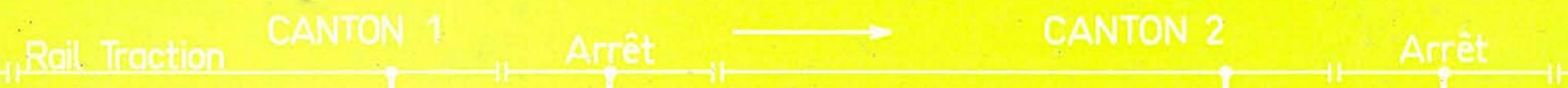


P. CHENEVEZ

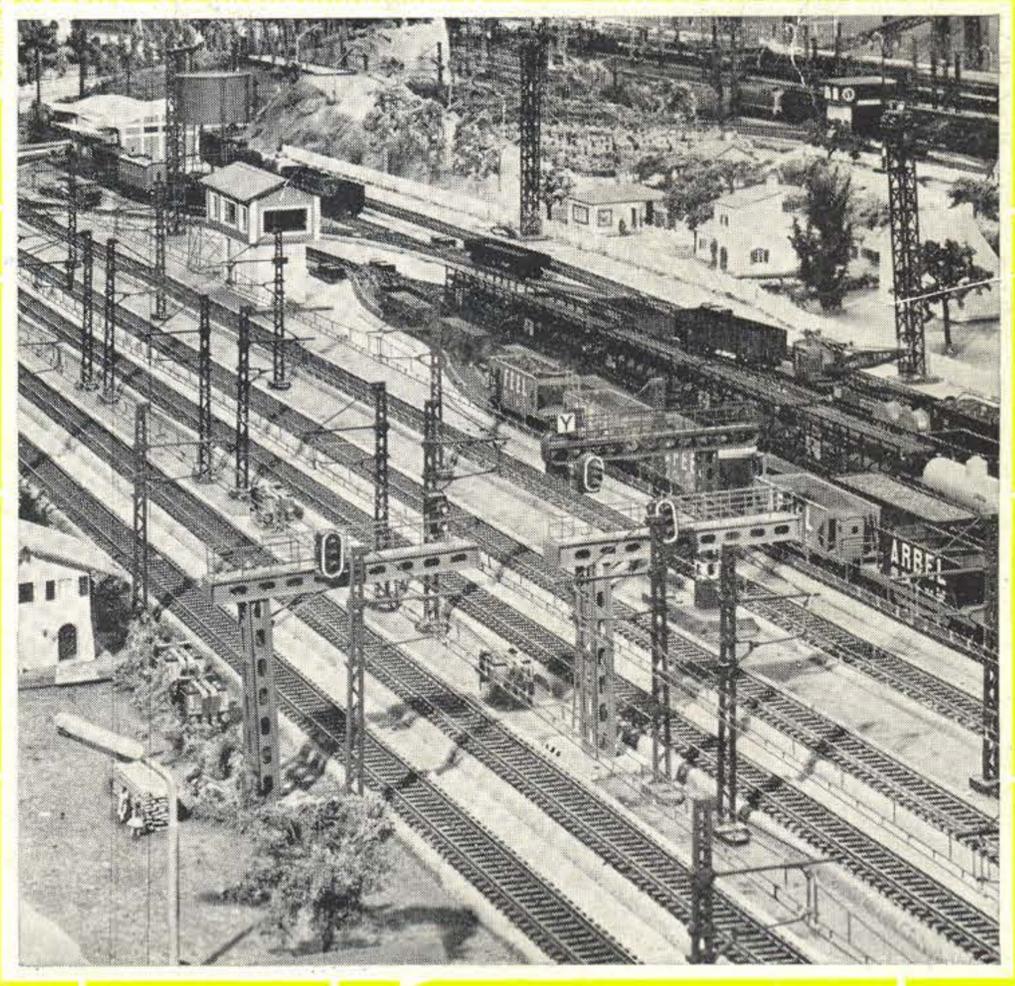
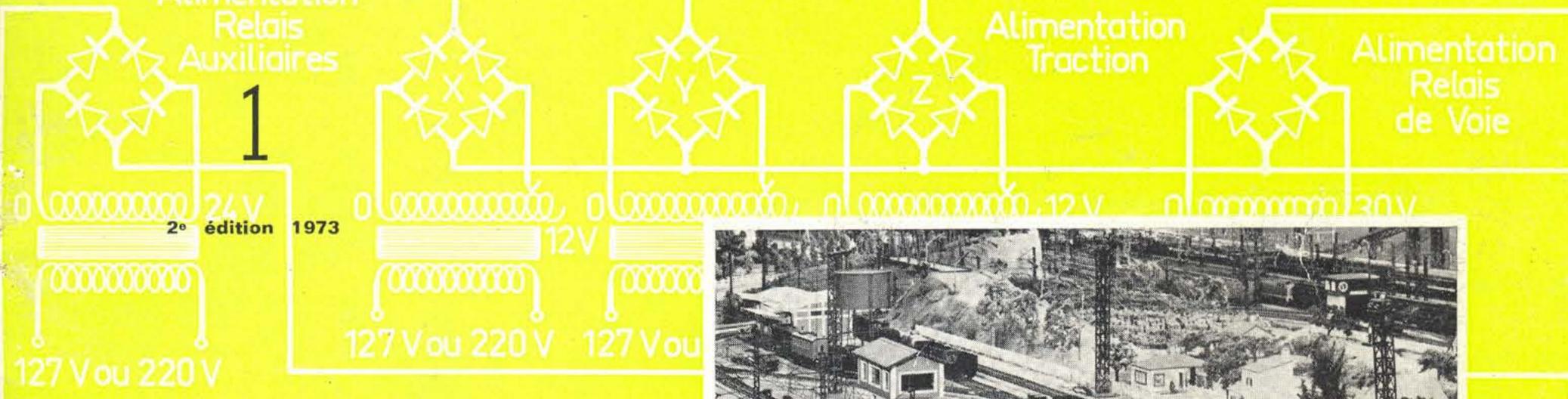
Rail Commun



# L'ÉLECTRICITÉ AU SERVICE DU MODÉLISME

Traction Source X  
Traction Source Y  
Traction Source Z

Electrification des réseaux de chemin de fer modèles



# **L'ÉLECTRICITÉ AU SERVICE DU MODÉLISME**

Electrification des réseaux de chemin de fer modèles

P. CHENEVEZ

Tome 1

2<sup>e</sup> édition 1973

Ce fascicule est la récapitulation d'une première série originale d'articles traitant de l'électricité appliquée au modélisme ferroviaire, publiés dans Loco-Revue, la revue des modélistes et amateurs de chemins de fer, et rédigés dans le but d'être ensuite rassemblés dans un ouvrage spécialisé.

(Première édition : 1967)

## INTRODUCTION

Je n'ai aucunement l'intention de faire ici un cours d'électricité, que chacun se rassure. Il m'a paru seulement intéressant de dissiper le mystère dont s'entourent l'électricité et son emploi dans l'esprit d'un certain nombre de modélistes ferroviaires.

Certes, l'électricité met en jeu des phénomènes assez compliqués, mais la connaissance de ces phénomènes n'est pas indispensable pour utiliser au mieux dans un réseau modèle ce magnifique fluide qu'est l'électricité.

S'il n'est nul besoin d'être ingénieur électricien pour animer un réseau, il n'est pas inutile par contre de rappeler les sensationnels progrès effectués par les chemins de fer réels dans les domaines où l'électricité est reine : traction, signalisation, postes presse-bouton, commandes centralisées, etc. Il paraît donc logique que la pratique du modélisme ferroviaire subisse une évolution analogue. C'est là une tendance inéluctable, mais bien entendu, il restera toujours des « purs » qui passeront une bonne partie de leur existence à construire une locomotive ou qui mettront un point d'honneur à exclure au maximum l'électricité de leur réseau, par esprit d'indépendance ou de réaction au progrès technique.

Il est bon de remarquer en passant, qu'un des gros avantages du modélisme ferroviaire est de favoriser les distractions et les loisirs d'amateurs assez différents : depuis les « purs » ci-dessus que personnellement j'admire beaucoup, jusqu'aux techniciens qui considèrent l'utilisation de l'électricité comme une fin en soi et dont le réseau ferroviaire n'est qu'un prétexte à la mise en œuvre d'automatismes les plus divers.

Entre ces deux tendances radicalement opposées se situe le gros peloton des modélistes traditionnels, nullement hostiles à l'utilisation de l'électricité dans leur réseau, mais à condition que cela ne leur impose pas de nuit blanche pour démêler les circuits et les fils. Cet ouvrage s'adresse surtout à ces modélistes, en particulier aux débutants.

J'essaierai donc de prendre le problème à sa base, pour permettre à chacun de disposer de tous les éléments nécessaires. Ce principe n'exclut pas d'ailleurs des prolongements plus techniques, et comme on le verra, un peu de patience et de réflexion procureront des satisfactions très économiques sur le plan financier.

Le succès de cet ouvrage (le tome 1 d'origine est épuisé) nous a incités à effectuer une nouvelle édition, mise à jour.

Je signale à cette occasion que les tomes 2 et 3, actuellement publiés, constituent une suite du présent document et notamment au développement dans le domaine très vaste des automatismes ; les lecteurs peuvent s'en rendre compte d'après les principaux chapitres de ces ouvrages :

**TOME 2 :** Relais de voie et block automatique ;  
Protection des aiguillages ;  
Itinéraires et TCO ;  
Boucle de retournement automatique.

**TOME 3 :** Liaisons sources de traction-trains ;  
Sources de traction à régulation électronique ;  
Équipement complet d'un réseau en solution électronique ou non ;  
Inversion de marche ;  
Éclairage des trains.

# SOMMAIRE

<b>1</b>	Notions de base .....	5
<b>2</b>	Unités électriques et circuits de base .....	10
<b>3</b>	Systèmes de traction .....	15
<b>4</b>	Modalités d'alimentation .....	19
<b>5</b>	Aiguillages .....	22
<b>6</b>	Commande manuelle des trains .....	29
<b>7</b>	Cab Control .....	33
<b>8</b>	Automatismes .....	37
<b>9</b>	Automatismes à la SNCF .....	41
<b>10</b>	Block automatique .....	45
<b>11</b>	Block automatique avec circuit de voie indépendant de la traction .....	51
<b>12</b>	Perfectionnement des blocks automatiques .....	55
<b>13</b>	Marche arrière en block automatique .....	64
<b>14</b>	Commande centralisée .....	71
<b>15</b>	Utilisation rationnelle des amplificateurs magnétiques ou de blocs d'alimentation électroniques à action temporisée .....	75
	— Index des schémas .....	80

Editions LOCO-REVUE - B.P. 9, Le Sablen — 56400 AURAY

Tous droits réservés

## Autres publications :

- **Loco-Revue**, revue mensuelle sur le modélisme ferroviaire et les chemins de fer réels.
- **Fiches documentaires** : le matériel moteur et remorqué SNCF, publication trimestrielle.
- **L'Électricité au service du modélisme**, Tomes II et III.
- **Locomotives à vapeur de la SNCF** (documentation sur les machines unifiées mises en service depuis 1938, y compris les machines prototypes SNCF).
- **Le Chemin de fer passion**, de la réalité au train miniature (l'amateur de chemin de fer et son hobby, initiation au modélisme ferroviaire).

## Graphismes des schémas

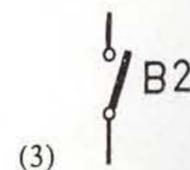
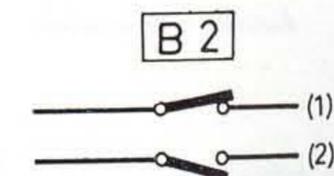
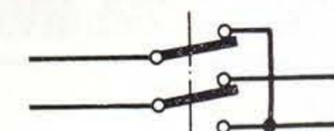
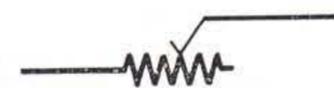
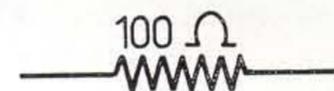
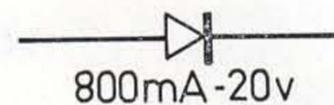
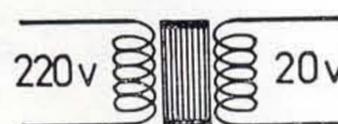
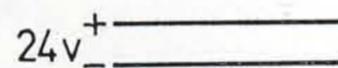
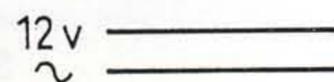
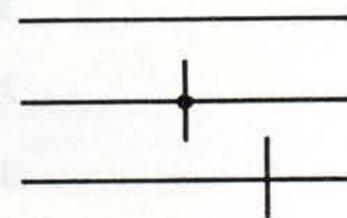
Dans les schémas donnés au cours de cet ouvrage, on rencontrera :

- des fils électriques, représentés par
- des jonctions de fils, représentées par
- des croisements de fils sans jonction, représentés par
- des sources de courant alternatif, représentées par (avec éventuellement indication de la tension)
- des sources de courant continu, représentées par (avec indication de la tension)
- des transformateurs, représentés par (avec indication des tensions)
- des valves (avec éventuellement indication de l'intensité directe et de la tension inverse), représentées par
- des résistances électriques, représentées par (avec indication de la valeur en ohms)
- des rhéostats représentés par
- des condensateurs (avec éventuellement indication de la capacité), représentés par
- des boutons-poussoirs, à fermeture et à ouverture momentanée, représentés par
- des interrupteurs manuels représentés par
- des inverseurs de marche représentés par

et enfin des relais, représentés d'une part par le bobinage (avec indication du repère du relais), d'autre part par les contacts :

Ces contacts sont placés :

- soit sous le relais qui les commande : (1) contact repos, (2) contact travail
- soit en un tout autre point du schéma ; ils portent alors le repère du relais qui les commande : (3) contact travail du relais B2.



## Notions de base

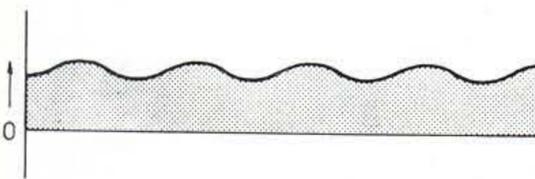
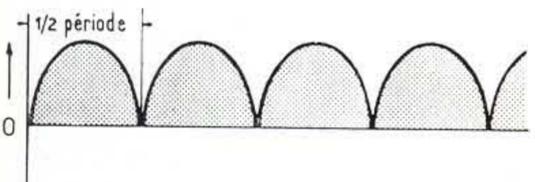
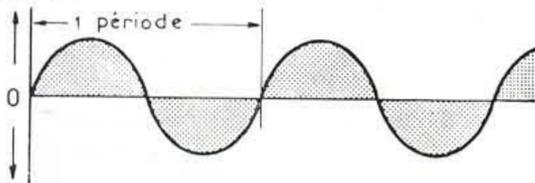
Les définitions essentielles et les indications sur l'utilisation des appareils qui vont suivre, sont toujours données dans le cadre du modélisme ferroviaire et orientées uniquement vers cette destination.

### COURANT ALTERNATIF

C'est un courant électrique dont le sens change 50 fois par seconde. En modélisme il peut être utilisé pour :

- traction (locomotives équipées de moteurs universels) ;
- alimentation des moteurs d'aiguilles (bobinages ne demandant pour leur

courant



Représentation graphique d'un courant.

En haut : courant alternatif ; une période est égale à une alternance complète du courant. Le nombre de périodes par seconde définit la fréquence du courant : ainsi le courant délivré par l'E.D.F. est à 50 périodes ou 50 Hertz (Hz).

Au centre : courant redressé ; on voit que toutes les ondes sont ramenées d'un même côté de l'axe de rotation O.

En bas : courant redressé filtré, dit courant ondulé.

La présence d'un condensateur aux bornes d'un redresseur permet d'aplanir la courbe du courant redressé en régularisant le débit de la source.

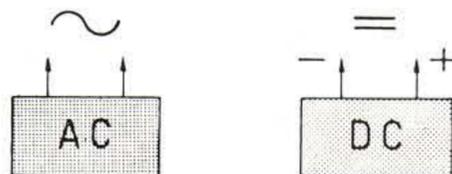
fonctionnement qu'une impulsion de courant) ;

- alimentation des relais (relais conçus spécialement pour courant alternatif) ;
- éclairage (éclairage des trains, signalisation, contrôle optique, etc.) ;
- alimentation des transformateurs ;
- inversion du sens de marche de certaines locomotives (par impulsion d'un courant de tension élevée dans un bobinage spécial).

### COURANT CONTINU

C'est un courant électrique dont le sens peut être fixé dans un circuit donné. En modélisme il peut être utilisé pour :

- traction (toutes locomotives équipées de moteurs universels ou de moteurs à aimant permanent, ou encore de moteurs avec redresseur incorporé) ;
- alimentation des moteurs d'aiguille ;
- alimentation des relais et en général de tout bobinage ;
- charge des accus et des condensateurs ;
- éclairage



Représentation graphique d'une source de courant :

à gauche : CA (courant alternatif) ou AC (alternatif current).

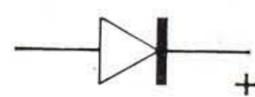
à droite : CC (courant continu) ou DC (direct current).

\* Notons encore que les condensateurs ont la propriété de se charger lorsqu'ils sont placés aux bornes d'une source de courant continu et de pouvoir ensuite restituer cette charge au travers d'un circuit déterminé. Un condensateur peut ainsi servir à régulariser le débit d'une source de courant, dont la courbe serait de forme sinusoïdale (par exemple courant fourni par une génératrice ou encore courant délivré par un redresseur). En modélisme, on utilisera cette propriété principalement pour maintenir au collage des relais alimentés en courant « ondulé », et ainsi les empêcher de vibrer, ou encore pour retarder l'action de ces mêmes relais soit au collage, soit au décollage.

### CORPS CONDUCTEURS ET ISOLANTS

Le courant électrique, alternatif ou continu, ne peut passer qu'à travers les corps dits conducteurs, c'est-à-dire, d'une façon très générale les métaux. Les autres sont isolants (air, bois, caoutchouc, etc.). Certains corps toutefois ou appareils possèdent des propriétés très particulières vis-à-vis du passage du courant :

- les *semi-conducteurs*, composés d'une substance laissant passer le courant dans un seul sens. De ce fait, ils laissent passer le courant continu dans un sens et l'arrêtent dans l'autre sens. (Voir application chapitre VI page 29). Le courant alternatif est filtré par ces corps, c'est-à-dire que le courant passe pendant une demi-période, est arrêté pendant l'autre moitié de cette période, et ainsi de suite 50 fois par seconde. On obtient ainsi des valves pour courant alternatif. L'association de plusieurs filtres permet de constituer des redresseurs et d'obtenir du courant continu à partir de courant alternatif ;



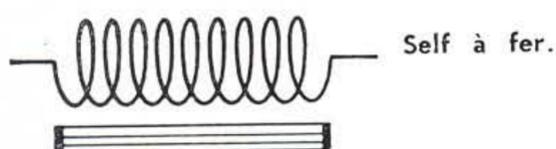
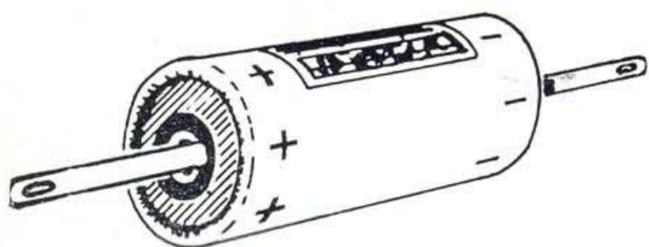
semi-conducteur  
ou " diode "  
ou " valve "

- les *condensateurs* laissent passer le courant alternatif et arrêtent le courant continu\* ;

- les *selfs* (bobinages constitués d'un très grand nombre de spires) laissent passer le courant continu et arrêtent le courant alternatif.

Nous verrons plus loin un système de commande où sont mises à profit ces propriétés.

Condensateur polarisé (symbole et vue d'une pièce commerciale).



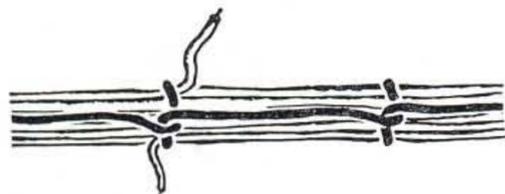
## FILS ÉLECTRIQUES

Il paraît, a priori, un peu puéril et fastidieux de mentionner les fils électriques que chacun sait utiliser. Cependant leur emploi dans les réseaux modèles n'est pas toujours très rationnel et certaines précisions ne me paraissent pas superflues :

— l'intensité du courant devant traverser le fil devra être déterminée avant de choisir et de mettre en œuvre ce fil, de façon à s'assurer que la densité du courant ne dépasse pas 2 ampères par millimètre carré de section du fil, faute de quoi on s'expose à des chutes de tension inopportunes ;

— Il n'est pas rationnel d'utiliser le même fil pour tous les usages, pas du tout d'ailleurs pour des raisons d'économie. Il est en effet important de différencier les conducteurs suivant leur utilisation (par exemple 9/10 mm pour les circuits traction et 5/10 mm pour les autres circuits) ; on peut aussi faciliter le repérage par des couleurs de fils différentes ; une juste répartition des sections permet d'autre part d'obtenir un encombrement minimum ;

— l'isolement du fil électrique n'est pas forcément le même dans tout le



Pour obtenir un câblage propre, il est souvent nécessaire de réunir en un même faisceau différents fils dirigés vers une même zone. Le laçage de ce faisceau sera alors effectué selon l'exemple ci-dessus à l'aide de fines cordelettes.

câblage. Ainsi les fils d'alimentation des transfo et tous les circuits 110 ou 220 volts doivent être isolés de façon très sérieuse pour des raisons de sécurité (série 750 T). Les circuits placés en amont des fusibles, c'est-à-dire non protégés contre les courts-circuits, doivent être bien isolés (série Th, caoutchouc ordinaire). Par contre, les circuits protégés par des fusibles peuvent comporter des fils moins isolés et par suite moins encombrants (coton, plastique, etc.) ;

— je signale que l'emploi du fil émaillé est très intéressant, en particulier pour le câblage des relais et du tableau de commande :

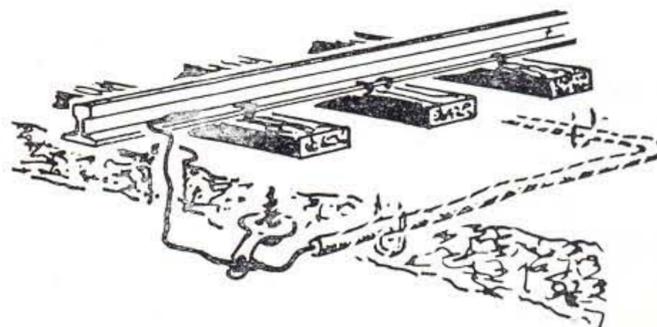
— encombrement minimum ;

— prix minimum (le fil émaillé est vendu au poids, et le fil 5/10 par exemple ressort à environ 2 centimes le mètre ;

— facilité de soudure, l'isolant n'étant pas détruit par la température du fer ou du pistolet à souder, ce qui n'est pas le cas avec des fils isolés au plastique ;

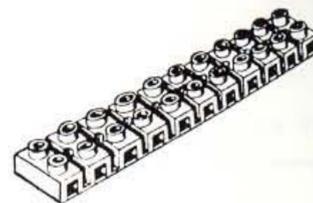
— glissement facile du fil sur les arêtes vives ou sur les autres fils de même nature, sans déchirement de l'isolement.

— Il est intéressant d'utiliser au maximum les réglettes et barrettes de raccordement, de façon à repérer les fils et à déceler facilement les mauvais contacts et les courts-circuits. Par ailleurs, l'emploi de câble téléphonique multipaire avec connecteurs est recommandé pour relier le plateau de roulement à la table de commande et au tableau de contrôle optique.



Exemple de prise de courant sur une section de rail. Le fil de câblage, rigide, pointé sous la table, doit aboutir à une cosse relais reliée elle-même au rail par un court fil souple traversant la table. On obtient ainsi un montage discret et robuste (le fil souple peut être d'une section inférieure à celle du câble rigide, et sa présence évite la destruction des soudures par les vibrations ou déplacements éventuels du rail).

En-dessous : figuration schématique d'une coupure de rail.



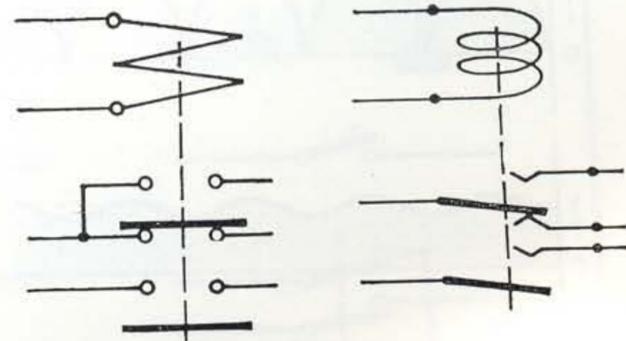
Des barrettes de connexion (plots à vis) doivent être utilisées pour raccorder les faisceaux de fils entre eux ou au poste de commande.

## RAILS

Je ne les mentionne qu'en passant comme conducteurs de l'électricité. Même si un rail ne doit pas être coupé sur une grande longueur (par exemple rail masse), il est préférable de le sectionner et de relier électriquement les petits éléments entre eux par des fils soudés. De cette façon la dilatation, qui à la longue peut détruire les soudures des rails placés bout à bout, pourra jouer librement.

## BOBINAGES

Ce sont des enroulements de fil conducteur isolé. Le courant électrique passant dans un enroulement crée en son entourage un champ magnétique (c'est-à-dire une force d'attraction pour certains métaux). On crée ainsi avec cette attraction dont l'axe est celui même du bobinage, un mouvement utilisé dans le fonctionnement de nombreux appareils : électro-aimants, relais, moteurs, solénoïdes (moteurs d'aiguilles). Si le courant qui traverse le bobinage est un courant continu, la force d'attraction est permanente ; si le courant est alternatif, la force s'annule 50 fois par seconde et ce phénomène provoque des vibrations très désagréables, en particulier dans les relais classiques.



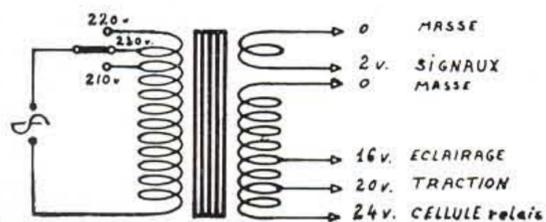
Deux exemples de figuration schématique d'un même relais. Ci-dessous, autre version pour la figuration des bobines de relais.



## TRANSFORMATEURS

Ce sont des appareils servant à abaisser la tension du secteur à une valeur utilisable pour le fonctionnement des

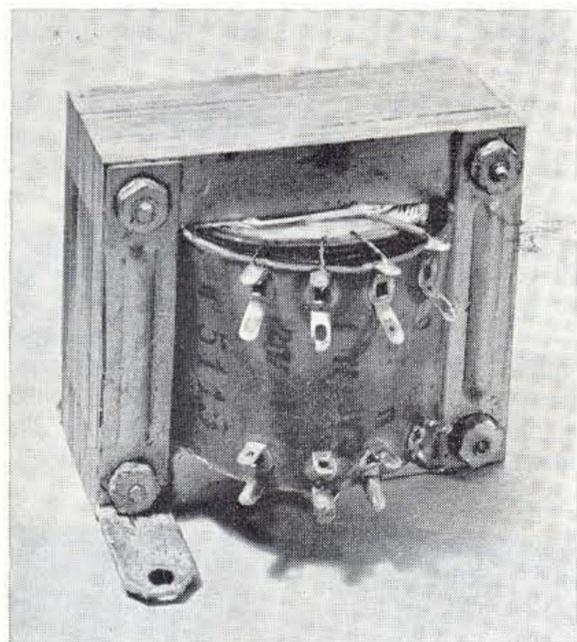
moteurs de traction, de l'éclairage, des aiguillages, des rails et autres accessoires. Un transformateur ne peut être utilisé valablement qu'en courant alternatif ; si par expérience on injectait du courant continu de tension correcte dans un transformateur, le bobinage intéressé se comporterait comme un électro-aimant, mais aucun courant ne se manifesterait dans l'autre bobinage.



Figuration schématique d'un transformateur dont le secondaire comporte deux bobinages indépendants.

Quelques conseils sur l'utilisation des transformateurs :

— La puissance indiquée sur l'appareil concerne l'utilisation de la plus grande tension secondaire prévue ; dans le cas par exemple d'un transfo à plusieurs sorties secondaires 6-8-...-24 volts, de 40 watts, l'utilisation de la tension de 6 volts ne donnera que le quart de la puissance, soit 10 watts



Transformateur, les sorties des bobinages sont effectuées sur cosses relais, à souder.

