BnF Gallica

Revue générale des chemins de fer et des tramways

Source gallica.bnf.fr / Ecole nationale des ponts et chaussées

{BnF Gallica

Revue générale des chemins de fer et des tramways. 1898/07-1898/12.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

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

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

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

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

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

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

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

ÉTUDE
SUR LES ENCLENCHEMENTS

Par M. DESCUBES,

INGÉNIEUR EN CHEF ADJOINT DE LA VOIE A LA COMPAGNIE DE L'EST.

(Pl. XXIX).

Introduction des enclenchements conditionnels dans les tableaux et détermination de tous les enclenchements secondaires qui en sont la conséquence.

Les projets d'enclenchements comportent des schémas figurant les signaux et appareils à enclencher et des tableaux indiquant les relations d'enclenchement à réaliser entre les leviers.

Ces tableaux présentent en général la disposition adoptée par la maison Saxby et les relations binaires peuvent seules être inscrites dans les cadres des tableaux ; quant aux enclenchements conditionnels, on les écrit à la suite, mais lorsqu'il y en a un certain nombre, il est difficile, et même dans certains cas impossible, de déterminer toutes les relations qui résultent des combinaisons des enclenchements réalisés.

M. Massieu a proposé de substituer aux tableaux Saxby des tableaux à double entrée qui permettent d'obtenir facilement toutes les conséquences des enclenchements binaires, mais en ce qui concerne les enclenchements conditionnels, la difficulté précédente subsiste.

Cette difficulté me paraît tenir à la défectuosité de la notation employée habituellement pour écrire les enclenchements. Aussi ai-je été conduit à rechercher s'il n'était pas possible de se servir de la notation rationnelle de M. Bricka pour établir des tableaux analogues aux tableaux Saxby, *qui permettraient de déterminer tous les enclenchemcnts secondaires, binaires ou conditionnels.*

I.

On sait que le système de M. Bricka consiste à désigner les enclenchements par les positions des leviers qui sont incompatibles entre elles.

Ainsi au lieu d'écrire :

$$\frac{1\,R}{2\,N} \text{ ou } \frac{2\,R}{1\,N}$$

Source gallica.bnf.fr / Ecole nationale des ponts et chaussées

C'est-à-dire : 1 renversé enclenche 2 normal ou 2 renversé enclenche 1 normal, on écrit (1^R 2^R).

C'est-à-dire : 1 renversé est incompatible avec 2 renversé.

De même la relation :

$$\text{Si 3 est normal, } \frac{4\,R}{5\,N}$$

$$\text{s'écrira : } (3^N\ 4^R\ 5^R),$$

qui indique que l'on ne peut avoir simultanément 3 normal, 4 renversé et 5 renversé.

Il importe de remarquer qu'avec la notation de M. Bricka il n'y a qu'une manière d'écrire un enclenchement, alors qu'avec le système ordinaire il y en a plusieurs, ce qui rend parfois assez pénible la lecture des tableaux. Ainsi l'enclenchement conditionnel que nous venons de citer :

$$\text{Si 3 est normal, } \frac{4\,R}{5\,N}$$

peut aussi bien s'énoncer :

$$\text{Si 5 est renversé, } \frac{4\,R}{3\,R}$$

et il faut un certain effort pour voir que ces deux relations sont identiques.

Je n'insisterai pas davantage sur ce point et j'arrive aux considérations sur lesquelles est basé le tableau d'enclenchement que je vais décrire.

DISPOSITIF DU TABLEAU D'ENCLENCHEMENT.

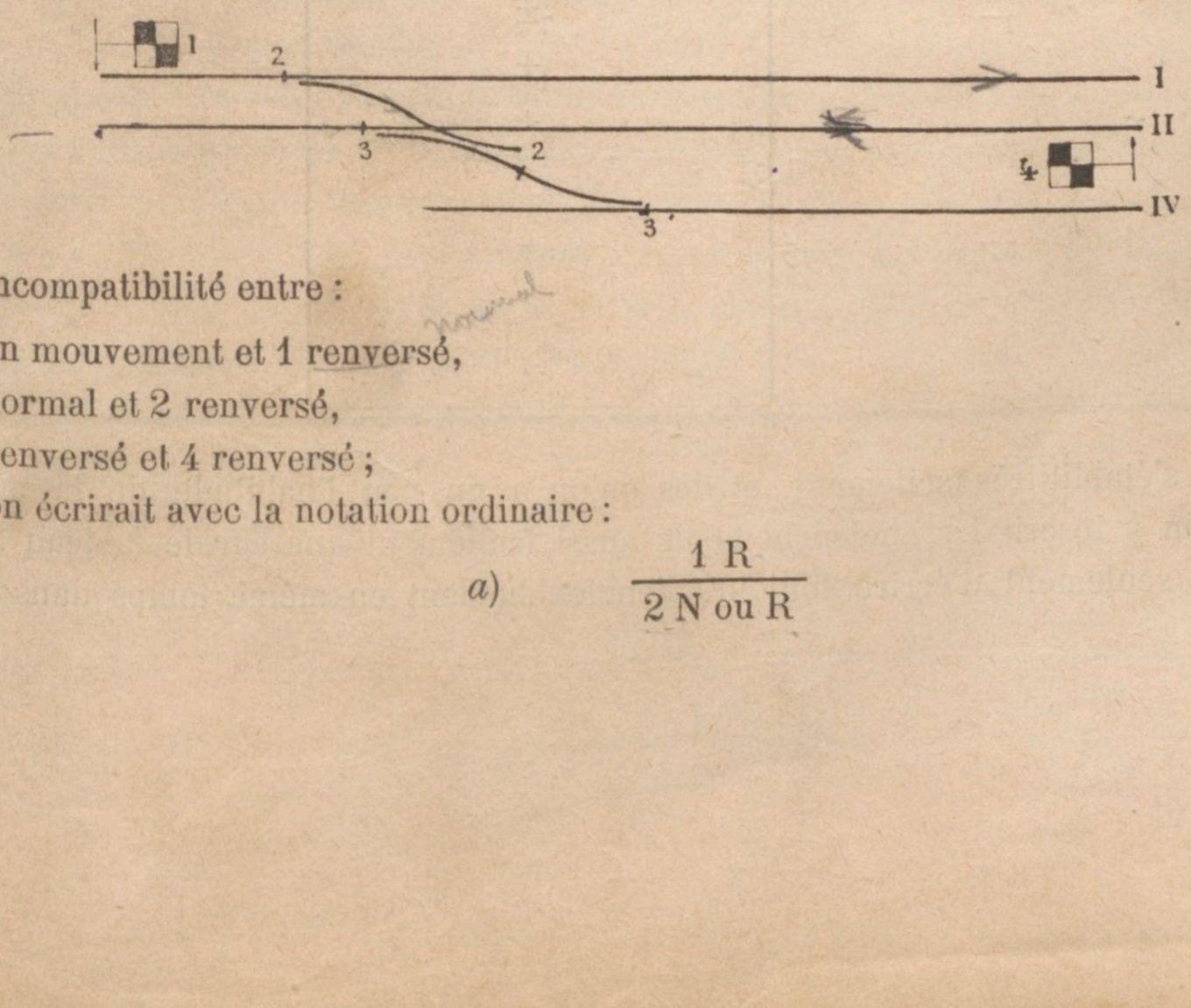
Dans son livre sur les Chemins de fer, M. Bricka (T. I, p. 451, et T. II, p. 332), considère presque exclusivement les deux positions, normale ou renversée, que peut prendre un levier au repos, et il établit les principes qui permettent de trouver les enclenchements résultant de la combinaison de relations dans lesquelles entre le même levier avec l'une ou l'autre de ces positions.

Mais il ne parle que brièvement des enclenchements qui peuvent exister entre un levier en mouvement et d'autres au repos. Or, pour dresser un tableau complet, il est indispensable de tenir compte de ce 3e cas.

Un levier peut en effet être soit normal, soit renversé, soit en mouvement.

A chacun de ces trois cas peuvent correspondre des incompatibilités. Ainsi prenons le cas de la Figure 1.

Fig. 1.



Il y a incompatibilité entre :

a) 2 en mouvement et 1 renversé,

b) 3 normal et 2 renversé,

c) 3 renversé et 4 renversé ;

ce que l'on écrirait avec la notation ordinaire :

a) $\dfrac{1\,R}{2\,N \text{ ou } R}$

b) $\frac{2\,R}{3\,R}$

c) $\frac{4\,R}{3\,N}$

ou avec la notation de M. Bricka :

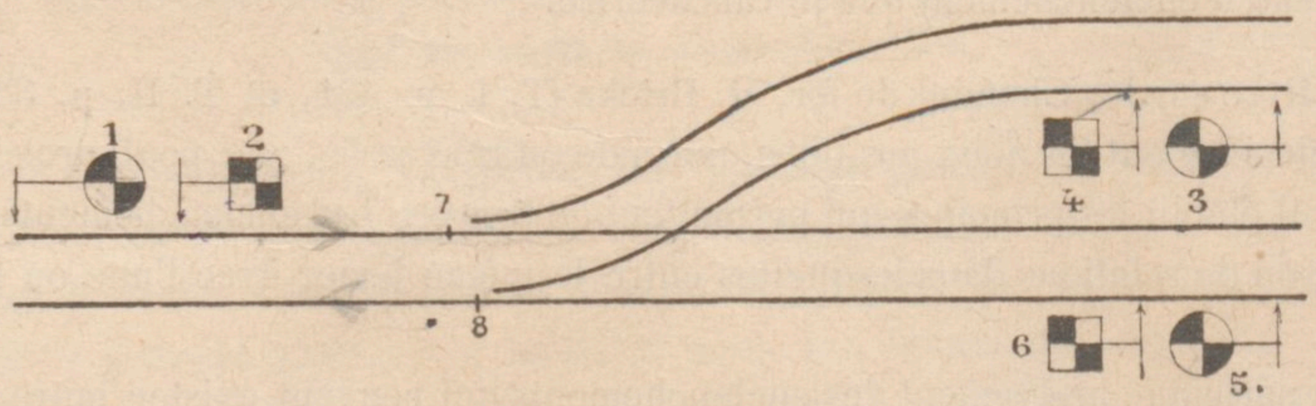
a) $(1^R\ 2^{N\ ou\ R})$

b) $(2^R\ 3^N)$

c) $(3^R\ 4^R)$

En partant de cette observation on est conduit, pour pouvoir inscrire toutes les relations, à faire un tableau en quatre colonnes ; dans la première, on écrira les numéros des leviers successifs, puis, dans chacune des trois autres, les positions des leviers ou groupes de leviers qui sont incompatibles, soit avec la position normale du levier de la première colonne, soit avec sa position renversée, soit enfin avec le levier en mouvement. J'indique ci-après le tableau que l'on obtiendrait pour le cas d'une bifurcation ordinaire en supposant que le carré du tronc commun est manœuvré par un seul levier. — Dans ce tableau, j'ai été conduit, pour simplifier les inscriptions et faciliter, ainsi qu'on le verra plus loin, la recherche des enclenchements secondaires, à remplacer les lettres N et R (ou *d* et *v* qu'emploie M. Bricka) par les signes + et — et à adopter le signe $\pm$ pour indiquer les leviers en mouvement,

Fig. 2.



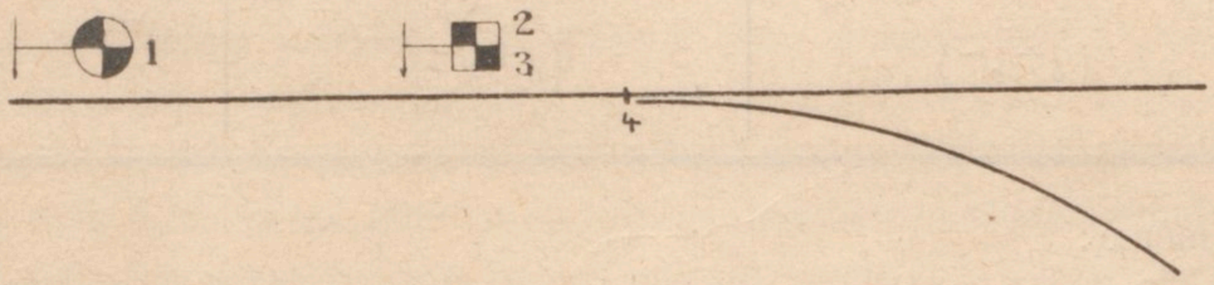
Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA PREMIÈRE COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1.....	»	2^+	»
2.....	1^-	$7^{\pm}$	»
3.....	»	4^+	»
4.....	3^-	8^+	»
5.....	»	6^+	»
6.....	5^-	8^-	»
7.....	8^-	»	2^-
8.....	4^-	$6^-.7^+$	»

Ce tableau s'établit très facilement, et dès qu'on a un peu l'habitude de la notation de M. Bricka, on y inscrit les enclenchements aussi facilement que sur le tableau Saxby ; je recommande seulement d'écrire toujours l'enclenchement en même temps dans toutes les

lignes des leviers qui entrent dans sa composition ; ainsi aussitôt après avoir écrit $7^{\pm}$ dans la deuxième ligne (3e colonne), il convient d'écrire 2^{-} dans la quatrième colonne du la ligne du levier 7. Cette précaution est indispensable pour trouver les conséquences des enclenchements réalisés.

Le tableau que je viens de donner comme exemple ne contient que des relations binaires ; lorsqu'on a des enclenchements conditionnels on écrit dans l'une des colonnes 2, 3 ou 4, entre parenthèses, le *groupe* qui est incompatible avec le levier de la première colonne normal, renversé ou en mouvement. Ainsi, prenons le cas d'un signal carré manœuvré par deux leviers et précédé d'un disque à une seule transmission.

Fig. 3.



On doit avoir la relation $(1^{-}\ 2^{+}\ 3^{+})$ pour que le disque ne puisse être effacé que si le carré est lui-même effacé, et le tableau sera le suivant :

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA PREMIÈRE COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1.....	»	$(2^{+}\ 3^{+})$	»
2.....	$(3^{+}\ 1^{-})$	»	»
3.....	$(2^{+}\ 1^{-})$	»	»

II.

DÉTERMINATION DES ENCLENCHEMENTS SECONDAIRES.

Le théorème fondamental sur lequel je m'appuie pour la détermination des enclenchements secondaires au moyen du tableau précédent, théorème qui a été démontré sous une autre forme par M. Bricka, est le suivant :

« Sur la ligne correspondant à un même levier, chacun des leviers ou groupe » de leviers inscrits dans la colonne (2) est incompatible avec chacun des leviers » ou groupes de leviers inscrits dans la colonne (3) ».

Prenons en effet dans celui des tableaux ci-dessus qui s'applique à la figure (2), la ligne correspondant au levier 8. Nous avons 4^{-} dans la colonne (2) et 6^{-} dans la colonne (3), ce qui correspond aux deux enclenchements $(8^{+}\ 4^{+})$ et $(8^{-}\ 6^{-})$.

