droite;

b) que si a est renversé, g est immobilisé en position droite.

Aussitôt après les essais on remet à sa place le taquet qu'il avait fallu démonter et on s'assure de son efficacité.

J³) Soit à vérifier $\frac{\dot{\cdot}}{acg}$.

Ce ternaire est formé par l'association des enclenchements élémentaires $\frac{\dot{\cdot}}{ac} = g$; $\frac{\dot{\cdot}}{ag} = c$ et $\frac{\dot{\cdot}}{cg} = a$.

Il faut d'abord faire en sorte que les trois leviers intéressés ne soient pas immobilisés intempestivement. A cet effet, il faut :

1° Renverser le levier b pour s'affranchir de l'enclenchement $b(c)$;

2° Maintenir en position droite les leviers e et f pour éliminer les enclenchements $\frac{\dot{\cdot}}{aeg}$ et $\frac{\dot{\cdot}}{aef}$;

3° Démonter le taquet qui matérialise l'enclenchement $\frac{(g)}{a}$.

Pour la vérification de $\frac{\dot{\cdot}}{ac} = g$, on renverse a et c , puis on essaie de renverser g .

Pour la vérification de $\frac{\dot{\cdot}}{ag} = c$, on renverse a et g , puis on essaie de renverser c .

Pour la vérification de $\frac{\dot{\cdot}}{cg} = a$, on renverse c et g , puis on essaie de renverser a .

Aussitôt après les essais, le taquet ôté momentanément doit être remis à sa place et vérifié expérimentalement.

J⁴) Soit à vérifier $\frac{g}{af}$.

Les enclenchements élémentaires correspondants sont $\frac{g}{a} = f$, $\frac{g}{f} = a$ et $\frac{\dot{\cdot}}{af} = \frac{\dot{\cdot}}{g}$.

Les leviers c et e doivent être maintenus en position droite pour supprimer l'action des enclenchements $\frac{\dot{\cdot}}{acg}$ et $\frac{\dot{\cdot}}{aeg}$ et le taquet matérialisant l'enclenchement $\frac{(g)}{a}$ doit être momentanément supprimé.

On peut alors procéder aux essais qui n'offrent aucune difficulté, puis on remet à sa place le taquet supprimé et on le vérifie.

J⁵) Soit à vérifier $\frac{g(e)}{a}$.

Les enclenchements élémentaires correspondants sont :

$$\frac{g}{a} = e; \quad \frac{g}{a} = \frac{\dot{\cdot}}{e}; \quad g(e) = a; \quad \text{et} \quad \frac{(e)}{a} = \frac{\dot{\cdot}}{g}.$$

Afin de ne pas immobiliser intempestivement les leviers à manipuler, il est nécessaire : 1° de maintenir en position droite, les leviers c et f ; 2° de démonter momentanément le taquet qui matérialise l'enclenchement $\frac{(g)}{a}$; 3° de démonter momentanément le

taquet matérialisant le ternaire $\frac{\dot{\cdot}}{aeg}$.

Alors, si e est immobilisé droit et renversé lorsque g est droit et a renversé, on a la certitude de l'efficacité des enclenchements élémentaires $\frac{g}{a} = e$ et $\frac{g}{a} = \dot{e}$.

On doit constater que, pendant la course de e , a est immobilisé en position droite si g est droit et que g est immobilisé en position renversée si a est renversé.

Après les essais, on remet à leur place les taquets supprimés et on les vérifie expérimentalement.

J⁶) Soit à vérifier $\frac{(d)}{ae}$.

Les enclenchements élémentaires correspondants sont :

$$\frac{\dot{e}}{ae} = d; \quad \frac{\dot{e}}{ae} = \dot{d}; \quad \frac{(d)}{a} = e \text{ et } \frac{(d)}{e} = a.$$

Avant d'entreprendre les essais, il faut éliminer les enclenchements susceptibles d'immobiliser intempestivement les leviers a , d et e . A cet effet, il est nécessaire de maintenir en position droite les leviers c , f et g pour s'affranchir des enclenchements $\frac{\dot{e}}{acg}$, $\frac{\dot{e}}{aeg}$, $\frac{(d)}{ag}$ et $\frac{g}{af}$. Mais il est inutile de démonter le taquet matérialisant le ternaire $\frac{g}{a}$ (e), car lorsque g est droit, ce conditionnel est sans action sur le levier e . Donc, si e est immobilisé en position droite pendant la course de d , lorsque a est renversé, on a la certitude de l'efficacité de l'enclenchement élémentaire $\frac{(d)}{a} = e$.

Pour la vérification de $\frac{\dot{e}}{ae} = d$, on renverse e et a , puis on essaie de renverser d .

Pour la vérification de $\frac{\dot{e}}{ae} = \dot{d}$, on renverse d , e et a , puis on essaie de redresser d .

Enfin, on doit constater que, pendant la course de d , le levier a est enclenché en position droite si e est renversé.

K) Soit à vérifier $\frac{\dot{c}}{abc}$ lorsque les leviers b et c sont reliés par l'enclenchement $\frac{(c)}{b}$ (fig. 198).

On sait que le ternaire $\frac{\cdot}{abc}$ résulte de l'association des trois enclenchements élémentaires $\frac{\cdot}{ab} = c$, $\frac{\cdot}{ac} = b$ et $\frac{\cdot}{bc} = a$.

Or, l'enclenchement élémentaire $\frac{\cdot}{ab} = c$ est rendu invérifiable par le binaire $\frac{(c)}{b}$ qui immobilise c droit et renversé lorsque b est

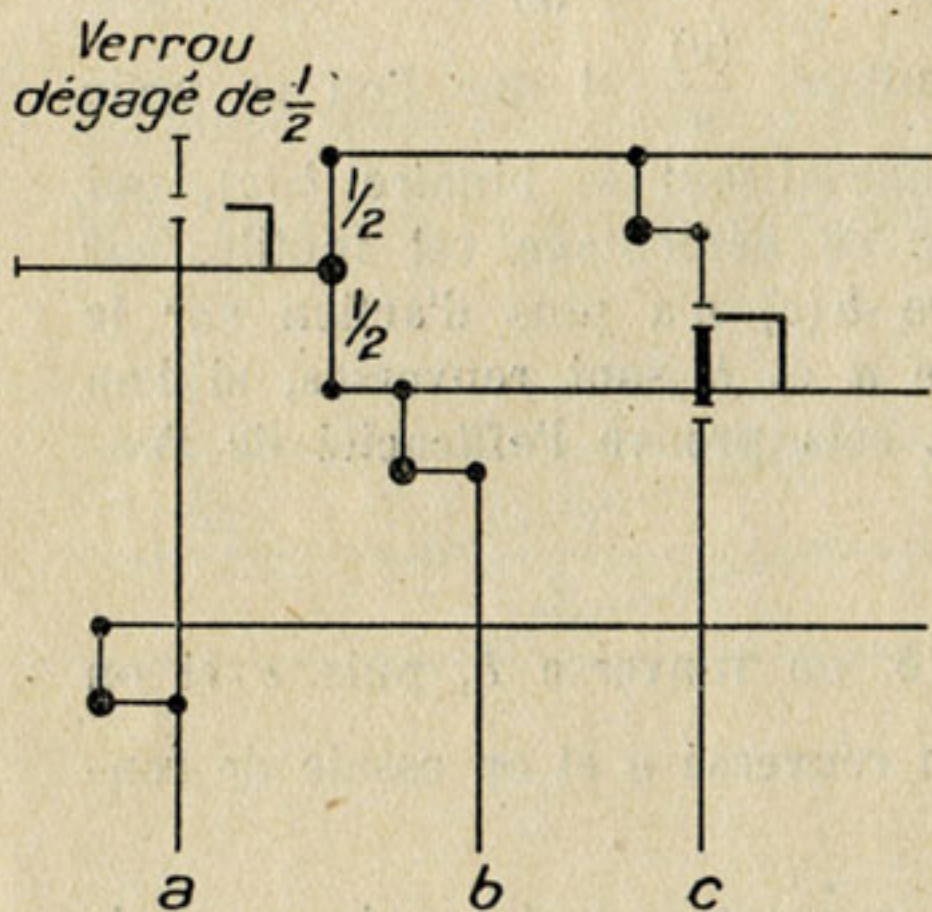


FIG. 198.