— La tension indiquée sur les enroulements secondaires concerne un fonctionnement à vide du transformateur, c'est-à-dire sans débit. Cette tension diminue légèrement lorsque le transformateur débite sur une charge, si cette charge augmente, la tension diminue encore, et cela peut avoir des conséquences fâcheuses, en particulier sur la vitesse des trains et surtout sur l'éclairage. Un des remèdes est d'utiliser des transfos 5 à 6 fois plus puissants qu'il ne semble nécessaire ; ou mieux d'utiliser plusieurs transfos affectés à des circuits définis ; on peut

aussi diviser au maximum les sources de courant (cab-control, etc.).

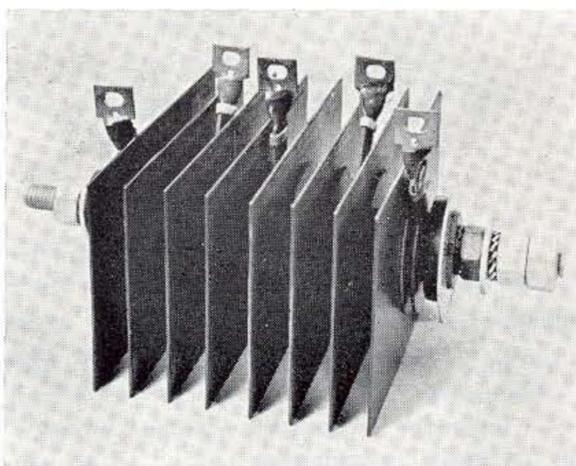
## REDRESSEURS

L'utilisation des redresseurs ayant déjà fait l'objet de nombreux articles je ne m'étendrai pas sur ce chapitre. Je rappelle néanmoins que l'élément de base est la valve, qui, placée dans un circuit, laisse passer le courant dans un seul sens. Le montage en « pont » de quatre valves donne le redresseur classique.

Chaque montage redresseur possède des caractéristiques propres de tension et de puissance et doit être utilisé à bon escient. Une surcharge provoque un échauffement anormal des plaques jusqu'à la destruction irrémédiable de l'appareil.

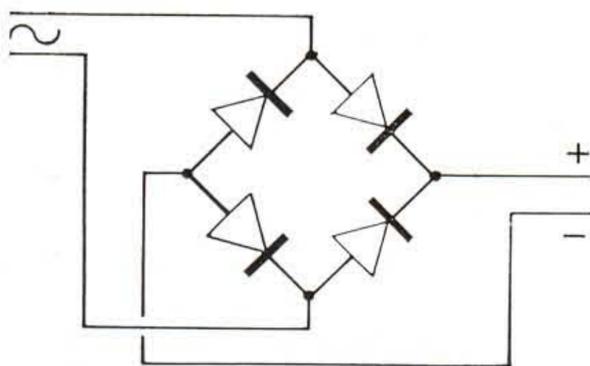
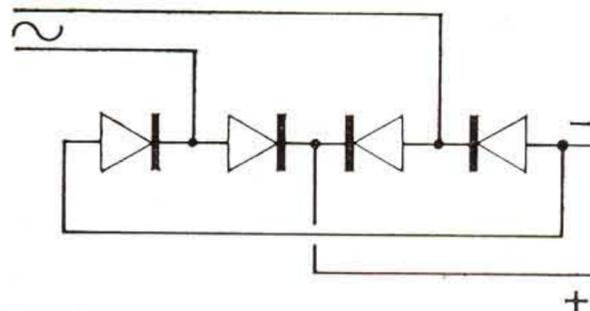
J'attire l'attention des modélistes sur la chute de tension que peut créer un redresseur, et plus particulièrement une valve dans un circuit donné. On peut estimer à 1,5 V la chute de tension provoquée par une valve pour un courant de 0,5 A et une tension d'alimentation du circuit de 12 V. Bien entendu elle doit avoir les caractéristiques d'intensité et de tension inverse nécessaires. La tension inverse est la tension maximum du courant que la valve ne laissera pas passer dans le sens opposé à son fonctionnement normal.

Les valves étant fréquemment utilisées dans un réseau alimenté en deux files de rails (cas de signalisation block système par circuit de voie), il est intéressant d'éviter les conséquences fâcheuses des chutes de tension provoquées par ces valves, en particulier dans les circuits traction. Si cette chute de tension ne se produit que par moments, elle produira des sautes de vitesse désagréables ; par contre si elle est permanente, dans le temps et dans la position de la locomotive sur le réseau, elle peut facilement être compensée par une élévation correspondante de la tension d'alimentation.



Montage classique d'un redresseur au sélénium.

Par ailleurs cette chute de tension varie peu avec l'intensité qui traverse la valve, c'est-à-dire avec la vitesse donnée au train. Les valves produiront donc peu d'inconvénients sur la marche des locomotives, si on prend le soin de placer un nombre égal de ces valves sur les différents circuits traction qui alimentent les rails ; bien entendu ces valves devront avoir les mêmes caractéristiques.



Deux figurations graphiques d'un même montage redresseur à 4 valves (montage en pont monophasé).

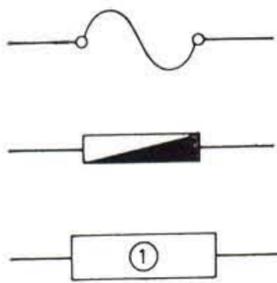
## FUSIBLES ET DISJONCTEURS

Il est impossible d'éviter d'une façon absolue les courts-circuits. Il est donc indispensable de placer à différents endroits du réseau des appareils de sécurité, destinés à protéger automatiquement le matériel, et aussi à permettre éventuellement d'effectuer des coupures dans les circuits, pour des mesures ou des recherches justement de courts-circuits.

Le fusible est l'élément le plus pratique et le moins onéreux ; évidemment on est obligé après fusion de remplacer le fil fusible, mais rien n'empêche de préparer à l'avance des éléments tout rechargés pour les coupe-circuit dits « tabatières ».

— Le disjoncteur thermique quoique pratique, est onéreux, et par ailleurs, dans le cas de déclenchement par surcharge, le bilame reste chaud pendant un certain temps, empêchant tout réenclenchement avant refroidissement.

— La lampe limiteuse de courant est à proscrire, par suite des chutes de tension qu'elle provoque dans le circuit à protéger.



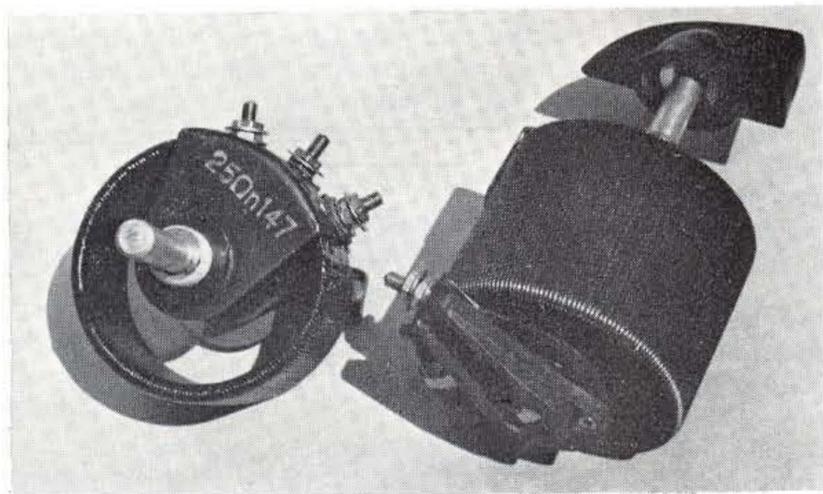
Deux symboles usuels pour la figuration d'un fusible.

En-dessous, représentation schématique d'un disjoncteur thermique avec indication (en ampères) de la valeur nominale de déclenchement.

### RÉSISTANCES ET RHÉOSTATS

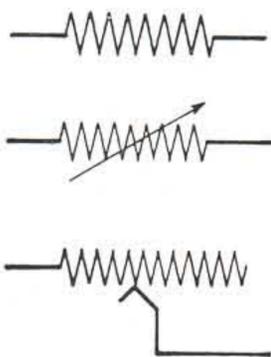
J'attirerai seulement l'attention des modélistes sur les risques d'utilisation prolongée des rhéostats dans une position correspondant au voisinage du court-circuit, c'est-à-dire au voisinage de la plus grande vitesse désirée. En effet, le courant de traction passe à ce moment-là par quelques spires seulement du rhéostat ; l'échauffement dans ces spires peut être alors assez important et faire fondre le métal.

Certains rhéostats industriels ont pour cette raison leur bobinage résistant réalisé en plusieurs paliers avec des fils de section décroissante.



Inséré dans un circuit le rhéostat permet d'introduire dans celui-ci une résistance dont la valeur ohmique peut être réglée à volonté et de façon progressive de 0 à la valeur nominale du rhéostat.

Symboles graphiques :



Résistance fixe.

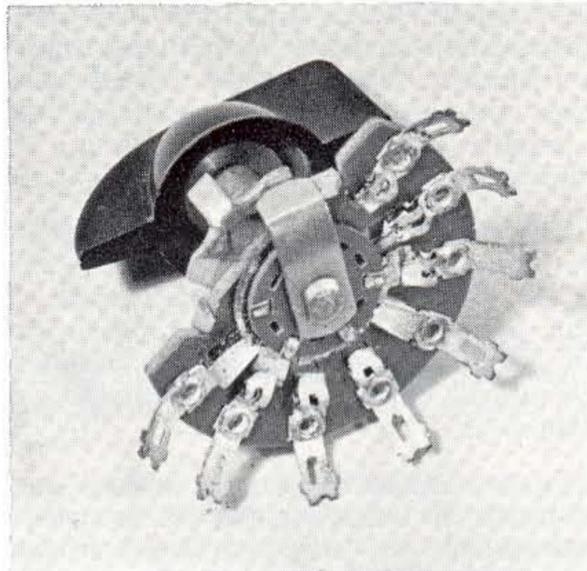
Résistance variable.

Rhéostat.

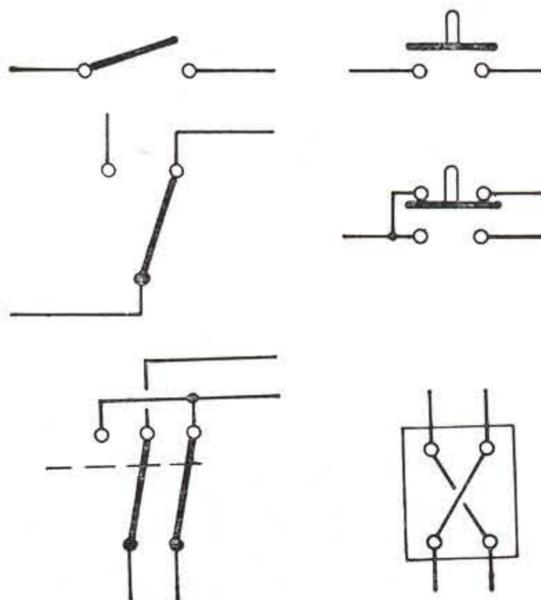
### INTERRUPTEURS, BOUTONS, CLÉS, etc.

Chacun connaît les interrupteurs et les boutons-poussoirs qui servent à la commande des locomotives ou des aiguillages. Il est intéressant entre autre, d'utiliser le matériel téléphonique, de faible encombrement et de prix modique. Les organes de commande peuvent alors être placés sur un tracé schématique du réseau fait sur le pupitre de commande, à l'endroit exact de l'appareil à commander.

Il est commode aussi d'employer les « clés » type téléphonique qui sont des interrupteurs perfectionnés à circuits multiples. On peut s'en procurer d'occasion à des prix modiques et elles évitent, grâce à leurs nombreux contacts, d'avoir recours à des relais interposés pour certaines commandes. Ces clés existent à deux et à trois positions.



Contacteur rotatif à galette 2 circuits/3 positions.



Figuration schématique de :

- interrupteur et bouton poussoir unipolaires.
- inverseur et poussoir à contacts repos/travail, unipolaires.
- inverseur bipolaire interprété de deux façons différentes.

Les commutateurs à galettes sont également très utiles ; ils permettent de distribuer, en même temps ou non, du courant dans différentes directions, ou au contraire, d'envoyer dans un circuit un courant provenant au choix de sources différentes.

Les sélecteurs, qui servent à la recherche des numéros dans les standards téléphoniques, peuvent être utilisés en modélisme ; mais leur prix est élevé. Comme les combinaisons de circuits qu'ils permettent d'établir peuvent presque toujours se réaliser à l'aide de relais, je ne conseille pas leur emploi.

Les commutateurs à cadran téléphonique ne sont pas utilisés dans les chemins de fer réels comme organes de commande et sont à proscrire également en modélisme.

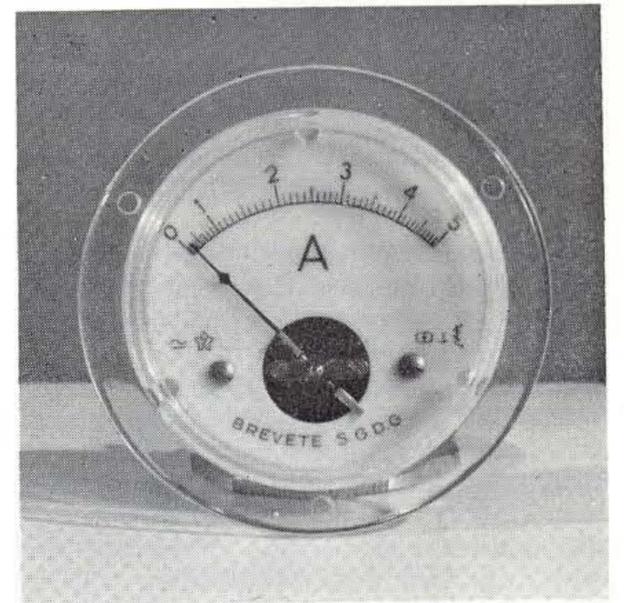
### APPAREILS DE MESURE

Dans le cas qui nous intéresse, seuls le voltmètre et l'ampèremètre seront retenus comme appareils de contrôle.

Le voltmètre sert à mesurer la tension du courant délivré par une source quelconque : pile, secteur ou secondaire d'un transformateur, ou encore celle du courant traversant un circuit donné, par exemple différence de potentiel aux bornes d'une résistance ou contrôle de tension aux bornes d'un relais.

L'ampèremètre, lui, sert à mesurer l'intensité du courant traversant un circuit donné, donc en fait la consommation des appareils alimentés.

En aucun cas l'ampèremètre ne peut être utilisé directement pour mesurer le débit d'une source de courant. Il doit toujours être placé en série avec l'appareil ou le circuit dont on veut mesurer la consommation, alors que le voltmètre sera toujours placé en parallèle sur les bornes du circuit à contrôler.



Ampèremètre permettant de mesurer des intensités jusqu'à 5 ampères. (Appareil " tous courants ").

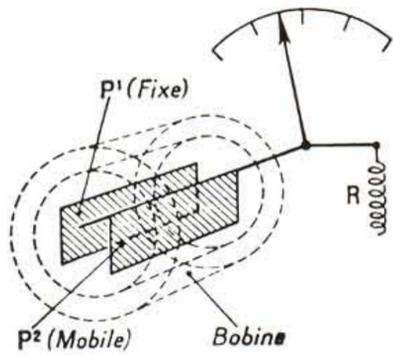
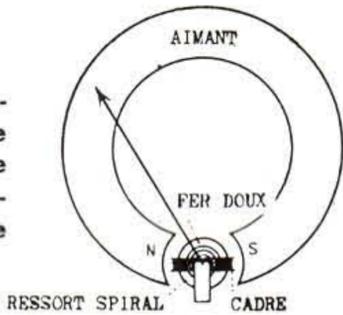


Schéma d'un appareil de mesure électro-magnétique (ci-dessus) et magnéto électrique (ci-contre).



On distingue deux catégories principales d'appareils de mesures : les appareils magnéto-électriques (à cadre mobile) qui sont les plus précis, mais aussi les plus chers, et les appareils de type ferromagnétique (électromagnétiques) plus avantageux, mais moins précis. Ces derniers appareils ont toutefois l'avantage de pouvoir être parcourus indifféremment par du courant alternatif ou du courant continu.

Dans les appareils à cadre, l'équipage est un cadre bobiné minuscule, solidaire de l'axe de l'aiguille, qui pivote entre les deux pôles d'un aimant. Ces appareils, étant donné la fragilité de leur bobinage de « travail », sont très sensibles aux surcharges et ne peuvent répondre que s'ils sont parcourus par du courant continu. Pour la mesure du courant alternatif, il est nécessaire de les faire précéder d'un élément redresseur.

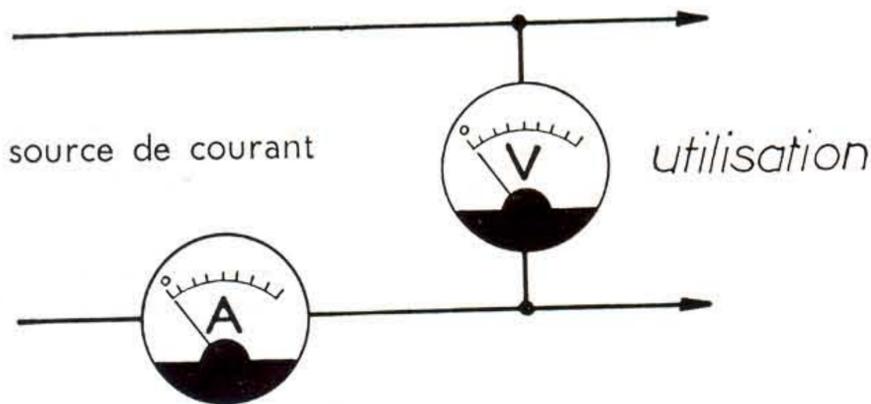
Dans les éléments électromagnétiques il n'y a pas de bobinage mobile ni d'aimant, mais une simple bobine largement dimensionnée, au centre de laquelle se trouve une palette de fer doux fixe et une seconde mobile solidaire de l'axe supportant l'aiguille. Les deux palettes s'aimantent dans le même sens lorsque le courant passe, donc se repoussent et cela d'autant plus que l'intensité est plus grande. Ces appareils sont peu fragiles, et seront amplement suffisants pour le contrôle des différents circuits du réseau. De plus, n'étant pas polarisés, leur faculté de fonctionner aussi bien en alternatif qu'en continu est intéressante dans le cas où le circuit à contrôler est susceptible d'être parcouru par différents courants (inversion ou commande par impulsion de courant différent du courant de traction, etc.).

Si le modèle choisi est « amorti »\* son usage sera aussi pratique que celui d'un appareil plus coûteux.

Les valeurs relevés sur le *voltmètre* s'expriment en *volts*, exemple : 16 volts ou 16 V. Une tension très faible s'exprime en *millivolt* = mV, ou *microvolts* =  $\mu$ V. mais le modéliste n'aura guère l'occasion de mesurer de telles tensions.

Les valeurs relevées sur l'*ampèremètre* s'expriment en *ampères*, exemple : 1,5 ampère ou 1,5 A. Des intensités plus faibles s'expriment en *milliampères*, exemple : 250 milliampères ou 250 mA (= 0,25 A). Des intensités encore plus faibles s'expriment en *microampères* =  $\mu$ A, mais là également le modéliste n'aura pas l'occasion de mesurer de si faibles courants.

\*



Branchement correct des appareils de mesure : ampèremètre et voltmètre.

\* Les appareils amortis sont ceux dans lesquels une petite palette de métal, solidaire de l'axe de l'aiguille et agissant en frein à air, amortit les oscillations de cette dernière. La lecture de ces appareils est ainsi beaucoup plus aisée, car l'aiguille se stabilise aussitôt, ce qui est appréciable principalement lorsque le courant contrôlé est susceptible de subir certaines fluctuations (cas de la mesure de consommation d'une machine parcourant une section de voie).

**WATTS  
&  
VOLTS-AMPÈRES**

Au cours du chapitre ci-contre nous avons vu comment on pouvait mesurer la **tension** et l'**intensité** d'un courant. Sachons encore que c'est le produit de ces deux valeurs qui définit la **puissance** d'une machine électrique.

D'où la formule :

**EN COURANT CONTINU (CC)**

Puissance (P) en watts = tension (U) en volts  $\times$  intensité (I) en ampères.

Ainsi, un moteur qui consommerait 1,5 A sous 20 V aurait une puissance de  $20 \times 1,5 = 30$  watts. Inversement, on peut déduire qu'une lampe de 10 watts prévue pour 20 V consommera

$$\frac{10}{20} = 0,5 \text{ A ou } 500 \text{ mA.}$$

**EN COURANT ALTERNATIF (CA)**

Puissance apparente en volts-ampères (VA) = tension (U) en volts  $\times$  intensité (I) en ampères.

Dans ce cas, pour obtenir la **PUISSANCE EN WATTS**, il faut multiplier le nombre de VA par un facteur appelé "**facteur de puissance**" et que l'on désigne par  $\cos \varphi$ . D'où la formule :

$$P \text{ (watts)} = \text{tension (U) en volts} \times \text{intensité (I) en ampères} \times \cos \varphi.$$

$$\text{ou } P \text{ (watts)} = \text{VA} \times \cos \varphi.$$

Nous ne nous étendrons pas davantage ici sur ce **FACTEUR DE PUISSANCE**, cité seulement à titre documentaire.

# CHAPITRE II

## Unités électriques - Loi d'OHM

### Application : Quelques circuits de base

Le **VOLT (V)** est l'unité de **tension (U)** d'un courant électrique.

**Un volt est la différence de potentiel entre les extrémités d'une résistance de 1 ohm  $\Omega$  parcourue par un courant de 1 ampère.**

L'**AMPÈRE (A)** est l'unité d'**intensité (I)** d'un courant électrique.

**Un ampère est l'intensité d'un courant constant qui débite un coulomb par seconde, le coulomb (C) étant l'unité quantitative de base de l'électricité. (L'ampère/heure vaut 3 600 coulombs ou ampères/seconde.)**

L'**OHM ( $\Omega$ )** est l'unité de **résistance (R)** d'un conducteur électrique (fils, bobinage, circuits divers).

**Un ohm est la résistance que présente à un courant constant une colonne de mercure à 0 ° qui a une longueur de 106,3 cm et une section uniforme de 1 mm<sup>2</sup>.**

Plus un fil est fin et long, plus sa résistance ohmique est grande.  
Plus un fil est gros et court, plus sa résistance ohmique est faible.

Le **WATT (W)** est l'unité de **puissance (P)** électrique.

**Un watt est la puissance développée par un courant de 1 A sous une différence de potentiel de 1 V.**

**Le produit  $U \times I$  donc indique le travail fourni.**

Le cheval-vapeur (ch), unité de puissance mécanique, équivaut à 736 W. Le watt équivaut par conséquent à 0,00136 ch et le kilowatt (kW) à 1,36 ch. Mais bien entendu seul un moteur idéal de rendement 100 % donnerait 1,36 ch par kilowatt fourni.

(Cette unité est valable en courant continu, en courant alternatif on dira « Voltampère », VA.)

Le **FARAD (F)** est l'unité de **capacité (C)** électrique.

**Un farad est la capacité d'un condensateur électrique, dont le potentiel est porté à 1 volt par une charge de 1 coulomb ou ampère/seconde.**

Cette capacité est très grande, ainsi on utilise plus couramment le microfarad ( $\mu\text{F}$ ) qui équivaut à un millionième de farad.

Plus la valeur d'un condensateur (appareil servant à emmagasiner l'énergie électrique) sera importante, plus celui-ci pourra donc emmagasiner d'électricité.

Le **HENRY (H)** est l'unité de **self-induction (L)** d'un bobinage.

**Un henry est le coefficient d'induction d'un conducteur (bobinage, self), dans lequel est induit par des variations régulières (ou changements de sens) d'un ampère/seconde du courant qui le traverse, une tension de 1 volt.**

Toutefois avec cette dernière unité nous touchons déjà un domaine plus complexe que le modéliste n'aura pas l'occasion d'aborder. Nous l'avons citée uniquement à titre documentaire, étant donné que les self seront évoquées au cours des chapitres suivants.

POUR  
MÉMOIRE  
QUELQUES  
UNITÉS  
ÉLECTRIQUES  
COURANTES  
ET LEUR  
DÉFINITION

Prenons une bobine et reions ses deux bornes E et S à une source de courant continu, une batterie de piles de 4,5 V par exemple. Si, dans ce circuit, nous intercalons un AMPÈREMÈTRE (fig. 1), nous constaterons que l'INTENSITÉ du courant passant dans la bobine est de 0,9 AMPÈRE.

Un VOLTMÈTRE branché aux bornes de cette même bobine (fig. 2) indiquera une TENSION de 3,6 VOLTS.

Fig. 1

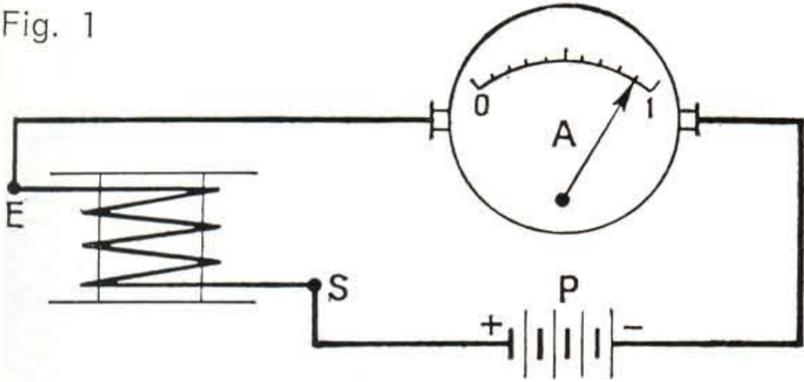
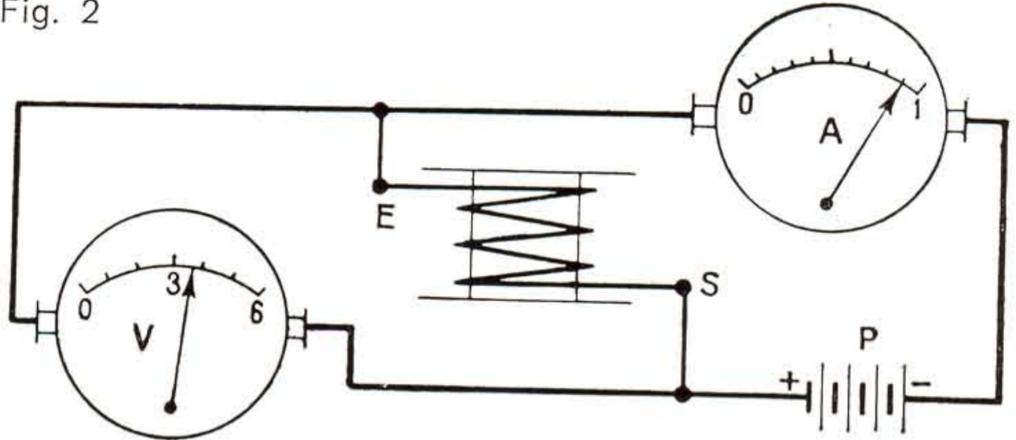


Fig. 2



Il y a donc une chute de tension, chute qui sera d'autant plus importante que la résistance de la bobine sera plus faible.

En mettant cette valeur au minimum : résistance de la bobine nulle, on constatera que celle-ci court-circuiterait la source de courant. La tension aux bornes de la bobine serait nulle et un courant maximum traverserait l'ampèremètre.

A tension égale de la source, l'intensité du courant traversant le circuit dépend donc de la résistance que lui oppose le bobinage.

Cette **RÉSISTANCE (R)** dont l'unité est l'OHM, cette **TENSION (U)** dont l'unité est le VOLT et cette **INTENSITÉ (I)** dont l'unité est l'AMPÈRE, sont régies par une loi qui est fondamentale dans les circuits électriques.

Cette loi, la **LOI D'OHM**, indique que l'intensité I du courant qui traverse un circuit est égale au quotient de la tension U aux bornes de ce circuit par sa résistance R.

Elle est définie par l'équation :

$$I = \frac{U}{R} \quad (1),$$

rapport d'où ont été aisément dérivées les deux autres formules pratiques :

$$R = \frac{U}{I} \quad (2) \quad \text{et} \quad U = I \times R \quad (3).$$

Les trois exemples suivants nous montreront maintenant comment appliquer cette loi fondamentale.