Il résulte de la première relation que :

Si 4 est renversé 8 est renversé,

et de la deuxième relation que :

Si 6 est renversé, 8 est normal.

On déduit de là que l'on ne peut avoir en même temps, 4 renversé et 6 renversé, puisqu'on ne peut avoir à la fois 8 renversé et 8 normal ; la combinaison des deux relations $(8^+\ 4^-)$ et $(8^-\ 6^-)$ donne comme conséquence l'incompatibilité :

$$(4^-\ 6^-)\ ;$$

On trouverait de même $(4^-\ 7^+)$.

J'ai raisonné sur des enclenchements binaires, mais il est bien évident que le raisonnement serait le même pour des enclenchements conditionnels.

Soit en effet le tableau suivant :

Nos des LEVIERS.	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX	RENVERSÉS	EN MOUVEMENT
a	$(b^-\ c^-)$	$(d^+\ f^-)$	»

On dira de même :

On ne peut avoir le groupe $(b^-\ c^-)$ que si a est renversé et on ne peut avoir le groupe $(d^+\ f^-)$ que si a est normal. Donc on ne peut avoir à la fois $(b^-\ c^-)$ et $(d^+\ f^-)$; et on en conclut l'incompatibilité $(b^-\ c^-\ d^+\ f^-)$.

Ce théorème étant démontré je vais l'appliquer à l'exemple cité plus haut d'une bifurcation. — A cet effet, pour obtenir toutes les relations secondaires, nous allons combiner les leviers de la deuxième colonne avec ceux de la troisième et recommencer jusqu'à ce que nous ne trouvions plus de combinaison nouvelle.

Nous obtiendrons ainsi le résultat suivant dans lequel sont indiqués en chiffres ordinaires les enclenchements primitifs et en chiffres gras les enclenchements secondaires (1) :

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS (3)	EN MOUVEMENT (3)
1.....	»	$2^+\ \mathbf{7^\pm}$	»
2.....	1^-	$7^\pm$	»
3.....	»	$4^+\ \mathbf{8^+}\ \vert\ \mathbf{6^-\ 7^+\ 5^-}\ \Vert$	»
4.....	3^-	$8^+\ \mathbf{6^-\ 7^+}\ \vert\ \mathbf{5^-}\ \Vert$	»
5.....	»	$6^+\ \mathbf{8^-}\ \vert\ \mathbf{3^-\ 4^-}\ \Vert$	»
6.....	5^-	$8^-\ \mathbf{4^-}\ \vert\ \mathbf{3^-}\ \Vert$	»
7.....	$8^-\ \mathbf{4^-}\ \vert\ \mathbf{3^-}\ \Vert$	»	$\mathbf{2^-\ 1^-}\ \vert$
8.....	$4^-\ \mathbf{3^-}\ \vert$	$6^-\ 7^+\ \mathbf{5^-}\ \vert$	»

(1) Généralement, je mets en noir les enclenchements primitifs et en rouge les enclenchements secondaires ; c'est ainsi qu'il a été opéré pour le tableau donné à la planche n° XXIX, mais il n'a pas été possible de réaliser cette combinaison par la typographie et c'est pourquoi on a remplacé les chiffres rouges par des chiffres gras.

L'essentiel pour dresser ce tableau est de procéder méthodiquement ; on commence par combiner les enclenchements primitifs, et on obtient ainsi une première série de combinaisons nouvelles, puis on recommence l'opération en combinant les relations primitives avec celles que l'on a obtenues, jusqu'à ce qu'on n'en trouve plus qui n'ait déjà été inscrite. Ainsi, si nous prenons les enclenchements du levier 4, nous n'avons obtenu dans la première opération que les relations :

$$(4^{-}\,6^{-}) \text{ et } (4^{-}\,7^{+})$$

et ce n'est que dans la seconde que nous obtenons :

$$(4^{-}\,5^{-})$$

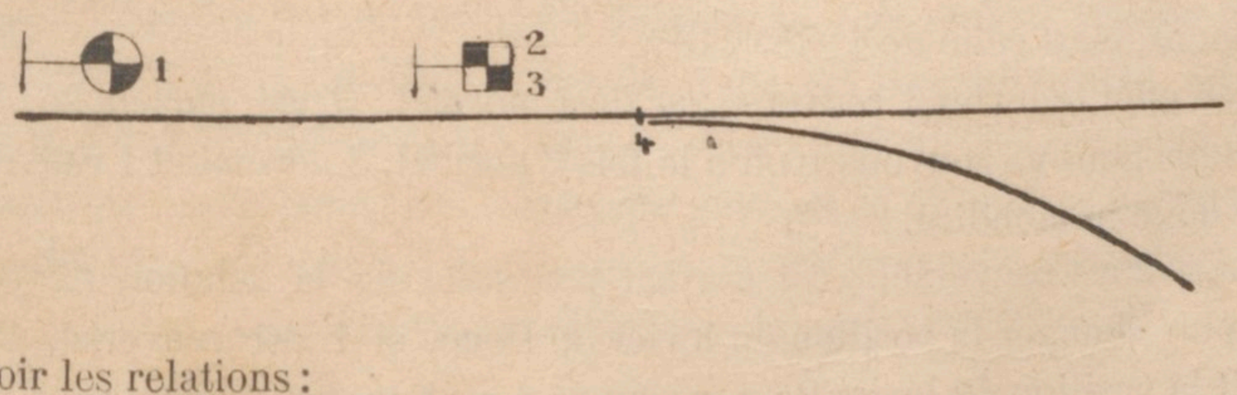
Lorqu'on a à vérifier un poste comportant un grand nombre de leviers et surtout des enclenchements conditionnels, il est prudent, soit d'écrire pour chaque levier, sur des lignes différentes, les résultats des opérations successives, soit de mettre des traits de séparation après chaque opération ; c'est ce dernier procédé qui est indiqué dans le tableau précédent. Ainsi la première opération nous a donné les relations limitées par une barre verticale simple, la seconde nous donne les relations comprises entre la barre verticale simple et la double barre verticale ; nous n'avons plus alors qu'à combiner tous les leviers de la colonne (2) avec les seuls leviers de la colonne (3) compris entre la barre simple et la barre double et tous les leviers de la colonne (3) avec ceux de la colonne (2) compris également entre la barre simple et la barre double ; en faisant cette opération, nous obtenons à la fois dans les lignes des leviers 4 et 6 par exemple la relation :

$$(3^{-}\,5^{-}),$$

mais cette relation a déjà été écrite [comme résultant des enclenchements $(8^{+}\,3^{-})$ et $(8^{-}\,5^{-})$], et par suite il n'y a plus aucune combinaison nouvelle. Nous sommes donc arrivés à inscrire tous les enclenchements secondaires au tableau.

J'ai choisi cet exemple très simple d'une bifurcation à double voie pour bien montrer le mécanisme du procédé ; mais quelles que soient l'importance du poste et la complication des enclenchements, la méthode est la même, que les enclenchements soient binaires ou conditionnels.

Afin de montrer l'application de cette règle fondamentale lorsqu'on a des enclenchements conditionnels, je vais prendre l'exemple d'une aiguille de dédoublement, protégée sur le tronc commun, par un carré à deux transmissions précédé lui-même par un disque à une seule transmission, (Figure ci-dessous).



On devra avoir les relations :

$$\frac{2\,R}{4\,N} \qquad \frac{3\,R}{4\,R} \qquad \frac{1\,R}{2\,R \text{ ou } 3\,R}$$

Ce que nous écrirons :

Nos des LEVIERS (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS (3)	EN MOUVEMENT (4)
1.....	»	$(2^{+}\ 3^{+})$	»
2.....	$(3^{+}\ 1^{-})$	4^{-}	»
3.....	$(2^{+}\ 1^{-})$	4^{+}	»
4.....	3^{-}	2^{-}	»

La ligne du levier 1 ne nous donne aucune conséquence, puisqu'il n'y a pas d'enclenchement inscrit dans la colonne (2).

Mais sur la ligne du levier 2, nous avons incompatibilité entre $(3^{+}\ 1^{-})$ et 4^{-}, d'où nous déduisons la relation :

$$(3^{+}\ 1^{-}\ 4^{-}).$$

En un mot, pour avoir une première série d'enclenchements secondaires, nous n'avons qu'à combiner successivement chaque groupe de la deuxième colonne avec chaque groupe de la troisième et nous obtenons par la combinaison des enclenchements primitifs le tableau suivant :

Nos des LEVIERS (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS (3)	EN MOUVEMENT (4)
1.....	»	$(2^{+}\ 3^{+})$ $(3^{+}\ 4^{-})$ $(2^{+}\ 4^{+})$	»
2.....	$(3^{+}\ 1^{-})$ $(4^{+}\ 1^{-})$	$4^{-}\ 3^{-}$	»
3.....	$(2^{+}\ 1^{-})$ $(1^{-}\ 4^{-})$	$4^{+}\ 2^{-}$	»
4.....	3^{-} $(2^{+}\ 1^{-})$	2^{-} $(3^{+}\ 1^{-})$	»

Il faut maintenant recommencer l'opération en combinant les enclenchements secondaires de l'une des colonnes avec les enclenchements primitifs et secondaires de l'autre colonne ; mais aussitôt nous nous trouvons en présence d'un cas particulier. En effet, en reprenant la ligne du levier 2 nous avons incompatibilité entre $(3^{+}\ 1^{-})$ et 3^{-}. A priori, cette incompatibilité est évidente puisque 3 ne peut être à la fois normal et renversé, mais elle provoque néanmoins un enclenchement, c'est celui de 1^{-} avec $3^{\pm}$.

Supposons en effet le levier 1 renversé ; si 2 est normal, 3 est enclenché dans la position renversée puisque nous ne pouvons avoir à la fois 2 normal, 3 normal et 1 renversé $[(2^{+}\ 3^{+}\ 1^{-})]$; le levier 3 est donc immobilisé.

Si au contraire 2 est renversé, 3 est normal par suite de la relation $(2^{-}\ 3^{-})$; et nous ne pouvons non plus changer la position du levier 3. Donc, si 1 est renversé, 3 est immobilisé quelle que soit la position du levier 2 ; nous avons donc l'enclenchement :

$$(1^{-}\ 3^{\pm}).$$

Sur la même ligne 2 nous avons dans la colonnne (2) le groupe $(4^+\,1^-)$;
Dans la colonne (3) le levier 4^- ;
Et nous en déduisons : $(1^-\,4^\pm)$.

Enfin si nous combinons $(4^+\,1^-)$ et 3^-, nous obtenons la relation :

$$(4^+\,1^-\,3^-)\,;$$

mais elle ne doit pas être écrite puisque nous avons déjà $(4^+\,3^-)$ et que, si 3 renversé est incompatible avec 4 normal, à fortiori cette incompatibilité existe si 1 est renversé.

La ligne 3 nous donne de même les enclenchements :

$(1^-\,2^\pm)$, $(1^-\,4^\pm)$ que nous avons déjà trouvés, et $(1^-\,2^-\,4^-)$ qui n'est pas à écrire, puisque nous avons déjà $(2^-\,4^-)$.

Enfin dans la ligne du levier 4 nous retrouvons les enclenchements :

$(1^-2^\pm)$ $(1^-\,3^\pm)$ qui ont déjà été trouvés, mais en outre, en combinant les deux groupes rouges nous avons l'incompatibilité de $(2^+\,1^-)$ et de $(3^+\,1^-)$ qui équivaut à la relation conditionnelle $(2^+\,3^+\,1^-)$. Cette relation est une des données du tableau.

Nous obtenons ainsi le tableau suivant qui est complet puisqu'on a épuisé les combinaisons des groupes des deuxième et troisième colonnes.

Nos des LEVIERS (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS (3)	EN MOUVEMENT (4)
1.....	»	$(2^+\,3^+)$ (3^+4^-) (2^+4^+) $3^\pm\,4^\pm\,2^\pm$	»
2.....	$(3^+\,1^-)$ (4^+1^-)	$4^-\,3^-$	1^-
3.....	$(2^+\,1^-)$ (1^-4^-)	$4^+\,2^-$	1^-
4.....	$3^-\,(2^+\,1^-)$	$2^-\,(3^+1^-)$	1^-

III

Les exemples précédents montrent le mécanisme de la méthode, mais le dernier fait voir en même temps que, si l'application du théorème fondamental ne souffre aucune difficulté quand les leviers des colonnes (2) et (3) sont différents, il en est tout autrement lorsque le même levier figure sur la même ligne d'une part dans la colonne (2) d'autre part dans la colonne (3).

Je vais examiner successivement tous les cas qui peuvent se présenter, de manière à pouvoir formuler une règle générale déterminant tous les enclenchements secondaires qui peuvent résulter des combinaisons entre les groupes de leviers des colonnes (2) et (3).

1er Cas. — Sur la même ligne, un levier figure avec le même signe (+ ou —) dans les colonnes (2) et (3).

§ 1. — Les enclenchements sont binaires.

Soit :

Nos des LEVIERS (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS 3)	EN MOUVEMENT (4)
1.....	2^-	2^-	»

Dans ce cas, 2 renversé est incompatible avec lui-même et le levier est immobilisé dans sa position normale ; cela signifie qu'il y a une erreur du tableau d'enclenchement.

§ 2. — Un des enclenchements est conditionnel et l'autre est binaire :

Soit :

Nos des LEVIERS (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS (3)	EN MOUVEMENT (4)
1.....	2^-	$(2^- \ 3^-)$	»

2^- est incompatible avec $(2^- \ 3^-)$; donc on ne peut avoir à la fois 2 renversé et 3 renversé, l'enclenchement conditionnel $(1^+ \ 2^- \ 3^-)$ se réduit à l'enclenchement binaire $(2^- \ 3^-)$. Si l'enclenchement était à quatre leviers, il se réduirait à un enclenchement à trois leviers et ainsi de suite. Cette réduction d'enclenchements est assez fréquente ; avec les procédés ordinaires elle est souvent difficile à trouver lorsqu'on opère sur des enclenchements secondaires, tandis qu'avec cette méthode, elle saute aux yeux.

§ 3. — Les deux enclenchements sont conditionnels.

Soit :

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1	$(2^- \ 3^-)$	$(2^- \ 4^+)$	»

Nous avons déjà vu ce cas dans l'exemple cité plus haut ; on déduit l'enclenchement conditionnel

$$(2^- \ 3^- \ 4^+).$$

Ainsi donc l'application de ce premier cas est des plus faciles.

La règle du § 2 permet souvent de trouver des simplifications, et celle du § 3 donne des enclenchements nouveaux pouvant eux-mêmes conduire à des simplifications, ou faisant obtenir indirectement des enclenchements qu'on avait projeté de réaliser mécaniquement et que l'on peut ainsi supprimer du tableau.