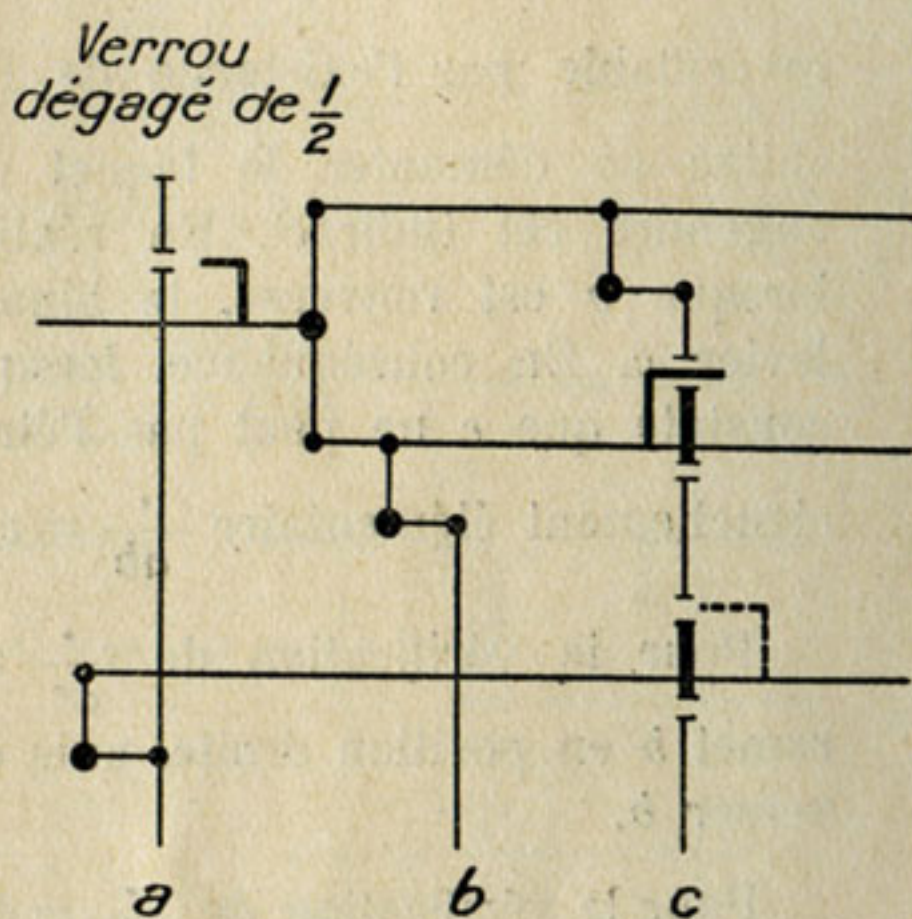


FIG. 199.

renversé, même si a est maintenu en position droite. Il est donc indispensable de démonter ce binaire avant d'entreprendre les essais.

La vérification du ternaire $\frac{\cdot}{abc}$ se fait alors sans difficulté, dans les conditions indiquées précédemment. Ensuite, on remet à sa place le taquet momentanément ôté, puis on s'assure de son efficacité.

L) Soit à vérifier $\frac{\cdot}{abc}$, lorsque les leviers b et c sont reliés par l'enclenchement $b(c)$ qui se combine avec le premier pour donner l'indirect $\frac{(c)}{a}$ (fig. 199).

On a, en effet :

$$\frac{\dot{\cdot}}{abc} \times b(c) \equiv \frac{(c)}{a}.$$

Le ternaire $\frac{\dot{\cdot}}{abc}$ comporte les enclenchements élémentaires

$$\frac{\dot{\cdot}}{ab} = c, \quad \frac{\dot{\cdot}}{ac} = b \text{ et } \frac{\dot{\cdot}}{bc} = a.$$

Il semble que l'enclenchement élémentaire $\frac{\dot{\cdot}}{ab} = c$ soit rendu invérifiable par l'existence de l'indirect $\frac{(c)}{a}$ et que l'on se croie obligé de démonter le taquet matérialisant le binaire $b(c)$, qui engendre cet indirect. En réalité, ce démontage est inutile, car lorsque b est renversé, le binaire $b(c)$ n'a plus d'action sur le levier c . En conséquence, lorsque a et b sont renversés, si l'on constate que c ne peut pas l'être, cela prouve l'efficacité de l'enclenchement élémentaire $\frac{\dot{\cdot}}{ab} = c$.

Pour la vérification de $\frac{\dot{\cdot}}{ac} = b$, on renverse b , puis c et on remet b en position droite, puis on renverse a et on essaie de renverser b .

Pour la vérification de $\frac{\dot{\cdot}}{bc} = a$, on renverse b et c , puis on essaie de renverser a .

M) Soit à vérifier $\frac{\dot{\cdot}}{abc}$ lorsque le levier c est relié aux leviers a

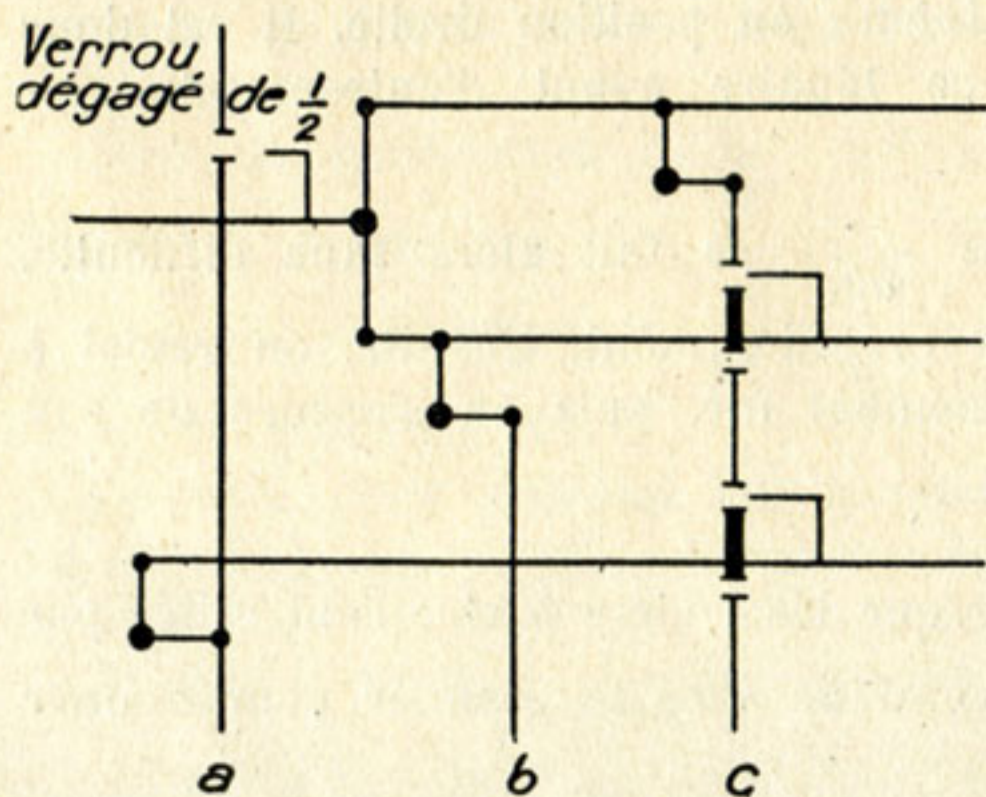


FIG. 200.

et b par les binaires $\frac{(c)}{a}$ et $\frac{(c)}{b}$ (fig. 200).