**Premier exemple :**

En fonction des données recueillies lors de nos premières mesures, recherchons la résistance de la bobine par la mise en application de la formule 2 :

$$\text{Résistance } R = \frac{U \text{ 3,6}}{I \text{ 0,9}} = 4 \text{ ohms.}$$

**Deuxième exemple :**

Supposons à présent connue la résistance de la bobine soit 4 ohms, sachant que l'ampèremètre indique 0,9 A pour l'intensité, calculons la tension aux bornes du bobinage. La formule 3 nous donne le résultat :

$$\text{Tension } U = R \text{ 4} \times I \text{ 0,9} = 3,6 \text{ volts.}$$

**Troisième exemple :**

Connaissant toujours la résistance de la bobine (4) et la tension (3,6 V), nous voulons définir maintenant l'intensité parcourant le circuit. C'est ici la formule initiale qui fournira la solution :

$$\text{Intensité } I = \frac{U \text{ 3,6}}{R \text{ 4}} = 0,9 \text{ ampères.}$$

# La LOI d' OHM

## CIRCUITS DE BASE

En mettant en œuvre les éléments décrits précédemment, on constitue un circuit électrique. Certains de ces éléments produisent ou transforment le courant (transformateur, redresseur), d'autres l'absorbent (résistance, moteur, relais, etc.) ; d'autres enfin le conduisent seulement (fils, fusibles, rails, interrupteurs, etc.).

Bien entendu ces éléments peuvent être montés d'un nombre infini de manières les uns par rapport aux autres et leur association en des circuits particuliers permet de résoudre de nombreux problèmes. Mais avant de poursuivre, illustrons d'abord deux montages types.

### MONTAGE EN SÉRIE

(Fig. 3)

Sur ce schéma, la résistance B (de résistance  $R_1$ ) et le bobinage C (par exemple moteur de locomotive) (de résistance  $R_2$ ) sont placés en série. Le courant qui les traverse a la même intensité ; cette intensité  $I$  peut être mesurée par un ampèremètre placé lui-même en série avec la résistance et le moteur ; l'unité d'intensité est l'ampère. La tension  $U$  de la source de courant est la somme de la tension  $U_1$  aux bornes de la résistance et de la tension  $U_2$  aux bornes du moteur (la tension aux bornes de l'ampèremètre est pratiquement nulle).

On a  $U = U_1 + U_2$   
 $U_1 = R_1 I$   $U_2 = R_2 I$   $U = (R_1 + R_2) I$   
 (loi d'Ohm)

Si la résistance B est remplacée par un rhéostat, la valeur  $R_1$  est variable. En laissant par exemple la tension  $U$  constante et en diminuant  $R_1$ , l'intensité  $I$  augmente et  $U_2$  également ; le moteur tourne plus vite et la locomotive accélère. On arrive au même résultat en laissant  $R_1$  fixe et en augmentant  $U$ .

### MONTAGE EN PARALLELE

(Fig. 4)

Le bobinage B (par exemple relais) (de résistance  $R_1$ ) et le bobinage C (par exemple moteur de locomotive) (de résistance  $R_2$ ) sont sur ce schéma placés en parallèle. La tension aux bornes du relais et du moteur est la même, et égale à celle de la source ; cette tension peut être mesurée par un voltmètre, placé lui-même en parallèle avec le relais et le moteur ; l'unité de tension est le volt.

L'intensité  $I$  du courant qui sort de la source est la somme de l'intensité  $I_1$  qui traverse le relais et de l'intensité  $I_2$  qui traverse le moteur (l'intensité qui traverse le voltmètre est pratiquement nulle).

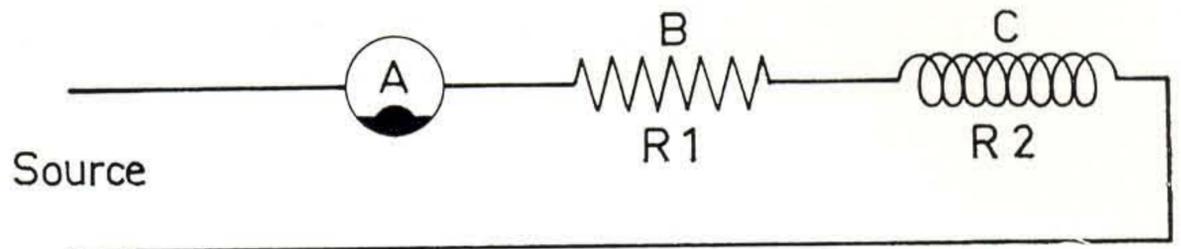


Fig. 3 Montage en série.

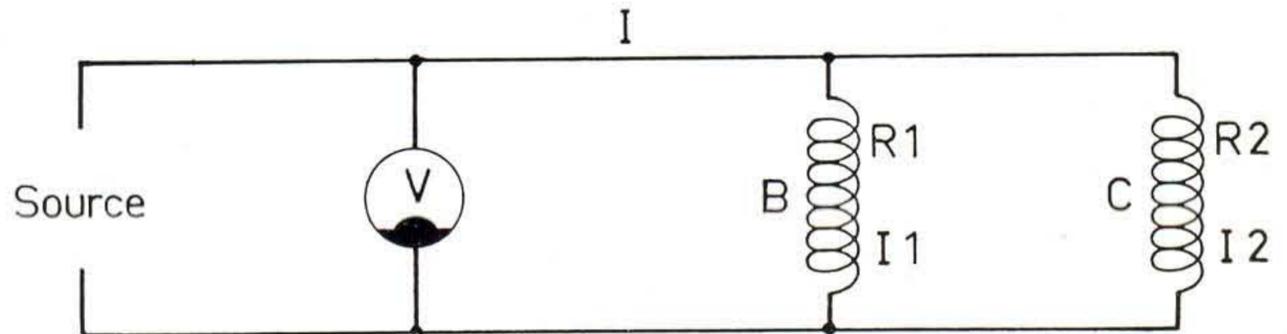


Fig. 4 Montage en parallèle.

On a  $I = I_1 + I_2$   
 $U = R_1 I_1 = R_2 I_2$  (loi d'Ohm)

La présence ou l'absence du relais ne change en rien la vitesse du moteur. Pour faire tourner ce moteur plus vite, on peut seulement augmenter  $U$ .

Bien entendu tous les montages, plus ou moins complexes, sont possibles à partir des montages de base ci-dessus. Les tensions et les intensités dans les différents éléments se calculent à partir des formules très simples données en exemples.

### MONTAGES COMBINÉS

Dans le cas de circuits à courant continu, il est très intéressant d'utiliser des valves pour diriger le courant vers une action déterminée au détriment d'une autre.

Exemple : Fig. 5

Lorsqu'on ferme l'interrupteur A, seul le bobinage 1 est alimenté ; lorsqu'on ferme l'interrupteur B, les bobina-

pages 1 et 2 sont alimentés : en effet la présence de la valve empêche le passage du courant de l'interrupteur A vers le bobinage 2. On peut obtenir le même fonctionnement en remplaçant l'interrupteur B par une clé à deux contacts, l'un sert pour le bobinage 1, l'autre pour le bobinage 2 et la valve devient inutile. (Voir Fig. 6 page suivante).

Les signes + et - placés sur le schéma sont les sources du courant continu, c'est-à-dire, dans la pratique, les pôles positif et négatif d'un redresseur en pont. Le courant continu parcourt toujours le circuit du + vers le -. Je pense que le mot « polarité » ne veut pas dire grand chose en modélisme, il est préférable de parler de sens du courant, de pôle positif ou négatif ; ainsi un inverseur de polarité est simplement un appareil qui sert à inverser le sens du courant dans un circuit, en croisant les deux fils de la source.

\*

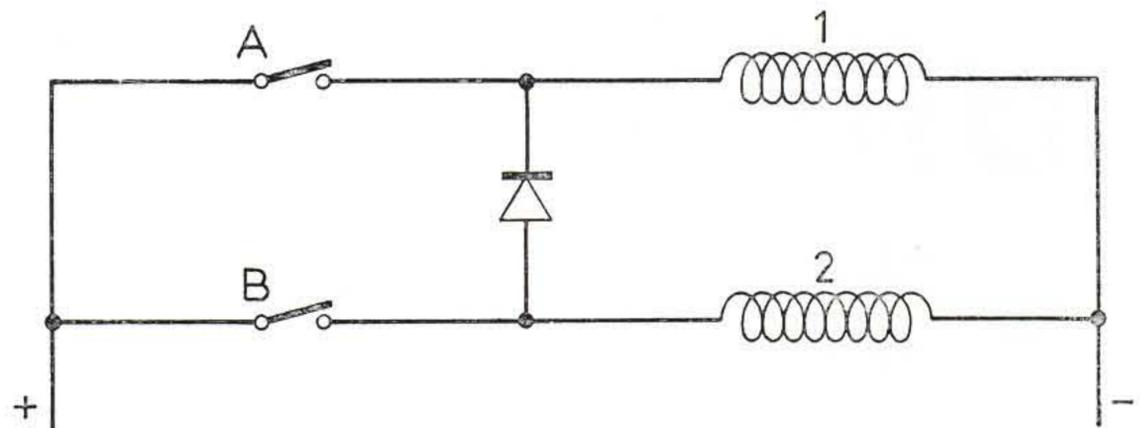


Fig. 5

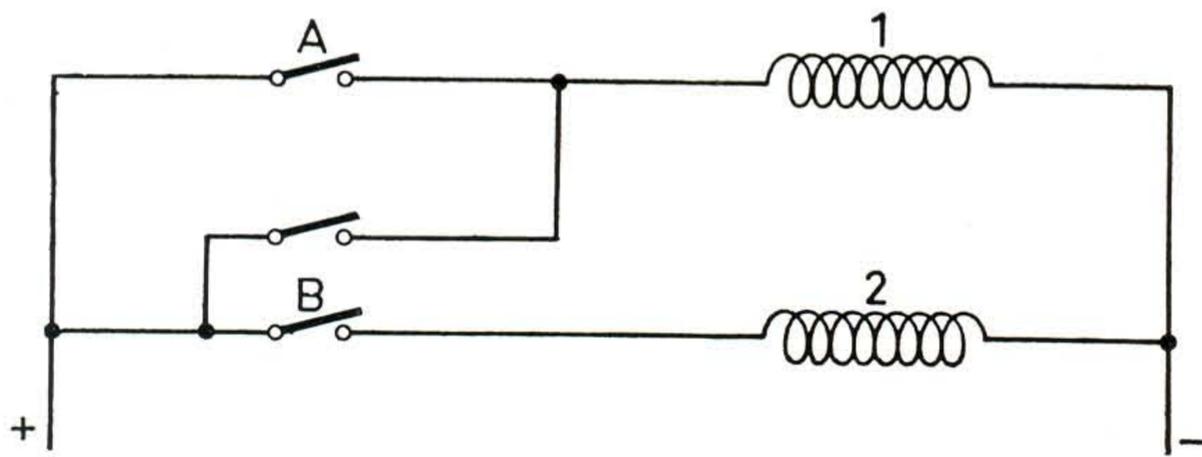


Fig. 6

Il est plus courant de réunir seulement les points A et C des circuits précédents. On a alors un circuit à trois fils : l'un émanant de B, l'autre de D, et le retour commun ; les deux redresseurs peuvent alors débiter chacun une tension différente dans deux moteurs de locomotives distincts, avec un retour commun (par exemple traction rail et traction caténaire avec retour par rail commun).

Voyons maintenant un autre exemple de circuits mettant en œuvre des tensions différentes, avec retour commun, (voir figure 9).

### CIRCUITS DE TENSIONS DIFFÉRENTES

Les modélistes sont quelquefois embarrassés lorsqu'ils utilisent deux sources de courant, n'ayant pas la même tension, et débitant sur des appareils avec un ou plusieurs fils communs ; à l'aide des circuits de base ci-dessous, je vais montrer ce qui est possible ou non dans ce domaine.

Examinons les schémas 7 et 8 représentant deux alimentations distinctes.

On ne peut pas réunir en même temps A avec D, et B avec C : en effet la disposition des valves des redresseurs permet dans ce cas le passage du courant et on constitue un circuit fermé où le courant continu peut toujours avoir le même sens, on obtient alors un court-circuit.

Par contre, on peut très bien réunir en même temps A avec C, et B avec D : en effet la disposition des valves ne permet pas dans ce cas le passage du courant ni dans un sens ni dans l'autre entre les deux redresseurs ; ces redresseurs peuvent d'ailleurs débiter dans un moteur de locomotive (par exemple), ce moteur sera alors alimenté par le redresseur fournissant la plus forte tension.

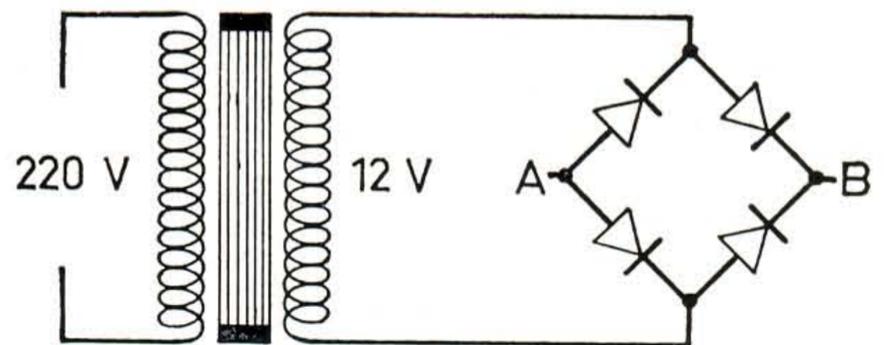


Fig. 7

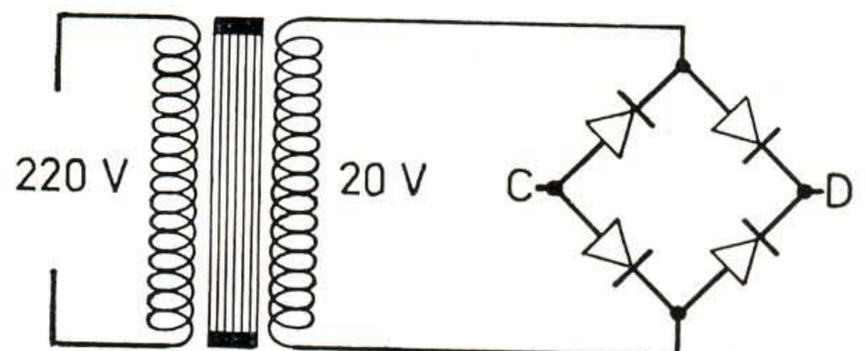


Fig. 8

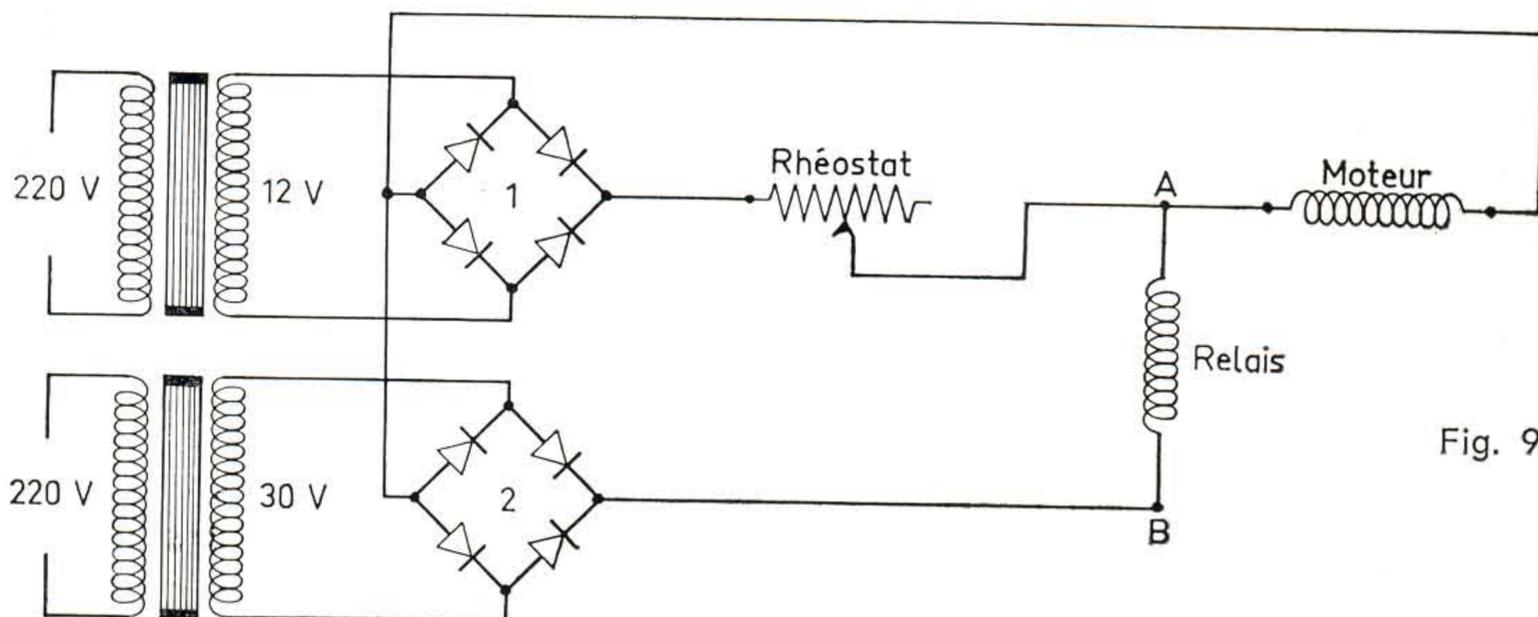


Fig. 9

Le courant sortant du redresseur 1 traverse un rhéostat et se superpose en A au courant sortant du redresseur 2 et qui a traversé le relais ; ces deux courants traversent ensemble le moteur et reviennent ensemble au pôle négatif de leur redresseur respectif.

Lorsque le rhéostat est à 0 (train arrêté) la tension aux bornes du relais (entre A et B) est de 30 volts ; lorsque le rhéostat est à la position maximum correspondant au circuit le moins résistant (vitesse du train maximum) la tension aux bornes du relais n'est plus que de  $30 - 12 = 18$  volts.

Ce schéma est à la base du block automatique pour réseau à deux files de rails.

★

### CIRCUITS ALTERNATIFS ET CONTINUS MÉLANGÉS

Disons tout de suite qu'il n'y a pas d'impossibilité théorique à mélanger des circuits parcourus par du courant alternatif et des circuits parcourus par du courant continu. En effet le courant alternatif et le courant continu peuvent très bien se superposer dans un même fil. La difficulté commence avec les appareils (selfs et condensateurs) nécessaires au mélange et à la séparation de ces deux courants.

Reprenons les deux circuits de base précédemment étudiés en supprimant le redresseur sur le premier d'entre eux. (Fig. 10 et 11).

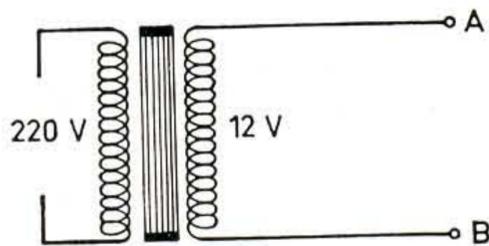


Fig. 10

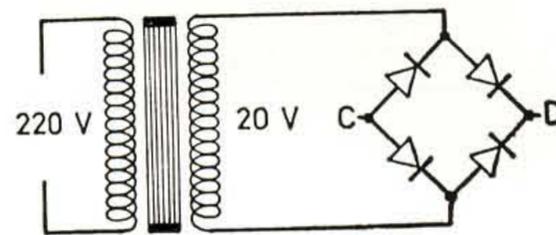


Fig. 11

On ne peut pas réunir en même temps A avec D, et B avec C ; ni en même temps A avec C et B avec D. En effet, dans un cas comme dans l'autre, un court-circuit est créé entre le redresseur et une alternance du courant alternatif. On peut seulement réunir A et C et on obtient deux circuits, l'un continu, l'autre alternatif, avec retour commun.

Si on désire absolument utiliser un courant alternatif et un courant continu avec deux fils seulement, on peut utiliser le montage du schéma 12. La self empêche le passage du courant alternatif et les condensateurs empêchent le passage du courant continu.

Lorsqu'on ferme l'interrupteur A, le moteur est alimenté en courant alternatif et la lampe est allumée ; lorsqu'on ferme l'interrupteur B, la lampe seule est alimentée en courant continu (si A est ouvert) ; bien entendu les deux interrupteurs peuvent être fermés en-

semble. Ce montage peut être utilisé par exemple pour l'éclairage des trains à l'arrêt, avec traction en courant alternatif, ce qui permet de loger assez facilement un condensateur dans la locomotive ; si on voulait réaliser le même système avec traction en continu, il faudrait placer une self en série avec le moteur à la place du condensateur ; or les selfs sont beaucoup plus volumineuses.

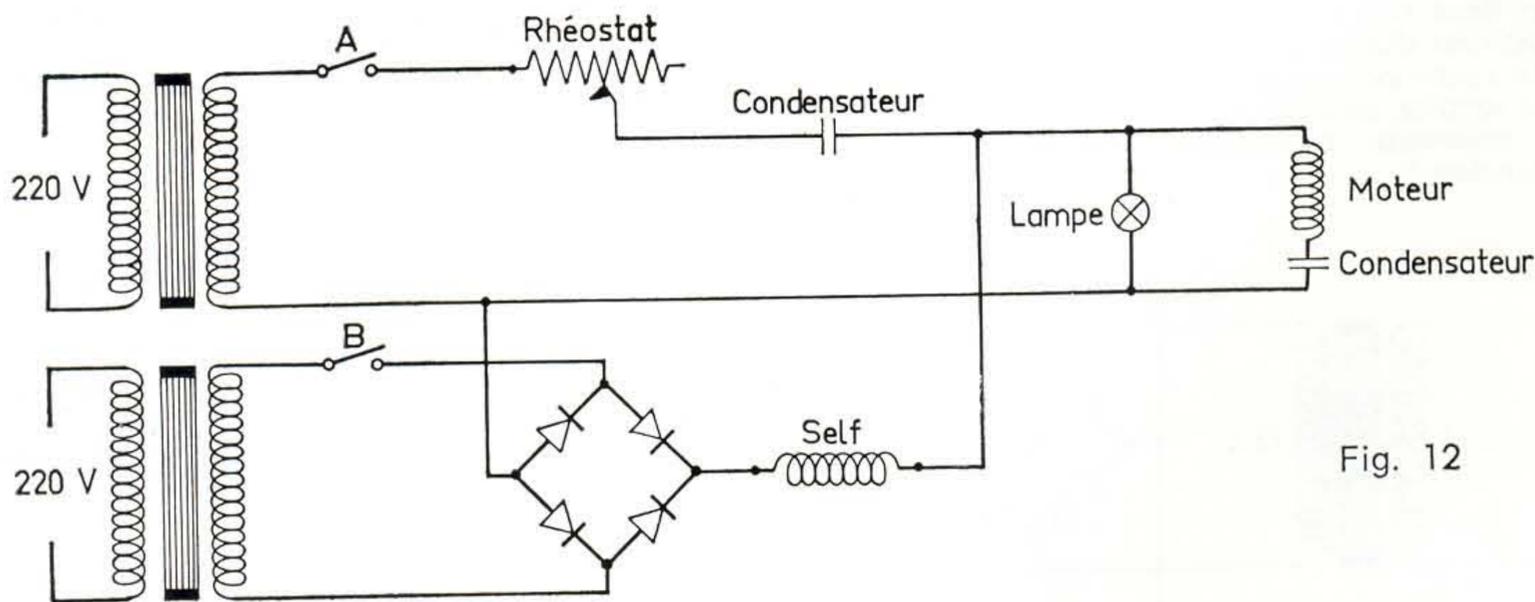


Fig. 12



## Systemes de traction

### CONSEILS PRÉLIMINAIRES

L'électricité étant utilisée dans tous les compartiments du modélisme ferroviaire, le constructeur d'un réseau miniature devra déterminer, avant de se lancer dans l'édification des divers éléments de son réseau (plateau de roulement, tableau de commande, etc.), la façon dont il entend résoudre les différents problèmes électriques qui se posent. Un certain nombre de choix devront être faits, notamment avant de construire le premier embryon de réseau, et avant d'acheter le premier matériel roulant.

Ces choix portent sur les questions ci-dessous :

- Nature du courant de traction (alternatif ou continu).
- Niveaux de tension des courants utilisés (12 volts, 20 volts, 40 volts, etc.).
- Conception de la voie (deux rails, trois rails, caténaire...).
- Commande de la vitesse des trains (rhéostat ou transformateur à sorties multiples).
- Nombre de sources de traction.
- Forme de la signalisation (signaux mécaniques ou électriques).
- Mode de commande des aiguilles (solénoïdes ou électro-aimants à palette).
- Degré de l'automatisme désiré (présence ou absence de block automatique, protection des aiguillages, itinéraires en sortie de gare, etc.).
- Conduite de l'exploitation (présence ou absence de cab-control, automatique au manuel, à pédale ou par circuit de voie).
- Système d'éclairage des wagons (par caténaire, accus, courant haute fréquence, etc.).

Il n'est pas toujours possible de revenir, sans modifications importantes, sur ces choix de base. Le débutant, bien entendu, dispose de peu d'éléments pour prendre ces décisions et surtout n'a pas encore conscience de leur importance. La plupart du temps, l'amateur peu averti tient le raisonnement suivant : « L'essentiel est de commen-

cer par faire rouler un train, ensuite je développerai mes circuits, j'effectuerai des coupures dans les rails à des endroits judicieusement choisis pour permettre la circulation de plusieurs trains, enfin j'envisagerai la signalisation et, qui sait, peut-être le block automatique ».

Bien entendu, ce raisonnement se défend, si l'on considère que la pratique du modélisme est avant tout une distraction et, par conséquent, ne saurait accepter aucune contrainte. Cependant, si on désire que cette distraction se développe et ne soit pas sclérosée par un mauvais départ, il est normal de réfléchir un tant soit peu et de fixer par exemple le programme suivant : « Mes moyens et le temps ne me permettent pas pour l'instant d'installer la signalisation et divers automatismes sur mon réseau, mais je désire ménager l'avenir et construire mon réseau petit à petit, tout en permettant des développements techniques ultérieurs ».

Bien souvent, l'amateur débutant n'a qu'une idée confuse de ces « développements techniques possibles » et, en les ignorant, il risque d'engager la construction de son réseau dans une impasse. Le remède serait alors de construire un premier réseau dit « expérimental », sur lequel l'amateur essaiera les différentes solutions possibles et déterminera en connaissance de cause la construction d'un réseau définitif. Ce système n'est malheureusement pas valable pour tous les modélistes, car l'expérience prouve que la plupart de ces réseaux dits « expérimentaux » sont devenus eux-mêmes définitifs, avec des améliorations internes, certes, mais avec des erreurs de base conservées. Il existe, bien entendu, des exceptions concernant des amateurs particulièrement doués, qui ont su du premier coup trouver la bonne formule, ou qui, plus simplement, ont eu de la chance. Il faut remarquer à ce propos que, plus le modéliste est novice en matière d'électricité, plus il répugnera à reconsidérer la partie électrique de son réseau et les conceptions de base de

son installation, même si celles-ci ne lui donnent pas entière satisfaction.

La méthode du réseau dit « expérimental » doit donc être rejetée, et le modéliste doit plutôt s'informer dans les revues spécialisées des possibilités, avantages et inconvénients des différents systèmes existants et ayant été réellement utilisés par des amateurs. Le présent ouvrage tend également à répondre à ce besoin.

Je rappelle enfin que les choix mentionnés plus haut (nature du courant de traction, conception de la voie, degré de l'automatisme, etc.), ne tiennent aucun compte de l'échelle de réduction adoptée. Les décisions à prendre seront donc valables aussi bien pour le « O », le « HO », le « TT » ou le « N », et seront fonction seulement des désirs et des moyens de chacun.

Quelles que soient les décisions prises au sujet des choix fondamentaux ci-dessus, l'amateur doit être également assuré de pouvoir résoudre tous les problèmes mineurs :

- Câblage d'une boucle et d'un épi ;
- Alimentation d'une plaque tournante ;
- Mise en œuvre d'un tableau de contrôle optique lumineux ;
- Marche indépendante de plusieurs trains sur les voies de manœuvre, par coupures dans les rails, etc.

Chacun de ces chapitres viendra en son temps au cours de notre étude.

Abordons maintenant les sujets les plus importants, où le choix à intervenir décidera de tout l'avenir du réseau :

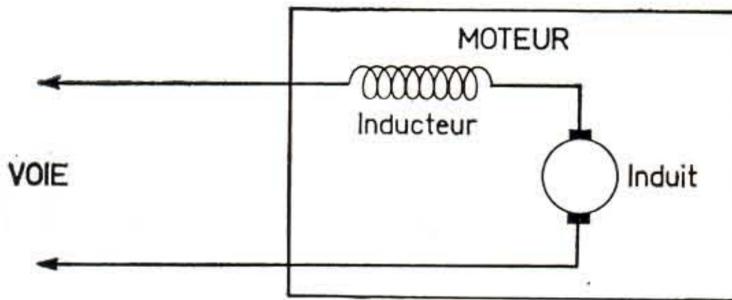
- Nature du courant de traction ;
- Conception de la voie.

### NATURE DU COURANT DE TRACTION

Deux types de courant peuvent être envisagés pour l'alimentation traction du réseau miniature : *alternatif* ou *continu*, dont le choix conditionne les moteurs des locomotives employées, les circuits d'inversion du sens de marche et le fonctionnement de toute l'exploitation du réseau.