2e Cas. — Sur la même ligne un levier figure avec des signes contraires dans les colonnes 2 et 3.

§ 1. — Les enclenchements sont binaires.

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1	2^{-}	2^{+}	»
2	1^{-}	1^{+}	»

Dans ce cas, les deux leviers sont immobilisés qu'ils soient tous deux normaux ou tous deux renversés ; on ne peut donc changer la position d'aucun de ces leviers et on pourrait écrire cette impossibilité sous la forme $(1^{\pm})$, $(2^{\pm})$.

Il s'agit ici d'une erreur d'enclenchement qu'il est facile de supprimer en conjuguant les deux aiguilles 1 et 2 et en les manœuvrant par un seul levier.

§ 2. — Un des enclenchements est binaire, l'autre conditionnel.

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1	$(2^{-}\ 3^{-})$	2^{+}	»

Nous avons déjà vu ce cas dans l'exemple cité plus haut : on en déduit la relation : $(2^{\pm}\ 3^{-})$. C'est-à-dire que 3 renversé verrouille le levier 2 dans ses deux positions.

§ 3. — Les deux enclenchements sont conditionnels.

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1	$(2^{-}\ 3^{-})$	$(2^{+}\ 4^{-})$	»

D'après M. Bricka (T. I, p. 462) la combinaison de ces deux groupes ne devrait donner aucune conséquence, mais nous allons montrer qu'on en déduit la relation :

$$(2^{\pm}\ 3^{-}\ 4^{-}).$$

En effet, supposons 3 et 4 renversés. Si 1 est normal, 2 est normal puisqu'on ne peut avoir $(1^{+}2^{-}3^{-})$ et si 1 est renversé 2 est renversé puisque l'on ne peut avoir $(1^{-}2^{+}4^{-})$. Donc quelle que soit la position du levier 1, le levier 2 est immobilisé lorsque 3 et 4 sont tous deux renversés.

J'ajoute qu'il est assez rare de déduire une conséquence utile de ce cas particulier ; toutefois,

je montrerai dans un exemple donné à la fin de cette note un cas où cet enclenchement, combiné avec un autre, se réduit à un enclenchement binaire de la forme $(a^{\pm}\ b^{-})$.

Il pourrait se faire qu'au lieu d'avoir deux leviers différents 3 et 4, combinés avec les leviers 1 et 2, on ait le même levier avec le même signe.

Soit par exemple :

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1	$(2^{-}\ 3^{-})$	$(2^{+}\ 3^{-})$	»

Dans ce cas, on en déduirait la relation très importante $(2^{\pm}\ 3^{-})$.

Si le levier 3 se présentait avec des signes différents, soit :

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1	$(2^{-}\ 3^{+})$	$(2^{+}\ 3^{-})$	»

On ne pourrait tirer aucun nouvel enclenchement de la combinaison de ces relations.

3e Cas. — Sur la même ligne, un levier figure avec le signe $\pm$ dans une des colonnes 2 ou 3 et avec un autre signe dans l'autre colonne.

§ 1. — Enclenchements binaires.

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1	2^{-}	$2^{\pm}$	»

Il est aisé de voir qu'il ne peut s'agir ici que d'une erreur d'enclenchement et que la combinaison de ces deux relations empêche de manœuvrer le levier 2. On a l'impossibilité $(2^{\pm})$.

§ 2. — Enclenchements, binaire dans une colonne, conditionnel dans l'autre.

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1	$(2^{-}\ 3^{-})$	$2^{\pm}$	»

Supposons 3 renversé. Si 1 est normal, 2 ne peut-être que normal par suite de la relation $(1+\ 2-\ 3-)$. Si 1 est renversé, 2 est immobilisé par suite de la relation $(1^{-}\ 2^{\pm})$. Donc si 3 est renversé, on ne peut manœuvrer le levier 2 et par suite on tire de la combinaison de ces relations l'enclenchement :

$$(2^{\pm}\ 3^{-}).$$

Le signe du levier 2 dans l'enclenchement conditionnel ne modifie pas l'enclenchement secondaire et si on avait :

Nos des Leviers. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1	$(2^{+}\ 3^{-})$	$2^{\pm}$	»

on en tirerait également la relation :

$$(2^{\pm}\ 3^{-}).$$

On aurait encore la même relation si on avait les enclenchements :

Nos des Leviers. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1	$(2^{\pm}\ 3^{-})$	2^{-}	»

§ 3. — Les deux enclenchements sont conditionnels.

Nos des Leviers. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
1	$(2^{-}\ 3^{-})$	$(2^{\pm}\ 4^{-})$	»

En faisant le même raisonnement que dans le § 3 du premier et du deuxième cas on trouve que la combinaison de ces deux relations donnent l'enclenchement $(2^{\pm}\ 3^{-}\ 4^{-})$.

Ces trois cas épuisent toutes les combinaisons possibles entre les leviers de la colonne (2) et ceux de la colonne (3) et nous sommes maintenant en mesure de formuler d'une manière complète la règle à suivre pour l'application de la méthode en ce qui concerne les colonnes (2) et (3); il ne nous restera à parler que des combinaisons de la colonne (4) avec les précédentes, combinaisons qui, comme nous le verrons plus loin ne donnent des résultats que dans des cas particuliers.

Cette règle est la suivante :

Les enclenchements secondaires entre les leviers d'un tableau d'enclenchement s'obtiennent en combinant successivement chaque groupe de la colonne (2) *avec chacun des groupes de la colonne* (3), *c'est-à-dire, en mettant dans la même parenthèse un groupe de la colonne* (2) *et un groupe de la colonne* (3).

Si le même levier se trouve avec le même signe +, —, *ou* ±, *on ne l'écrit qu'une fois en lui conservant ce signe.*

Si le même levier se trouve avec deux signes différents, + *et* —, + *et* ± *ou* — *et* ±, *on ne l'écrit qu'une fois avec le signe* ±.

Cette règle renferme tous les cas que nous venons d'examiner, même les impossibilités telles que ($2^{\pm}$) qui indique que l'on ne peut manœuvrer le levier 2; elle est d'une application des plus faciles, l'opération se faisant pour ainsi dire mécaniquement.

IV.

Je n'ai parlé jusqu'à présent que des combinaisons entre les leviers inscrits dans la colonne (2) et ceux qui sont inscrits dans la colonne (3). — Je vais examiner maintenant les combinaisons entre les leviers de la colonne (4) avec ceux des colonnes (2) et (3).

COMBINAISONS ENTRE LES LEVIERS DE LA COLONNE (4) ET CEUX DES COLONNES (2) ET (3).

Lorsque, sur la même ligne, les leviers qui se trouvent dans la colonne (4) d'une part, dans les colonnes (2) et (3) de l'autre, sont différents, on ne peut déduire aucune relation nouvelle.

La seule remarque intéressante est la suivante :

Si le levier inscrit dans la colonne (4) se trouve avec le signe — (cas général), le levier de la première colonne doit toujours être manœuvré avant de renverser celui de la quatrième colonne.

Si au contraire le levier de la colonne (4) y figure avec le signe + (cas exceptionnel), on ne peut manœuvrer le levier de la première colonne qu'après avoir renversé celui de la quatrième.

Cette règle n'a pas besoin de démonstration ; elle est évidente, mais il est bon de ne pas la perdre de vue.

Je passe immédiatement à l'examen des cas particuliers, où un même levier figure dans les colonnes (2) ou (3) d'une part, (4) d'autre part.

1^er^ Cas. — Sur la même ligne, un levier figure avec le même signe : d'une part dans l'une des colonnes (2) et (3), d'autre part dans la colonne (4).

N^os^ des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1^re^ COLONNE.		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS (3)	EN MOUVEMENT (4)
1	»	2^{-}	2^{-}
2	»	1^{-}, $1^{\pm}$	»

Puisque 2^{-} est incompatible avec 1^{-}, il l'est à fortiori avec $1^{\pm}$ et par suite l'enclenchement de la colonne (4) est purement et simplement à supprimer.

On s'en aperçoit d'ailleurs à la simple lecture de la ligne 2, colonne (3).

Lorsque les enclenchements sont conditionnels, on ne peut tirer de leur combinaison aucune relation. Ainsi, si l'on a :

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS (3)	EN MOUVEMENT (4)
1	»	$(2^{-}\ 3^{-})$	2^{-}

Toutes les combinaisons entre 1 et 3 et entre 2 et 3 sont possibles comme il est aisé de s'en assurer et on n'obtient ni une combinaison nouvelle, ni une simplification des relations.

2e Cas. — Le même levier figure d'une part dans l'une des colonnes (2) et (3), d'autre part dans la colonne (4), avec des signes différents.

Ce cas rentre dans l'un des trois premiers, mais la résultante des enclenchements est à chercher en combinant dans la ligne de ce levier, les relations des colonnes (2) et (3). Ainsi, si l'on a :

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS (3)	EN MOUVEMENT (4)
1	$(2^{+}\ 3^{-})$	«	2^{-}
2	$(1^{+}\ 3^{-})$	$1^{\pm}$	»

il n'est pas utile de chercher une règle nouvelle applicable aux colonnes (4) et (2) sur la ligne 1 ; il suffit de combiner les groupes de la ligne 2 et l'on obtient :

$$(1^{\pm}\ 3^{-}).$$

3e Cas. — Sur la même ligne, un levier figure dans l'une des colonnes (2) et (3) avec le signe $\pm$ et dans la colonne (4) avec un autre signe.

Soit :

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS (3)	EN MOUVEMENT (4)
1	»	$2^{\pm}$	2^{-}
2	»	$1^{\pm}$	1^{-}

D'après l'enclenchement $(1^{\pm}\ 2^{-})$ et la remarque que j'ai faite précédemment, il faut renverser 1 avant de renverser 2, d'autre part, l'enclenchement $(1^{-}\ 2^{\pm})$ de la deuxième ligne oblige à

renverser 2 avant de renverser 1. Donc les deux enclenchements binaires se réduisent à la relation unique ($1^{-}\ 2^{-}$).

Ce cas se présente quelquefois et il convient de ne pas le perdre de vue ; je donnerai plus loin l'exemple d'une erreur qu'il a permis de relever.

Si l'on avait :

N^os des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS (3)	EN MOUVEMENT (4)
1	$2^{\pm}$	»	2^{-}
2	»	$1^{\pm}$	1^{+}

On en déduirait de même la relation : $(1^{+}\ 2^{-})$ remplaçant les deux relations prévues.

Enfin soit :

N^os des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX (2)	RENVERSÉS (3)	EN MOUVEMENT (4)
1	$2^{\pm}$	»	2^{+}
2	$1^{\pm}$	»	1^{+}

Dans ce cas, ni le levier 1 ni le levier 2 ne peut être renversé ; mais ce serait là une erreur tellement grossière dans la confection du tableau, qu'il est peu probable qu'on la trouve jamais dans la pratique.

Quant aux enclenchements conditionnels ils ne conduisent à aucune relation nouvelle.

En résumé, dans ces trois derniers cas, le second se ramène à l'un des trois premiers. Nous n'avons donc pas à en parler ; le premier et le troisième ne sont à examiner que lorsqu'il s'agit d'enclenchements binaires et il suffit de donner comme règle :

Lorsque sur la même ligne un levier figure avec enclenchements binaires, d'une part dans la quatrième colonne, d'autre part dans l'une des colonnes (2) *et* (3), *les deux relations se réduisent à une seule dans laquelle chacun des deux leviers ne figure qu'avec le signe* + *ou le signe* —.

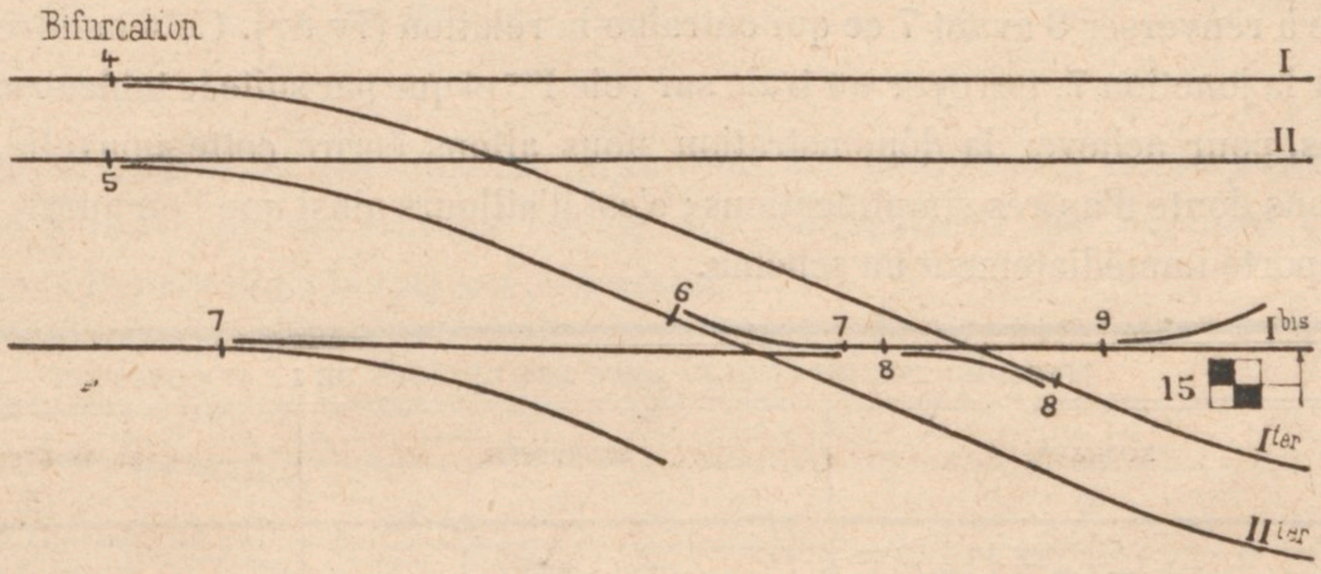
On recherchera dans chaque cas l'enclenchement qui remplacera les deux premiers.

Cette discussion a pu sembler longue, mais il était nécessaire d'examiner tous les cas qui peuvent se présenter. Avant de résumer les règles données plus haut je vais, par quelques exemples, montrer les résultats que l'on peut obtenir par l'application de la méthode que je viens d'exposer.

Ces exemples se rapportent d'ailleurs exclusivement à des vérifications d'enclenchements que j'ai eu à faire.