La vérification des enclenchements élémentaires $\frac{\dot{\cdot}}{ac} = b$ et $\frac{\dot{\cdot}}{bc} = a$ ne soulève aucune difficulté.

Celle de $\frac{\dot{\cdot}}{ab} = c$ n'est possible que si on démonte les deux binaires.

N) Soit à vérifier $\frac{c}{ab}$, lorsque les leviers a et c sont reliés par le binaire de mouvement $\frac{(c)}{a}$ (fig. 201).

Le ternaire $\frac{c}{ab}$ comporte les enclenchements élémentaires $\frac{\dot{a}}{ab} = \frac{\dot{c}}{c}$, $\frac{c}{a} = b$ et $\frac{c}{b} = a$.

Pour la vérification de $\frac{\dot{a}}{ab} = \frac{\dot{c}}{c}$, il est nécessaire de démonter le taquet matérialisant le binaire $\frac{(c)}{a}$, afin de rendre c indépendant de a . Ceci fait, on renverse successivement c , a et b , puis on essaie

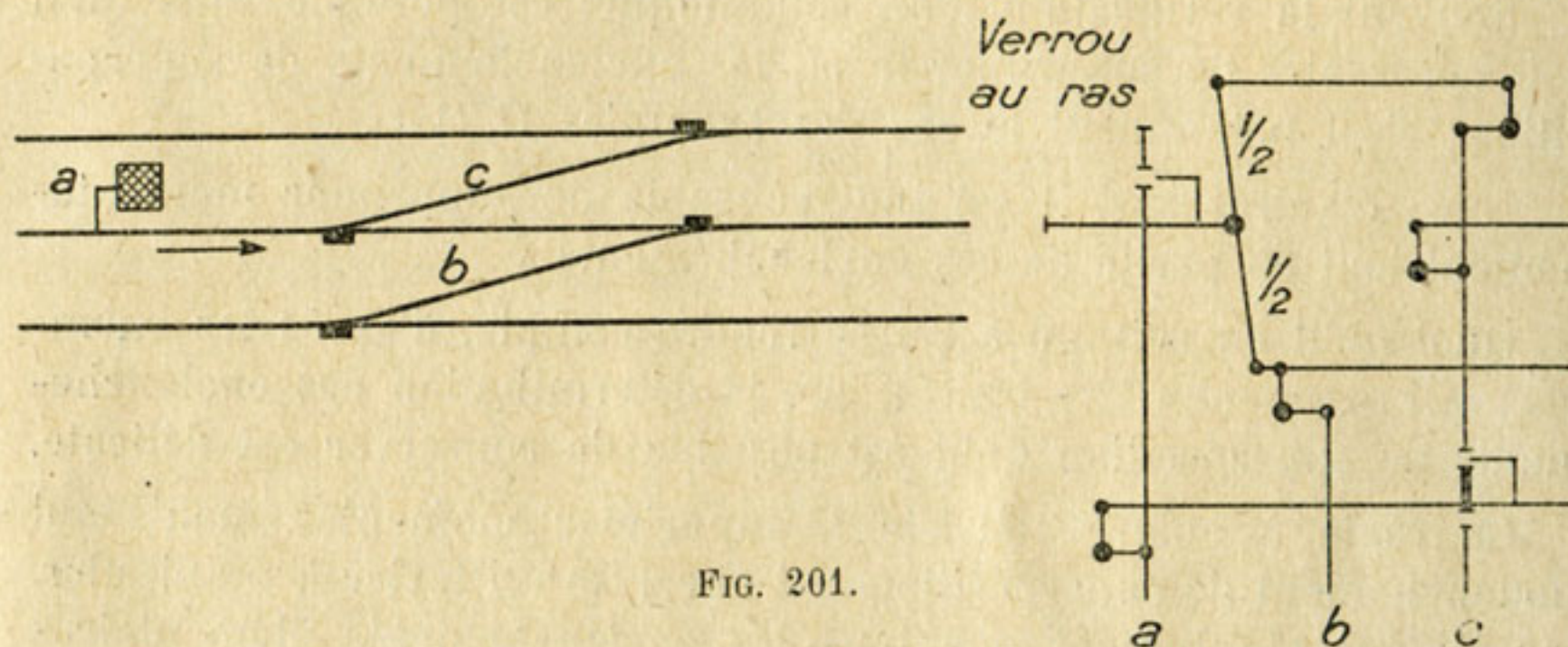


FIG. 201.

de redresser c . Ensuite, on remet en place le taquet momentanément supprimé et on le vérifie.

Pour la vérification de $\frac{c}{a} = b$, on renverse a , puis on essaie de renverser b .

Pour la vérification de $\frac{c}{b} = a$, on renverse b , puis on essaie de renverser a .

Résumé. — La vérification expérimentale des enclenchements a une importance capitale; aussi n'est-il pas inutile de résumer les notions précédentes.

Toute vérification d'enclenchements consiste à s'assurer de leur efficacité; pour cela, il faut essayer de les mettre en défaut, c'est-à-dire essayer de former les combinaisons qu'ils doivent interdire,

en vérifiant, pour chaque enclenchement, chacun des enclenchements élémentaires qui dérivent de la formule d'incompatibilité correspondante.

Tous les leviers reliés par un enclenchement à vérifier doivent être libérés des enclenchements directs ou indirects qui les relient à d'autres leviers, de façon qu'ils ne soient pas immobilisés intempestivement. L'observation de cette règle ne soulève aucune difficulté.

Il n'en est pas de même lorsque, en plus de l'enclenchement à vérifier, un ou plusieurs autres enclenchements existent entre tous les leviers reliés par l'enclenchement à vérifier ou entre quelques-uns d'entre eux; pour simplifier le langage, nous désignerons ces enclenchements sous le nom d'*enclenchements de superposition*.

Souvent la vérification d'un conditionnel est possible sans qu'il soit nécessaire de supprimer le ou les enclenchements de superposition; c'est notamment le cas des exemples H et L.

Dans d'autres cas, il est indispensable de supprimer momentanément tout ou partie de ces enclenchements.

Quoi qu'il en soit, on a pu se rendre compte, d'après les exemples qui viennent d'être traités, que la détermination des enclenchements de superposition qu'il est possible de conserver est délicate.

La règle à suivre consiste à supprimer momentanément tout enclenchement de superposition qui paralyse un levier à manipuler, car il faut absolument que tous les enclenchements élémentaires composant un enclenchement donné soient vérifiés. Mais il faut avoir bien soin de remonter immédiatement les taquets supprimés et de s'assurer que les enclenchements qu'ils doivent matérialiser ne sont pas défaillants.

Les enclenchements indirects ne doivent pas être vérifiés: ce serait une superfétation, puisqu'ils dérivent d'enclenchements directs.

La conclusion de cette étude est que la vérification des enclenchements conditionnels est parfois *une opération compliquée qu'il faut s'interdire d'improviser*. On doit la préparer minutieusement à l'avance en dressant la liste de tous les enclenchements élémentaires à essayer et, s'il y a lieu, celle des organes à démonter momentanément.

La vérification du tableau des passages ne donne *aucune garantie* sur l'efficacité des enclenchements.