Fig. 13

Schéma d'un moteur type universel.



### Traction en courant alternatif

Les moteurs prévus pour courant alternatif (sur le plan qui nous intéresse, bien entendu) possèdent un inducteur (fixe) et un induit (tournant) bobinés et placés en série (fig. 13).

Ils ont un bon rendement électrique, leur vitesse est fonction de la tension d'alimentation ; cette vitesse varie relativement peu en fonction de la charge (nombre de wagons par exemple) pour une tension d'alimentation fixe. Ils peuvent également fonctionner sur courant continu, d'où leur appellation « universels ».

L'utilisation du courant alternatif en traction (voir schéma de principe fig. 14) paraît, a priori, plus intéressante, car elle évite le redresseur qui crée toujours quelques chutes de tension et autorise toutes les combinaisons avec courants à haute fréquence ou commande radio. Cependant, l'inversion du sens de marche n'est possible qu'en inversant le sens du courant dans l'inducteur ou dans l'induit, mais pas dans les deux à la fois. Une opération manuelle ou télécommandée est donc nécessaire pour débrancher le fil de liaison entre inducteur et induit et relier ces deux éléments d'une autre façon. Certaines locomotives du commerce en O comportaient un dispositif mobile (palette) relié à l'inducteur qui transformait celui-ci en une espèce de relais sensible seulement à une tension plus élevée que la tension normale du courant de traction. Le mouvement de la palette provoquait le fonctionnement de l'inverseur. Dans certains autres modèles (Märklin HO), c'est un petit sélecteur indépendant du moteur

et fonctionnant également par surtension, qui assure l'inversion (fig. 15). Lorsque le sélecteur est excité, un contact spécial coupe le circuit moteur, évitant ainsi tout bondissement intempestif de la machine lors de la commande d'inversion.

L'inversion de marche en alternatif ne touche que le matériel de traction sans affecter la voie elle-même, de telle sorte que deux locomotives peuvent rouler en même temps en sens inverse sur une même voie, ce qui peut être intéressant dans certains cas, ou au contraire être gênant pour certains fonctionnements de block automatique. L'inconvénient majeur est la surtension obligatoire sur la voie pour l'inversion. Cette surtension provoque, outre « des appels de phares » peu ferroviaires, un à-coup en avant ou en arrière de la locomotive assez désagréable, lors-

que l'inverseur est mal réglé.

J'ajouterai, à toutes fins utiles, qu'il est très possible de mettre en œuvre un block automatique avec des relais fonctionnant en courant continu, malgré que la traction soit en courant alternatif ; par contre, l'éclairage direct des wagons en parallèle avec des accus est impossible sans aménagement particulier.

### Traction en courant continu

Les moteurs prévus pour fonctionner en courant continu sont généralement « à aimant permanent », celui-ci remplaçant l'inducteur. Seul l'induit est bobiné (fig. 16), la simplicité de l'inversion de marche apparaît immédiatement : il suffit d'inverser les fils d'arrivée à l'induit, c'est-à-dire les fils d'amenée du courant sur la voie.

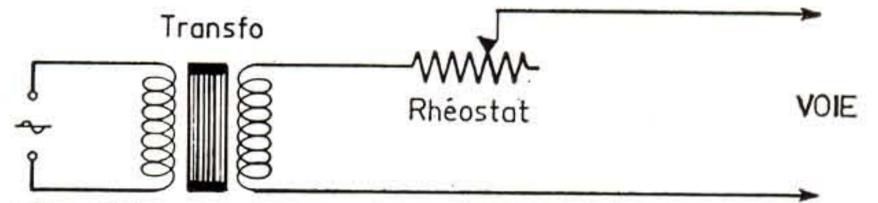


Fig. 14

Schéma de principe d'une alimentation en courant alternatif.

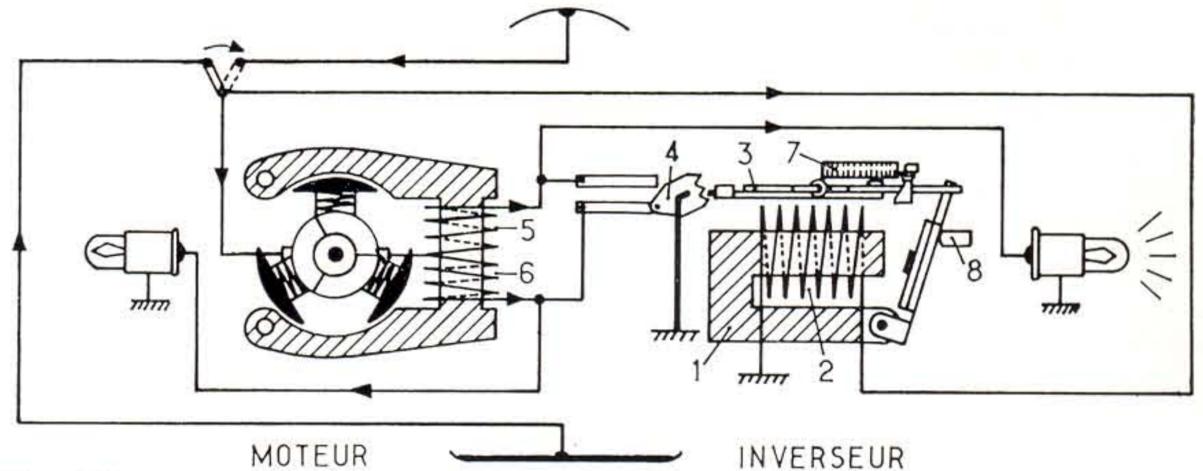


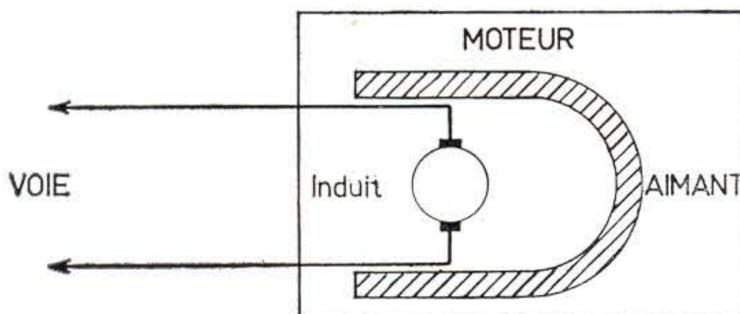
Fig. 15

Dispositif de commande d'inversion par surtension (Système Märklin).

- |                        |                                   |
|------------------------|-----------------------------------|
| 1 — noyau du relais    | 5-6 — bobines de l'inducteur      |
| 2 — bobine du relais   | 7 — ressort de rappel             |
| 3 — armature du relais | 8 — poussoir de commande manuelle |
| 4 — contact basculant  |                                   |

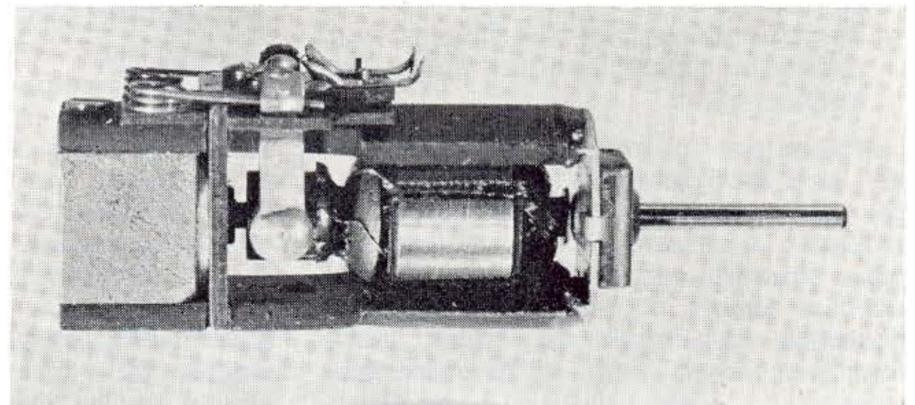
Fig. 16

Schéma d'un moteur à aimant permanent, pour courant continu.



Ci-contre :

Moteur classique à aimant permanent PITTMAN DC-60.



Les moteurs à aimant permanent sont les plus répandus parce que les plus économiques.

Leur couple au démarrage est également plus élevé que celui du moteur type universel à inducteur bobiné et ils ont moins tendance à s'emballer.

Un moteur à aimant permanent ne doit en aucun cas être branché sur le courant alternatif.

Par contre, un moteur du type alternatif à inducteur bobiné peut fonctionner également sur une alimentation en courant continu. Si ce moteur est équipé d'un système d'inversion, son inverseur obéira aussi bien à une impulsion de courant alternatif que continu, pour peu que la tension de celle-ci soit convenable. On peut aussi équiper ce type de moteur d'un petit redresseur pour en permettre, sur l'alimentation en continu, l'inversion par simple permutation des fils d'amenée du courant (fig. 17).

Dans certains moteurs de type universel (notamment moteur Märklin), l'inducteur est doté de deux bobinages effectués en sens inverse, l'un sert pour la marche avant, l'autre pour la marche arrière. (Cette disposition permet une simplification sensible de l'inverseur : nombre de contacts réduit.) Deux valves seulement sont alors nécessaires pour permettre le contrôle d'un tel moteur sur courant continu (fig. 18).

L'alimentation de la voie en courant continu peut se faire de différentes manières :

— Par batteries (fig. 19), c'est de loin la meilleure solution au point de vue technique, parce que la résistance interne des batteries étant très faible, la tension sur la voie demeure très stable malgré des variations de charge inopinées (mise en service d'une locomotive sur un circuit comprenant déjà un train en mouvement). Les variations de vitesse des trains s'obtiennent en utilisant les plots de 2 en 2 volts des batteries, ce qui permet également d'éviter l'emploi de résistances de ralentissement.

Ce système a toutefois des inconvénients, dus aux batteries elles-mêmes : prix élevé, entretien indispensable, usure.

— Par redressement du courant alternatif (fig. 20) : c'est la solution la plus répandue, parce que la plus économique.

Le rhéostat peut être supprimé si l'on utilise un transformateur à sorties multiples ou, mieux, un transformateur à rapport variable. Ce dispositif est particulièrement recommandé dans le cas d'une installation en deux rails,

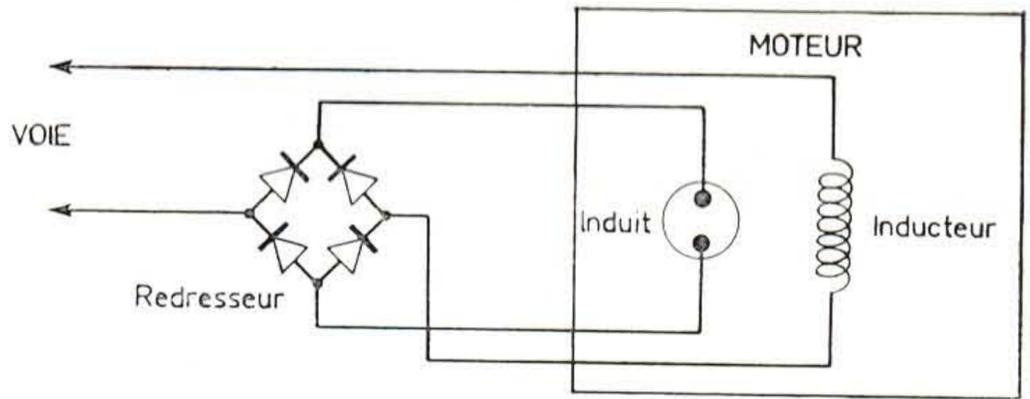
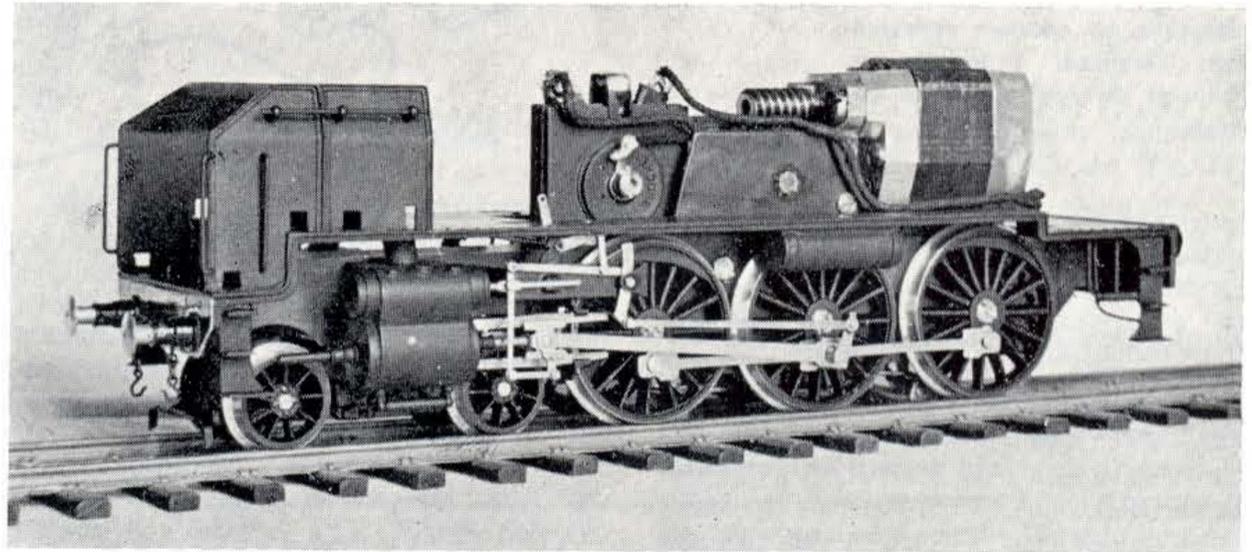


Fig. 17

Equipement d'un moteur type universel, pour en permettre le contrôle direct sur courant continu.



Sur ce châssis d'un modèle en écartement O on distingue en avant du moteur le petit redresseur dont le rôle est de contrôler le sens de passage du courant au travers de l'induit.

Fig. 18

Equipement d'un moteur type universel à 2 enroulements inducteurs, pour en permettre le contrôle direct sur courant continu.

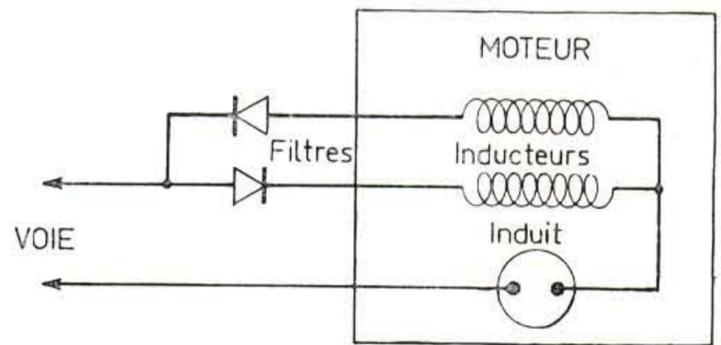


Fig. 19

Schéma de principe d'une alimentation en courant continu par batterie.

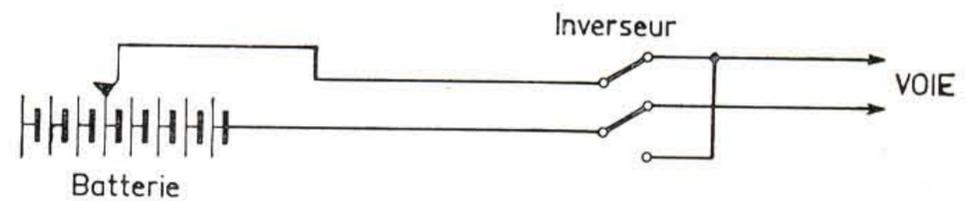


Fig. 20

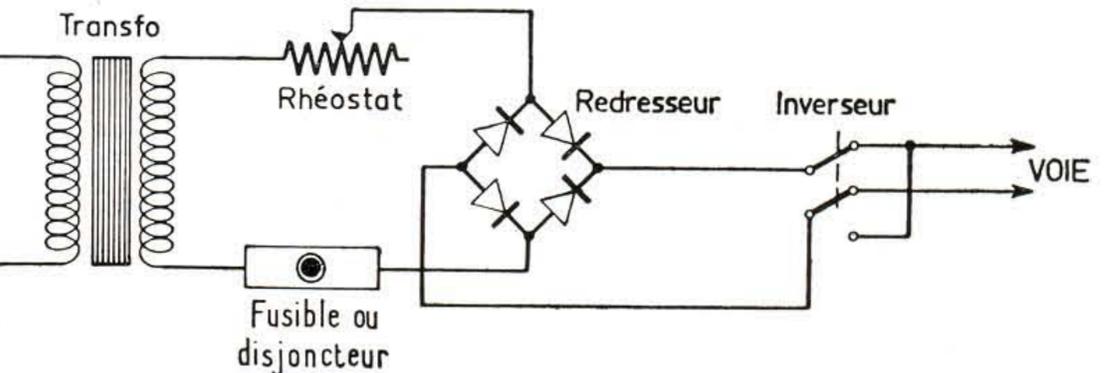


Schéma de principe d'une alimentation en courant continu par redresseur sec.

Fig. 21

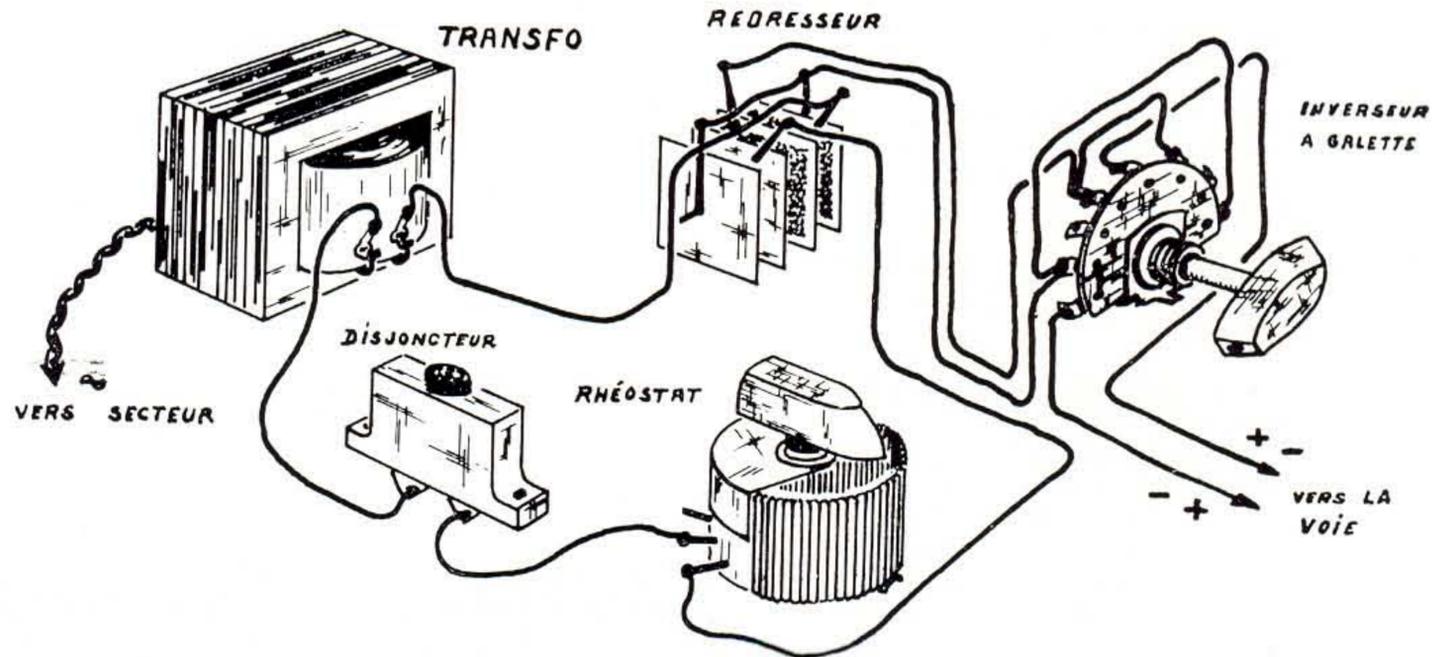


Schéma d'une alimentation classique en courant redressé avec inverseur à galette et rhéostat de réglage de la vitesse.

munie d'un block automatique par circuit de voie. La tension d'alimentation de la voie est alors fixe, même si la résistance du train est variable. La résistance du train comprend en effet le moteur de la locomotive et les résistances placées dans les wagons, en parallèle ; cette résistance varie, d'une part en fonction des déclivités du réseau, et d'autre part en fonction de la pénétration progressive du train dans un canton. Cette importante question sera revue lors de l'étude du block automatique deux rails.

Le courant délivré par le transformateur et le redresseur peut subir, en outre, des chutes de tension désagréables en cas de variations inopinées de la charge (mise en service d'une locomotive sur un circuit comportant déjà un train en mouvement). On peut remédier à cet inconvénient en utilisant un transformateur suivi d'un amplificateur magnétique, ce dernier est commandé par un ou plusieurs transistors, avec des temporisations si on le désire ; on obtient alors une tension de sortie constante quelle que soit la charge, avec de très beaux effets de ralentissement et de démarrage au ralenti.

On peut aussi utiliser un transformateur et un redresseur par circuit, ou même par canton de voie, de façon à atténuer et même à supprimer les chutes de tension provoquées par la résistance interne du transformateur et du redresseur. La mise en œuvre d'une commande centralisée (genre cab-

control américain) permet d'affecter une alimentation « traction » particulière (transformateur, redresseur, rhéostat) à un train donné, et de suivre celui-ci dans toutes ses évolutions sur un circuit déterminé. Nous reviendrons ultérieurement sur cette importante question.

#### CONCEPTION DE LA VOIE

En se plaçant toujours au point de vue électrique, on peut répertorier les différents équipements de la voie ; ils correspondent à des systèmes différents pour la transmission du courant aux trains. Ces éléments, considérés uniquement comme des conducteurs ou des accessoires de transmission du courant sont les suivants :

- les deux rails de roulement ;
- le rail central (ou les plots) ;
- la caténaire ;
- le rail latéral ;
- les pédales ;
- les crocodiles.

Evidemment, tous ces éléments ne sont pas employés sur un même réseau, seule l'association en diverses formules de certains d'entre eux constitue les différents systèmes d'alimentation des trains en électricité. Nous nous bornerons à envisager les plus classiques, avec les remarques suivantes :

— Le rail latéral n'est pratiquement plus employé et, de toute façon, on peut l'assimiler, au point de vue élec-

trique, au rail central.

— La caténaire peut être considérée, au point de vue électrique, comme un rail central ; dans certains cas elle est utilisée comme source de courant auxiliaire ou source d'éclairage, dans le système « deux rails » en particulier.

— Les pédales et les crocodiles servent à transmettre des ordres électriques. Généralement les pédales transmettent une impulsion de courant au pupitre de commande pour signaler le passage d'un train et mettre en œuvre un block automatique par exemple. Les crocodiles sont souvent utilisés pour transmettre au contraire une impulsion de courant depuis le pupitre de commande jusqu'au train, au passage de celui-ci sur le crocodile ; cette impulsion sert pour une commande annexe à la traction : éclairage, décrochage, fumée, etc.

Il est nécessaire d'envisager la mise en place de ces accessoires dans la conception de la voie, de façon à ne pas éliminer délibérément leur utilisation, souvent très intéressante.

— Compte tenu de ce qui précède, deux systèmes principaux peuvent être retenus, pour l'alimentation de la voie : deux rails ou trois rails, je développerai seulement les raisons « électriques » d'un choix éventuel, en laissant volontairement de côté les motifs de réalisation, de simplicité de la construction, de normalisation ou de rendement.



## Modalités d'alimentation par la voie: 2 ou 3 rails

### SYSTÈMES TROIS RAILS

Le système trois rails, dans une comparaison avec le système deux rails, est généralement considéré comme une entité unique, alors qu'il est indispensable, pour se faire une idée précise des avantages et inconvénients des différents systèmes, de décomposer la voie trois rails en deux réalisations opposées, suivant que les deux rails de roulement sont isolés ou non l'un par rapport à l'autre.

#### A) Rails de roulement non isolés

C'est le système jouet par excellence, le plus répandu en « O » il y a quelques années. Les deux rails de roulement sont solidaires électriquement et fixés sur des traverses métalliques, le rail central (ou plots) étant seul isolé par rapport à ces traverses ; la transmission du courant au moteur de la locomotive est alors excellente, le retour s'effectuant par toutes les roues de la locomotive.

Par ailleurs, la symétrie de la voie par rapport au rail central permet le repli très facile de cette voie sur elle-même, sans provoquer de courts-circuits dans les rails de roulement. C'est ce qui explique la facilité indiscutable du câblage de la voie pour une boucle de retournement par exemple (schéma en fig. 22).

Par contre, tout circuit de voie est impossible et le block automatique et autres signalisations doivent être assurés :

— soit par des pédales, ce qui ne peut donner une protection absolue, comme nous le verrons par la suite ;

— soit par des procédés de superposition du courant traction et du courant signalisation, comme dans le système « deux rails », mais dans ce cas le rail central est vraiment superflu.

Ce système « trois rails », à rails de roulement non isolés, convient donc aux amateurs qui écartent délibérément toute possibilité d'automatisme réel, quelles que soient leurs connaissances en électricité.

#### B) Rails de roulement isolés

Bien entendu, ce système n'est différent du précédent que si on utilise réellement les possibilités offertes par l'isolement des rails de roulement. On a alors trois rails indépendants au point de vue électrique, et plusieurs circuits peuvent être envisagés, au choix :

— *Traction de deux trains indépendants* (fig. 23). Chaque rail de roulement est soumis à une tension variable par une source d'alimentation particulière ; le retour du courant traction s'effectue par le rail central, commun pour les deux sources.

C'est le système Trix « Twin Train », également utilisé un certain temps par Rivarossi. On peut faire rouler sur la même voie deux trains à des vitesses différentes. Cependant, ce système est assez limité, d'une part par la nécessité de modifier les locomotives du commerce ne possédant pas l'équipement désiré, d'autre part par l'impossibilité de mettre en œuvre un circuit de voie pour la signalisation.

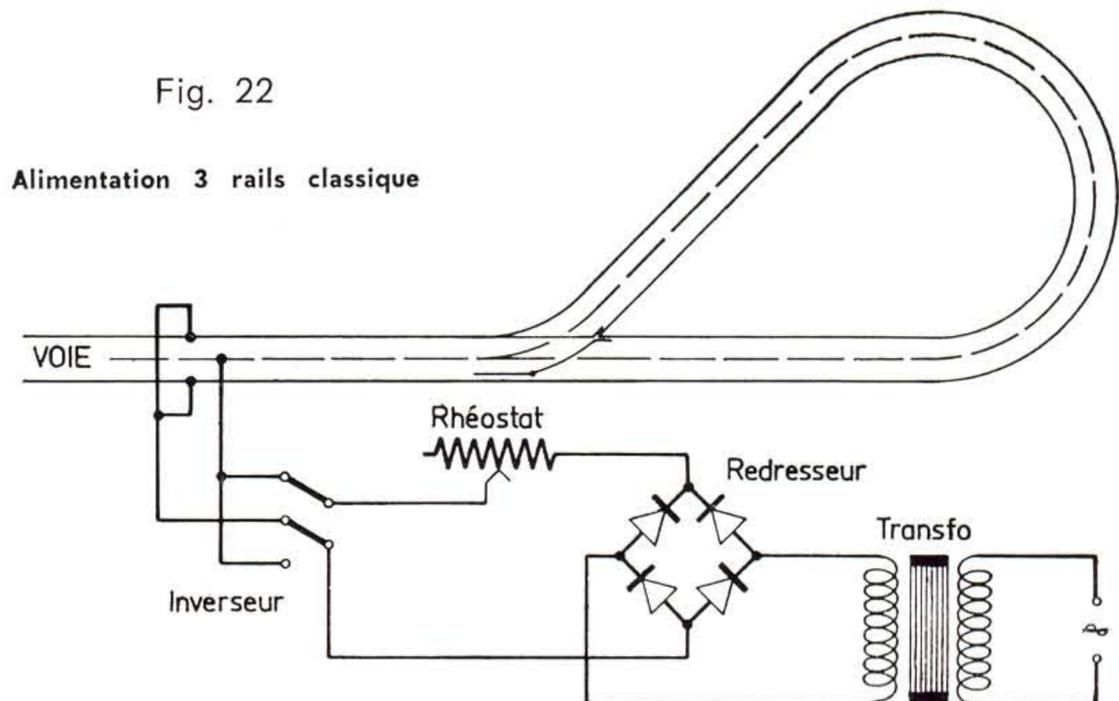
— *Traction sous tension constante avec commande de modulation* (fig. 24).

Les rails de roulement sont soumis à une tension constante, le rail central servant à envoyer de temps en temps une impulsion de commande à un organe spécial situé dans la locomotive.