Premier Exemple. — Dans la gare de ...., comportant une bifurcation, la disposition des voies de bifurcation était projetée ainsi :

Fig. 4



Les relations suivantes étaient prévues entre les leviers 5, 6, 7, 8 :

a) $\dfrac{7\,R}{8\,N \text{ ou } R}$

b) Si 7 est normal $\dfrac{6\,R}{5\,R}$ { Enclenchement utile parce que 6 R dégageait le carré 15 et l'aiguille 9.

c) $\dfrac{8\,R}{6\,R \text{ ou } 7\,R}$

d) $\dfrac{5\,R}{7\,N}$

Ce que nous écrirons avec la notation de M. Bricka :

a) $(7^{-}\ 8^{\pm})$
b) $(7^{+}\ 5^{+}\ 6^{-})$
c) $(6^{+}\ 7^{+}\ 8^{-})$
d) $(5^{-}\ 7^{-})$

L'extrait du tableau est le suivant :

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
5.....	$(7^{+}6^{-})$ $(7^{+}8^{-})$ |	7^{-} $(6^{+}8^{-})$ |	6^{-}
6.....	$(7^{+}8^{-})$ $(5^{-}8^{-})$ $8^{\pm}$ |	$(5^{+}7^{+})$ $7^{\pm}5^{\pm}$ |	
7.....	$(5^{+}6^{-})$ $(6^{+}8^{-})$ $(5^{+}8^{-})$ |	$(5^{-}\ 8^{\pm})$	6^{-} | 8^{-}
8.....		$(6^{+}7^{+})$ $(5^{+}7^{+})$ $(6^{+}5^{-})$ | $7^{\pm}$	7^{-} 6^{+}

Arrêtons-nous en ce point ; nous avons combiné ensemble les groupes primitifs sans obtenir d'autres relations intéressantes que le verrouillage de 5 et de 7 par 6 renversé.

Mais aussitôt que nous recommençons l'opération avec les groupes secondaires nous trouvons :

1° La relation $(7^+\ 6^-\ 6^+\ 8^-) = (7^+\ 6^{\pm}\ 8^-)$ qui ne doit pas être écrite puisque nous avons déjà :

$(7^+\ 6^+\ 8^-)$,

2° La relation $(7^{\pm}\ 8^-)$; or nous avons déjà $(7^-\ 8^{\pm})$. La première oblige à renverser 7 avant 8 et la seconde à renverser 8 avant 7 ce qui entraîne la relation $(7^-\ 8^-)$. Cela montre que l'on ne peut pas, par la jonction 7, envoyer un train sur voie 1ter et que par suite le tableau est mal établi.

Néanmoins, pour achever la démonstration nous allons écrire cette nouvelle relation qui entraînera sans doute d'autres simplifications ; c'est d'ailleurs ainsi que l'on aurait agi si l'on ne s'était pas reporté immédiatement au schéma.

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
5.....	$(7^+\ 6^-)$ ~~$(7^+\ 8^-)$~~ $\mid$ 8^-	$7^-\ (6^+\ 8^-)\ \mid$	6^- ~~8^-~~
6.....	~~$(7^+\ 8^-)$~~ ~~$(5^-\ 8^-)$~~ ~~$8^{\pm}$~~ $\mid$ 8^-	$(5^+\ 7^+)\ 7^{\pm}\ 5^{\pm}$	
7.....	$(5^+\ 6^-)$ ~~$(6^+\ 8^-)$~~ $(5^+\ 8^-)$	5^- ~~$8^{\pm}$~~ $\mid$ 8^-	6^- $\mid$ ~~8^-~~
8.....		$(6^+\ 7^+)$ $(5^+\ 7^+)$ $(6^+\ 5^-)$ ~~$7^{\pm}$~~ 7^- ~~$5^{\pm}$~~ $5^+\ 6^+$	7^- ~~6^+~~

Aussitôt cette nouvelle relation $(7^-\ 8^-)$ écrite nous cherchons les conséquences de cet enclenchement binaire. — A la ligne 8 nous ne pouvons rien obtenir, mais à la ligne 7 nous obtenons les enclenchements $(5^+\ 6^-\ 8^-)$, $(6^+\ 8^-)$, $(5^+\ 8^-)$ dont le premier est une conséquence du troisième.

Nous pouvons alors biffer les relations déjà annulées et tous les enclenchements dans lesquels entrent ces groupes, c'est-à-dire $(5^+\ 7^+\ 8^-)$, $(6^+\ 7^+\ 8^-)$, $(6^+\ 5^-\ 8^-)$.

Pour plus de clarté j'écris une troisième fois le tableau après avoir supprimé les enclenchements ci-dessus.

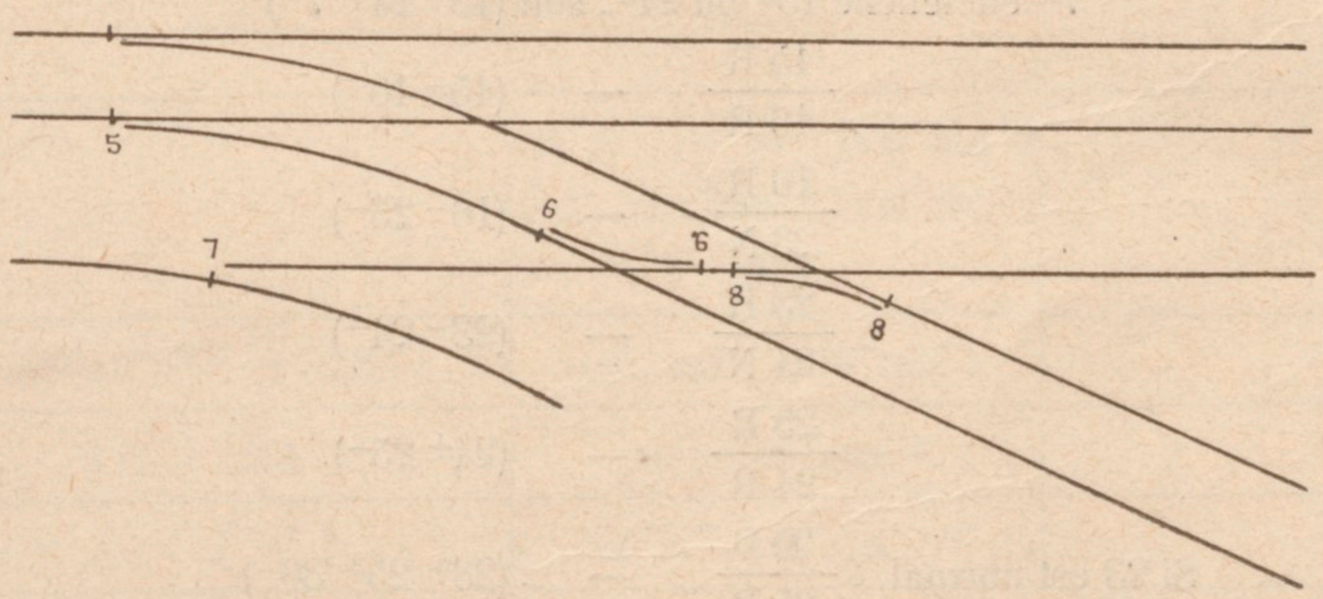
Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
5.....	(7^+6^-) 8^-	7^-	6^-
6.....	8^-	(5^+7^+) $7^{\pm}$ $5^{\pm}$	
7.....	(5^+6^-)	5^- 8^-	6^-
8.....		7^- 5^+ 6^+	

Les combinaisons des groupes des colonnes (2) et (3) ne donnent plus aucune relation nouvelle, et le tableau montre que le système qui a servi de base au tableau est équivalent au système suivant :

$$\left.\begin{matrix}(5+\,7+\,6-)\\(5+\,8-)\\(6+8-)\\(5-\,7-)\end{matrix}\right\}\ \text{Dont on déduit}\ \left\{\begin{matrix}(5^{\pm}\,6^{-})\\(6^{-}\,7^{\pm})\\(7-\,8-)\end{matrix}\right.$$

Ce système d'enclenchement rendant impossible les mouvements de la jonction 7 vers la voie I[ter], par 8 renversé, nous avons changé les conjugaisons des aiguilles et réalisé les enclenchements figurés dans le tableau ci-dessous.

Fig. 5.



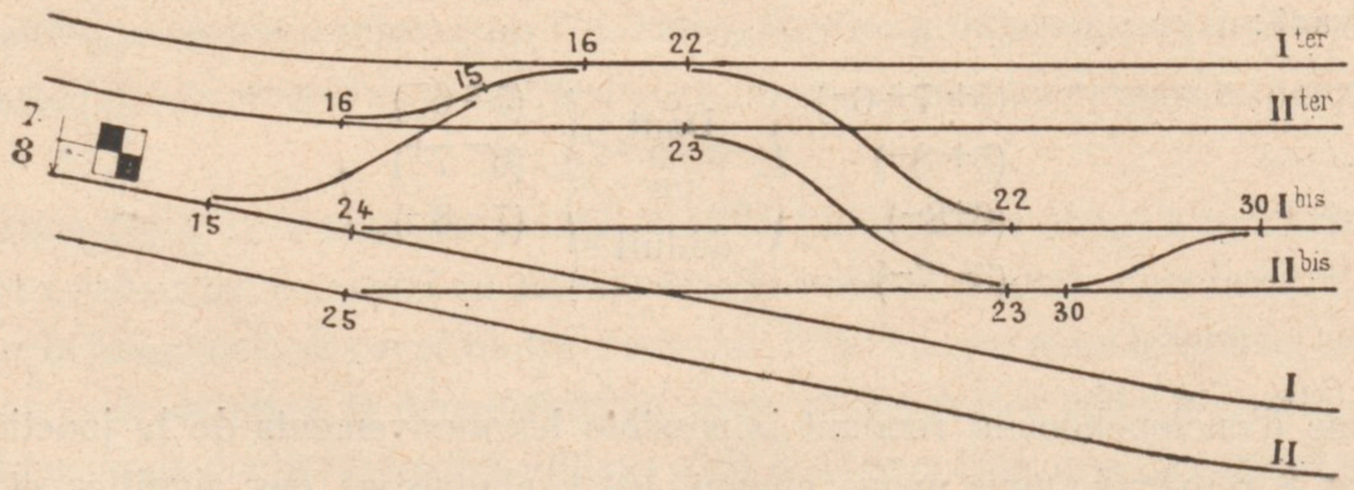
Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
5.....	$6^{-}(7^{+}8^{-})$	$7^{-}(6^{+}8^{-})$	8^{-}
6.....	$(7^{+}8^{-})\ (5^{-}8^{-})$	$5^{+}7^{-}$	8^{-}
7.....	$(6^{+}8^{-})\ (5^{+}8^{-})$	$5^{-}6^{-}$	8^{-}
8.....		$(6^{+}7^{+})\ (5^{+}7^{+})\ (5^{-}6^{+})$ $5^{\pm}\,6^{\pm}\,7^{\pm}$	

Tableau qui ne donne plus lieu à aucune observation.

Deuxième exemple. — Je vais citer un autre exemple d'une simplification trouvée par l'application de cette méthode.

Dans ce second cas les voies présentent la disposition ci-après (Fig. 6).

Fig. 6



Le carré 7 peut être effacé pour 15 R et 24 R, et on avait projeté entre ces différents leviers les relations :

7^{R} enclenche 15^{R} ou 24^{R}, soit $(15+\ 24+\ 7-)$

$$\frac{15\ R}{16\ R} \quad — \quad (15-\ 16+)$$

$$\frac{16\ R}{23\ N} \quad — \quad (16-\ 23-)$$

$$\frac{23\ R}{24\ N} \quad — \quad (23-\ 24-)$$

$$\frac{25\ R}{24\ R} \quad — \quad (24+\ 25-)$$

Si 23 est normal $\dfrac{30\ R}{25\ R}$ — $(23+\ 25+\ 30-)$

Si 24 est renversé $\dfrac{7\ R}{30\ N}$ — $(7-\ 24-\ 30-)$

Or ce dernier enclenchement combiné avec les précédents, se ramène à la relation binaire :

$$\frac{7\ R}{30\ N} \quad \text{ou} \quad (7-\ 30-)$$

Sans doute cette simplification peut se trouver par le raisonnement, ou du moins, se démontrer lorsqu'on la connaît, en suivant avec soin les enclenchements sur le schéma, mais c'est un travail assez pénible qui ne peut être fait que par un agent bien au courant des enclenchements. Avec la méthode que j'ai exposée, on est *forcé* de la trouver, et il n'est même pas besoin de suivre le schéma pour arriver à ce résultat.

Je donne ci-dessous le tableau relatif à ces sept leviers, quoiqu'il suffise de combiner les enclenchements des lignes 15, 23, 24 et 25. Pour trouver les relations secondaires, je procéderai méthodiquement, en prenant les précautions suivantes qui permettent d'éviter un certain nombre d'écritures inutiles :

1° Avant de combiner les conditionnels, on commencera par combiner les enclenchements binaires jusqu'à ce qu'on ait trouvé tous les enclenchements binaires secondaires.

2° On combinera ensuite les enclenchements conditionnels primitifs non seulement avec tous les enclenchements primitifs (chiffres maigres), mais encore avec les enclenchements binaires secondaires (chiffres gras), déjà trouvés.

3° En écrivant chaque relation, il faut regarder dans la colonne voisine pour voir s'il n'y a pas une simplification immédiate à faire, sans cela on est exposé à écrire des relations inutiles.

4° Enfin on peut écarter *provisoirement* toutes les relations d'ordre supérieur à celle des enclenchements réalisés mécaniquement, quitte à y revenir plus tard ; ainsi dans l'espèce je n'écrirai aucune relation intéressant quatre leviers.

Nous trouvons dès le début un exemple de ces simplifications ; ainsi lorsque j'ai écrit toutes les relations binaires et que je prends les conditionnels je trouve en combinant à la ligne 15 les groupes des colonnes (2) et (3), d'abord : (24+ 16+ 7−), puis aussitôt après (24+ 7− 23−). Or en écrivant ce dernier enclenchement à la ligne 24, je m'aperçois que j'ai (7 − 23−) dans la colonne (2), et (23−) dans la colonne (3), d'où je déduis l'incompatibilité (7− 23−) que j'écris aussitôt et qui m'évite d'écrire d'autres conditionnels dans lequel ce groupe rentrerait.