14. Postes à leviers d'itinéraires. — Avant d'exposer les règles à suivre pour la vérification des postes à leviers d'itinéraires, il est indispensable de rappeler sommairement comment ils sont constitués.

On sait qu'un levier d'itinéraire commande tous les signaux et aiguilles correspondant à un mouvement déterminé; un tel levier agit donc : 1° sur les aiguilles qui doivent être abordées par la pointe ou par le talon, afin de les placer dans la position voulue et les verrouiller; 2° sur les aiguilles de protection et les taquets d'arrêt, ainsi que sur les signaux destinés à empêcher une convergence, un cisaillement ou un mouvement de nez à nez; 3° sur les signaux (carré, signal d'avertissement, signal de ralentissement, indicateur de direction) dont l'ouverture est nécessaire pour autoriser le mouvement.

Un poste à leviers d'itinéraires comporte autant de leviers qu'il y a d'itinéraires distincts. Lorsqu'un itinéraire peut être parcouru dans les deux sens, on dit qu'il est réversible; le levier correspondant peut être manœuvré dans deux sens opposés, à partir de sa position normale ou cran neutre.

Les postes à leviers d'itinéraires *ne possèdent pas de table d'enclenchements.*

Le projet d'établissement d'un poste à leviers d'itinéraires ne comporte donc *aucune étude d'enclenchements*; on se borne à dresser le tableau des passages qui indique, pour chaque mouvement, la position à donner aux aiguilles situées sur le parcours à effectuer et aux aiguilles de protection.

Chaque aiguille ou groupe d'aiguilles est commandé par un organe (balancier, plan ou barre d'aiguille) actionné dans le sens voulu par un levier d'itinéraire et calé d'une façon invariable par ce levier à partir d'un point bien déterminé de sa course.

Il en résulte qu'il est impossible de former tout autre itinéraire qui tendrait à inverser la position d'une aiguille déjà commandée par le renversement d'un levier d'itinéraire.

Deux itinéraires ayant leurs gabarits indépendants sont compatibles, c'est-à-dire simultanément possibles lorsque les aiguilles qui déterminent la formation et la protection de l'un d'eux sont distinctes de celles qui déterminent la formation et la protection de l'autre, ou encore lorsqu'une ou plusieurs aiguilles assurant la protection de l'un des itinéraires conservent la même position pour déterminer la formation ou la protection de l'autre.

Deux itinéraires dont les gabarits se pénètrent ou sont tangents

sont incompatibles. Ceci se produit lorsqu'ils sont de sens opposés sur un même parcours ou lorsqu'ils ont une ou plusieurs aiguilles communes, dont l'une occupe dans l'un des itinéraires une position inverse de celle qu'elle occupe dans l'autre ou encore lorsque ces itinéraires aboutissent à une traversée oblique ou rectangulaire.

Il résulte de ceci qu'il est inutile d'enclencher entre eux les leviers des itinéraires incompatibles, car ils le sont indirectement par l'intermédiaire des aiguilles qu'ils commandent; lorsque l'un d'eux a été manœuvré pour permettre l'exécution d'un mouvement, tous les autres leviers correspondant à des itinéraires incompatibles avec ce mouvement sont immobilisés dans leur position neutre ou normale.

a) *Vérification mécanique*

La vérification d'un poste à leviers d'itinéraires comprend deux sortes d'opérations : les unes mécaniques, les autres électriques.

La vérification mécanique du combinateur (qui est l'organe principal du poste, c'est-à-dire celui sur lequel sont rassemblés tous les leviers d'itinéraires) consiste à renverser à tour de rôle tous les leviers d'itinéraires et à s'assurer, pour chacun d'eux, que la position droite ou gauche de l'organe de commande de chaque aiguille ou groupe d'aiguilles sur lequel ce levier doit agir est bien celle indiquée par le tableau des passages.

On procède ensuite à une contre-épreuve ayant pour objet la détermination des itinéraires compatibles et incompatibles. Pour cela, on renverse le levier n° 1 du poste et on agit successivement sur tous les autres leviers; ceux qui sont libres sont ceux qui correspondent aux itinéraires compatibles avec celui du levier renversé; ceux qui sont immobilisés sont ceux qui correspondent aux itinéraires incompatibles.

Ceci fait, on ramène le levier n° 1 dans sa position normale, on renverse le levier n° 2 et on recommence à agir sur tous les autres leviers du poste, et ainsi de suite.

Bien entendu, cette contre-épreuve n'a de valeur qu'autant qu'on a dressé à l'avance un tableau indiquant pour chaque itinéraire la liste des itinéraires incompatibles avec lui. S'il y a accord complet entre les résultats de la contre-épreuve et les indications du tableau des incompatibilités, on peut être certain que deux itinéraires incompatibles ne peuvent pas être donnés en même temps.

b) *Vérification électrique*

La vérification électrique des postes à leviers d'itinéraires comprend des opérations à faire en cabine et en campagne. Ces opérations varient d'un poste à l'autre, parce que les installations sont réalisées différemment par les constructeurs ou parce que les programmes de signalisation comportent des différences plus ou moins importantes. Il n'est donc pas possible d'en indiquer le détail; c'est pourquoi on s'en tiendra ici à quelques principes généraux valables pour tous les postes.

Il existe dans chaque poste à leviers d'itinéraires un tableau de contrôle dont les indications sont données par de petites lampes de couleurs variées afin de faire connaître aux aiguilleurs l'occupation ou la libération des zones isolées de protection des aiguilles et des zones de transit, la pénétration d'une circulation sur une zone d'approche, la position et le verrouillage des aiguilles, la fermeture des signaux, etc.

Pour la vérification de ce tableau il faut s'assurer : 1° que chaque lampe de contrôle n'est en relation qu'avec le seul appareil qu'elle est censée représenter; 2° que l'indication qu'elle donne concorde avec la situation réelle de cet appareil : aiguille droite ou gauche, signal ouvert ou fermé, zone isolée libre ou occupée, etc.

La vérification de l'enclenchement d'un levier d'itinéraire par l'occupation des zones isolées consiste à s'assurer : 1° que ce levier est immobilisé par l'occupation de chacune des zones isolées de l'itinéraire; 2° qu'il ne peut pas être indûment immobilisé par des zones non comprises dans l'itinéraire.

Les principaux autres essais à faire concernent :

1° la commande des aiguilles comprises dans un itinéraire donné. Il faut s'assurer que toutes les aiguilles de l'itinéraire, et celles-là seulement, sont commandées dans la direction voulue par le levier intéressé;

2° le contrôle impératif de constitution d'itinéraire. On doit vérifier que l'ouverture et le maintien à l'ouverture du signal carré autorisant cet itinéraire sont subordonnés au collage dans la direction voulue et, s'il y a lieu, au verrouillage de toutes les aiguilles de l'itinéraire;

3° le contrôle impératif de fermeture du signal carré. On a à s'assurer qu'un levier d'itinéraire ne peut pas être déplacé de la position qui correspond à la commande d'ouverture du signal carré intéressé si l'on n'a pas obtenu en cabine, le contrôle de la fermeture de ce signal.

ERRATA

Page 7, 10^e ligne après le tableau :

Au lieu de : apr

Lire : par

Page 21, avant-dernière ligne :

Au lieu de : Descures

Lire : Descubes

Page 45, 12^e ligne :

Au lieu de : analogues

Lire : analogue

Page 48, 6^e ligne en commençant par le bas :

Au lieu de : enclenchemets

Lire : enclenchements

Page 73, 16^e ligne :

A la suite de : sa position droite

Ajouter : où renversée

Page 79, 8^e ligne en commençant par le bas :

Au lieu de : ci-contre

Lire : ci-après

Page 125, 9^e ligne :

Au lieu de : un levier de signal carré à un levier de verrou d'aiguille
afin

Lire : un levier d'aiguille au levier du verrou de cette aiguille afin

INDEX ALPHABÉTIQUE

A

Autoenclenchement, 108, 112, 113, 114.