Ce système paraît séduisant, car on peut supprimer le rail central de commande à proximité des aiguillages, ces derniers constituant la pierre d'achoppement des plots ; cependant, il n'est pas dépourvu d'inconvénients. En effet, le circuit de voie pour signalisation n'est pas réalisable et l'encombrement de la servo-commande n'en permet pas le logement dans toutes les locomotives, surtout en HO.

— *Circuits traction et signalisation indépendants* (fig. 25). C'est le dispositif le plus couramment utilisé ; on a, en fait : un rail traction, un rail signalisation et un rail de retour commun.

Le moteur de la locomotive est alimenté par un frotteur sur le rail central et le retour du courant traction



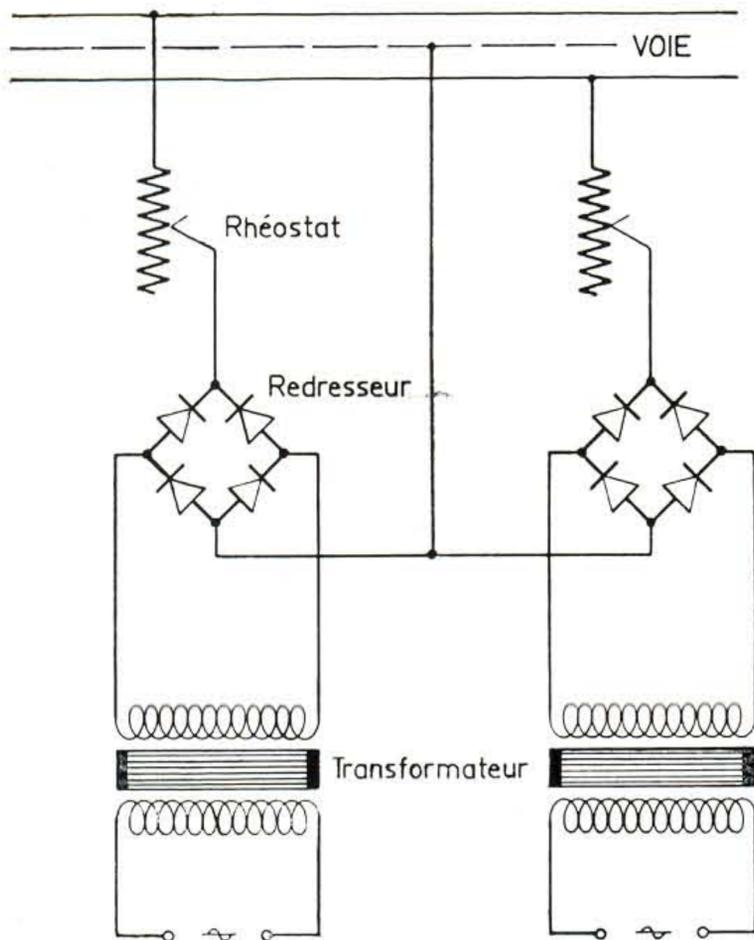


Fig. 23

Alimentation double indépendante sur un même circuit de voie.

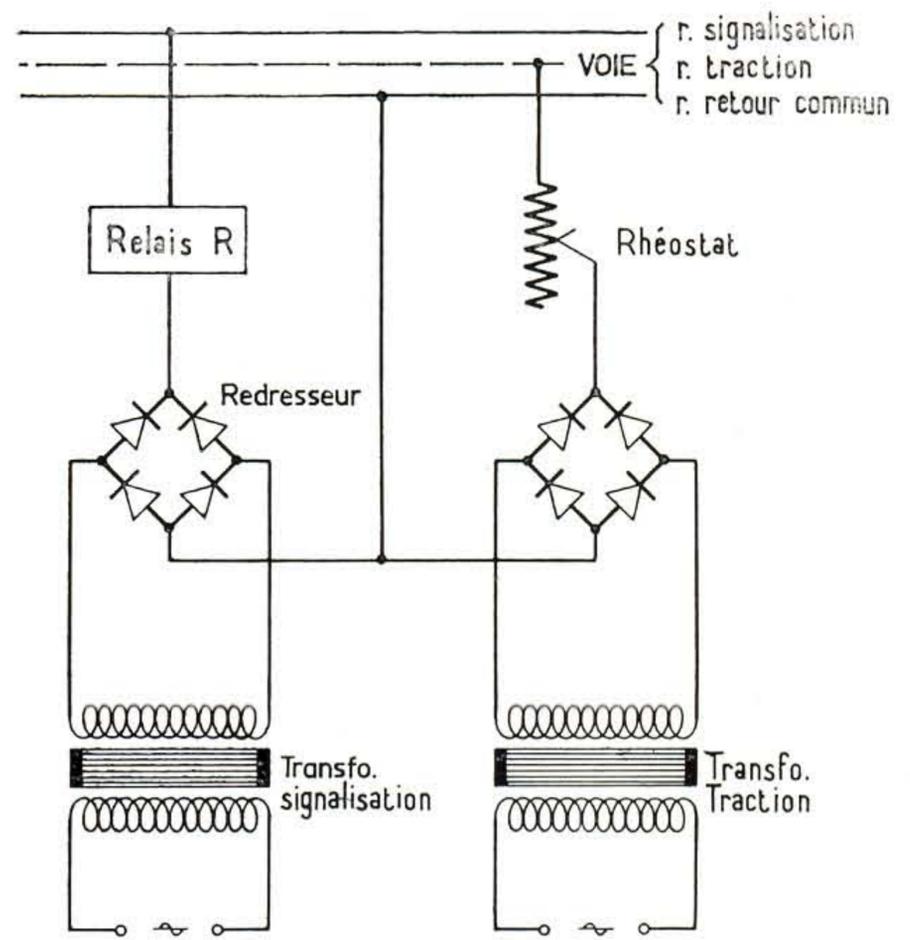


Fig. 25

Alimentation 3 rails + circuit de signalisation classique avec retour commun.

se fait par le rail « commun ». Les roues métalliques de la locomotive et des wagons relient électriquement les rails de roulement au passage du train et provoquent la fermeture du relais R. Ce relais permet de déceler la présence d'un train sur la voie et, par là même, de réaliser un block automatique ou une signalisation au tableau de contrôle optique.

On a ainsi un véritable circuit de voie, le relais R étant fermé par la présence sur la voie de n'importe quel wagon ou obstacle métallique. La protection donnée par le block automatique est alors absolue. Par ailleurs, le câblage est simple.

Cependant, la voie, au point de vue électrique, n'est pas symétrique par rapport au rail central. Le repli de la

voie sur elle-même lors d'une boucle de retournement n'est plus aussi simple que dans le cas où les rails de roulement ne sont pas isolés. En effet, le rail « commun » se trouve alors en court-circuit avec le rail « signalisation », et il est nécessaire de placer un inverseur spécial pour assurer la commutation (voir fig. 26).

On retrouve alors un dispositif identique au système « deux rails », au point de vue nécessité de ménager une section isolée contrôlée par un inverseur, lors d'une boucle de retournement. On voit donc que les avantages apparents du « trois rails » relatifs à la simplicité du circuit de voie et du câblage de la boucle ne sont pas compatibles, donc illusoire.

Par ailleurs, la présence du rail central sur la voie, même sous forme de plots, est gênante en dehors de toute question de réalisme. En effet :

— le fonctionnement des décrocheurs électromagnétiques peut être perturbé par ce rail ;

— l'utilisation des crocodiles pour des commandes annexes (éclairage, etc.) est impossible, les crocodiles étant placés, comme chacun sait, dans l'axe de la voie. Les frotteurs spéciaux seraient soumis à la tension du courant traction et provoqueraient des anomalies de fonctionnement.

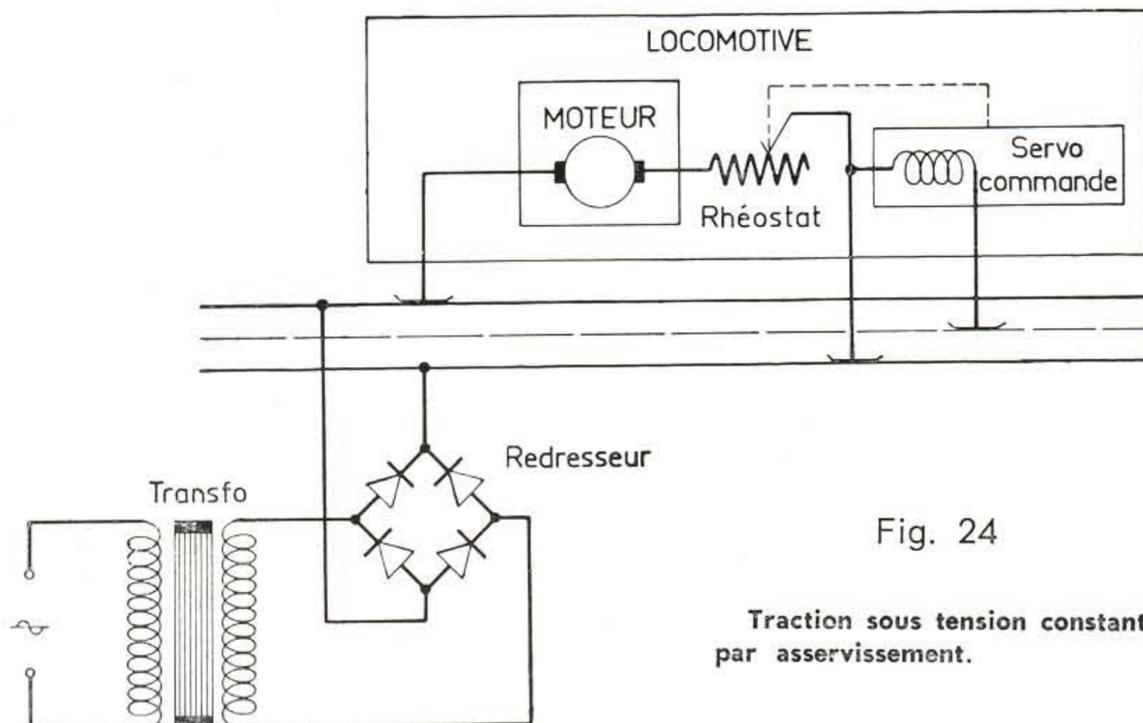


Fig. 24

Traction sous tension constante par asservissement.

Compte tenu de ce qui précède, de l'existence et de l'efficacité des blocks automatiques par circuit de voie en « deux rails » (ainsi que nous le verrons par la suite), le système « trois rails », à rails de roulement isolés, sera choisi par ceux pour qui les automatismes et la signalisation ne présentent que peu d'intérêt, quelles que soient leurs connaissances en électricité. J'insiste sur ce point, car il est courant de dire :

« Si vous voulez un circuit réaliste, mais non perfectible aisément en automatisme ou signalisation, choisissez le système deux rails, à moins que vous ne soyez ingénieur électricien ».

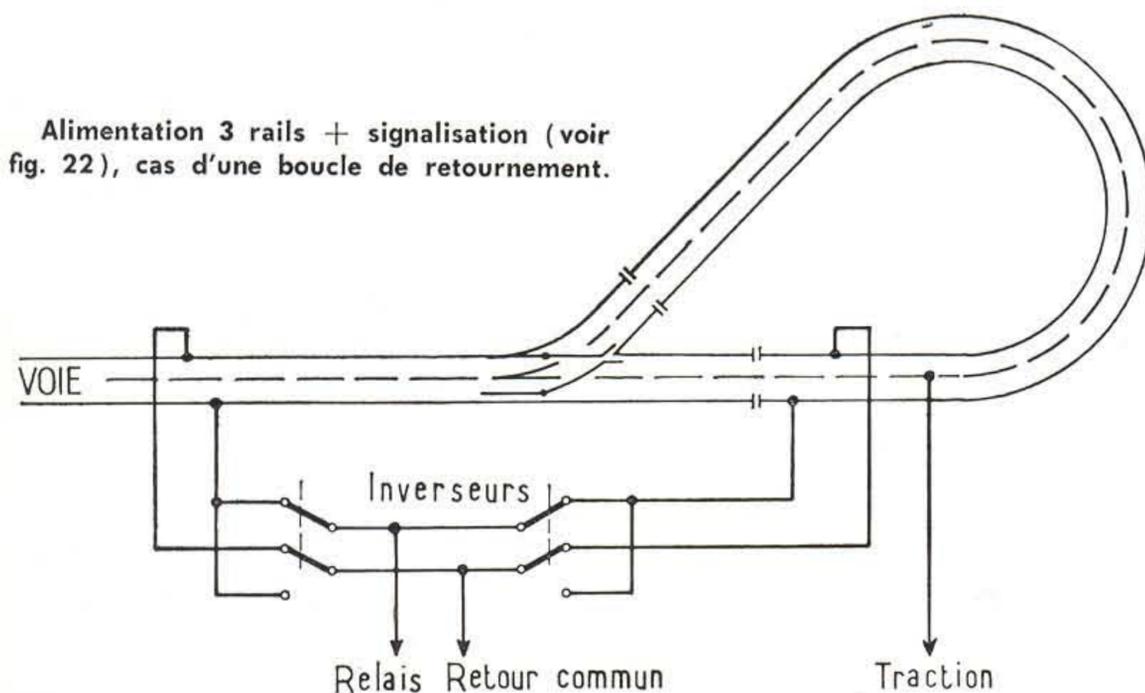
« Si vous voulez utiliser l'électricité sans complication particulière, alors choisissez le système trois rails ; tous les automatismes vous seront permis, seul le réalisme en souffrira un peu. »

C'est là un mythe que je désirerais dissiper en décrivant le système deux rails et, par la suite, le câblage des différents circuits avec ce système.

## SYSTÈME DEUX RAILS

Les rails sont, bien entendu, isolés l'un par rapport à l'autre. La conception de la voie est évidemment réduite à sa plus simple expression, avec toutes les conséquences heureuses qui en résultent : prix de revient, simplicité de construction des aiguillages, etc.

L'amateur, étant assuré de pouvoir perfectionner son réseau autant qu'il le désirera avec ce système, a intérêt à choisir dès le début des voies deux rails et du matériel roulant équipé pour le « deux rails ». Le remplacement éventuel des essieux métalliques de wagons déjà acquis par des essieux isolés ne pose pas de problème technique ou économique. Seule la modification des engins de traction peut être un peu épineuse, mais les spécialistes de la question ne manquent pas ; les modélistes habitués au « trois rails » ont donc intérêt à se convertir au « deux rails » avant d'être trop équipés en matériel roulant.



Alimentation 3 rails + signalisation (voir fig. 22), cas d'une boucle de retournement.

Fig. 26

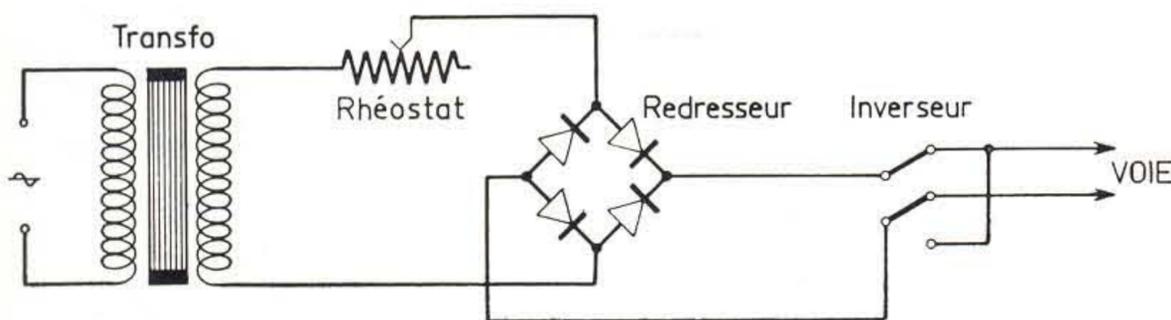


Fig. 27

Alimentation traction par courant redressé de type classique.

*Complexité relative !* Nous allons entreprendre principalement l'étude des réseaux « deux rails » mais, bien entendu, tout sera valable pour un réseau « trois rails » et, dans certains cas où la transposition ne serait pas évidente, la variante « trois rails » sera exposée.

Je répète que la complexité du câblage ne dépend pas du système choisi, « deux rails » ou « trois rails », mais uniquement du degré de perfectionnement électrique atteint. Bien sûr, on verra des câblages en « deux rails » assez compliqués, mais les mêmes câblages en « trois rails » le seraient autant. Enfin, si on pousse assez loin les automatismes, par exemple dans les itinéraires, voies banalisées ou commandes centralisées, on s'aperçoit que le câblage « deux rails » devient plus simple et plus économique que le câblage « trois rails » ; en effet, les équipements supplémentaires pour le « deux rails » (valves) restent constants en nombre, tandis que les commutations des divers tronçons de rails augmentent beaucoup et la complication du « trois rails » est, sous cet angle, d'un tiers en plus, avec les conséquences onéreuses qui en résultent sur le nombre des contacts de relais, le nombre des fils, leur repérage, les connecteurs éventuels, etc.

## Evolution du réseau

Revenons pour l'instant à la voie simple « deux rails » sans aiguille ni block. Le schéma en fig. 27 intéresse un ensemble d'alimentation complet en courant continu, que l'on suppose relié à une voie simple.

Un seul train peut aller et venir sur cette voie à une vitesse variable ; on a déjà un mouvement commandé à distance par le rhéostat et l'inverseur, mais le modéliste est un perpétuel insatisfait ; il cherche (quoi de plus normal ?) des perfectionnements à son réseau :

- établir plusieurs voies ;
- relier ces voies par des aiguillages ;
- établir une ou plusieurs boucles de retournement ;
- faire marcher plusieurs trains à la fois ;
- contrôler la marche de ces trains depuis un tableau de commande ;
- introduire l'automatisme dans le fonctionnement de certains circuits ;
- établir des enclenchements de façon à éviter les accidents même en cas de fausse manœuvre ;
- mettre en œuvre une signalisation sur les voies.

Tous ces désirs peuvent devenir des réalités et l'électricité est là pour permettre de les accomplir.



# CHAPITRE V

## Aiguillages : Commande et alimentation

### GÉNÉRALITÉS

Dans tout ce chapitre concernant les aiguillages, on considérera la marche d'un seul train, et on étudiera :

- les coupures à établir dans les rails pour éviter tout court-circuit,
- le câblage des différents éléments de rails, de façon à ce qu'un train puisse parcourir tout le réseau dans les deux sens.

Je rappelle que la normalisation des engins de traction en courant continu a établi un sens de marche bien déterminé de ces engins pour un sens de courant donné (fig. 28 et 29).

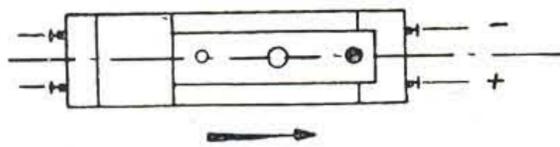


Fig. 28

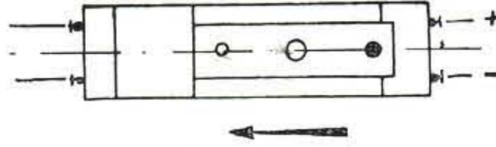


Fig. 29

Seule la voie « 2 rails » sera étudiée, le câblage du troisième rail ne posant généralement aucun problème particulier ; cette voie « 2 rails » pourra donc être considérée aussi bien comme une fin en soi (système deux rails) que comme la base de roulement d'un système trois rails avec rails de roulement isolés.

Afin de simplifier les schémas de ce chapitre, les différents éléments de la commande du train : transformateur, redresseur, rhéostat, seront réunis en un « boîtier de commande » ; mais le

ou les inverseurs nécessaires au bon fonctionnement du réseau ne font pas partie de ce boîtier (fig. 30).

### CABLAGE D'UN AIGUILLAGE

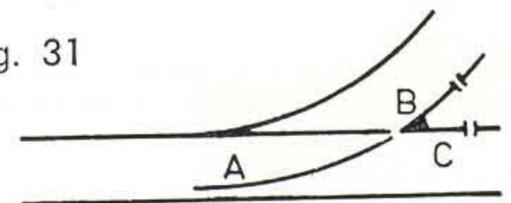
Les aiguilles du commerce de type " amateur " de série ou préfabriquées sont à pointe de cœur non isolée, c'est-à-dire que la pointe de cœur, les lames et deux amorces de rail vers le talon forment un tout au point de vue électrique (fig. 31).

Cette disposition permet un bon roulement par suite de l'absence de cou-

semble pointe de cœur-lames sur un rail ou sur l'autre.

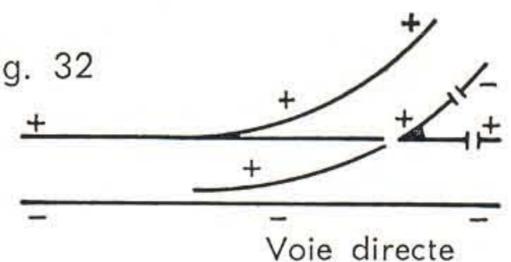
Le câblage est donc très simple ; il suffit d'alimenter l'aiguillage par la pointe, ainsi qu'au delà des coupures de la pointe de cœur. Dans certains cas la coupure après la pointe de cœur n'est pas indispensable (voies en antenne, etc.), mais je conseille vivement

Fig. 31

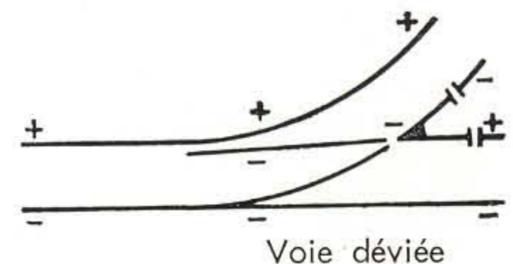


- A : Lames
- B : Pointe de cœur
- C : Amorces de rails

Fig. 32



Voie directe

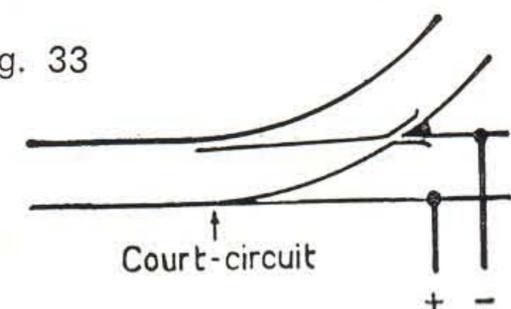


Voie déviée

pure dans les rails à proximité immédiate de la pointe de cœur. L'ensemble pointe de cœur, lames, etc., est normalement isolé des rails de roulement extérieurs et se trouve réuni à l'un ou l'autre de ces rails suivant la position de l'aiguille, les lames formant contact mobile (fig. 32).

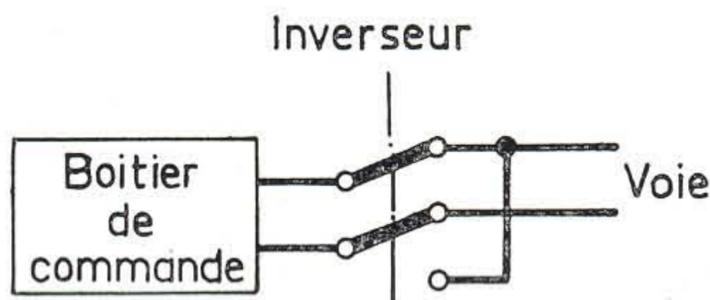
On trouve donc dans les deux cas une continuité dans la transmission du courant traction, sans court-circuit ; nous verrons par la suite comment améliorer cette continuité en permutant par des contacts auxiliaires l'en-

Fig. 33



Court-circuit

Fig. 30



à tous les débutants de placer cette coupure systématiquement, afin d'éviter toute erreur, étant donné d'une part que cette coupure n'entraîne aucun frais et pratiquement aucun travail supplémentaire, et d'autre part qu'une coupure dans les rails est toujours utile pour assurer le libre jeu de la dilatation, ainsi que nous l'avons déjà mentionné.

Si on alimentait l'aiguillage par le talon, on obtiendrait un court-circuit par les lames en position déviée (fig. 33).

### COMMANDE D'UN AIGUILLAGE

En dehors de la commande manuelle des aiguilles, dont il ne sera pas question ici, deux systèmes principaux de commande électrique à distance existent et se différencient essentiellement d'après les bobinages qui servent à provoquer le mouvement de l'aiguille.

#### 1° Commande par solénoïdes

Les bobinages sont soumis un instant seulement à une tension de 15 à 20 V (courant alternatif ou continu). Leurs dimensions et caractéristiques électriques sont trop faibles pour supporter longtemps cette tension, mais par contre permettent de placer le « moteur d'aiguille » à proximité immédiate de l'aiguille, quelquefois même sur le plateau de roulement.

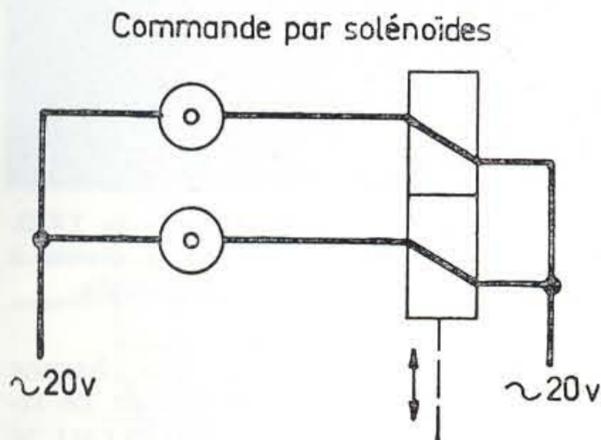


Fig. 34

Deux boutons à poussoir (contact travail) permettent la commande d'un moteur d'aiguille à deux solénoïdes.

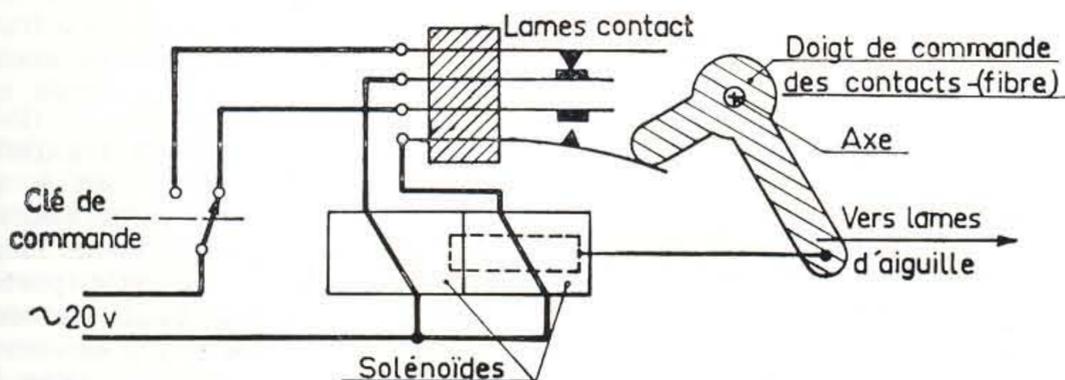


Fig. 35

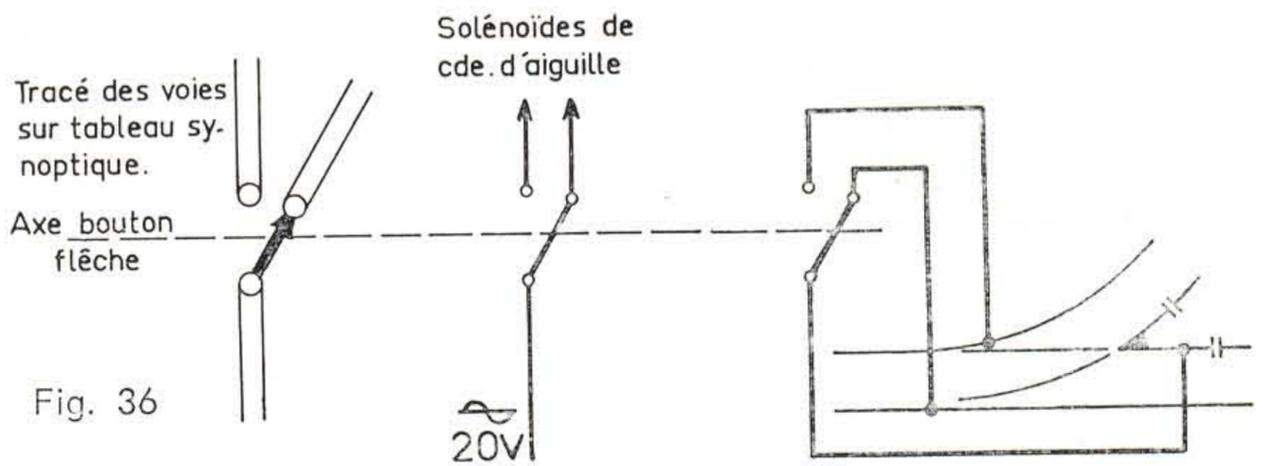


Fig. 36

La commande s'effectue généralement à l'aide de deux boutons-poussoirs, chacun pour une direction. Ce système peut se perfectionner en utilisant des contacts à coupure en fin de course, ce qui permet de maintenir un contact permanent à la commande, par exemple avec un bouton-flèche placé directement sur le tableau synoptique des voies à l'emplacement de l'aiguillage (fig. 35).