Nos des LEVIERS (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
7.....	»	$(15^{+}24^{+})$ $(24^{-}30^{-})$ $16^{+}24^{+}$ 23^{-} $(25^{+}30^{-})$ $(15^{+}30^{-})$ 30^{-}	»
15.....	$(24^{+}7^{-})$ $(7^{-}30^{-})$	16^{+} 23^{-} $(25^{+}30^{-})$	»
16.....	(15^{-}) $(24^{+}7^{-})$	23^{-} $(25^{+}30^{-})$	»
23.....	$(25^{+}30^{-})$	$16^{-}24^{-}$ $15^{-}25^{-}7^{-}$	»
24.....	$(15^{+}7^{-})$ 25^{-} $(16^{+}7^{-})$ ~~(7− 23−)~~	23^{-} $(7^{-}30^{-})$ $(25^{+}30^{-})$	»
25.....	$(23^{+}30^{-})$ $(16^{-}30^{-})$ $(24^{-}30^{-})$ $(15^{-}30^{-})$ $(7^{-}30^{-})$	$24^{+}23^{-}$ $(7^{-}30^{-})$	30^{-}
30.....	»	$(23^{+}25^{+})$ $(7^{-}24^{-})$ $(25^{+}16^{-})$ $(25^{+}24^{-})$ $(25^{+}15^{-})$ $25^{\pm}$ $(25^{+}7^{-})$ $(15^{+}7^{-})$ 7^{-}	»

Je m'arrête en ce point du tableau ; en combinant à la ligne 24, le levier 25− de la colonne (2) avec le groupe (7− 30−) de la colonne (3), j'obtiens (7− 25− 30−). Or j'avais écrit un peu avant (7− 25+ 30−) comme combinaison à la ligne 23 du groupe (25+ 30−) de la colonne (2) avec le levier 7− de la colonne (3) ; et en écrivant le groupe (7− 30−) dans la colonne (3) de la ligne 25, je m'aperçois que ce même groupe se trouve dans la colonne (2) sur la même ligne et j'en déduis l'enclenchement (7− 30−). J'écris aussitôt cette relation et supprime tous les groupes où entre cette combinaison, ainsi que ceux qui contiennent le levier 30− dans la troisième colonne de la ligne 7 et ceux qui contiennent le levier 7− dans la troisième colonne de la ligne 30.

J'ai obtenu ainsi la simplification que j'avais annoncée. Je pourrais donc m'arrêter ici, toutefois à titre d'exemple, je donne ci-après le tableau achevé :

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
7.....	»	$(15^{+}24)$ ~~$(24^{-}30^{-})$~~ $(16^{+}24^{+})$ 23^{-} ~~$(25^{+}30^{-})$~~ ~~$(15^{+}30^{-})$~~ $\underline{30^{-}}$	»
15.....	$(24^{+}7^{-})$ ~~$(7^{-}30^{-})$~~	$16^{+}23^{-}$ $(25^{+}30^{-})$ $(24^{+}30^{-})$	»
16.....	15^{-} $(24^{+}7^{-})$	$23^{-}(25^{+}30^{-})$ $(24^{+}30^{-})$	»
23.....	$(25^{+}30^{-})$ $(24^{+}30^{-})$	16^{-} 24^{-} 15^{-} 25^{-} 7^{-}	30^{-}
24.....	$(15^{+}7^{-})$ 25^{-} $(16^{+}7^{-})$ ~~$(7^{-}23^{-})$~~ $(23^{+}30^{-})$ $(16^{-}30^{-})$ $(15^{-}30^{-})$	23^{-} ~~$(7^{-}30^{-})$~~ $(25^{+}30^{-})$	30^{-}
25.....	$(23^{+}30^{-})$ $(16^{-}30^{-})$ $(24^{-}30^{-})$ $(15^{-}30^{-})$ $(7^{-}30^{-})$	24^{+} 23^{-} ~~$(7^{-}30^{-})$~~	30^{-}
30.....	»	$(23^{+}25^{+})$ ~~$(7^{-}24^{-})$~~ $(25^{+}16^{-})$ $(25^{+}24^{-})$ $(25^{+}15^{-})$ $25^{\pm}$ ~~$(25^{+}7^{-})$~~ ~~$(15^{+}7^{-})$~~ $\underline{7^{-}}$ $(23^{+}24^{+})$ $(24^{+}16^{-})$ $24^{\pm}$ $(24^{+}15^{-})$ $23^{\pm}$	»

Ce tableau est terminé puisque les combinaisons entre les groupes des colonnes (2) et (3) ne donnent plus aucune relation nouvelle, même si on prend des groupes de quatre leviers différents.

Mais avant d'aller plus loin, il est indispensable de faire quelques observations.

En premier lieu, j'ai supprimé le conditionnel (7– 24– 30–), mais il ne faut pas oublier dans le tableau rectifié d'inscrire en noir le binaire (7– 30–) qui devra être réalisé mécaniquement dans le poste, sous peine d'avoir des enclenchements incomplets ; c'est pour ne pas l'oublier que j'ai pris la précaution de souligner cette relation, à la fois dans la ligne 7 et dans la ligne 30.

En second lieu il semble, lorsqu'on a un certain nombre de conditionnels, qu'on n'arrivera jamais à épuiser toutes les combinaisons ; dans les postes qui comprennent un grand nombre de leviers, cette impression est très sensible et le travail est parfois pénible ; mais il arrive un moment où l'on retombe sur des relations déjà trouvées et le tableau se dégage rapidement.

Il faut surtout s'attacher à faire les simplifications au fur et à mesure qu'elles se présentent et à bien vérifier chaque fois que l'enclenchement qu'on écrit ne l'a pas été une première fois.

D'autres remarques peuvent aussi simplifier les écritures. Ainsi par exemple dans le tableau, le levier 25 n'entre avec le signe + que dans la relation $(23^{+}\ 25^{+}\ 30^{-})$. Or le levier 30 est toujours affecté du signe — et par conséquent la ligne 30 ne donnera aucun enclenchement secondaire ; il en résulte que les enclenchements secondaires dans lesquels entrera le levier 25^{+} contiendront tous le levier 30^{-}. On peut donc dans la colonne (2) de la ligne 25 écrire le levier 30^{-} avec une accolade ainsi que je l'indique ci-dessous.

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
25	$(23^{+}30^{-})$ 30^{-} { 16^{-} / 24^{-} / 15^{-}	»	»
ou encore avec une parenthèse :			
25	$(23^{+}30^{-})$ $[30^{-}\ (16^{-}, 24^{-}, 15^{-})]$	»	»

Enfin, et c'est là un point capital, il faut alléger le tableau des leviers qui ne peuvent donner aucune relation intéressante et aucune simplification ; ainsi en général il y a lieu de supprimer les disques lorsqu'ils sont suivis de carrés, car il est évident qu'ils prennent tous les enclenchements des carrés avec lesquels ils sont eux-mêmes enclenchés. Par exemple :

Soit le carré 2-3, protégeant une aiguille en pointe et précédé du disque 1 (voir figure 3) : on a la relation $(2^{+}\ 3^{+}\ 1^{-})$.

Si le levier 1 n'a pas de relation avec les autres leviers il faut n'en pas tenir compte, sans quoi on introduira toute une série d'enclenchements secondaires conditionnels tout à fait inutiles.

De même, lorsqu'on a une jonction n'intéressant qu'une des voies principales extrêmes, on peut souvent supprimer son levier du tableau. C'est le cas pour une jonction qui aboutirait en talon sur la voie II du schéma précédent sans intéresser la voie I ; elle serait enclenchée seulement avec l'aiguille 25 et on pourrait ne pas en tenir compte.

Troisième Exemple. — Je vais maintenant donner un tableau relatif à un poste à l'étude. Les deux voies principales I et II se subdivisent en trois voies impaires, trois voies paires et une voie mixte ; en outre il existe entre les deux principales deux voies de garage A, B, reliées à toutes les voies de la gare (voir Planche XXIX).

Par suite de l'enchevêtrement des voies, ce poste est très compliqué; on a dû prévoir 11 enclenchements conditionnels dont un seul (celui du disque 2 et des quatre leviers du carré) peut être écarté, et dont tous les autres comportent des relations entre aiguilles. Le tableau est donc très long et l'un de ceux qui donnent le plus grand nombre d'enclenchements conditionnels secondaires.

Pour le dresser, j'ai commencé par chercher les combinaisons de tous les enclenchements binaires, puis, sur les 34 leviers qui composent le poste j'en ai écarté 17 qui semblaient à priori ne devoir donner aucune simplification. C'est ainsi que j'ai écarté du calcul tous les enclenchements dans lesquels rentrait le levier 36, puisque cette jonction ne peut être renversée que si 35 est renversé, et doit avoir par suite tous les enclenchements du levier 35 plus ceux, très peu importants, que lui donne sa position sur la voie I.

De même j'ai écarté provisoirement le levier 43 du signal carré sur voie II, puisque ce signal ne peut être effacé que si 32 est renversé et que c'est par 32 renversé que j'obtiens les enclenchements avec les autres jonctions.

Les leviers ainsi écartés sont entourés d'un cadre noir dans la colonne (1) du tableau des enclenchements.

Bien entendu, si je n'ai pas inscrit les enclenchements secondaires conditionnels dans lesquels entrent ces leviers, j'ai inscrit les enclenchements binaires auxquels étaient ramenés des conditionnels. Ainsi à la ligne 23, j'ai dans la deuxième colonne ($16^+\ 30^-$) et dans la troisième colonne 28^-, d'où je tire ($16^+\ 28^-\ 30^-$). Je vois de suite en me reportant à la ligne 16 qu'en combinant cette relation avec ($16^-\ 28^-$) j'obtiens la relation binaire ($28^-\ 30^-$), et je l'écris aussitôt.

J'ai ainsi recherché tous les enclenchements secondaires résultant des relations réalisées entre les 17 leviers principaux ; puis lorsque ce travail a été fini, et pour montrer par un exemple un tableau complet, j'ai introduit successivement chacun des leviers écartés tout d'abord, sauf les leviers 1 et 2, qui sont sans aucun intérêt. Pour plus de clarté, j'ai séparé, par une barre horizontale, les combinaisons déjà trouvées de celles qui ont été obtenues par la suite, et j'ai indiqué par un indice l'ordre dans lequel j'ai fait entrer dans le tableau chacun de ces leviers. Les leviers 3, 4, 11 et 43 n'ont aucun indice parce qu'ils ne pouvaient donner aucun enclenchement conditionnel et que les enclenchements binaires avaient été écrits dès l'origine.

Dans cette dernière phase, j'ai employé l'une des notations simplifiées indiquée plus haut et qui consiste à mettre une parenthèse pour tous les enclenchements conditionnels comportant deux leviers communs ; ainsi, lorsque je reprends les enclenchements du levier 30 j'obtiens à la ligne 16 les enclenchements de ($23^+\ 30^-$) avec 33^-, 35^-, 40^-, 44^-, 48^-, 46^-, 36^-, alors à la ligne 30 j'écris dans la troisième colonne [23^+ (33^-, 35^-, 40^-, 44^-, 48^-, 46^-, 36^-)·] et en même temps j'inscris à la ligne 23 dans la deuxième colonne [30^- (33^-, 35^-, 40^-, 44^-, 48^-, 46^-, 36^-)].

Les écritures sont simplifiées et la lecture est plus claire.

Je ne discuterai pas toutes les particularités qu'on peut relever en dressant ce tableau ; si l'on veut s'en rendre compte il faut faire soi-même le travail, au moins pour les 17 leviers principaux. D'ailleurs ce tableau ayant été dressé après quelques essais, on n'y trouvera pas de réductions analogues à celles que j'ai indiquées dans les deux premiers exemples et je n'ai à signaler que la suivante :

J'avais cru devoir réaliser directement l'enclenchement ($22^-\ 48^-$) destiné à empêcher les trains venant de la voie I^{ter}-II^{ter} de s'engager à contre-voie sur la voie I par la jonction 22. Or il se trouve que cet enclenchement est réalisé indirectement.

En effet, à la ligne 14 nous avons :

Dans la colonne (2)	($18^+\ 48^-$)
Dans la colonne (3)	($16^+\ 22^-$)

ce qui nous donne la relation quaternaire :

$$(16+\ 18+\ 22-\ 48-)$$

Si nous la reportons à la ligne 18, nous avons :

Dans la deuxième colonne	$(16+\ 22-\ 48-)$
Dans la troisième colonne	$(16+\ 22-)$

d'où nous tirons la relation :

$$(16+\ 22-\ 48-)$$

En reportant maintenant cet enclenchement à la ligne 16, nous avons :

dans la colonne (2)	$(22-\ 48-)$
dans la colonne (3)	$48-$

d'où nous tirons $(22-\ 48-)$.

Ainsi, donc cette relation $(22-\ 48-)$ est la conséquence des enclenchements suivants :

$$(14+\ 18+\ 48-)$$
$$(14-\ 16+\ 22-)$$
$$(16+\ 18-\ 22-)$$
$$(16-\ 48-)$$

Cette simplification peut se démontrer par le raisonnement, mais si l'on devait faire un raisonnement analogue pour chaque levier, il faudrait se livrer à un travail bien plus long et pénible qu'en dressant le tableau, et on s'exposerait à des chances d'erreurs beaucoup plus nombreuses.

VI.

TABLEAU DES PASSAGES.

Nous venons de voir comment on dresse un tableau des enclenchements et comment on détermine tous les enclenchements secondaires qui sont la conséquence des enclenchements réalisés. Dans les postes comprenant un petit nombre de leviers, il est aisé, en comparant au schéma le tableau ainsi complété, de s'assurer qu'il n'y a ni erreur d'enclenchements ni lacune, mais dans les postes compliqués, tels que celui que nous avons donné en troisième exemple, il faut une vérification plus sérieuse sans quoi on s'expose à avoir des enclenchements incomplets ainsi que je le montrerai plus loin.

Pour obtenir le résultat désiré, il convient de dresser un *tableau des passages*, dans lequel on inscrira, pour chaque passage de train ou pour chaque manœuvre, d'une part la position des leviers de signaux ou d'aiguilles qui permettent au mécanicien d'effectuer ce mouvement, d'autre part les positions de tous les autres leviers, telles qu'elles résultent des enclenchements réalisés, directement ou indirectement, entre ces leviers et ceux qui commandent le mouvement.

Ce tableau permettra donc de s'assurer que la sécurité des mouvements est complètement obtenue au moyen des enclenchements réalisés, et de rechercher si ces enclenchements n'ont pas pour conséquences d'empêcher certains mouvements qui pourraient se faire simultanément sans danger.

La disposition qui m'a paru la meilleure pour établir le tableau des passages est figurée ci-après :

DÉSIGNATION des MOUVEMENTS. (1)	LEVIERS commandant les mouvements. (2)	LEVIERS ENCLENCHÉS		LEVIERS VERROUILLÉS. (5)	LEVIERS LIBRES (6)
		dans leur position renversée. (3)	dans leur position normale. (4)		

Dans la colonne (1) on met tous les mouvements que l'on veut vérifier ; dans la colonne (2) on met seulement les leviers qui commandent le mouvement. Ainsi dans le troisième exemple si l'on veut aller de la voie I vers la voie I^{ter}, on mettra seulement dans la colonne (2) le levier 5^{-}, puisque c'est ce levier qui, renversé, permet au train de s'avancer. De même pour le refoulement de la voie I vers la voie B, on pourrait inscrire 36^{-}, 14^{-}, dans la colonne (2) mais il est préférable d'inscrire 36^{-}, 18^{+}, afin de bien s'assurer que les enclenchements obligent à renverser le levier 14 lorsque 36 est renversé, 18 étant normal.