B

Bricka (Notation), 21.

C

Complet (Enclenchement), 31, 32.

Conditionnel (Enclenchement), 9, 18, 59, 89, 93, 99, 100, 117, 125, 140, 147, 148, 150, 152, 155, 159, 160, 162, 163, 167 à 169, 176, 177, 179, 186, 192, 196, 202, 206, 210.

Conservation (Enclenchement de), 122, 125, 140.

Continuité (Enclenchement de), 122, 125, 138, 140, 154.

Cossmann (Notation), 2, 16 à 20.

D

Descubes (Notation), 21.

Descubes (Tableau d'incompatibilités), 152, 168.

Descubes (Tableau des passages), 146, 161, 178.

Désengageur, 5, 6, 7, 192, 193, 194.

Diagonale (Position normale à donner aux aiguilles d'une), 126 à 130.

Diagrammes Perrin, 3, 25 à 30, 79, 82, 83, 96, 98, 105, 107, 110, 117.

E

Elémentaires binaires (Fonction et Enumération des enclenchements), 32.

Elémentaires binaires (Matérialisation des enclenchements), 34 à 42.

Elémentaires quaternaires (Matérialisation des enclenchements), 82, 83, 84.

Elémentaires ternaires (Classification des enclenchements), 63.

Elémentaires ternaires (Définition et Enumération des enclenchements), 61, 62, 63.

Elémentaires ternaires (Matérialisation des enclenchements), 64, 65.

Enclenchements (Classification principale des), 9.

Enclenchement (Définitions de l'), 8, 11.

Etablissement d'un tableau d'incompatibilités Perrin, 155 à 160.

G

Graphique de la Compagnie de l'Ouest, 30, 67 à 70, 76, 85 à 89, 99, 100, 110, 113, 124, 129, 132, 139, 145, 162, 165, 166, 170, 172 à 175, 177, 190, 191, 193, 197, 198, 200, 203, 207, 208, 209.

I

Immobilisation des aiguilles en pointe (Enclenchement d'), 122, 123, 142, 143, 144, 155, 170, 171, 172, 176, 179, 193.

Incompatibilité (Définition de l'), 11.

Incompatibilité élémentaire, 32, 33, 44, 48, 61 à 64, 67, 72, 73, 114, 115, 116.

Incompatibilités (Tableau d'), 152, 153, 156, 168.

Indirect (Définition de l'enclenchement), 91.

Indirects (Exemples de recherche des enclenchements), 94 à 107.

Indirects (Règles pour la recherche des enclenchements), 107, 108.

L

Leviers de manœuvre (Positions des), 6, 7.
 Losange Perrin, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 25, 31, 32, 44, 48, 52, 56, 94, 99, 101, 109, 112, 113, 115, 158.

M

Massieu (Tableau d'enclenchements), 151.
 Mouvement (Enclenchements binaires de), 12, 13, 14, 17, 18, 21, 23, 31, 50 à 56, 99 à 101, 109, 110, 112, 117, 118, 124, 125, 140, 155, 172, 173, 176, 179, 184, 185.
 Mouvement (Enclenchements quaternaires de), 81.
 Mouvement (Enclenchements ternaires de), 23, 24, 25, 60, 71 à 75, 100, 102, 103, 188, 189.

N

Notation Bricka, 21.
 Notation Cossmann, 16 à 20.
 Notation Descubes, 21.
 Notation Perrin, 22.

O

Ordre (Enclenchement binaire d'), 12, 17, 21, 48, 91, 94, 99, 100, 123 à 125, 129, 130, 132, 140, 176, 182, 196.
 Ordre (Enclenchement conditionnel d'), 125.

P

Parallépipède Perrin, 27, 61, 64, 65, 68, 71, 95, 96, 97, 102, 103, 105, 113, 115, 116, 186.
 Passages (Tableau des), 122, 138, 139, 146, 161, 178.
 Pendant la course (Enclenchements binaires), 31, 33, 44, 52, 56.
 Pendant la course (Enclenchements quaternaires), 81, 84.
 Pendant la course (Enclenchements ternaires), 60, 63, 73, 74, 75.
 Perrin (Diagrammes), 3, 25 à 30, 79, 82, 83, 96, 98, 105, 107, 110, 117.
 Perrin (Losange), 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 25, 31, 32, 44, 48, 52, 56, 94, 99, 101, 109, 112, 113, 115, 158.

Perrin (Notation), 22.
 Perrin (Parallépipède), 27, 61, 64, 65, 68, 71, 95, 96, 97, 102, 103, 105, 113, 115, 116, 186.
 Perrin (Tableau d'incompatibilités), 153, 155, 156, 168.
 P.L.M. (Tableau d'enclenchements), 147, 149.
 Position (Enclenchements binaires de), 3, 12.
 Position (Enclenchements quaternaires de), 80, 81.
 Position (Enclenchements ternaires de), 60, 65 à 71.
 Protection d'itinéraire (Enclenchement de), 122, 123, 127, 134 à 136, 138, 139, 142 à 144, 154, 155, 172, 176.

Q

Quaternaires (Enclenchements), 18, 79 à 86.
 Quinaires (Enclenchements), 87, 88, 89.

R

Réciproques (Enclenchements), 1, 2.
 Rétablissement de l'intégrité d'un conditionnel défaillant, 117, 118.

S

Saxby (Enclenchements binaires du type), 46, 50, 53, 57.
 Saxby (Tableau d'enclenchements), 148.
 Serrures Bouré (Enclenchements réalisés par), 180 à 191.
 Signaux (Position normale des), 6.
 Simultanéité (Enclenchement binaire de), 12, 16, 21, 44, 74, 91, 94, 100, 123, 124, 128, 183, 196, 197, 200, 201.
 Stevens (Enclenchements binaires du type), 46, 49, 54, 57.
 Stevens (Enclenchements conditionnels du type), 89, 90.
 Superposition (Enclenchements de), 210.

T

Tableau d'enclenchements Massieu, 151.
 Tableau d'enclenchements P.L.M., 147, 149.

- Tableau d'enclenchements Saxby, 148.
- Tableau d'incompatibilités Descubes, 152, 168.
- Tableau d'incompatibilités Perrin, 153, 155, 156, 168.
- Tableau des passages, 122, 138, 139, 146, 161, 178.
- Talonnage (Enclenchement de), 122, 123, 127 à 134, 138, 142 à 144, 154, 155, 163, 169, 172, 174 à 176, 189.
- Transformation d'une formule d'enclenchement élémentaire, 24.
- Transformation d'une formule d'incompatibilité, 22, 23, 24, 33, 34.
- Transmetteur de clé, 182, 183, 184, 190, 191.
- Traversée-jonction double (Position normale à donner aux aiguilles d'une), 132 à 136.
- Traversée-jonction simple (Position normale à donner aux aiguilles d'une), 131, 132.

V

- Vérification expérimentale des enclenchements, 195 à 213.
- Verrouillage (Enclenchement de), 122, 124, 125, 142, 143, 144.
- Vignier (Enclenchements binaires du type), 45, 49, 53, 56.
- Vignier (Enclenchements conditionnels du type), 68 à 71, 76, 85 à 89, 100, 162, 170, 172, 175, 200, 203, 207 à 209.