Ce bouton-flèche est en fait un commutateur à plusieurs circuits, ce qui

pointe de cœur.

Enfin le bouton-flèche sert à la signalisation ainsi qu'à des contacts divers, par exemple coupure du courant traction dans certains éléments de rail à proximité de l'aiguille, de façon à assurer un arrêt automatique du train dans certains cas (fig. 36).

#### 2° Commande par relais

Les caractéristiques électriques du bobinage du relais permettent de le laisser indéfiniment sous tension sans

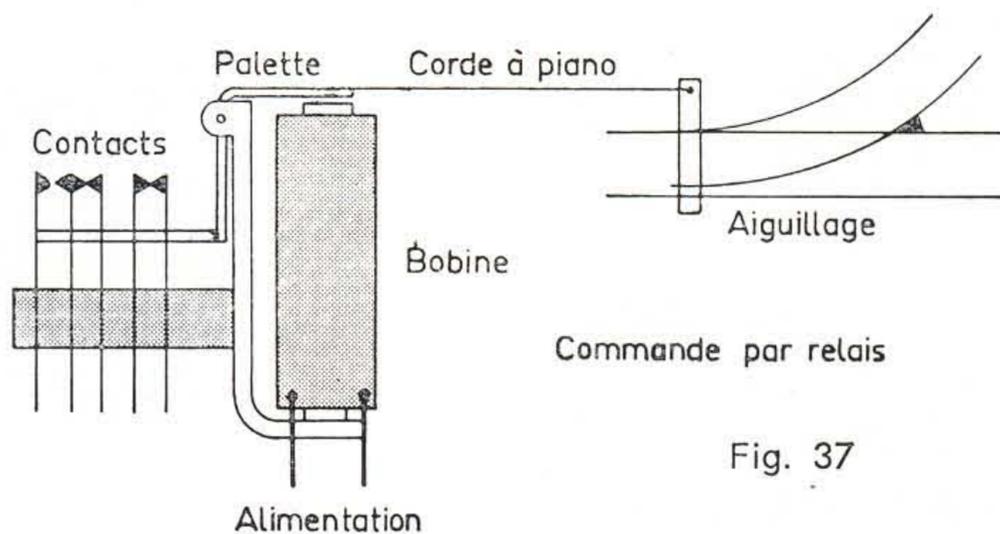


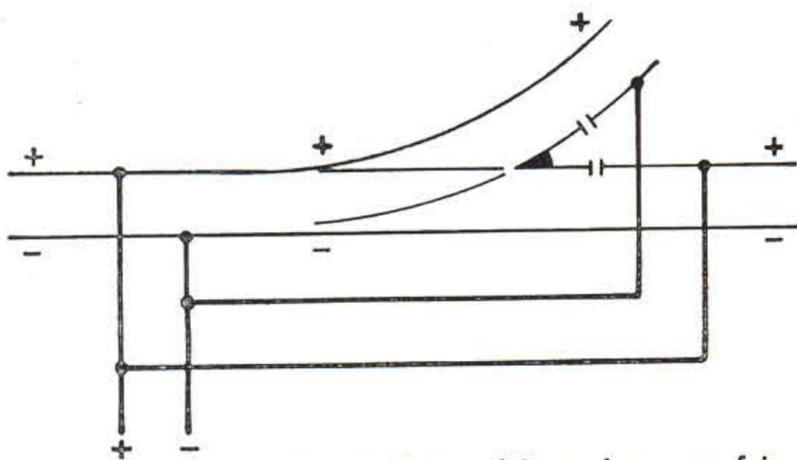
Fig. 37

permet, en dehors de l'alimentation des « moteurs d'aiguille », de réaliser la commutation de la pointe de cœur, de façon à assurer une meilleure continuité du passage du courant lors du roulement d'une locomotive sur cette

dommage. Les dimensions du bobinage obligent à placer le relais sous la table de roulement, et le mouvement est transmis aux lames de l'aiguille depuis la palette mobile du relais, par une tige de bois ou d'acier (corde à piano) (fig. 37).

Le contrôle de l'aiguillage ne nécessite alors qu'un seul fil de commande (au lieu de deux avec les solénoïdes), si on considère le fil de retour de courant comme commun à tous les relais. L'alimentation ou la coupure du relais (par un simple interrupteur à deux positions et à un seul contact à fermeture) donne les deux positions de l'aiguille ; les contacts auxiliaires (commutation de la pointe de cœur, signalisation, etc.) peuvent être fournis par les contacts du relais lui-même.

Fig. 38



L'alimentation des aiguillages doit toujours se faire par la pointe, une coupure sur chaque rail doit être effectuée aussitôt après la pointe de cœur.

Afin de limiter le câblage au strict minimum, il est cependant préférable de placer sur le tableau de commande un bouton-flèche assurant la commande du relais et la signalisation sur le tableau synoptique des voies ou le tableau de contrôle optique lumineux, tandis que le relais contrôle lui-même les contacts nécessaires aux voies (permutation de la pointe de cœur, coupure des rails pour arrêt automatique du train, etc.).

Un seul fil de liaison est alors nécessaire pour toutes ces fonctions entre le tableau de commande et l'aiguille, pour alimenter le relais. Dans le cas où de nombreux aiguillages sont utilisés, c'est un avantage très appréciable, par rapport au système de commande par solénoïdes, si on exclut à priori le bricolage consistant à adapter des contacts auxiliaires sur la tige qui assure le mouvement des lames d'aiguille et se meut à l'intérieur des solénoïdes. Certains modèles du commerce (Takara, Tenshodo) sont d'ailleurs équipés d'origine d'un jeu de contacts inverseurs solutionnant le problème.

### GROUPEMENT DES AIGUILLES

En se rappelant que l'alimentation des aiguilles doit toujours se faire par la pointe, et qu'une coupure sur chaque rail doit être réalisée près de la pointe de cœur, on peut facilement réaliser le câblage des groupements d'aiguilles (fig. 38).

Il sera également question dans ce paragraphe des croisements qui, en ce

qui concerne leur câblage électrique, peuvent être assimilés à des aiguillages.

### Voie d'évitement

Les coupures prévues sur le schéma (fig. 39) évitent tout court-circuit quelle que soit la position des deux aiguilles, et permettent par ailleurs le

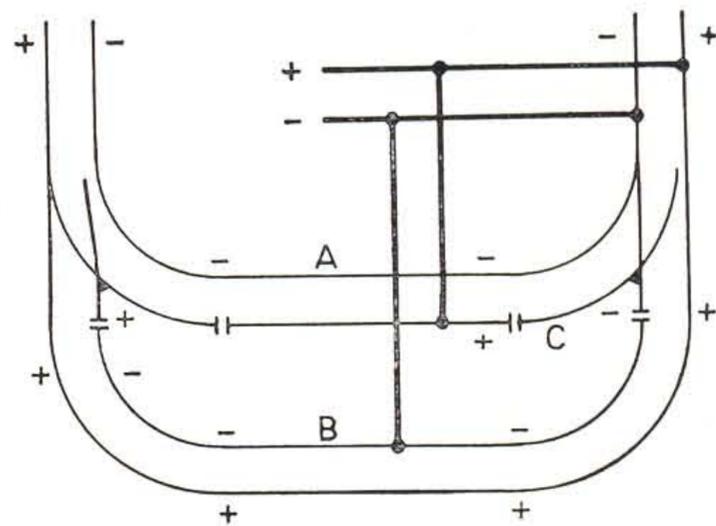
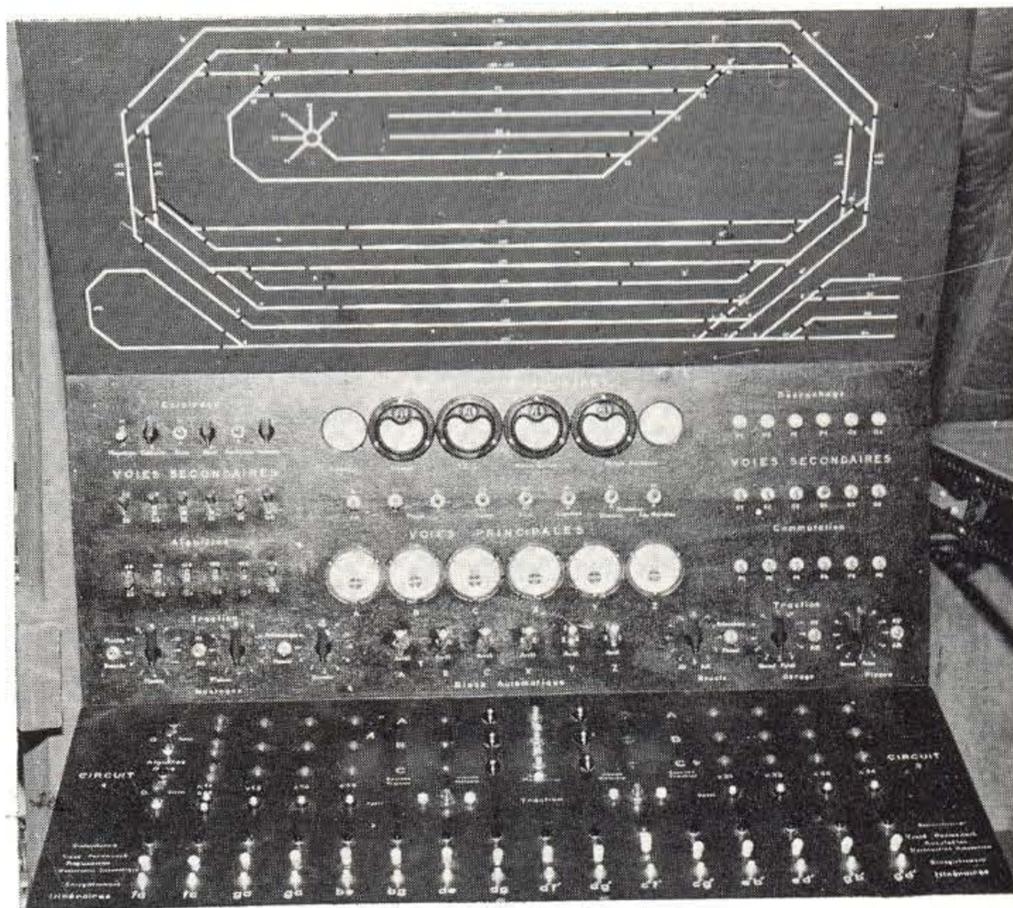


Fig. 39



Le pupitre de commande du réseau de l'auteur surmonté du T.C.O. Les contacteurs de commande d'aiguilles sont disposés sur ce dernier à leur emplacement réel et matérialisent ainsi les itinéraires établis.

mouvement d'un train dans chacune des voies. Il y a lieu cependant de remarquer qu'un court-circuit peut se produire si une locomotive franchit par erreur l'une des coupures des voies A ou B et que l'aiguille en vis-à-vis n'est pas en bonne position. Par exemple la coupure C ; en effet lorsque les roues métalliques de la locomotive se sont placées de chaque côté de la coupure, le court-circuit se produira à travers le bâti métallique de cette locomotive.

Si on veut éliminer ce risque de fausse manœuvre, il y a lieu d'effectuer une deuxième coupure sur le rail de façon à disposer d'une portion de voie sans courant à proximité de l'aiguille ; la commutation de cette portion de voie s'effectuera à l'aide des contacts auxiliaires du dispositif de commande de l'aiguillage, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut (fig. 40).

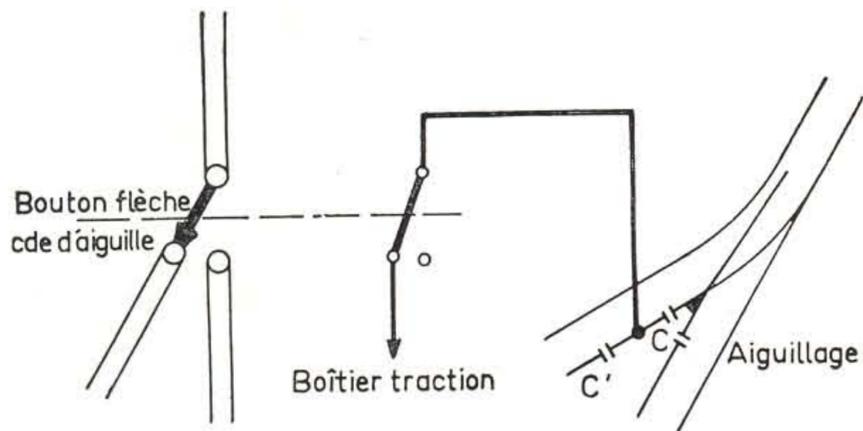


Fig. 40

Panneau de commande avec tracé synoptique des voies.

Cette section de voie sans courant est nécessaire si on veut effectuer des manœuvres en toute sécurité à proximité d'un aiguillage, quelle que soit la position de cette aiguille ; elle n'est pas indispensable si on effectue la manœuvre uniquement dans le cas où l'aiguille est dirigée vers la voie intéressée ; c'est le cas des triages par exemple.

**Triage :**

Examinons les figures 41 et 42.

La seule manœuvre des aiguilles conduit le courant de traction jusqu'à la voie choisie et aucune coupure n'est dans ce cas particulier nécessaire après les pointes de cœur ; ce dispositif permet d'immobiliser des trains sur les voies par la simple manœuvre d'une ou plusieurs aiguilles ; un mouvement n'est possible que sur la voie pour laquelle tous les aiguillages ont la bonne position, ce qui donne certainement une solution de facilité mais ne rend pas très rationnelle l'exploitation du réseau.

On peut commander chaque aiguille indépendamment, mais il est plus commode pour effectuer les manœuvres d'attribuer un bouton-poussoir à chaque voie, la pression sur un bouton permettant de commander toutes les commutations d'un seul coup. Chaque bouton doit posséder plusieurs contacts et peut être placé sur le tableau de commande en un point précis du tracé schématique du réseau, en l'occurrence sur le tracé de la voie dont il contrôle l'itinéraire.

On peut ainsi se constituer un véritable clavier de triage.

Fig. 41

Triage

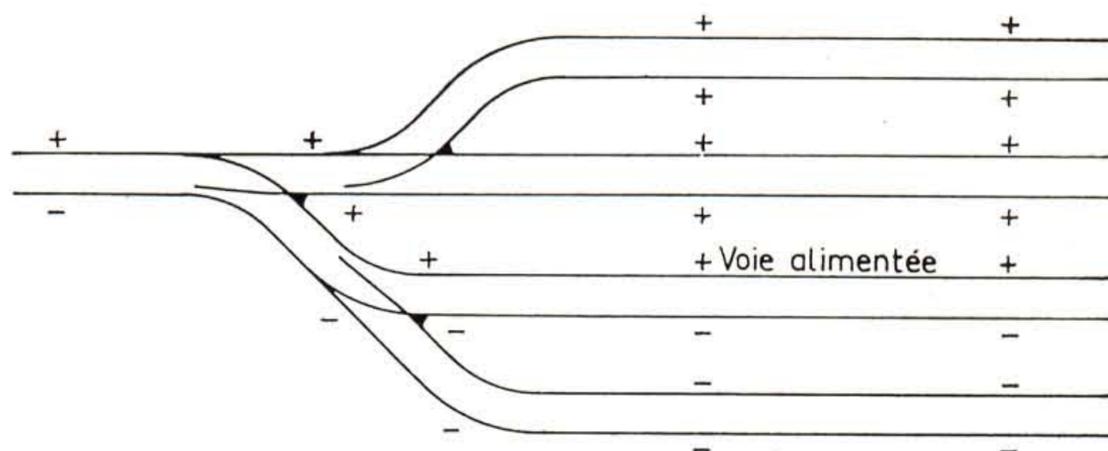


Fig. 42

Principe de commande d'itinéraire.

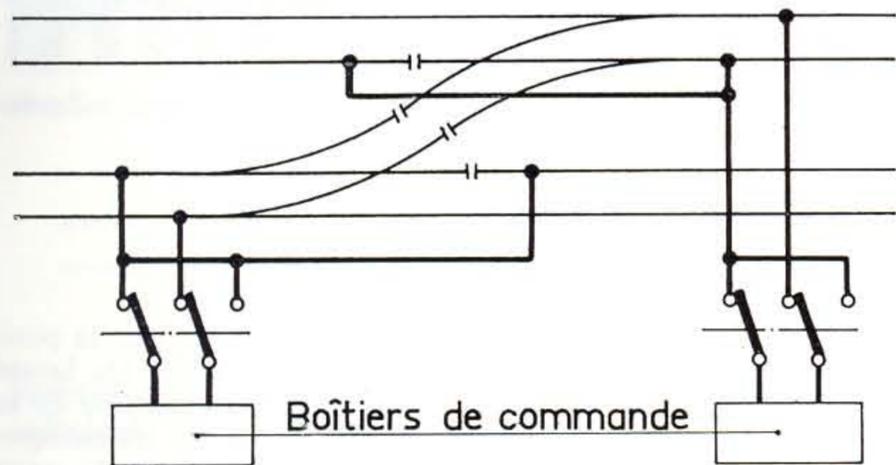
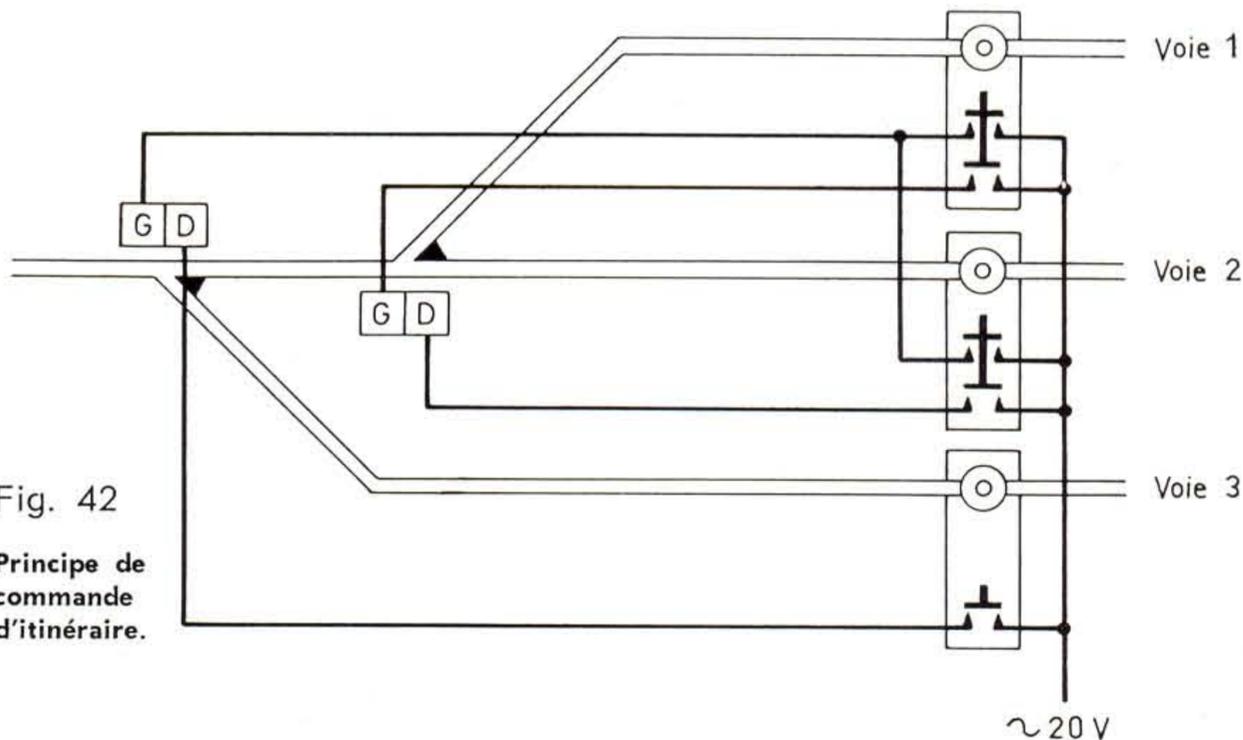


Fig. 43

Bretelle simple.

dans le même sens ou en sens opposé sur les deux circuits lorsque les bretelles ne sont pas utilisées ; par contre en cas d'utilisation des bretelles, il y a lieu de donner le même sens de marche à partir des deux boîtiers de commande ; on peut aussi se contenter d'un seul boîtier, suivi de deux inverseurs en parallèle.

★

**Bretelles simples (fig. 43 et 44)**

Les coupures placées comme ci-contre, à proximité des pointes de cœur des aiguilles constituant des bretelles simples et doubles sans croisement, permettent toutes les manœuvres possibles, sans court-circuit ; les deux boîtiers de commande délivrent deux courants d'intensité et de sens indépendants ; les trains peuvent donc circuler

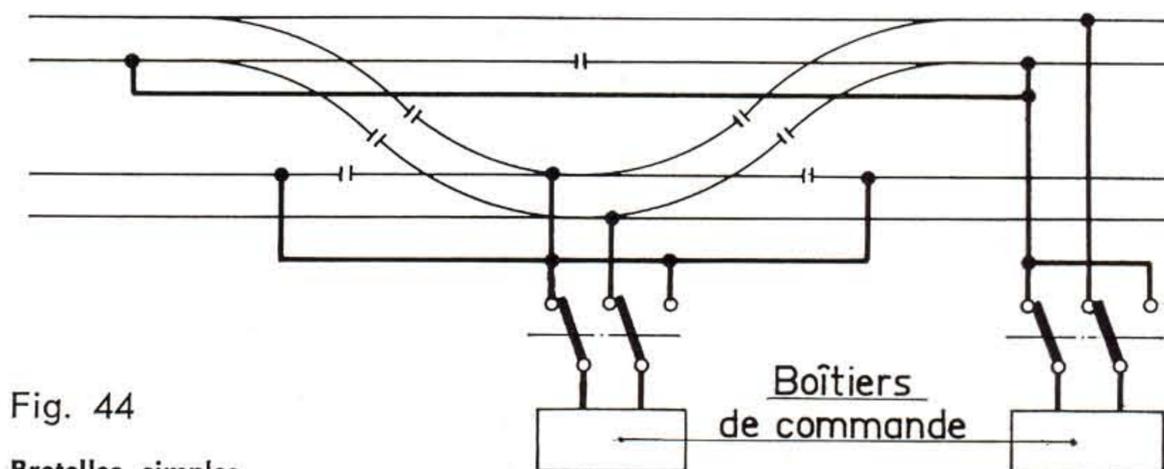


Fig. 44

Bretelles simples

### Bretelle double (fig. 45)

Le câblage d'une bretelle double avec croisement est un peu plus compliqué. L'ensemble des coupures prévues permet d'éviter tout court-circuit, les croisements sont raccordés électriquement aux pointes de cœur opposées, et il est indispensable de ne manœuvrer qu'une seule bretelle à la fois pour assurer une continuité de courant de même sens dans les différentes portions de voie. Ainsi il faut manœuvrer les aiguilles 1 et 4 ensemble, mais non simultanément avec les aiguilles 2 et 3. On remarque que les croisements C et D sont raccordés uniquement aux pointes de cœur du circuit A, de façon à conserver la possibilité de circulation sur les deux circuits A et B dans le même sens ou en sens opposé, lorsque les bretelles ne sont pas utilisées.

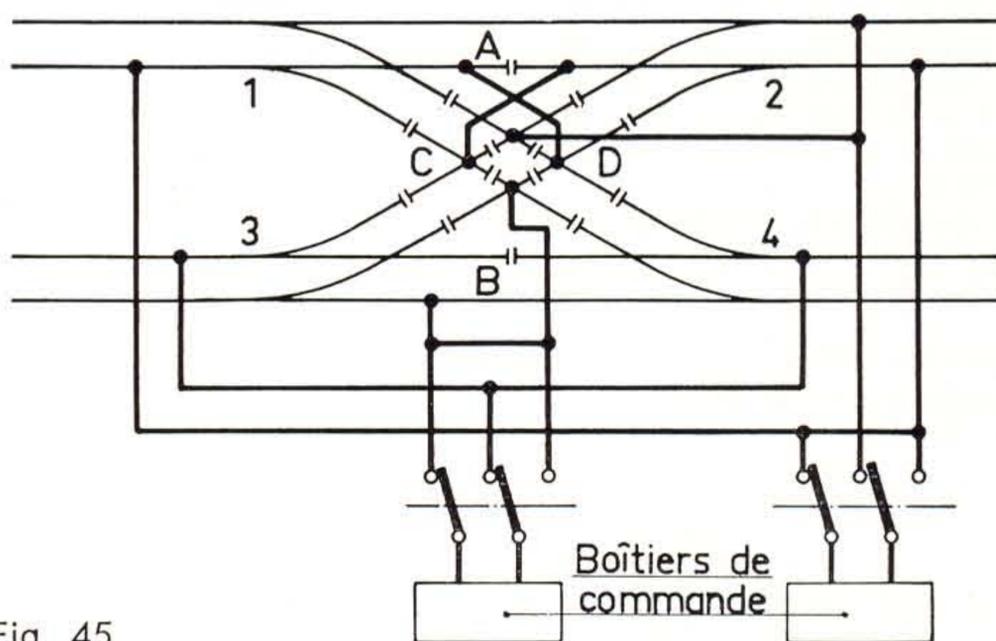


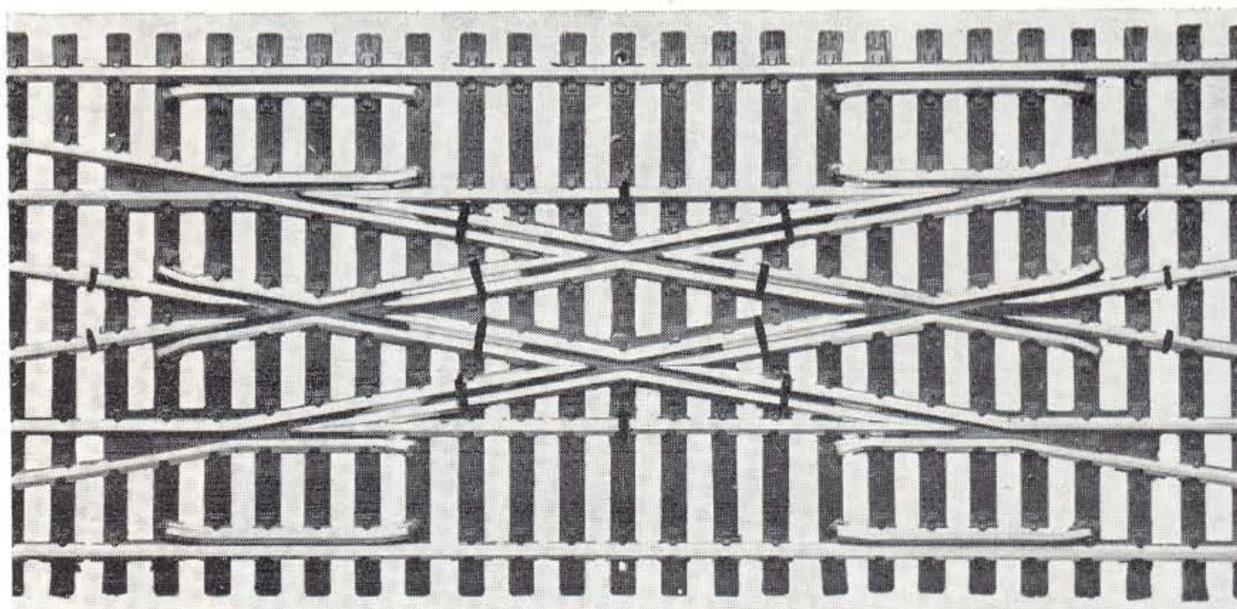
Fig. 45

★

### Traversée de jonction (fig. 46)

Les pointes de cœur des traversées de jonction représentent 4 à 5 cm en « HO », et encore plus en « O », il est donc indispensable de les alimenter en courant électrique, afin d'éviter des à-coups et même des arrêts intempestifs des trains.

Dans le cas d'une traversée de jonction double, qui constitue a priori le cas le plus compliqué, une solution consiste à raccorder électriquement les axes des lames mobiles situées d'un même côté de la traversée, à la pointe de cœur du côté opposé. Suivant la position des aiguilles de la traversée, ces lames viennent en contact avec l'un ou l'autre des rails extérieurs et assurent la commutation indispensable du courant dans la pointe de cœur, sui-



Bretelle double Takara sur laquelle ont été matérialisées toutes les coupures indiquées sur la figure 45.