Pour remplir, dans ce dernier cas les colonnes (3), (4), (5) on se reporte à la ligne du levier 36, troisième colonne du tableau d'enclenchement, et on prend d'abord tous les enclenchements binaires, puis tous les conditionnels dans lesquels entrent le levier 18^{+}. On inscrit alors les leviers dans le tableau des passages, avec le signe contraire à celui qu'ils ont dans le tableau d'enclenchement ; cela fait, il ne reste plus qu'à écrire dans la colonne (6) tous les leviers qui ne figurent dans aucune des colonnes (3) ou (4) ou (5). Ainsi pour le refoulement de la voie I vers la voie B on a :

DÉSIGNATION DES MOUVEMENTS (1)	LEVIERS commandant les mouvements (2)	LEVIERS ENCLENCHÉS		LEVIERS VERROUILLÉS (5)	LEVIERS LIBRES (6)
		Dans leur position renversée (3)	Dans leur position normale (4)		
Refoulement de la voie I vers B..	36^{-}, 18^{+}	14^{-}, 35^{-}	2.4.5.6.11. 12.16.20.22. 24.33.40.44. 46.48.51.	»	13.23.28.30. 31.32.39.43. 45.47.50.

Dans l'espèce, on constate : 1° que 35 et 14 doivent être renversés, ce qui assure la continuité du mouvement ; 2° que tous les mouvements autres que ceux qui intéressent la voie II, sont condamnés ; 3° que tous les mouvements sur voie II sont libres.

Mais il arrive, dans les postes les mieux étudiés, que l'on a parfois des incompatibilités que que l'on ne devrait pas avoir ; nous en avons un exemple pour ce poste, lorsque l'un des leviers 5 ou 6 est renversé.

Considérons en effet le mouvement de I vers I^{IV}, nous avons :

DÉSIGNATION DES MOUVEMENTS (1)	LEVIERS commandant les mouvements (2)	LEVIERS ENCLENCHÉS		LEVIERS VERROUILLÉS (5)	LEVIERS LIBRES (6)
		Dans leur position renversée (3)	Dans leur position normale (4)		
De I vers I^{IV}	6^{-}	20^{-}, 22^{-}, 24^{-}	3.4.5.12.28. 31.32.33.35. 36.39.40.43. 44.45.46.47. 48.	$14^{\pm}$ $16^{\pm}$ $18^{\pm}$	11.13.23.30. 50.51.

La continuité est assurée par les leviers 20^{-}, 22^{-}, 24^{-} et 31^{+} ; la protection est assurée également du côté des voies I, I^{bis}, II, II^{bis}, I^{ter}, II^{ter}. Pour la protection contre les voies A et B nous voyons bien que les leviers 14 et 18 sont verrouillés, mais dans une position quelconque ; il faut alors que nous nous reportions au tableau d'enclenchement et nous voyons que l'on ne peut renverser 14 ou 18 que si 16 est renversé. Donc il n'y a rien à craindre de ce côté ; de même il n'y a aucune observation à faire en ce qui concerne la colonne (6) ; mais il n'en est pas de même pour la colonne (5). En effet lorsque j'ai renversé le levier 6 (et même dès que j'ai renversé le levier 22), 14, 16 et 18 sont verrouillés de telle sorte que, si l'on n'a pas pris la précaution de renverser d'abord 14 ou 18, puis 16, on ne peut faire un mouvement de II^{IV} et IV vers A ou B et réciproquement, quoique ces mouvements soient sans danger.

C'est là un inconvénient, mais qu'il n'est pas possible de supprimer.

En effet, l'incompatibilité de 22^{-} avec $16^{\pm}$ qui entraîne les autres, est la conséquence des enclenchements :

$$\begin{cases} (14^{+}\ 18^{+}\ 16^{-})\ (a) \\ (16^{+}\ 14^{-}\ 22^{-})\ (b) \\ (16^{+}\ 18^{-}\ 22^{-})\ (c) \end{cases}$$

Les relations (a) et (c) donnent, à la ligne 18 :

$$(14^{+}\ 16^{\pm}\ 22^{-})$$

Cet enclenchement (combiné avec la relation b) à la ligne 14, donne :

$$(16^{\pm}\ 22^{-})$$

Or les relations (a) et (b) sont essentielles puisqu'elles protègent la jonction 22 contre les voies A et B. Quant à la première, elle ne peut être supprimée qu'à la condition de s'exposer à envoyer une rame par la jonction 16 sur le bloc d'arrêt 14 fermé, ce qui pourrait entraîner un déraillement engageant le gabarit de la voie II.

Cet inconvénient serait beaucoup plus grave que celui qui résulte des enclenchements réalisés.

Le tableau dressé, il n'y a plus qu'à suivre chaque mouvement sur le schéma et à indiquer d'une part les erreurs et lacunes, d'autre part les gênes que les enclenchements apportent dans les manœuvres. On entourera d'un cercle, tout levier qui a une disposition différente de celle qu'il devrait avoir pour assurer la sécurité, ou qui est libre alors qu'il devrait être enclenché.

D'autre part, on soulignera tout levier qui devrait être libre et qui se trouve enclenché ou verrouillé.

J'ai indiqué à la Planche XXIX, le tableau des passages relatifs au troisième exemple.

Si nous examinons ce tableau, nous constatons que, dans les mouvements 3 et 4, les leviers 14, 16 et 18 sont verrouillés, ce qui empêche certains mouvements qui pourraient se faire simultanément sans danger ; je viens d'expliquer pourquoi on ne peut modifier les enclenchements qui ont cette conséquence.

Au mouvement 5, on trouve quelque chose de plus grave, le carré 43 étant ouvert et le levier 32 renversé, pour le départ d'un train de la voie II, les blocs 14 et 18 sont libres ce qui permet un refoulement des voies A ou B vers la voie II. Il y a donc là une lacune dans les enclenchements ; on peut y remédier en réalisant les enclenchements :

$$(14^{-}\ 32^{-}),\ (18^{-}\ 32^{-}).$$

mais alors on ne pourra plus refouler de rames, des voies I et I^{bis} vers les voies A et B lorsque 32 est renversé. Il serait préférable de réaliser les enclenchements :

$$(14^{-}\ 35^{+}\ 40^{+}\ 32^{-}),\ (18^{-}\ 35^{+}\ 40^{+}\ 32^{-})$$

et on devra les introduire dans le tableau et en rechercher les conséquences.

La recherche des conséquences des relations à quatre leviers est toujours compliquée ; aussi faudra-t-il commencer par écarter le plus grand nombre possible de leviers, sous peine de faire des calculs fatigants. Nous résumons ci-dessous les seules conséquences importantes en donnant seulement les cinq leviers intéressés. On a mis en chiffres maigres les enclenchements déjà réalisés ou trouvés ; en chiffres maigres soulignés les nouveaux enclenchements que l'on se propose de réaliser, et en chiffres gras les enclenchements secondaires.

Nos des LEVIERS. (1)	POSITIONS INCOMPATIBLES AVEC LES LEVIERS DE LA 1re COLONNE.		
	NORMAUX. (2)	RENVERSÉS. (3)	EN MOUVEMENT. (4)
14.....	$(18^{+}\ 35^{-})$ $(18^{+}\ 40^{-})$	$18^{-}(35^{+}\ 40^{+}\ 32^{-})$ $(32^{-}\ 40^{\pm})$ $(32^{-}\ 35^{\pm})$	$35^{-}\ 40^{-}\ 32^{-}$
18.....	$(14^{+}\ 35^{-})$ $(14^{+}\ 40^{-})$ ~~$(35^{\pm}\ 40^{+}\ 32^{-})$ $(35^{+}\ 40^{\pm}\ 32^{-})$~~	$14^{-}(35^{+}\ 40^{+}\ 32^{-})$ $(32^{-}\ 40^{\pm})$ $(32^{-}\ 35^{\pm})$	32^{-}
32.....	»	$(35^{+}\ 40^{+}\ 14^{-})$ $(35^{+}\ 40^{+}\ 18^{-})$ $14^{\pm}\ 18^{\pm}$ ~~$(14^{-}\ 40^{\pm})$~~ ~~$(18^{-}\ 45^{\pm})$~~ ~~$(14^{-}\ 35^{\pm})$~~ ~~$(18^{-}\ 35^{\pm})$~~ $35^{+}\ 40^{\pm}$	»
35.....	$(40^{+}\ 14^{-}\ 32^{-})$ $(40^{+}\ 18^{-}\ 32^{-})$ $(40^{\pm}\ 32^{-})$	$(14^{+}\ 18^{+})\ 40^{-}\ 14^{\pm}\ 18^{\pm}$	~~$(14^{-}\ 32^{-})$~~ ~~$(18^{-}\ 32^{-})$~~ 32^{-}
40.....	$(35^{+}\ 14^{-}\ 32^{-})$ $(35^{+}\ 18^{-}\ 32^{-})$ $(32^{-}\ 35^{\pm})$	$(14^{+}\ 18^{+})\ 35^{-}\ 14^{\pm}\ 18^{\pm}$	~~$(14^{-}\ 32^{-})$~~ ~~$(18^{-}\ 32^{-})$~~ 32^{-}

On obtient ainsi les relations binaires : $(32^{-}\ 14^{\pm})$, $(32^{-}\ 18^{\pm})$, $(32^{-}\ 35^{\pm})$, $(32^{-}\ 40^{\pm})$ qui sont les seules conséquences intéressantes des combinaisons des enclenchements considérés dans le tableau ci-dessus.

Continuons l'examen du tableau des passages du troisième exemple :

Dans le passage 16, les leviers, 16, 18, 51 sont libres alors que 16 et 51 devraient être normaux et 18 renversé ; on verra facilement que l'on ne peut éviter cet inconvénient sans mettre un disque de refoulement ou sans introduire des relations telles que (16⁻ 24⁻) qui constitueraient une gêne sérieuse pour les manœuvres.

Ce refoulement N° 16 étant tout à fait exceptionnel, on peut dans l'espèce, se contenter des enclenchements réalisés, mais s'il s'agissait d'un mouvement fréquent, il faudrait introduire la relation (16⁻ 24⁻).

Dans le passage N° 19, les leviers 24 et 31 sont libres alors qu'ils devraient être normaux. Pour 31, il n'y a pas d'inconvénient puisque l'on ne peut refouler de la voie I^ter II^ter que si le carré 47-48 est renversé ; or les deux leviers de ce signal sont enclenchés, l'un par 30⁻, l'autre par la combinaison (23+ 30⁻). Quant au levier 24, son renversement ne peut avoir d'inconvénient que lorsqu'on fait le mouvement N° 16 dont nous venons de parler.

Enfin dans le passage 20, voie B vers I^ter II^ter, le carré 48 peut être effacé ; on ne peut améliorer cette situation qu'avec un nouveau signal, qui dans l'espèce est inutile, le mouvement 20 ne pouvant se faire que sous la direction du chef de manœuvres lorsque la voie I^ter II^ter est libre.

Cette discussion a pu paraître longue mais j'ai tenu à la pousser jusqu'au bout pour montrer que l'on peut, avec la méthode ci-dessus, déterminer toutes les conséquences possibles des enclenchements réalisés et se mettre à l'abri de toute surprise au moment de la mise en service d'un poste d'enclenchement.

VII.

CONCLUSIONS.

En résumé, la méthode que je viens d'exposer permet de trouver tous les enclenchements secondaires, qu'ils soient binaires ou conditionnels. Sans doute, dans les postes compliqués elle est longue et demande une certaine attention, mais elle est sûre et c'est surtout dans les cas analogues qu'elle peut rendre de sérieux services.

Elle offre d'ailleurs cet avantage que l'on peut faire chercher les enclenchements secondaires par un agent quelconque, pourvu qu'il soit méthodique et soigneux. Il suffit à l'Ingénieur d'écrire sur le tableau les enclenchements qu'il a l'intention de réaliser et d'indiquer les leviers dont il n'y a pas lieu de rechercher les enclenchements conditionnels ; puis de préparer les deux premières colonnes du tableau des passages.

On peut donc, après avoir fait l'apprentissage d'un agent, se débarrasser sur lui de la besogne matérielle, et on est néanmoins sûr de connaître toutes les conséquences des enclenchements réalisés.

RÈGLES A SUIVRE POUR DÉTERMINER LES ENCLENCHEMENTS SECONDAIRES.

Je vais maintenant résumer les règles à suivre pour la recherche des combinaisons secondaires :

1° Les enclenchements secondaires s'obtiennent en combinant chacun des groupes de la colonne (2) avec chacun des groupes de la colonne (3) qui se trouve sur la même ligne.

2° Si dans une combinaison ainsi obtenue on trouve deux fois le même levier, avec le même signe +, —, ou ±, on ne l'écrit qu'une seule fois en lui conservant son signe.

Si on le trouve avec deux signes différents, on ne l'écrit qu'une fois avec le même signe ±.

3° Lorsque, sur la même ligne, un levier figure, *seul*, d'une part dans la colonne (4), d'autre part dans l'une des colonnes (2) ou (3), les deux enclenchements binaires dont il fait partie se réduisent à un seul dans lequel chacun des deux leviers ne figure qu'avec le signe + ou le signe —.

CONSEILS POUR SIMPLIFIER LE TRAVAIL.

J'indiquerai en terminant quelques moyens pour simplifier le travail, moyens qui n'ont d'intérêt que lorsqu'il y a un grand nombre d'enclenchements conditionnels.

1° On commence par combiner tous les enclenchements binaires jusqu'à ce qu'on ait trouvé tous les enclenchements binaires secondaires.

2° Lorsque toutes les combinaisons binaires sont épuisées, on examine quels sont les leviers dont on peut négliger les enclenchements conditionnels secondaires et on les marque d'une manière spéciale dans la colonne (1). Pour ces leviers réservés on n'écrira plus que les relations binaires pouvant résulter des autres enclenchements conditionnels.

Les leviers de disques, lorsque ces signaux sont suivis de carrés, doivent toujours être écartés.

3° On combine ensuite tous les enclenchements conditionnels primitifs (noirs) avec les enclenchements primitifs et avec les enclenchements binaires secondaires (rouges) qui ont déjà été trouvés.

Lorsqu'on est arrivé à la fin du tableau on recommencera en combinant chacun des enclenchements de la colonne (2) trouvés par l'opération ci-dessus avec tous les enclenchements primitifs ou secondaires (noirs ou rouges) de la colonne (3) et réciproquement.

Avant de passer d'une ligne à une autre il est prudent de limiter par un trait vertical les enclenchements déjà combinés entre eux. Dans la troisième opération, on n'a plus alors qu'à combiner avec tous les groupes de la colonne (3), ceux seulement des groupes de la colonne (2) qui se trouvent en dehors de ce trait, et réciproquement tous les groupes de la colonne (2) avec les derniers groupes de la colonne (3).