TABLE DES MATIÈRES

AVERTISSEMENT	1
---------------------	---

PREMIERE PARTIE. — THEORIE DES ENCLENCHEMENTS

CHAPITRE PREMIER. — Principes relatifs à la manœuvre des signaux et des aiguilles

1. Définitions	5
2. Position normale des appareils.....	5
3. Correspondance entre la position d'un levier et celle de l'appareil manœuvré	6
4. Positions possibles de l'ensemble des leviers d'un poste.....	7

CHAPITRE II. — Enclenchements

5. Historique	8
6. Classification principale des enclenchements.....	9
7. Combinaisons de positions de deux leviers indépendants.....	9
8. Losange de Perrin	9
9. Exemples d'application des enclenchements binaires.....	10
10. Incompatibilité	11
11. Enclenchement binaire de simultanéité.....	12
12. Enclenchement d'ordre	12
13. Enclenchements binaires de mouvement.....	12
14. Enclenchement de mouvement renversé.....	13
15. Enclenchement de mouvement droit.....	14

CHAPITRE III. — Notation des enclenchements

16. Notation Cossmann	16
17. Enclenchement de simultanéité	16
18. Enclenchement d'ordre	17
19. Enclenchement de mouvement droit.....	17
20. Enclenchement de mouvement renversé.....	18

21. Enclenchement conditionnel ternaire	18
22. Enclenchement conditionnel quaternaire	18
23. Nombre d'énoncés d'un enclenchement dans la notation Cossmann.	20
24. Critique de la notation Cossmann.....	20
25. Notation Bricka	21
26. Notation Descubes	21
27. Notation Perrin	22
28. Transformations d'une formule d'incompatibilité.....	22
29. Transformation d'une formule d'enclenchement élémentaire....	24
30. Diagrammes Perrin	25
31. Combinaisons des positions possibles d'un groupe de n leviers..	25
32. Diagramme Perrin pour trois leviers.....	26
33. Diagramme Perrin pour quatre et cinq leviers.....	27
34. Graphique de la Compagnie de l'Ouest.....	30

CHAPITRE IV. — Réalisation des enclenchements binaires

35. Préambule	31
36. Énumération des enclenchements binaires élémentaires.....	32
37. Transformation d'une formule d'incompatibilité élémentaire en équation d'enclenchement	33
38. Interdiction du passage de la combinaison 1 à la combinaison 2 $[ab(a)]$	34
39. Interdiction du passage de la combinaison 2 à la combinaison 1 $\left[\frac{b}{a}(a)\right]$	36
40. Interdiction du passage de la combinaison 2 à la combinaison 3 $\left[\frac{b}{a}(b)\right]$	37
41. Interdiction du passage de la combinaison 3 à la combinaison 2 $\left[\frac{\dot{b}}{ab}(b)\right]$	38
42. Interdiction du passage de la combinaison 3 à la combinaison 4 $\left[\frac{\dot{b}}{ab}(a)\right]$	39
43. Interdiction du passage de la combinaison 4 à la combinaison 3 $\left[\frac{a}{b}(a)\right]$	40
44. Interdiction du passage de la combinaison 4 à la combinaison 1 $\left[\frac{a}{b}(b)\right]$	41
45. Interdiction du passage de la combinaison 1 à la combinaison 4 $[ab(b)]$	42

46. Exemple de matérialisation d'enclenchements binaires.....	42
47. Exemples de matérialisation de l'enclenchement de simultanéité.	44
48. Exemples de matérialisation de l'enclenchement d'ordre.....	48
49. Énumération des enclenchements de mouvement.....	50
50. Exemples de matérialisation de l'enclenchement de mouvement droit	52
51. Exemples de matérialisation de l'enclenchement de mouvement renversé	56

CHAPITRE V. — Réalisation des enclenchements conditionnels

52. Rappel	59
53. Enclenchements ternaires	59
54. Classification des enclenchements ternaires.....	60
55. Énumération des enclenchements ternaires.....	61
56. Classification des incompatibilités élémentaires.....	63
57. Matérialisation des incompatibilités élémentaires.....	64
58. Enclenchements ternaires de position. Matérialisation de l'incompatibilité $\left[\frac{ab}{c} \right]$	65
59. Enclenchements ternaires de position. Matérialisation de l'incompatibilité $\left[\frac{a}{bc} \right]$	68
60. Enclenchements ternaires de position. Matérialisation de l'incompatibilité $\left[\frac{\cdot}{abc} \right]$	71
61. Enclenchements ternaires de mouvement.....	71
62. Matérialisation de l'incompatibilité $[ab(c)]$	73
63. Matérialisation de l'incompatibilité $\left[\frac{a}{b}(c) \right]$	74
64. Matérialisation de l'incompatibilité $\left[\frac{\cdot}{ab}(c) \right]$	74
65. Matérialisation des incompatibilités de mouvement dans le système Vignier	75
66. Exemple d'application d'enclenchements ternaires élémentaires.	75
67. Enclenchements quaternaires	79
68. Enclenchements quinaires	87
69. Réalisation mécanique des conditionnels.....	89

CHAPITRE VI. — Composition des enclenchements

70. Définition de l'enclenchement indirect.....	91
71. Nécessité de la recherche des enclenchements indirects.....	92
72. Exemples de recherche d'enclenchements indirects.....	94
I. La multiplication algébrique des deux formules fait disparaître un symbole de levier.....	94

II. La multiplication algébrique des deux formules fait disparaître deux symboles de levier.....	98
III. La multiplication algébrique des deux formules fait disparaître trois symboles de levier ou plus.....	105
73. Règles pour la recherche des enclenchements indirects.....	107
74. Exemples d'application de la deuxième règle.....	109
75. Remarque	117

DEUXIEME PARTIE. — PRATIQUE DES ENCLENCHEMENTS

CHAPITRE PREMIER. — Préliminaires

1. Art de l'enclencheur	121
2. Etablissement d'un programme d'enclenchements.....	121
3. Fonctions des enclenchements.....	122
a) Enclenchement de talonnage.....	122
b) — de protection de l'itinéraire.....	123
c) — d'immobilisation d'aiguille en pointe.....	123
d) — de verrouillage	124
e) — de conservation	125
f) — de continuité	125
4. Position normale à donner aux aiguilles.....	126
5. Choix des aiguilles à manœuvrer par un levier unique.....	126
a) Diagonales ou communications	126
Cas particuliers	128
b) Traversées-jonctions simples	131
c) Traversées-jonctions doubles	132

CHAPITRE II. — Exemples d'étude d'enclenchements

6. Premier exemple : Cas d'une petite station.....	137
7. Deuxième exemple : Bifurcation	140
I. Graphique d'enclenchements de la Compagnie de l'Ouest et du réseau de l'Etat français.....	145
II. Tableau d'enclenchements Saxby et tableau P.L.M... ..	148-149
III. Tableau d'enclenchements Massieu.....	151
IV. Tableau d'incompatibilités Descubes.....	152
V. Tableau d'incompatibilités Perrin	153
8. Troisième exemple : gare de moyenne importance.....	154
9. Quatrième exemple : aiguilles reliant entre elles six voies parallèles	164
10. Etude de quelques cas particuliers.....	167

H)	—	quaternaire	$\frac{bcd}{a}$	.....	199
I)	Enclenchement	quaternaire	$\frac{ab}{cd}$	.....	201
J)	—	de la gare de X.....			202
K)	—	$\frac{\cdot}{abc}$ quand	$\frac{(c)}{b}$	.....	207
L)	—	$\frac{\cdot}{abc}$ quand	$b(c)$	.....	207
M)	—	$\frac{\cdot}{abc}$ quand	$\frac{(c)}{a}$ et $\frac{(c)}{b}$	.....	208
N)	—	$\frac{c}{ab}$ quand	$\frac{(c)}{a}$	.....	209
		Résumé			209
14.	Postes à leviers d'itinéraires				211
	a) Vérification mécanique				212
	b) — électrique				213
	Index alphabétique des matières.....				215

DREYFUSS. — Leçons sur la théorie de l'élasticité et ses relations avec la résistance des matériaux (195 pages, 49 fig.). Prix. 20 fr.