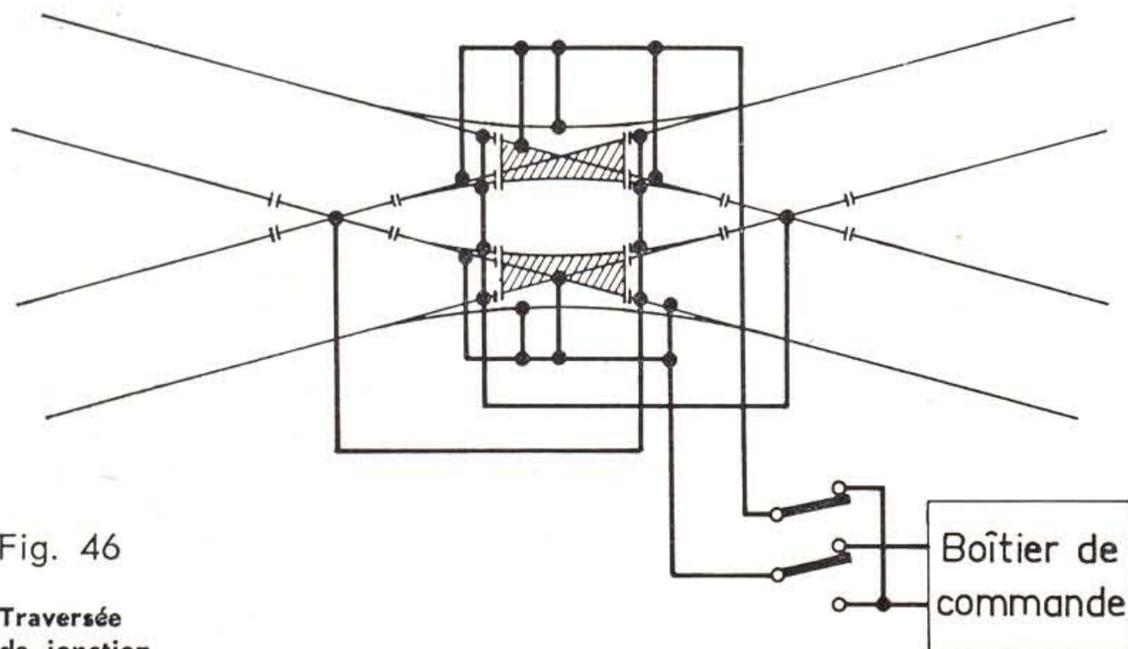


Fig. 46

Traversée de jonction double.

vant le parcours déterminé par la position de ces aiguilles. Toutes les lames d'aiguille situées d'un même côté de la traversée sont solidaires mécaniquement, et ainsi chaque pointe de cœur est alimentée par deux contacts, ce qui permet d'éviter l'utilisation de contacts auxiliaires des « moteurs d'aiguilles ». Ces « moteurs » sont au nombre de deux et assurent, par le mouvement des quatre lames que chacun d'eux contrôle, les quatre trajets possibles de cette jonction.

Le raccordement des pointes de cœur des traversées de jonction simple s'effectue suivant le même principe, mais assez paradoxalement, la continuité électrique est moins bonne que pour une jonction double, car une seule lame mobile à la fois amène le courant

à une pointe de cœur. Deux « moteurs » d'aiguille sont également nécessaires et assurent par leur mouvement les trois trajets possibles de cette jonction. La commutation des pointes de cœur peut être améliorée par des contacts auxiliaires de ces moteurs. Le câblage d'une traversée de jonction double est donc plus simple que celui d'une simple et il est préférable de n'installer que des « doubles » sur un réseau, compte tenu des avantages inhérents au trajet supplémentaire pour l'exploitation.

### CROISEMENTS (fig. 47)

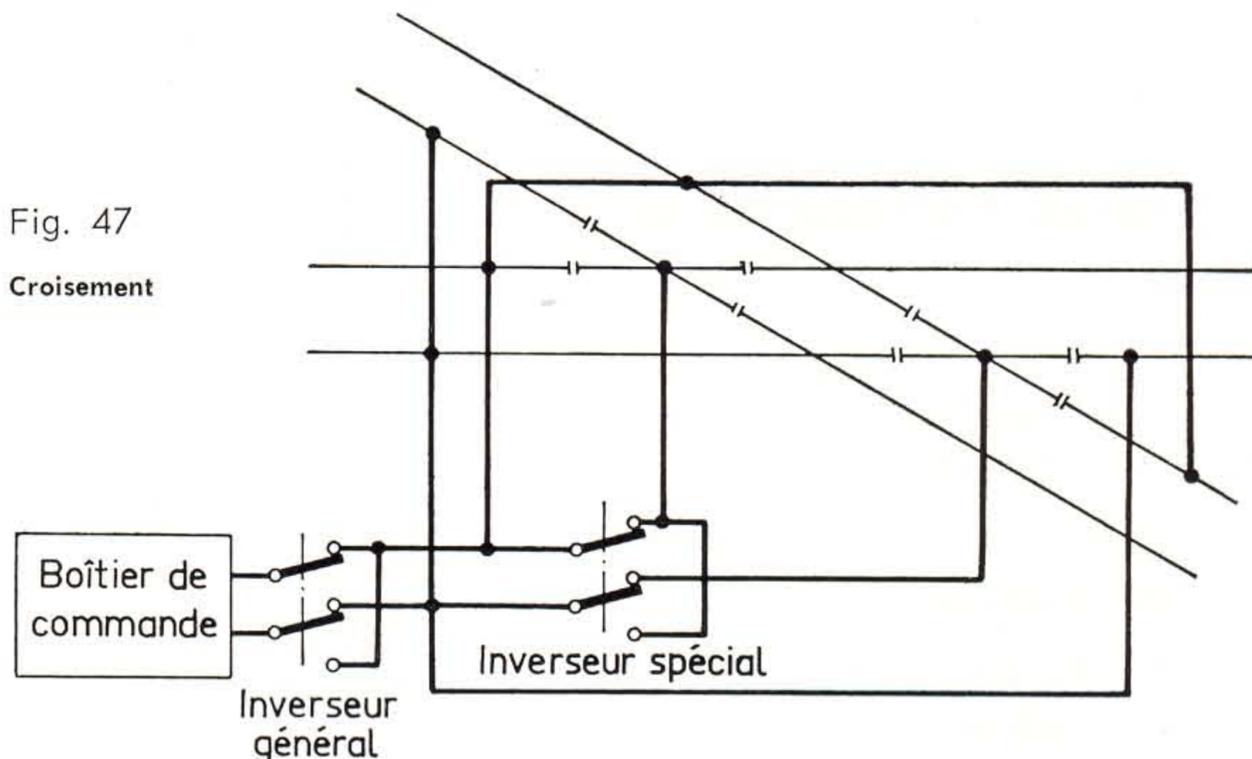
De même que dans un aiguillage, les pointes de cœur d'un croisement doivent être alimentées différemment suivant la voie empruntée, de façon à assurer une continuité électrique avec courant de même intensité et sens dans toutes les portions du circuit utilisé.

Comme on ne dispose plus du mouvement des lames d'aiguillage pour assurer la commutation des pointes de cœur, celle-ci doit être effectuée soit manuellement, à l'aide d'un inverseur spécial, soit automatiquement, à l'aide d'un relais de block qui assure en même temps l'arrêt automatique des trains en fonction de la voie empruntée, ainsi que la signalisation. \*

La commutation des pointes de cœur peut également être assurée par un aiguillage situé sur le réseau à proxi-

Fig. 47

Croisement



mité du croisement, par exemple dans le cas d'une déviation en double voie. S'il est impossible de réaliser une commutation, on doit isoler complètement les pointes de cœur. Celles-ci doivent alors avoir la plus courte longueur possible pour éviter l'arrêt intempestif des locomotives, en particulier des types 030.

★

### BOUCLES DE RETOURNEMENT

(fig. 48, 49, 50 et 51).

Deux inverseurs sont nécessaires afin d'assurer la permutation correcte des sources de courant dans la boucle et dans le reste du circuit.

Si cette boucle est insérée dans un circuit plus complet, avec aiguillage sur la boucle, ou même s'il y a deux boucles, deux inverseurs au maximum sont nécessaires, ce qui limite la complication apparente de ce problème.

A titre d'exemple je donne les schémas ci-dessous, mais bien entendu les circuits peuvent varier à l'infini.

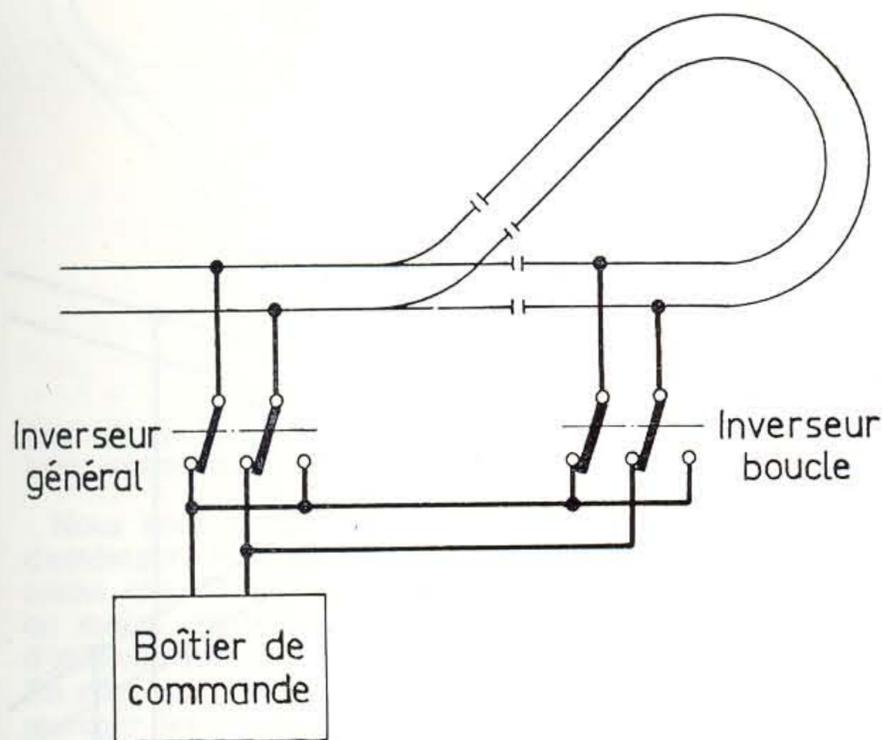


Fig. 48

\* Cette condition, bien entendu ne s'applique qu'à des appareils de voie dont les pointes de cœur sont métalliques et permet alors d'obtenir une continuité électrique parfaite du circuit d'alimentation.

Pour certains appareils du commerce dont les pointes sont moulées en matière plastique le problème de commutation ne se pose pas.

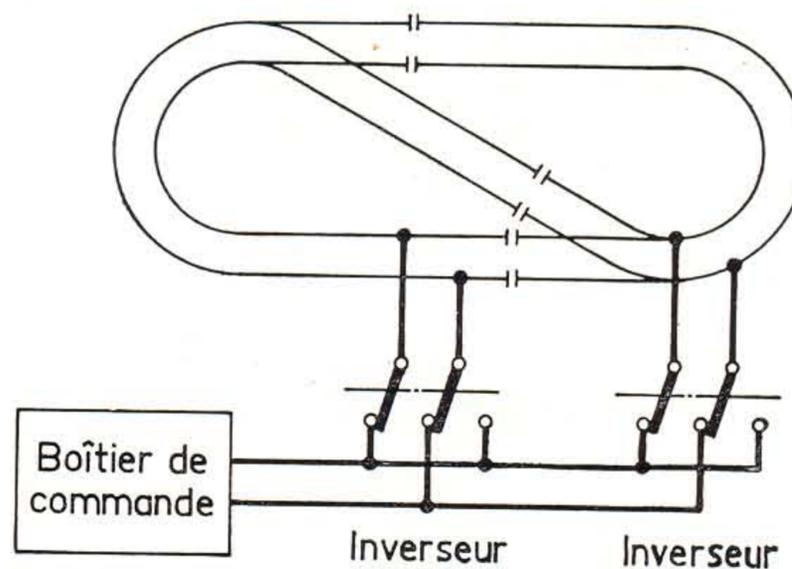


Fig. 49

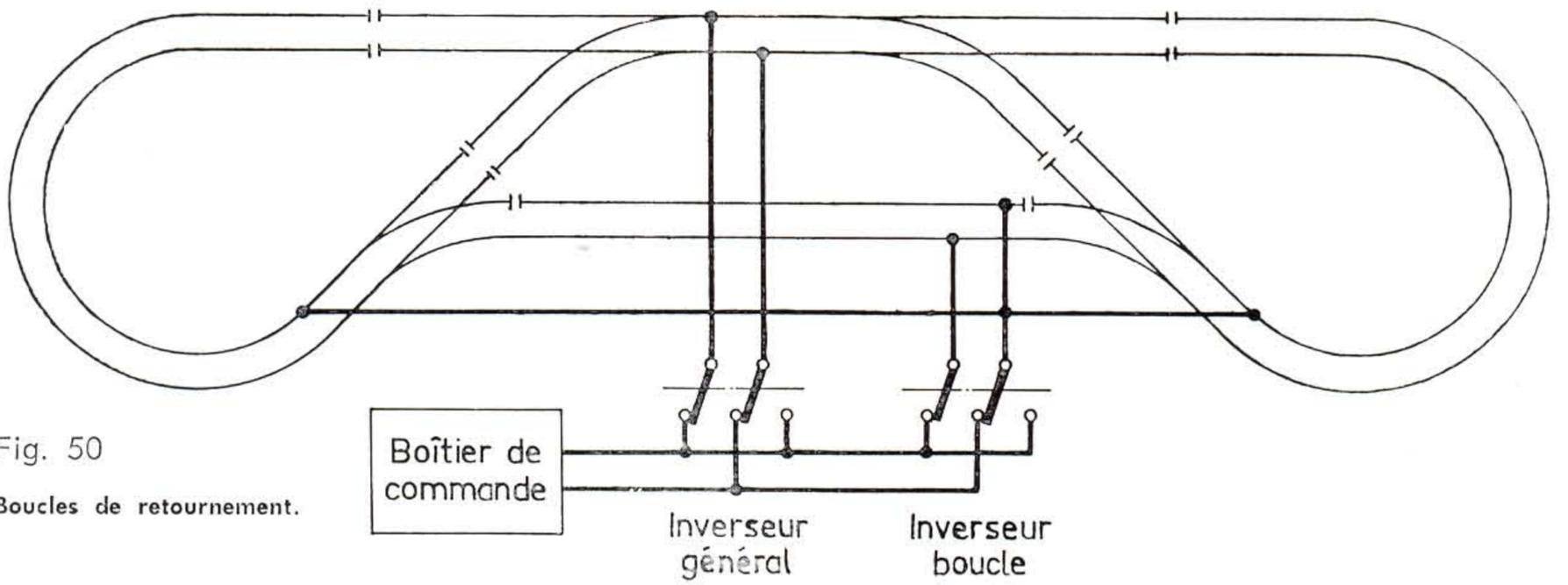
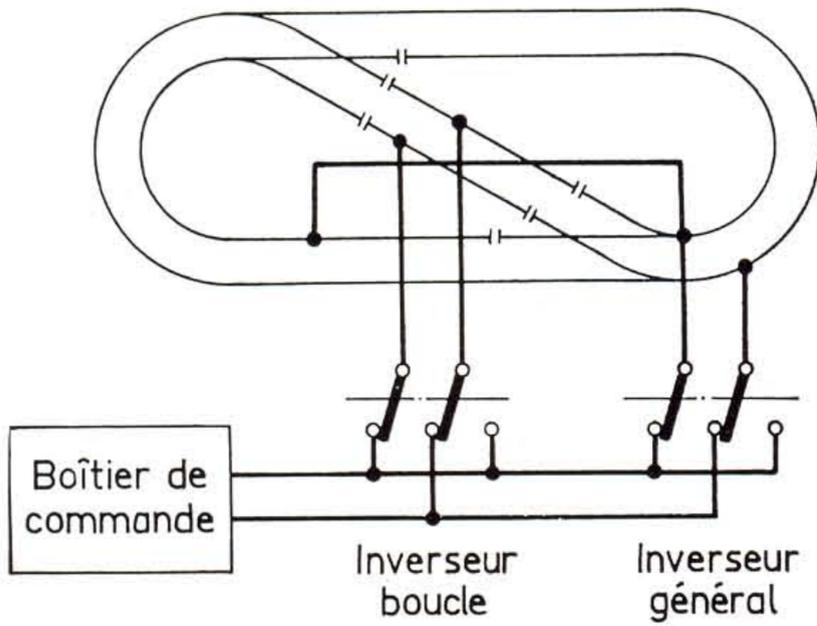


Fig. 51



★

EPIS (fig. 52 et 53)

Le câblage de l'épi ressemble à celui de la boucle de retournement, en ce sens qu'il nécessite un inverseur spécial pour la commutation d'une portion de voie. L'épi servant généralement au retournement des convois dans un espace réduit, les coupures dans les rails seront disposées différemment suivant les dimensions des branches de l'épi.



Fig. 52 : Epi

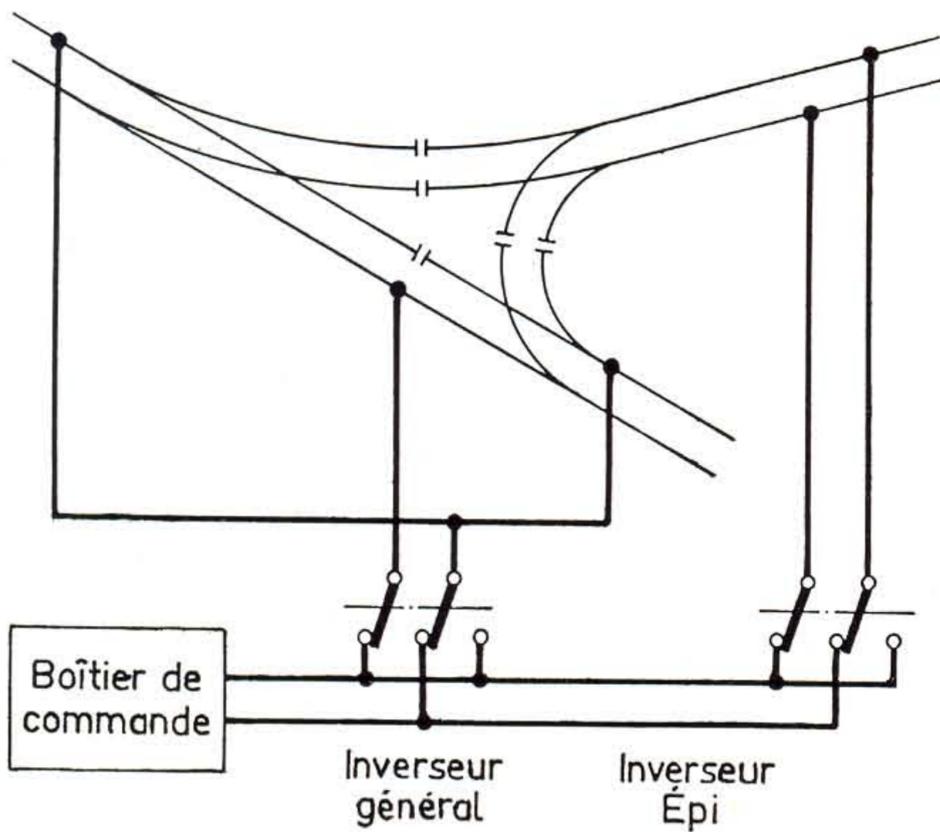
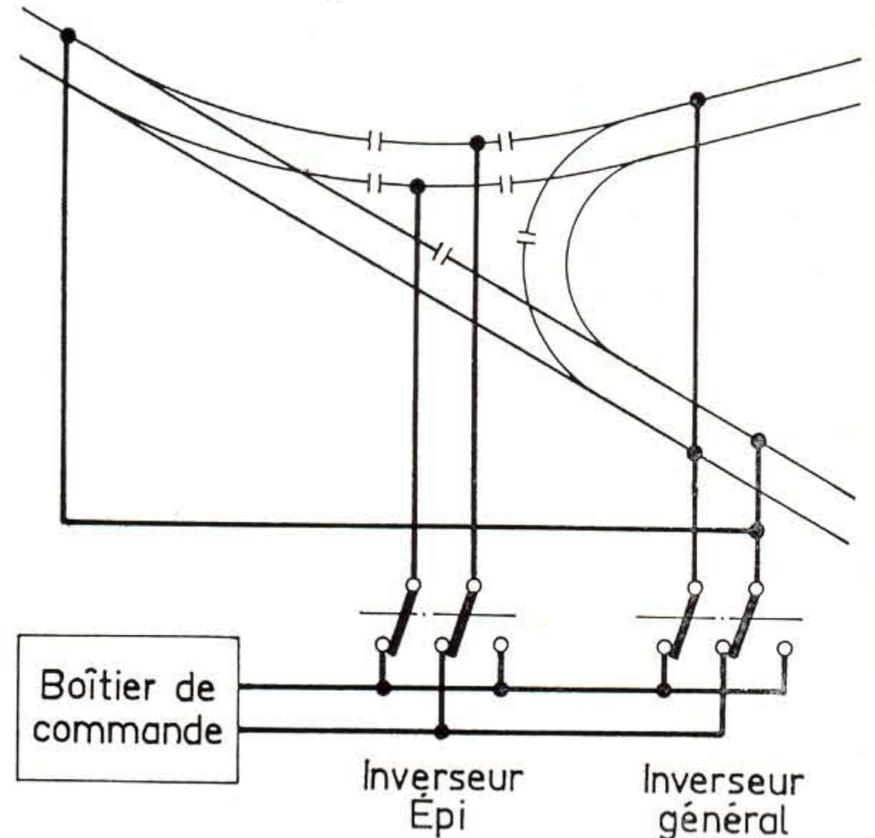


Fig. 53 : Epi



# CHAPITRE VI

## Commande manuelle des trains

Nous avons vu au cours du chapitre *Modalités d'alimentation* le schéma-type d'alimentation de la voie, valable aussi bien en « deux rails » qu'en « trois rails » (fig. 20, page 17).

Ce dispositif est normalement constitué pour faire marcher un seul train à travers tout le réseau, le câblage des appareils de voie ayant été vu dans le chapitre précédent *Aiguillages*, en particulier en ce qui concerne les coupures à établir dans les rails au voisinage

Si on désire que plusieurs trains roulent simultanément, il y a lieu de tenir compte de la superposition des intensités des moteurs de ces trains, ainsi

### COUPURES DANS LES RAILS

Il s'agit d'une réalisation très simple, et d'ailleurs très répandue sur tous les réseaux de modélistes ; je me conten-

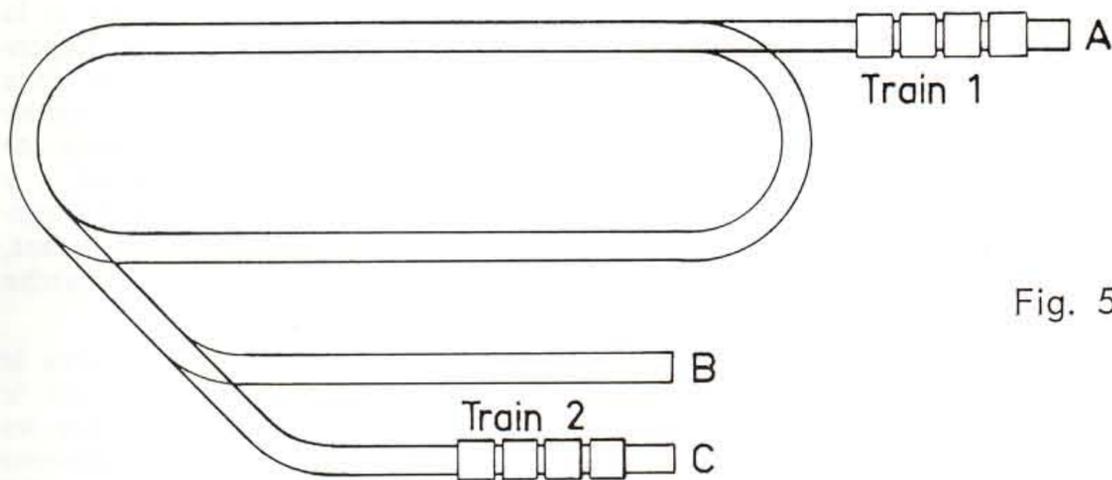


Fig. 54

nage des pointes de cœur, afin d'éviter tout court-circuit.

Nous nous proposons maintenant d'envisager l'utilisation de plusieurs trains (fig. 54) ; le problème est plus ou moins compliqué suivant le degré d'indépendance désiré entre les trains. En effet, on peut se contenter de faire marcher les trains l'un après l'autre, chaque train venant par exemple d'une voie de garage, effectuant quelques manœuvres avec passage sur voies principales et retournant sur une autre voie de garage ; la solution consiste dans ce cas à effectuer un certain nombre de coupures dans le rail traction (troisième rail dans le système « trois rails » et un des rails dans le système « deux rails »).

que des considérations sur la protection de ces trains les uns par rapport aux autres et sur leur inversion de marche.

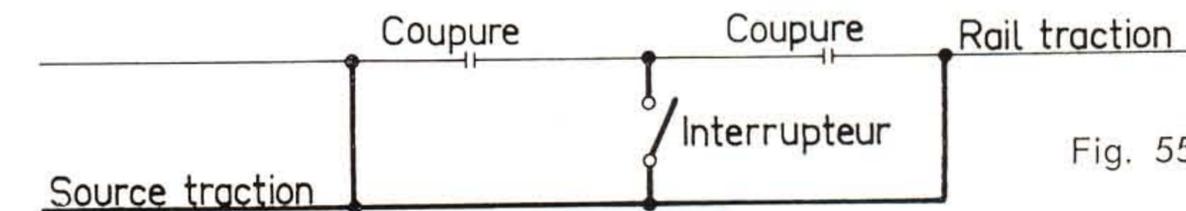


Fig. 55

terai donc de donner quelques conseils et des notions sur les perfectionnements possibles du système de base illustré en fig. 55.

La position des coupures dans un réseau dépend de la configuration des voies et des désirs d'exploitation de chacun ; les coupures sont très commodes pour les manœuvres ; elles permettent d'immobiliser une locomotive sur une voie ; pour les voies en antenne il est intéressant d'installer une valve dans le circuit d'alimentation, de façon à ne permettre que la marche arrière et d'éviter le heurt du butoir (fig. 56).

Le principe des coupures peut être à la base du block manuel, en associant la commande de la coupure pro-

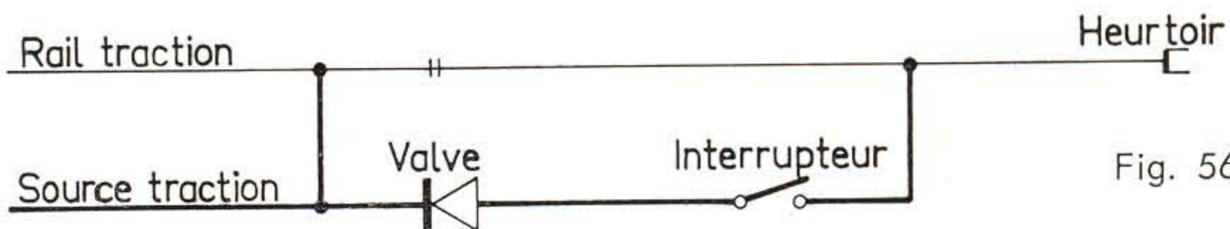


Fig. 56

Nous passerons donc en revue les éléments relatifs à :

- coupures dans les rails,
- inversion de marche,
- circulation de plusieurs trains.

voquant l'arrêt du train à celle d'un panneau de signalisation mécanique ou lumineuse. On obtient ainsi un système élémentaire de signalisation tel que l'illustre le schéma donné en fig. 57.

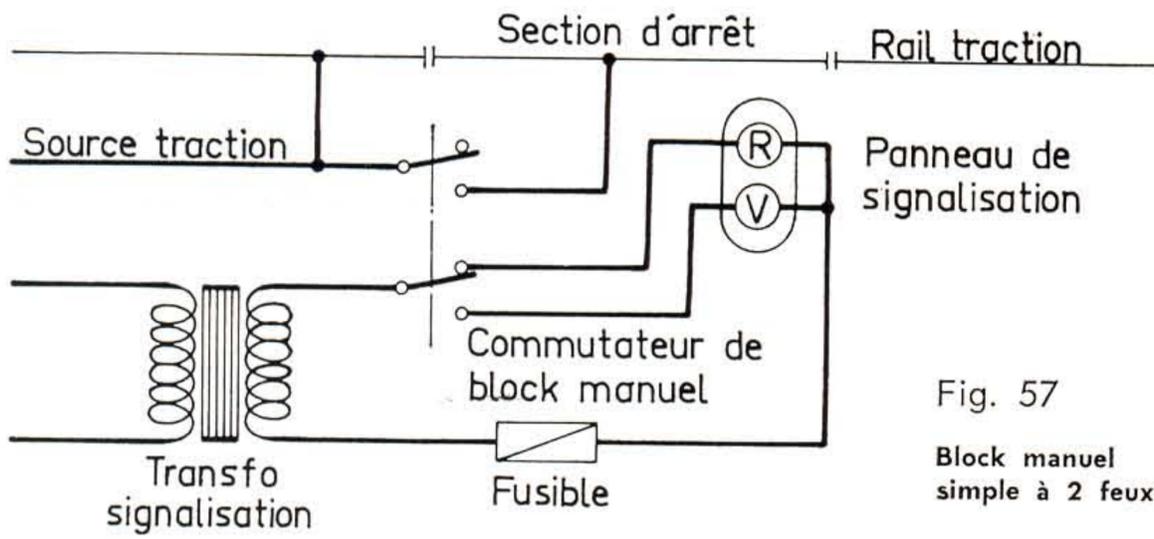


Fig. 57

Block manuel simple à 2 feux.