4° Chaque fois qu'on trouve une nouvelle combinaison, il faut l'écrire sur autant de lignes qu'il y a de termes dans la relation.

En même temps qu'on fait l'inscription dans la colonne (2), par exemple, on cherche dans la colonne (3) s'il n'y a pas un enclenchement permettant une simplification immédiate, par exemple la réduction d'un conditionnel à un binaire. Lorsque le cas se présente, il faut faire aussitôt cette simplification et réduire tous les enclenchements qui sont intéressés.

5° Lorsque deux leviers entrent avec les mêmes signes dans un certain nombre d'enclenchements, il convient de simplifier les écritures de la manière suivante : si par exemple on obtient :

$$(1+\,2-\,3-)\quad(1+\,2-\,4-)\quad(1+\,2-\,5-)\quad(1+\,2-\,6-),$$

on groupera tous ces enclenchements en écrivant dans la deuxième colonne de la ligne du levier 1 :

$$[\,2-\,(3-,\,4-,\,5+,\,6-)\,]$$

et dans la troisième colonne de la ligne du levier 2 :

$$[1+\,(3-,\,4-,\,5+,\,6-)\,].$$

On peut aussi remplacer la parenthèse par une accolade.

Je n'en dirai pas plus long sur ce point, d'ailleurs chaque opérateur trouvera de lui-même les simplifications qui conviendront le mieux à sa nature d'esprit.

RÈGLES À SUIVRE POUR DRESSER LE TABLEAU DES PASSAGES.

Pour dresser le tableau des passages, on écrit dans la première colonne tous les mouvements qui peuvent se faire ou au moins les mouvements principaux.

Dans la deuxième colonne on inscrit, avec la position qu'ils doivent avoir, les leviers de signaux ou d'aiguilles qui commandent le mouvement de la colonne (1).

Cela fait on cherche dans le tableau d'enclenchement, sur les lignes correspondant aux leviers inscrits dans la colonne (2) du tableau des passages, quelles sont les positions incompatibles avec celles des leviers commandant le mouvement. Si l'un de ces derniers figure dans la colonne (2) du tableau des passages avec le signe +, on se reporte à la colonne (2) du tableau des enclenchements ; s'il y figure avec le signe — on se reporte à la colonne (3). On inscrit alors les leviers ainsi trouvés dans les colonnes (3), (4) et (5) du tableau des passages, *en changeant le signe* qu'ils ont dans le tableau d'enclenchement, sauf lorsqu'il y figure avec le signe $\pm$.

Il convient de prêter une attention toute particulière aux leviers qui doivent être renversés pour permettre le mouvement (colonne (4) du tableau des passages) et de rechercher dans la colonne (3) du tableau d'enclenchement, sur la ligne correspondant à ces leviers s'il existe des incompatibilités qui n'aient pas été écrites. Mais si le tableau est bien complet, on ne trouvera pas d'incompatibilité nouvelle sauf dans quelques cas particuliers.

Enfin il faut tenir compte des enclenchements conditionnels, mais seulement lorsqu'ils ne contiennent qu'un levier différent des leviers inscrits dans la colonne (2) du tableau des passages, et que ceux-ci figurent avec les mêmes signes que dans la colonne (2).

On peut ainsi déterminer quels sont les leviers libres, que l'on inscrit dans la colonne (6).

Il ne reste plus qu'à suivre avec le schéma sous les yeux, le tableau des passages. Si pour assurer la sécurité des mouvements, un levier qui devrait avoir une position déterminée figure, soit avec une autre position, soit dans la case des leviers libres, il y a une erreur ou une lacune et on doit l'indiquer tout de suite en l'entourant d'un cercle.

Si, au contraire, un levier qui devrait être libre, est enclenché ou verrouillé, on le souligne pour indiquer que les enclenchements réalisés conduisent à une gêne dans les manœuvres.

Quand on a terminé la vérification, on n'a plus qu'à regarder les leviers soulignés ou entourés d'un cercle pour voir quelles sont les améliorations à apporter aux enclenchements.

Cette méthode, que j'applique plus ou moins complètement depuis environ deux ans, m'a toujours donné d'excellents résultats ; elle a permis de trouver des erreurs ou des lacunes dans des tableaux d'enclenchement dressés par des agents exercés, et qui étaient passées inaperçues lors de la vérification des tableaux par les méthodes ordinaires.

Elle exige, il est vrai, un travail matériel long et assez pénible, surtout lorsque les agents n'y sont pas exercés : aussi je ne saurais trop recommander aux Ingénieurs qui voudront l'essayer de commencer par des postes relativement simples et de ne pas se laisser rebuter par les difficultés qu'ils pourront rencontrer au début. — Par contre elle offre une *sécurité absolue* que l'on n'obtient jamais complètement avec les méthodes ordinaires.

Tableau des passages

Nos des mouvements	Désignation des mouvements (1)	Leviers commandant le mouvement (2)	Leviers enclenchés: dans leur position renversée (3)	Leviers enclenchés: Dans leur position normale (4)	Leviers verrouillés (5)	Leviers libres (6)
1	I vers I	3⁻		4.5.6.11.12.20.36.		de 13 à 51 sauf 20 et 36
2	I vers I bis	4⁻	20⁻	3.5.6.11.12.22.35.36.		de 13 à 51 sauf 20.22.35.36.
3	I vers I ter II ter	5⁻	20.22.24⁻ 31⁻	3.4.6.12.28.32.33.35.36.39.40. 43.44.45.46.47.48	14±.16±.18±	11.13.23.30.50.51.
4	I vers I IV	6⁻	20.22.24	3.4.5.12.28.31.32.33.35.36.39. 40.43.44.45.46.47.48.	14±.16±.18±	11.13.23.30.50.51.
5	II vers II	43⁻	32⁻	5.6.13.16.22.23.24.28.30.31. 33.44.45.46.47.48.50.51.		3.4.11.12. ⑭ ⑱ 20.35. 36.39.40.
6	II bis vers II	45⁻		5.6.13.16.22.23.24.28.30.31. 32.33.43.46.47.48.50.51.		3.4.11.12.14.18.20.35.36. 39.40.44.
7	II ter vers II	47⁻	28⁻.31⁻	5.6.13.16.22.23.24.30.32.39. 43.45.48.50.51		3.4.11.12.14.18.20.35.36. 40.44.46.
8	II IV vers II	50⁻	23⁻	13.16.28.30.32.39.43.45. 47.51.		3.4.5.6.11.12.14.18.20.22. 24.31.33.35.36.40.44.46.48.
9	IV vers II	30⁻.16⁺	23⁻	13.28.32.43.45.47.50.51	16⁺.23⁻	3.4.5.6.11.12.14.18.20.22. 24.31.33.35.36.39.40.44. 46.48
10	Refoulement de I vers A.	36⁻.14⁺	35⁻.18⁻	3.4.5.6.11.12.16.20.22.24. 33.40.44.46.48.51.	14⁺.18⁻	13.23.28.30.31.32.39.43. 45.47.50.
11	Refoulement de I bis vers A	35⁻.14⁺	18⁻	4.5.6.11.12.16.20.22.24.33. 40.44.46.48.51.	14⁺.18⁻	3.13.23.28.30.31.32.39. 43.45.47.50.
12	Manœuvre de la voie en impasse sur A	40⁻.14⁺	18⁻	5.6.12.16.22.24.33.35.36. 44.46.48.51.	14⁺.18⁻	3.4.11.13.20.23.28.30. 31.32.39.43.45.47.50
13	Manœuvre de II vers A	44⁻.14⁺	18⁻	5.6.12.16.22.24.32.33.35. 36.40.43.46.48.51.	14⁺.18⁻	3.4.11.13.20.23.28.30.31 39.45.47.50.
14	Manœuvre de II bis vers A	46⁻.14⁺	18⁻.33⁻	5.6.12.16.22.24.32.35.36.40. 43.44.45.48.51	14⁺.18⁻	3.4.11.13.20.23.28.30.31 39.47.50.
15	I ter II ter vers A	48⁻.14⁺	18⁻.25.31	5.6.12.16.22.28.32.33.35.36. 39.40.43.44.45.46.47.51.	14⁺.18⁻	3.4.11.13.20.23.30.50

A cause du grand nombre de leviers directeurs dans les mouvements 16, 17 et 19 on a marqué en face de chacun des leviers les incompatibilités qui en résultent.

16	Refoulement de I IV vers A	24⁻ / 22⁺ / 31⁺ / 14⁺		28.32.33.35.36.39.40.43.44. 45.46.47. / 5.6. / 48.	31±	3.4.11.12.13. ⑯ ⑱ 20.23.30.50 ⑤①
17	Manœuvre de A vers I IV	18⁻ / 16⁺ / 24⁻ / 31⁺		12.14. 51 } 22.5.6 / 28.32.33.35.36.39.40.43.44. 45.46.47. 48.		3.4.11.13.20.23.30.50.
18	Manœuvre de II IV vers A	51⁻.14⁺	18⁻.16⁻	12.23.28.30.32.33.35.36.39. 40.43.44.45.46.47.48.50.	14⁺.18⁻	3.4.5.6.11.13.20.22.24. 31
19	Manœuvre de IV vers A	30⁻ / 23⁺ / 14⁺	16⁻ / 18⁻	28.32.43.45. 47.50.51. / 33.35.36. 40.44.46.48. / 50 / 12.		3.4.5.6.11.13.20.22 ㉔ ㉛ 39

Les manœuvres de ces 9 voies vers B donneraient les mêmes résultats, sauf le changement de signe de 14 et 18 et le dégagement du levier 12. — Il est de même inutile d'examiner les refoulements des voies A et B vers ces voies, puisque les leviers seront disposés de la même manière sauf les carrés. — Nous en donnerons toutefois un à titre d'exemple :

20	Voie B vers I ter II ter	14⁻ / 16⁺ / 24⁻ / 31⁻		18. 51. } 5.22. / 28.32.33.35.36.39.40.43. 44.45.46.47. 6.		3.4.11.12.13.20.23.30. ㊽ 50.51