BÉTON ARMÉ

RÉGIMBAL, ESPITALIER. — Cours supérieur de Béton armé.

LIVRE I. — Procédés généraux de construction et calcul des ouvrages (12^e édition, 398 pages, 250 figures). Prix. 45 fr.

LIVRE II. — Constructions en béton armé (12^e édition, 637 pages, 644 figures). Prix. 90 fr.

LIVRE III. — Les ponts en béton armé. (11^e édition, 446 pages, 489 figures). Prix. 90 fr.

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

BOLL. — Cours de Constructions métalliques.

LIVRE I. — Généralités (5^e édition, 211 pages, 317 figures et 20 pl.). Prix. 28 fr.

LIVRE II. — Étude des assemblages et détails de construction (6^e édition, 295 pages, 526 figures). Prix. 33 fr.

LIVRE III. — Charpentes en fer (4^e édition, 331 pages, 582 figures). Prix. 38 fr.

LIVRE IV. — Ponts métalliques (5^e édition, 348 pages, 396 figures). Prix. 38 fr.

LIVRE V. — Montage et épreuves. Établissement d'une entreprise et estimation (4^e édition, 240 pages, 281 figures). Prix. 33 fr.

LIVRE VI. — Études des avant-projets de ponts métalliques à une seule travée (3^e édition, 236 pages, 198 figures). Prix. 28 fr.

TRAVAUX PUBLICS

EYROLLES, LUDINART, MOREAU. — Cours moyen de pratique des travaux.

1^{re} PARTIE. — Matériaux de construction (22^e édition, 147 pages, 95 figures). Prix. 22 fr.

2^e PARTIE. — Préparation et mise en œuvre des matériaux (22^e édition, 153 pages, 303 figures). Prix. 22 fr.

3^e PARTIE. — Procédés généraux de construction (22^e édition, 258 pages, 296 figures). Prix. 25 fr.

4^e PARTIE. — Outillage général des chantiers de travaux publics (140 pages, 93 figures). Prix. 22 fr.

MOREAU. — Le matériel moderne des travaux publics.

LIVRE I. — Terrassements (376 pages, 330 figures). Prix. 90 fr.

LIVRE II. — Bétonnage et mise en œuvre des matériaux. (En préparation.)

LIVRE III. — Souterrains. (En préparation.)

GRENON. — Perforation mécanique et abattage des roches (713 pages, 240 figures). Prix. 100 fr.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION ESSAIS

DEBÈS. — Maçonneries. Béton. Béton armé.

TOME I. — Chaux et ciments. Mortiers. Béton. (En réimpression.)

TOME II. — Béton armé. Pierres naturelles et artificielles. Exécution des maçonneries. Plâtre. Goudron et bitume. (En réimpression.)

ANSTETT. — Cours d'essai et analyse des matériaux de construction (2^e édition, 434 pages, 160 figures). Prix. 50 fr.

ROUTES ET CHEMINS. — VOIRIE

HUBIE. — Cours de Routes et Chemins (19^e édition, 535 pages, 264 figures). Prix. 50 fr.

EMBRY, MANGAUD. — Cours de Voirie urbaine et assainissement.

LIVRE I. — Profil des voies publiques. Revêtements. Plantations d'alignements. Distribution du gaz et de l'électricité. Éclairage (704 pages, 299 figures). Prix. 95 fr.

LIVRE II. — Conduites d'eau. Égouts. Nettoyements. (En impression.)

LELIÈVRE, BARTHÈS. — Cours pratique de voirie vicinale (10^e édition, 717 pages). Prix. 50 fr.

OUVRAGES D'ART

DELOUPE, HONORÉ. — Ouvrages d'art, 1^{re} partie : Description et Mètre.

LIVRE I. Ouvrages en maçonnerie (17^e édition, 360 pages, 341 figures, 19 planches). Prix. 30 fr.

LIVRE II. — Ouvrages en bois et en métal (16^e édition, 228 pages, 272 figures, 14 planches). Prix. 25 fr.

LIVRE III. — Stéréométrie ou mètre (16^e édition, 204 pages, 103 figures, 4 planches). Prix. 22 fr.

ALLEGRET, FERRIEU, BOLL. — Ouvrages d'art, 2^e partie : Rédaction des projets.

LIVRE I. — Instruction sur la rédaction des projets (8^e édition, 62 pages, 10 figures, 5 planches). Prix. 10 fr.

LIVRE II. — Ponts en maçonnerie (13^e édition, 188 pages, 141 figures). Prix. 25 fr.

LIVRE III. — Ponts métalliques (13^e édition, 278 pages, 335 figures). Prix. 25 fr.

CHEMINS DE FER

ALLEGRET. — Cours de projets de tracé et terrassements (16^e édition, 254 pages, 140 figures et un atlas de 21 planches). Prix. 55 fr.

DAUTRY-GERVET. — Cours de chemin de fer.

1^{re} PARTIE. — Études et travaux d'infrastructure (15^e éd., 126 pages, 65 figures et 5 planches). Prix. 15 fr.

2^e PARTIE. — Matériel fixe de la voie (16^e édition, 202 pages, 175 figures, 1 planche). Prix. 22 fr.

3^e PARTIE. — Superstructure et entretien de la voie et des bâtiments (15^e édition, 198 pages, 87 figures, 4 planches). Prix. 22 fr.

4^e PARTIE. — Matériel roulant et traction des trains (12^e édition, 215 pages, 116 figures, 8 planches). Prix. 35 fr.

5^e PARTIE. — Exploitation technique (10^e édition, 159 pages, 39 figures). Prix. 18 fr.

DUCOMET. — 6^e PARTIE. — Exploitation commerciale (7^e édition, 295 pages). Prix. 30 fr.

ALBERT DUFOUR. — Cours de chemins de fer.

Pratique des études et de la construction plus spécialement aux colonies et en pays neufs (2^e édition, format 22 × 34).

Le volume texte de 392 pages, 270 figures.

Atlas n° 1 : 4^e tableaux, 43 planches.

Atlas n° 2 : 154 planches. Prix cartonné. 165 fr.

HYDRAULIQUE

DARIÈS. — Cours d'Hydraulique et applications (12^e édition, 456 pages, 205 figures). Prix. 40 fr.

LÉVY-SALVADOR-CAUVIN. — Cours de distribution d'eau. Egouts (10^e édition, 464 pages, 304 figures et 16 planches). Prix. 50 fr.

DEGOVE. — Utilisation des forces hydrauliques (3^e édition, 376 pages, 237 figures et 7 planches). Prix. 50 fr.

CAUVIN-LABRO. — Projet-type de distribution d'eau (21 × 31). Prix. 40 fr.

CAUVIN-LABRO. — Projet-type d'assainissement d'une ville (21 × 31). Prix. 45 fr.

NAVIGATION INTÉRIEURE TRAVAUX MARITIMES

FOUREY. — Cours de Navigation intérieure :

1^{re} PARTIE. — Rivières à courant libre (5^e édition, 212 pages, 145 figures). Prix. 25 fr.

2^e PARTIE. — Rivières canalisées. Barrages (3^e édition, 306 pages, 195 figures et 15 planches). Prix. 33 fr.

3^e PARTIE. — Rivières canalisées. Écluses (5^e édition, 160 pages, 111 figures et 4 planches). Prix. 25 fr.

BONNET. — 4^e PARTIE. Canaux (4^e édition, 504 pages, 282 figures). Prix. 50 fr.

BONNET. — Cours de barrages (3^e édition).

LIVRE I. — Barrages en maçonnerie (670 pages, 342 fig.).
Prix. 100 fr.

LIVRE II. — Barrages en béton armé, métalliques, en terre, mixtes et en enrochements (244 pages, 178 figures).
Prix. 30 fr.

BÉNÉZIT. — Cours de Ports et Travaux maritimes (7^e édition).

LIVRE I. — Notions générales. Outillage et exploitation. Étude du plan d'un port (416 pages, 188 figures).
Prix. 50 fr.

LIVRE II. — Ouvrages des ports (464 pages, 208 figures).
Prix. 55 fr.

LIVRE III. — Engins divers. Dragages. Fleuves et canaux maritimes. Signalisation. Administration (357 pages, 188 figures).
Prix. 45 fr.

TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

ESPITALIER. — Cours raisonné et détaillé du Bâtiment.

1^{re} PARTIE. — Fondations (10^e édition, 190 pages, 125 figures).
Prix. 20 fr.

2^e PARTIE. — Maçonneries (10^e édition, 284 pages, 265 figures).
Prix. 25 fr.

3^e PARTIE. — Échafaudages. Outillages du chantier. Étaisements et reprises en sous-cœuvre (11^e édition, 252 pages, 233 figures).
Prix. 25 fr.

4^e PARTIE. — Notions sur la résistance des matériaux spécialement appliquée au bâtiment (9^e édition, 288 pages, 153 figures).
Prix. 25 fr.

5^e PARTIE. — Bois et fer. Petite charpente et menuiserie (10^e édition, 306 pages, 320 figures et 2 planches).
Prix. 30 fr.

6^e PARTIE. — Charpente en bois et en fer (10^e édition, 352 pages, 293 figures et 3 planches).
Prix. 30 fr.

7^e PARTIE. — Travaux complémentaires. Couverture, vitrerie, peinture (9^e édition, 200 pages et 173 figures).
Prix. 18 fr.

8^e PARTIE. — Alimentation en eau et installations sanitaires (9^e édition, 246 pages, 169 figures).
Prix. 25 fr.

9^e PARTIE. — Chauffage et ventilation (9^e édition, 378 pages, 186 figures).
Prix. 35 fr.

10^e PARTIE. — Distribution et installation d'ensemble d'un bâtiment (8^e édition, 254 pages, 182 fig. et 3 planches).
Prix. 30 fr.

11^e PARTIE. — Composition des façades et du parti architectural (7^e édition, 286 pages, 343 figures).
Prix. 30 fr.

12^e PARTIE. — Instruction pour la Rédaction d'un projet (8^e édition, 108 pages, 34 figures et 4 planches).
Prix. 18 fr.

13^e PARTIE. — Instruction pour le lever de bâtiment (8^e édition, 37 pages, 30 figures et 4 planches).
Prix. 9 fr.

14^e PARTIE. — Métré et estimation du bâtiment (10^e édition, 484 pages, 280 figures et une annexe typographiée de 50 pages).
Prix. 35 fr.

**MISSENERD. — Étude physiologique et technique de la ventilation (185 pages, 30 figures).
Prix. 30 fr.**

URBANISME

**R. DANGER. — Cours d'Urbanisme (Technique des plans d'aménagement de villes) (358 pages, 267 figures).
Prix. 90 fr.**

JOYANT. — Traité d'urbanisme.

1^{er} VOLUME (3^e édition, 215 pages et 316 figures sur 100 planches hors texte).
Prix. 75 fr.

2^e volume. Étude des plans de ville (2^e édition, 169 pages et 106 planches hors texte).
Prix. 75 fr.

TOPOGRAPHIE

**PRÉVOT-QUANON. — Topométrie (23^e édition, 436 pages, 447 figures).
Prix. 45 fr.**

**CHOLESKY. — Topographie générale (6^e édition, 603 pages, 100 figures, 18 planches).
Prix. 45 fr.**

**PRÉVOT. — Cours de tachéométrie (6^e édition, 172 pages, 124 figures, 2 planches).
Prix. 35 fr.**

**RENÉ DANGER. — Cours de topométrie urbaine. Lever des plans de ville (2^e édition, 1 volume in-f^o tellière 21 × 31 de 216 pages, 78 figures et 6 planches).
Prix. 70 fr.**

**ROUSSILHE. — Cours d'Astronomie appliquée et géodésie (2^e édition, 462 pages, 188 figures et 35 tableaux).
Prix. 60 fr.**

**PH. JARRE. — Cours de Géodésie (2^e édition, 1 volume, in-f^o tellière 21 × 31 de 118 pages, 44 figures).
Prix. 35 fr.**

**ROUSSILHE. — Emploi de la photographie aérienne aux levés topographiques à grande échelle (475 pages, atlas de 33 planches).
Prix. 200 fr.**

**DREUX. — Le cadastre et l'impôt foncier (315 pages).
Prix. 40 fr.**

ÉLECTRICITÉ THÉORIQUE ET INDUSTRIELLE

HARDY. — Cours pratique d'électricité théorique et industrielle.

LIVRE I. — Notions d'électricité théorique (7^e édition, 272 pages, 208 figures).
Prix. 25 fr.

LIVRE II. — Courant continu. Dynamos et moteurs (6^e édition, 244 pages, 240 figures).
Prix. 25 fr.

LIVRE III. — Courant alternatif. Applications industrielles. T. S. F. (3^e édition, 290 pages, 322 figures).
Prix. 30 fr.

BECQ. — Cours élémentaire d'électricité théorique et industrielle.

LIVRE I. — Électricité théorique. Machines électriques (16^e édition, 399 pages, 208 figures).
Prix. 30 fr.

LIVRE II. — Applications industrielles de l'électricité (17^e édition, 310 pages, 133 figures et 19 planches hors texte).
Prix. 30 fr.

ILIOVICI. — Cours moyen d'électricité industrielle.

LIVRE I. — Électricité théorique. Dynamos et moteurs à courant continu (13^e édition, 343 pages, 242 figures).
Prix. 30 fr.

LIVRE II. — Dynamos et moteurs à courants alternatifs. Transformateurs. Applications industrielles de l'électricité (11^e édition, 305 pages, 198 figures).
Prix. 30 fr.

— Cours supérieur d'électrotechnique.

LIVRE I. — Lois générales de l'électricité et du magnétisme (482 pages, 248 figures).
Prix. 45 fr.

LIVRE II. — Étude des dynamos à courant continu (500 pages, 259 figures et 23 planches hors texte).
Prix. 55 fr.

LIVRE III. — Étude générale des courants alternatifs. Transformateurs (2^e édition, 442 pages, 208 figures et 9 planches hors texte).
Prix. 35 fr.

LIVRE IV. — Générateurs et moteurs à courants alternatifs. Commutateurs (2^e édition, 368 pages, 160 figures et 12 planches hors texte).
Prix. 30 fr.

T. S. F.

VEAUX. — Le débutant en T. S. F.

LIVRE I. — Explication élémentaire du fonctionnement des appareils récepteurs (76 pages, 99 figures).
Prix. 14 fr.

LIVRE II. — Les éléments constitutifs et l'alimentation des postes récepteurs (134 pages, 211 figures).
Prix. 22 fr.

LIVRE III. — Données pratiques sur la constitution, l'entretien et le réglage des appareils récepteurs. Théorie élémentaire de la télévision (159 pages, 76 figures).
Prix. 25 fr.

**— Cours de T. S. F. (4^e édition, 509 pages, 487 figures).
Prix. 55 fr.**