ÉTUDE D'UN POSTE D'E

Schéma

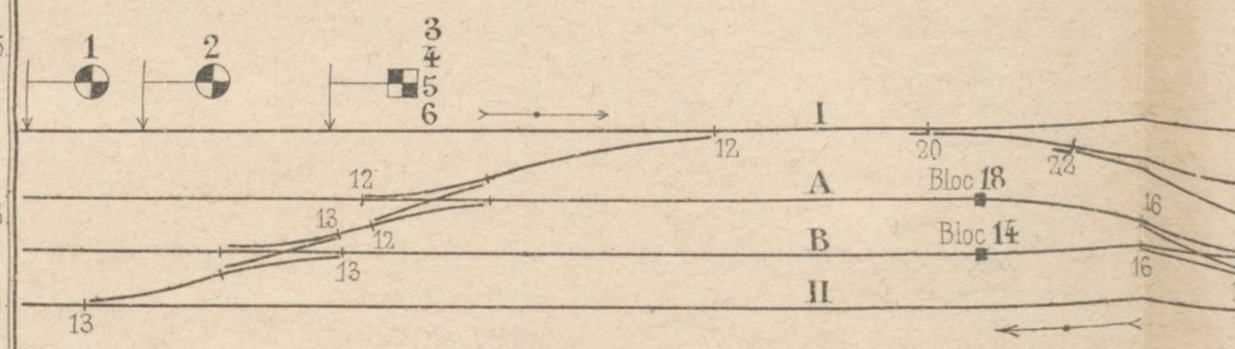


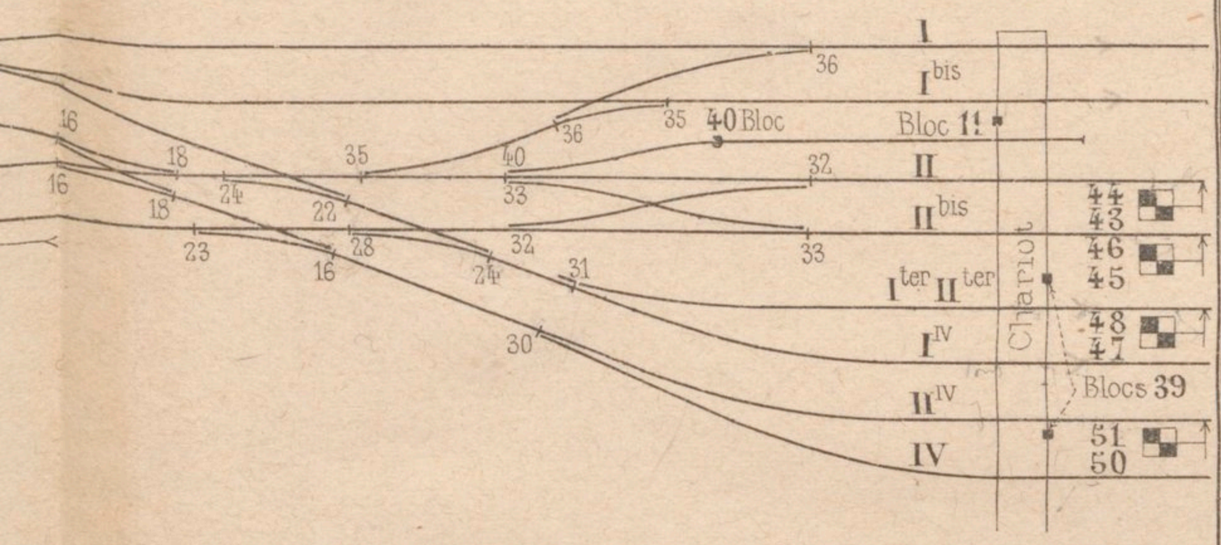
Tableau des encle

Nos des leviers (1)	Positions incompatibles avec les leviers de la 1ère colonne: Normaux (2)	Renversés (3)	En mouvement (4)	Nos des leviers (1)
1		2⁺		16
2	1⁻	(3⁺ 4⁺ 5⁺ 6⁺)		
3	(4⁺ 5⁺ 6⁺ 2⁻)	11⁻ 12⁻ 20⁻ 36⁻ 4⁻ 5⁻ 6⁻		
4	(3⁺ 5⁺ 6⁺ 2⁻)	20⁺ 11⁻ 12⁻ 22⁻ 3⁻ 35⁻ 5⁻ 6⁻ 36⁻		
5	(3⁺ 4⁺ 6⁺ 2⁻)	20⁺ 22⁺ 31⁺ 12⁻ 3⁻ 35⁻ 24⁺ 4⁻ 48⁻ 6⁻ 36⁻ 28⁻ 32⁻ 33⁻ 39⁻ 40⁻ 44⁻ 45⁻ 47⁻ 43⁻ 46⁻ 16± 14±. 18± (14⁻ 23⁻) (18⁻ 23⁻) (16⁺ 14⁻) (16⁺ 18⁻) (14⁻ 50⁻) (18⁻ 50⁻)		18
6	(3⁺ 4⁺ 5⁺ 2⁻)	20⁺ 22⁺ 12⁻ 31⁻ 3⁻ 35⁻ 24⁺ 4⁻ 48⁻ 5⁻ 47⁻ 36⁻ 28⁻ 32⁻ 33⁻ 39⁻ 40⁻ 44⁻ 45⁻ 43⁻ 46⁻ 16± 14± 18± (16⁺ 14⁻) (16⁺ 18⁻) (14⁻ 23⁻) (18⁻ 23⁻) (14⁻ 50⁻) (18⁻ 50⁻)		20
11		3⁻ 4⁻ 12⁻ 35⁻ 36⁻		22
12		3⁻ 4⁻ 5⁻ 6⁻ 11⁻ 18⁻ 36⁻ [14⁺ (16⁻, 33⁻, 35⁻, 40⁻, 44⁻, 48⁻, 51⁻)] (14⁺ 23⁺ 30⁻) (14⁺ 46⁻)		
13		23⁻ 28⁻ 32⁻ 45⁻ 50⁻ 47⁻ 43⁻) (16⁺ 30⁻) [30⁻ (33⁻, 35⁻, 40⁻, 44⁻, 46⁻, 48⁻, 36⁻)] (24⁺ 31⁻) [31⁻ (33⁻, 35⁻, 36⁻, 40⁻, 44⁻, 46⁻)] (30⁻ 14±) (30⁻ 18±) (30⁻ 14⁺ 18⁺)		23
14	(18⁺ 16⁻) (18⁺ 33⁻) (18⁺ 35⁻) (18⁺ 40⁻) (18⁺ 44⁻) (18⁺ 48⁻) (18⁺ 51⁻) [(18⁺ 46) (18⁺ 35⁻)] [12⁻ (16⁻, 33⁻, 35⁻, 40⁻, 44⁻, 48⁻, 51⁻)] [(12⁻ 46) [(23⁺ 12⁻ 30⁻)] (18⁺ 13⁻ 30⁻) (18⁺ 23⁺ 30⁻)	18⁻ (16⁺ 22⁻) (22⁻ 23⁻) [(5⁻ 23⁻) (16⁺ 5⁻)] [(16⁺ 6⁻) (6⁻ 23⁻)] (22⁻ 50⁻) (5⁻ 50⁻) (6⁻ 50⁻)]	16⁻ 33⁻ 35 40⁻ 44⁻ 48 51⁻ 22⁻ 5 6⁻ 46⁻ 36 (13⁻ 30) (23⁺ 30⁻)	24
				28

Source gallica.bnf.fr / Ecole nationale des ponts et chaussées

TE D'ENCLENCHEMENTS

Schéma



es enclenchements

mou-vement (4)	N°s des leviers (1)	Positions incompatibles avec les leviers de la 1ère colonne		
		Normaux (2)	Renversés (3)	En mouvement (4)
	16	(14⁻ 22⁻)(18⁻ 22⁻) (23⁺ 30⁻) 51⁻ (22⁻ 48⁻) (5⁻ 14⁻)(5⁻ 18⁻) ‖ (6⁻ 14⁻) (6⁻ 18⁻) ‖ (13⁻ 30⁻) ‖	23⁻ 28⁻ 32⁻ 33⁻ 35⁻ 40⁻ 44⁻ 45⁻ 48⁻ (14⁺ 18⁺) 50⁻ 47⁻ 43⁻ 46⁻ 36⁻ ‖ 14⁻ ± 18⁻ ± ‖ (24⁺ 31⁻) ‖ (14⁺ 12⁻) ‖	22⁻ 5⁻ 6⁻ 30⁻
	18	(14⁺ 16⁻) (14⁺ 33⁻) (14⁺ 35⁻) (14⁺ 40⁻) (14⁺ 44⁻) (14⁺ 48⁻) (14⁺ 51⁻)(14⁺ 46)(14⁺ 36⁻) ‖ (14⁺ 13⁻ 30⁻)(14⁺ 23⁺ 30⁻)	12⁻ 14⁻ (16⁺ 22⁻) (22⁻ 23⁻) ‖ (5⁻ 23⁻)(16⁺ 5⁻) ‖ (16⁺ 6⁻)(6⁻ 23⁻) ‖ (22⁻ 50⁻)(5⁻ 50⁻)(6⁻ 50⁻) ‖	16⁻ 33⁻ 35⁻ 40⁻ 44⁻ 48⁻ 51⁻ 22⁻ 5⁻ 6⁻ 46⁻ 36⁻ (13⁻ 30⁻) (23⁺ 30⁻)
	20	4⁻ 5⁻ 6⁻	3⁻ 35⁻ 22⁻ ± 36⁻ ‖	
	22	5⁻ 6⁻	24⁺ 4⁻ 48⁻ 31⁻ ± (16⁺ 14⁻) (16⁺ 18⁻) 28⁻ 32⁻ 33⁻ 35⁻ 39⁻ 40⁻ 44⁻ 45⁻ ‖ 47⁻ 43⁻ 36⁻ 46⁻ ‖ 16⁻ ± 48⁻ (14⁻ 23⁻) (18⁻ 23⁻) 14⁻ ±, 18⁻ ± ‖ (14⁻ 50⁻) (18⁻ 50⁻)	20⁻
	23	50⁻ (16⁺ 30⁻) [30⁻ (33⁻,35⁻,40⁻,44⁻,48⁻,46⁻, 36⁻)] ‖ (14⁺ 12⁻ 30⁻)(14⁺ 18⁺ 30⁻)	13⁻ 16⁻ 28⁻ 32⁻ 45⁻ 51⁻ 47⁻ 43⁻ ‖ (14⁻ 22⁻) (18⁻ 22⁻) ‖ (24⁺ 31⁻)(31⁻ 33⁻) (31⁻ 35⁻)(31⁻ 40⁻)(31⁻ 44⁻)(31⁻ 46⁻)‖ (31⁻ 36⁻) ‖ (5⁻ 14⁻)(5⁻ 18⁻)(6⁻ 14⁻) (6⁻ 18⁻) ‖	30⁻
	24	22⁻ 48⁻ (28⁺ 31⁻) 5⁻ 6⁻ ‖ (31⁻ 16⁻)(23⁻ 31⁻)(31⁻ 51⁻) ‖ (30⁻ 31⁻) ‖ (31⁻ 13⁻) ‖ (31⁻ 50⁻) ‖	28⁻ 32⁻ 33⁻ 35⁻ 39⁻ 40⁻ 44⁻ 45⁻ 47⁻ 43⁻ 36⁻ 46⁻ ‖	31⁻
	28	47⁻ (24⁺ 31⁻)(31⁻ 33⁻)(31⁻ 35⁻) (31⁻ 40⁻)(31⁻ 44⁻) ‖ (31⁻ 46⁻) ‖ (31⁻ 36⁻) ‖	13⁻ 16⁻ 23⁻ 24⁻ 32⁻ 39⁻ 45⁻ 51⁻ 50⁻ 22⁻ 48⁻ 43⁻ 5⁻ 6⁻ ‖ 30⁻ ‖	31⁻

Suite du tableau des enclenchements

N°s des leviers (1)	Positions incompatibles avec les leviers de la 1ère colonne		
	Normaux (2)	Renversés (3)	En mouvement (4)
30		50⁻ 51⁻ (16⁺ 23⁺) 16⁻ ± 23⁻ ± 28⁻ 32⁻ 45⁻ 47⁻ 43⁻ [23⁺ (33⁻, 35⁻, 40⁻, 44⁻, 48⁻, 46⁻, 36⁻)] (24⁺ 31⁻) [31⁻ (33⁻, 35⁻, 40⁻, 44⁻, 36⁻)] (14⁺ 23⁺ 12⁻) (16⁺ 13⁻) [13⁻ (33⁻, 35⁻, 40⁻, 36⁻, 44⁻, 46⁻, 48⁻)] (14⁺ 18⁺ 13⁻)(14⁺ 18⁺ 23⁺)	
31	5⁻ 47⁻ 48⁻	6⁻ (24⁺ 28⁺) 24⁻ ± 28⁻ ± 32⁻ (28⁺ 33⁻) (28⁺ 35⁻) 39⁻ (28⁺ 40⁻)(28⁺ 44⁻) 45⁻ 43⁻ (24⁺ 16⁻)(24⁺ 23⁻)(24⁺ 51⁻) (23⁻ 33⁻) (23⁻ 35⁻)(23⁻ 40⁻)(23⁻ 44⁻) ‖(28⁺ 46⁻)(23⁻ 46⁻)‖ (28⁺ 36⁻) (23⁻ 36⁻) (24⁺ 30⁻) [30⁻ (33⁻, 35⁻, 40⁻, 44⁻, 46⁻, 36⁻)] ‖ (24⁺ 13⁻) [13⁻ (33⁻, 35⁻, 36⁻, 40⁻, 44⁻, 46⁻)] ‖ [50⁻ (24⁺, 33⁻, 35⁻, 36⁻, 40⁻, 44⁻, 46⁻)]	22⁻
32	43⁻	13⁻ 16⁻ 23⁻ 24⁻ 28⁻ 33⁻ 44⁻ 45⁻ 51⁻ 50⁻ 22⁻ 48⁻ 47⁻ 5⁻ 6⁻ 46⁻ ‖ 30⁻ 31⁻ ‖	
33	46⁻	16⁻ 24⁻ 32⁻ 35⁻ 40⁻ 44⁻ 45⁻ (14⁺ 18⁺) 51⁻ 22⁻ 48⁻ 43⁻ 36⁻ 5⁻ 6⁻ ‖ 14⁻ ± 18⁻ ± (28⁺ 31⁻) (23⁻ 31⁻) ‖ (23⁺ 30⁻) (30⁻ 31⁻) ‖ (14⁺ 12⁻) ‖ (13⁻ 30⁻) (31⁻ 50⁻)	
35	36⁻	11⁻ 16⁻ 20⁻ 24⁻ 33⁻ 40⁻ 44⁻ (14⁺ 18⁺) 51⁻ 4⁻ 5⁻ 6⁻ 22⁻ 48⁻ 46⁻ ‖ 14⁻ ± 18⁻ ± ‖ (28⁺ 31⁻) (23⁻ 31⁻) (23⁺ 30⁻) (30⁻ 31⁻) ‖ (14⁺ 12⁻) ‖ (13⁻ 30⁻) (31⁻ 50⁻)	
36	35⁺ 3⁻ 12⁻ 11⁻ 16⁻ 20⁻ 24⁻ 33⁻ 40⁻ 44⁻ 51⁻ 4⁻ 5⁻ 6⁻ 22⁻ 48⁻ 46⁻ 14⁻ ± 18⁻ ± (14⁺ 18⁺) (28⁺ 31⁻) (23⁻ 31⁻) (23⁺ 30⁻) (30⁻ 31⁻) (13⁻ 30⁻) (31⁻ 50⁻)		
39	24⁻ 28⁻ 50⁻ 51⁻ 22⁻ 48⁻ 47⁻ 5⁻ 6⁻ 31⁻		
40	16⁻ 24⁻ 33⁻ 35⁻ 44⁻ (14⁺ 18⁺) 51⁻ 22⁻ 48⁻ 36⁻ 6⁻ 5⁻ 46⁻ ‖ 14⁻ ± 18⁻ ± ‖ (28⁺ 31⁻)(23⁻ 31⁻) 23⁺ 30⁻) (30⁻ 31⁻) (14⁺ 12⁻) (13⁻ 30⁻) (31⁻ 50⁻)		
43	32⁺ 13⁻ 16⁻ 23⁻ 24⁻ 28⁻ 33⁻ 44⁻ 45⁻ 51⁻ 50⁻ 22⁻ 48⁻ 5⁻ 6⁻ 47⁻ 46⁻ 30⁻ 31⁻		
44	16⁻ 24⁻ 32⁻ 33⁻ 35⁻ 40⁻ (14⁺ 18⁺) 51⁻ 22⁻ 48⁻ 43⁻ 36⁻ 5⁻ 6⁻ 46⁻ ‖ 14⁻ ± 18⁻ ± (28⁺ 31⁻)(23⁻ 31⁻) (23⁺ 30⁻) (30⁻ 31⁻) (14⁺ 12⁻) (13⁻ 30⁻) (31⁻ 50⁻)		
45	13⁻ 16⁻ 23⁻ 24⁻ 28⁻ 32⁻ 33⁻ 51⁻ 50⁻ 22⁻ 48⁻ 47⁻ 43⁻ 5⁻ 6⁻ 46⁻ 30⁻ 31⁻		
46	33⁺ 16⁻ 24⁻ 32⁻ 35⁻ 40⁻ 44⁻ 45⁻ 51⁻ 22⁻ 48⁻ 5⁻ 6⁻ 43⁻ 36⁻ 14⁻ ± 18⁻ ± (28⁺ 31⁻)(23⁻ 31⁻) (23⁺ 30⁻)(30⁻ 31⁻)(14⁺ 12⁻)(13⁻ 30⁻) ‖ (31⁻ 50⁻)		
47	28⁺ 31⁺ 13⁻ 16⁻ 23⁻ 24⁻ 32⁻ 39⁻ 45⁻ 6⁻ 51⁻ 50⁻ 22⁻ 48⁻ 5⁻ 43⁻ 30⁻		
48	24⁺ 31⁺ 16⁻ 22⁻ (14⁺ 18⁺) 51⁻ 5⁻ 6⁻ 28⁻ 32⁻ 33⁻ 35⁻ 39⁻ 40⁻ 44⁻ 45⁻ 47⁻ 43⁻ 36⁻ 46⁻ ‖ 22⁻ ‖ 14⁻ ± 18⁻ ± (14⁺ 12⁻) (13⁻ 30⁻) (23⁺ 30⁻) ‖		
50	23⁺ 30⁻ 39⁻ 13⁻ 16⁻ 28⁻ 32⁻ 45⁻ 51⁻ 47⁻ 43⁻ (14⁻ 22⁻)(18⁻ 22⁻) [31⁻ (24⁺, 33⁻, 35⁻, 36⁻, 40⁻, 44⁻, 46⁻)] (5⁻ 14⁻)(5⁻ 18⁻)(6⁻ 14⁻) (6⁻ 18⁻) ‖		
51	16⁺ 30⁻ 39⁻ 23⁻ 28⁻ 32⁻ 33⁻ 35⁻ 40⁻ 44⁻ 45⁻ 48⁻ 50⁻ 47⁻ 43⁻ 36⁻ 46⁻ 14⁻ ± 18⁻ ± (14⁺ 18⁺) (24⁺ 31⁻) (14⁺ 12⁻)		

ur, 49, quai des Grands-Augustins, Paris.

27845

Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.