J'attire à ce propos l'attention des modélistes sur l'intérêt de la signalisation dans un réseau ; c'est un domaine passionnant et très spectaculaire pouvant être abordé à peu de frais ; en effet, les lampes utilisées, surtout celles pour tableau de commande, sont peu onéreuses (type *Luciol*) vis-à-vis de l'animation qu'elles créent dans un réseau.

Le block manuel n'a peut-être pas l'attrait des blocks automatiques que nous verrons par la suite, mais il a le gros avantage de ne nécessiter aucun relais ni aucun procédé compliqué à mettre en œuvre ; il y a lieu seulement d'utiliser un inverseur à deux circuits tel que ceux employés pour l'inversion de marche, donc très courants ; un des circuits sert pour la coupure du courant traction et l'autre pour l'inversion des feux.

Le panneau de signalisation sera placé devant la coupure sur le rail, de telle façon qu'on ait l'impression que le mécanicien, ayant vu le feu au rouge, s'arrête devant le signal, à faible distance de celui-ci ; on doit veiller à ce que, en pratique, cette distance soit sensiblement la même quel que soit le train en présence ; il y a là un petit problème qui, il faut le reconnaître, n'est pas à l'avantage du système « deux rails ». En effet, dans le système « trois rails », c'est le rail central qui est coupé pour provoquer l'arrêt du train, et les skis-prise de courant des différentes locomotives ont tous à peu près la même longueur, de sorte que l'absence d'alimentation au moteur se produira au même instant et provoquera l'arrêt au même endroit.

En « deux rails », au contraire, l'alimentation du moteur est très différente entre une 030 par exemple où les trois

roues de chaque côté amènent le courant, et une 231 où il est classique de prendre le courant par la loco d'un côté et par le tender de l'autre (fig. 58).

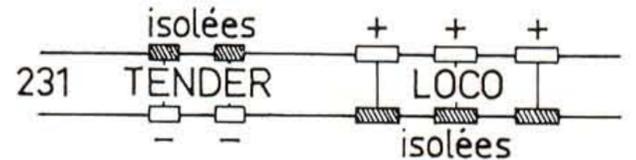
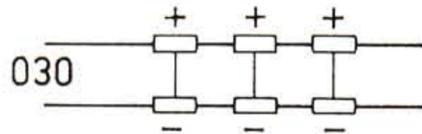


Fig. 58

Si le rail est coupé du côté prise de courant par le tender, le moteur sera alimenté jusqu'à ce que la dernière roue de ce tender ait franchi la coupure (fig. 59) ; à ce moment, l'avant de la locomotive aura parcouru 15 cm de plus que dans le cas d'une 030, ce qui n'est pas très rationnel et peu spectaculaire ; on peut y remédier en effectuant les coupures toujours sur le même rail et en s'arrangeant pour que le courant sur ce rail soit capté par la loco (côté non isolé) et non par le tender.

Pour cette question d'arrêt devant un signal, il n'a pas été question de la vitesse initiale du train, c'est-à-dire de l'inertie de la locomotive à partir du moment où elle ne reçoit plus de courant de la voie. En effet, il s'agit là d'un problème beaucoup plus général, qui dépend du système de transmission mécanique du moteur aux roues ; cette inertie est beaucoup plus conséquente dans le cas de transmission par engrenages droits que dans le cas de transmission par vis sans fin ; de toute façon cette inertie ne doit pas jouer un trop grand rôle, sans cela le nombre des wagons influencerait énormément sur l'arrêt des locomotives ; par ail-

leurs, ce phénomène aurait tendance à faire stopper les lourdes locos à tender encore plus loin que les petites locos de manœuvre utilisées généralement à faible vitesse.

D'une façon plus générale, il est tout à fait irréaliste qu'un train arrive à grande vitesse devant un feu rouge ; il y a lieu d'opérer un ralentissement préalable, soit automatiquement comme nous le verrons par la suite avec feu orange, soit manuellement, par action sur le rhéostat de commande. Dans le cas du block manuel qui nous intéresse présentement, je crois qu'il est superflu d'essayer de mettre en œuvre les trois feux traditionnels, étant donné les enclenchements nécessaires pour rendre le système efficace, qui seraient incompatibles avec la simplicité recherchée.

#### INVERSION DE MARCHÉ

Il est intéressant de ne faire de coupures que dans le rail traction, l'autre ou les autres rails étant reliés à la masse sur toute leur longueur. Cependant, si on veut faire marcher deux locos en sens inverse sur un même circuit, ou utiliser deux sources de traction (deux rails et caténaire), il y aura lieu d'effectuer des coupures également dans le rail retour de courant, afin de permettre deux sens de marche indépendants (fig. 60).

On peut éviter ces coupures dans le rail retour de courant en utilisant le « Split potential » très utilisé par les modélistes américains et qui présente de nombreux avantages. Parmi les différents montages, j'en retiendrai celui utilisant deux transformateurs et deux redresseurs, car les transformateurs à point milieu qui autrement seraient nécessaires, sont peu répandus commercialement.

Le point commun des deux redresseurs est relié directement à un des rails, ou aux deux rails de roulement dans le cas d'une alimentation trois rails, et constitue une masse immuable ; les différents tronçons du rail traction sont reliés pour leur part au pôle + ou au pôle - suivant la posi-

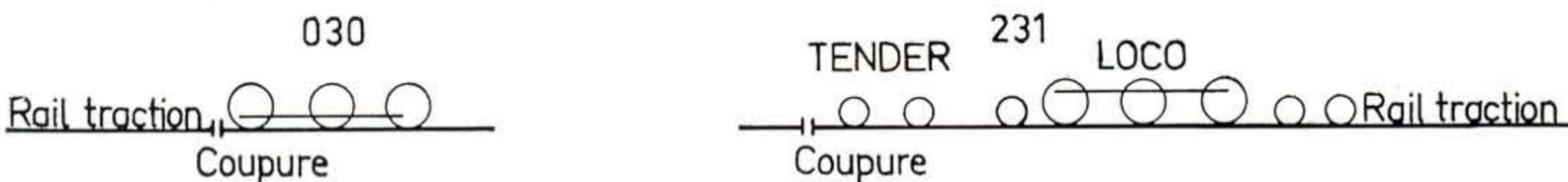


Fig. 59

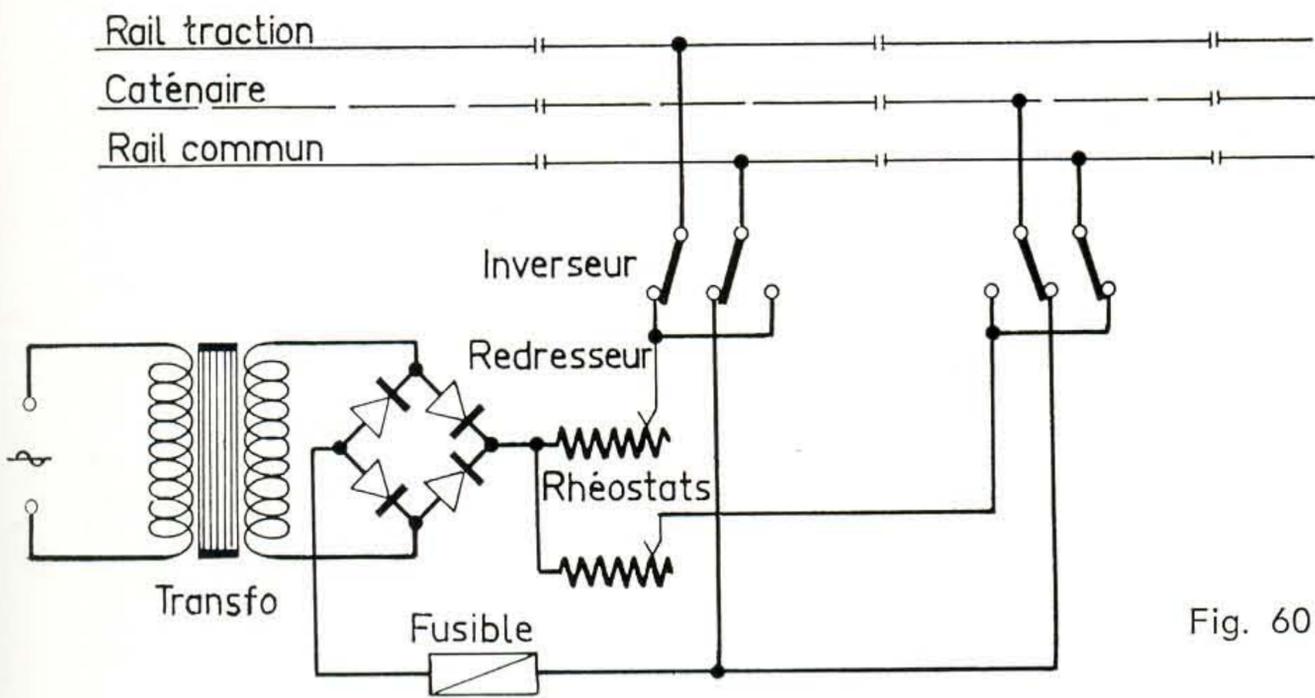


Fig. 60

tion des inverseurs unipolaires (au lieu d'inverseurs bipolaires dans le cas d'une alimentation classique) de la source (fig. 61).

On peut donc avec ce système faire marcher en sens inverse deux trains sur le même circuit, sans tronçonner le rail masse ; on peut aussi supprimer complètement les inverseurs en utilisant un rhéostat à deux pistes (c'est-à-dire un rhéostat ordinaire dont on aura supprimé quelques spires au point milieu, ce qui est très facile à réaliser). En tournant alors ce rhéostat d'un côté ou de l'autre, on obtient la marche avant ou la marche arrière ; on a, en définitive, un système à trois fils : masse, fil positif et fil négatif, et un certain nombre de rhéostats à deux pistes (un rhéostat par commande de traction indépendante en vitesse et en sens de marche) (fig. 62).

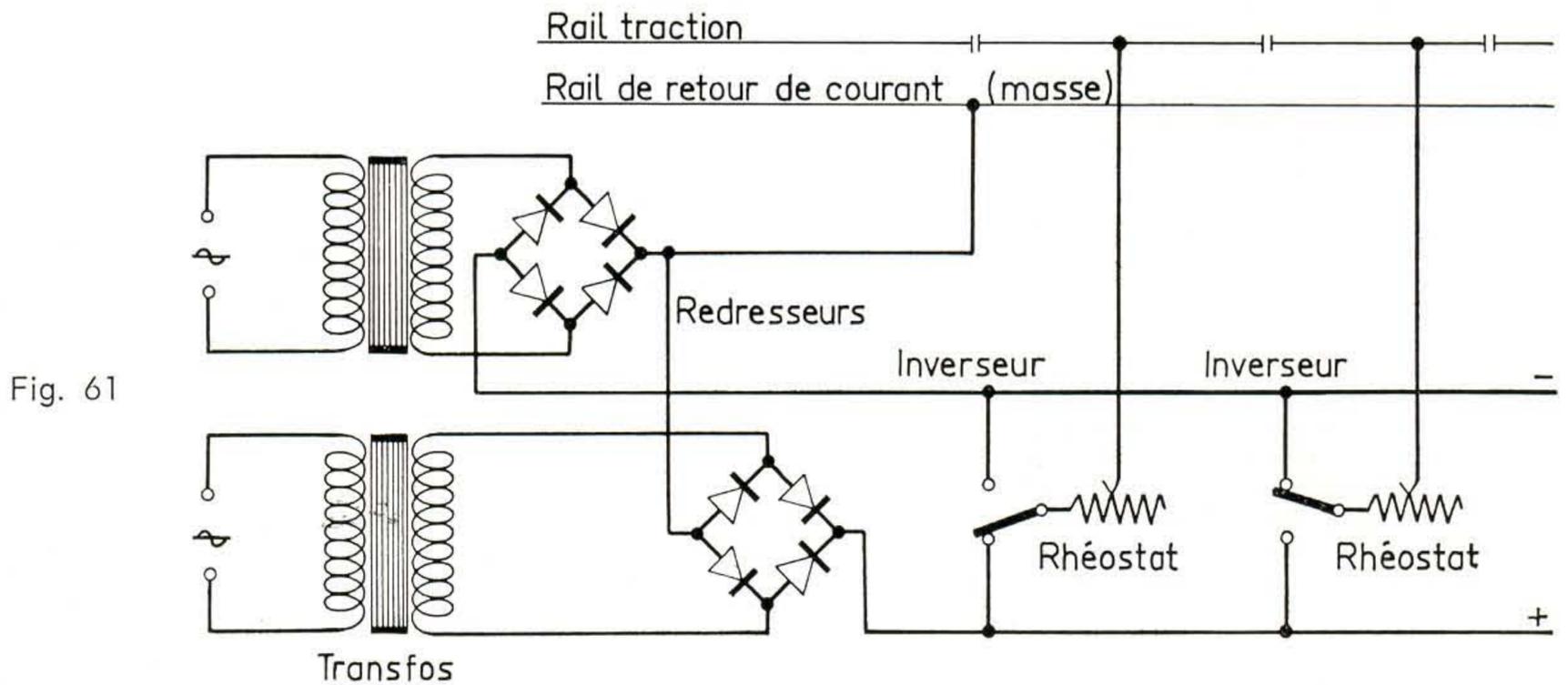


Fig. 61

Alimentation type " Split potential " avec rhéostats classiques (Fig. 61) ou rhéostats à 2 pistes (Fig. 62).

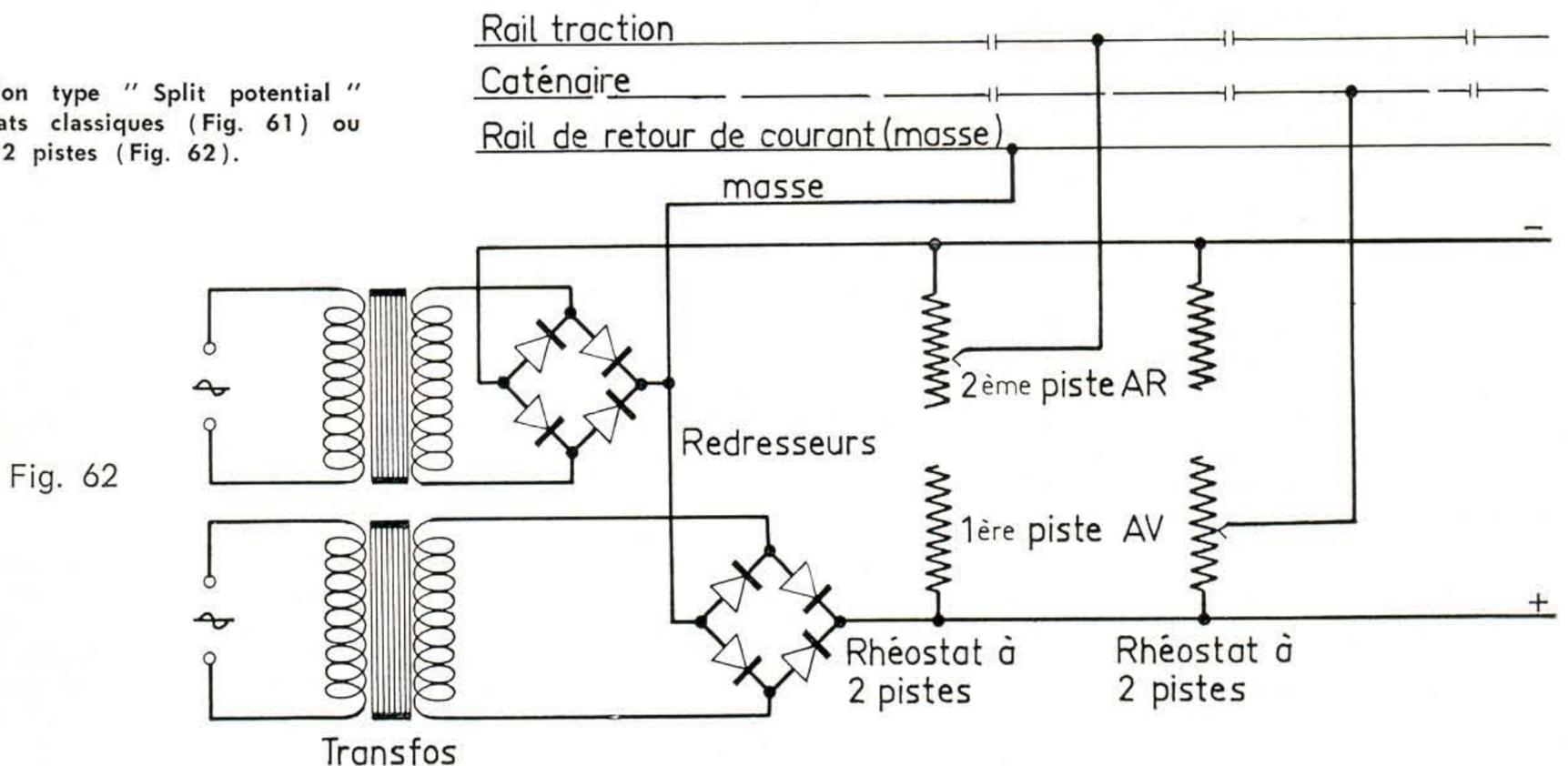


Fig. 62

## CIRCULATION DE PLUSIEURS TRAINS

Dans ce paragraphe je passerai en revue rapide les différents moyens utilisables pour faire fonctionner sur un réseau plusieurs trains simultanément. On peut se demander en effet s'il est possible de faire marcher plusieurs trains avec l'alimentation classique que nous avons déjà vue à plusieurs reprises.

Si on fait circuler les trains sur un simple ovale sans aucune coupure, par exemple, les intensités traversant les moteurs des deux locos s'additionneront dans le câblage qui leur est commun (transfo, redresseur, rhéostat) ; le transfo et le redresseur fourniront facilement cette intensité totale, mais la question est plus délicate en ce qui concerne le rhéostat, et nous reviendrons (rapidement, rassurez-vous) sur la loi d'OHM, dont il a été question au début de cet ouvrage.

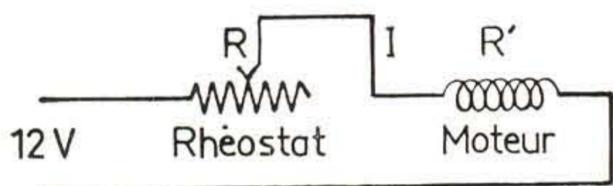


Fig. 63

Dans le cas d'une seule loco, on a en série la résistance  $R$  du rhéostat et la résistance  $R'$  du moteur ; une même intensité  $I$  traverse ces deux résistances ; si le transformateur débite 12 volts par exemple, la loi d'OHM s'écrit dans ce cas :  $12 \text{ volts} = (R + R') I$ , et la tension aux bornes du moteur est  $R' I$ . (fig. 63).

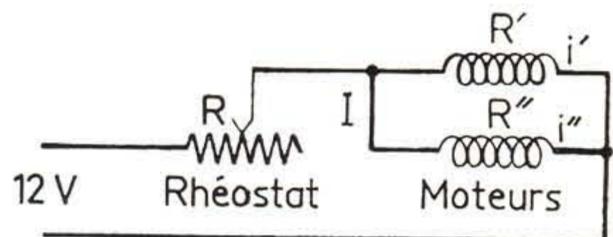


Fig. 64

Dans le cas de deux locos sur un même circuit, les résistances  $R'$  et  $R''$  des deux moteurs sont placées en parallèle ; si on appelle  $i'$  et  $i''$  les intensités des courants dans chaque moteur et  $I$  l'intensité dans le rhéostat, la loi d'OHM s'écrit sous forme de plusieurs équations :

$$12 \text{ volts} = \left( R + \frac{R' R''}{R' + R''} \right) I$$

$$I = i' + i'' ; R' i' = R'' i'' ;$$

les tensions aux bornes des moteurs sont respectivement  $R' i'$  et  $R'' i''$  (fig. 64).

Donnons des valeurs concrètes aux résistances de façon à rendre plus compréhensibles ces phénomènes ; soit par exemple :

$$R = 10 \text{ ohms et } R' = R'' = 50 \text{ ohms.}$$

Dans le cas d'une seule locomotive on aura :  $12 = (10 + 50) I$ , soit  $I = 0,2$  ampère ; la tension aux bornes du moteur sera  $50 \times 0,2 = 10$  volts.

Dans le cas de deux locomotives, on aura :

$$12 = \left( 10 + \frac{50 \times 50}{50 + 50} \right) I$$

soit :  $I = 0,34 \text{ A}$  ;  $i' = i'' = 0,17 \text{ A}$  ; la tension aux bornes de chaque moteur sera seulement :

$$50 \times 0,17 = 8,5 \text{ volts}$$

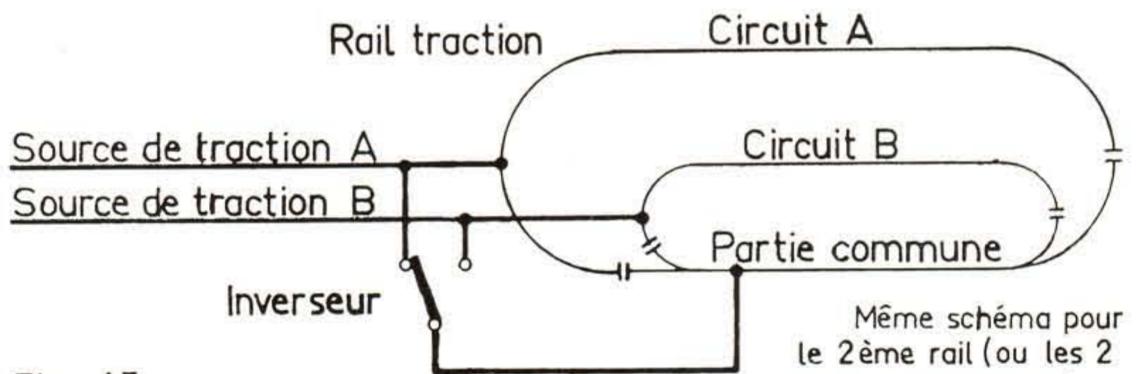


Fig. 65

Même schéma pour le 2ème rail (ou les 2 rails de roulement).  
L'inverseur est bipolaire.

Si la valeur de  $R$  est plus grande (rhéostat dans une position correspondant à une plus faible vitesse), la chute de tension provoquée par la deuxième locomotive est encore plus importante ; la circulation des deux locos n'est donc pas rationnelle, même si on corrige la perte de vitesse par une augmentation de la commande du rhéostat. Par ailleurs, sous une tension égale, toutes les locomotives ne prennent pas la même vitesse et dans le cas de notre ovale on verra en peu de temps une des locomotives rattraper l'autre. On peut, bien entendu, imaginer un artifice consistant à envoyer sur une voie d'évitement la locomotive sur le point d'être rattrapée, de façon à la faire doubler sur la voie directe par la loco plus rapide. Il s'agit en fait d'un procédé-jouet dans lequel un vrai modéliste ne peut trouver son compte.

Si, au lieu d'un transformateur et d'un rhéostat, on utilise un transformateur à rapport variable, ou à curseur sur le secondaire, ou encore à sorties multiples avec commutateur, on n'aura plus les chutes de tension dues au rhéostat, mais il sera néanmoins très difficile de suivre séparément les deux locomotives sur un même circuit,

si celles-ci ne sont pas équipées d'un moteur de type semblable.

En fait, la seule solution consiste à ne pas amener la même alimentation traction aux deux ou plusieurs locomotives en même temps ; il faut réaliser une « commutation » manuelle ou automatique entre la ou les sources de traction et les portions de voie où évoluent les différentes locomotives.

Une solution simple consiste à réaliser des circuits séparés. C'est ce qu'on rencontre dans les réseaux de foire ou les réseaux de démonstration, où les voies apparemment très enchevêtrées se ramènent électriquement à deux ou plusieurs ovales concentriques. Certains aiguillages ou traversées donnent l'impression de relier ces ovales, mais sont généralement inutilisables. Ce système

à l'avantage de très bien fonctionner, mais, pour un réseau d'amateur, c'est vite lassant. On peut donner un léger intérêt à ce montage en créant une partie réellement commune à deux circuits ; un inverseur permet de commuter la traction de cette partie commune sur la source traction de l'un ou l'autre des circuits (fig. 65).

Une autre solution pour faire marcher plusieurs trains sur un même circuit consiste à utiliser des conducteurs de traction spécialisés : caténaire, rail central, rail latéral ; en surchargeant la voie on peut évidemment avoir des commandes indépendantes, mais il faut une loco de chaque type pour tirer toute l'efficacité du système (une loco à rail latéral, une à rail central, etc.). Ce procédé est en fait peu pratique et doit être limité à l'utilisation accessoire de la caténaire, comme nous l'avons déjà vu.

Enfin, en dehors des solutions apportées par la mise en œuvre d'automatismes, comme nous le verrons par la suite (block automatique, commande centralisée), un procédé manuel peut rendre de grands services aux modélistes : c'est le cab-control.

## Cab-control

### GÉNÉRALITÉS

Le principe du cab-control est simple : il s'agit d'amener le courant de traction successivement sur tous les tronçons de voie parcourus par un train. Ainsi, imaginons une suite de cantons : 1 à 5 ; on alimentera ces cantons à l'aide d'interrupteurs 1S à 5S. Lorsqu'un train est sur le canton 3, par exemple, on fermera seulement 3S ; lorsque le train passera du canton 3 au canton 4 on fermera 4S et aussitôt après on ouvrira 3S, et ainsi de suite. Rien n'empêchera d'avoir un autre train sur le canton 1 par exemple ; ce train sera immobile si 1S est ouvert ou roulera dans le cas contraire (fig. 66).

On est néanmoins tributaire des chutes de tension dans le rhéostat, lorsque les deux trains marchent en même temps ; par ailleurs, même si on utilise un transformateur à curseur, la marche des deux trains ne sera pas indépendante ; on est donc conduit à utiliser deux sources de courant séparées, tout en conservant le principe de la fermeture des interrupteurs de canton, au fur et à mesure de l'avancement des trains.

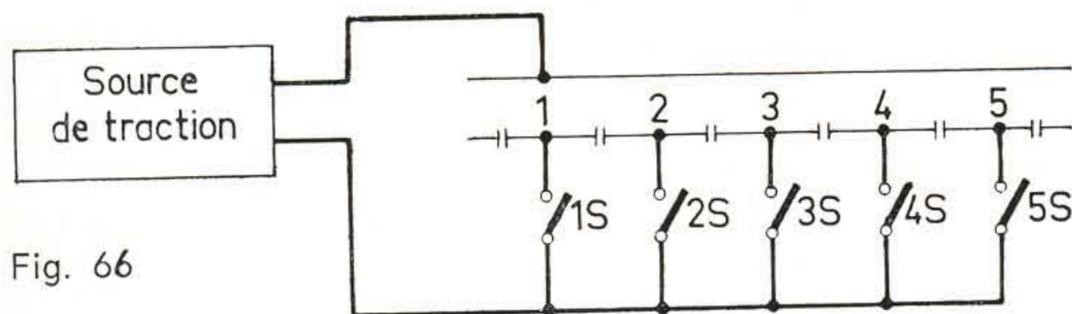


Fig. 66

### PANNEAUX DE COMMANDE SÉPARÉS

Afin de rendre plus claires les explications et le câblage, je les donnerai à l'aide d'un exemple de réseau, simple, mais pouvant servir de base à tous les

développements désirés. Le réseau ci-dessous est divisé en 5 cantons, dont un (n° 5) permet d'effectuer une boucle. La présentation est effectuée en deux rails, mais tout ce qui suit reste vrai pour un réseau en trois rails, en considérant que le rail « retour de courant » représente les deux rails de roulement. En fait, comme on le verra, il s'agit surtout d'alimenter le rail « traction »,

mande séparés comprenant chacun : un transformateur, un redresseur, un rhéostat, deux inverseurs (un pour les cantons normaux et un pour la boucle), quatre interrupteurs unipolaires et un interrupteur bipolaire. On aura ainsi deux sources de courant et la position des interrupteurs permettra d'aiguiller le courant de traction de l'une ou l'autre source vers l'un quelconque des

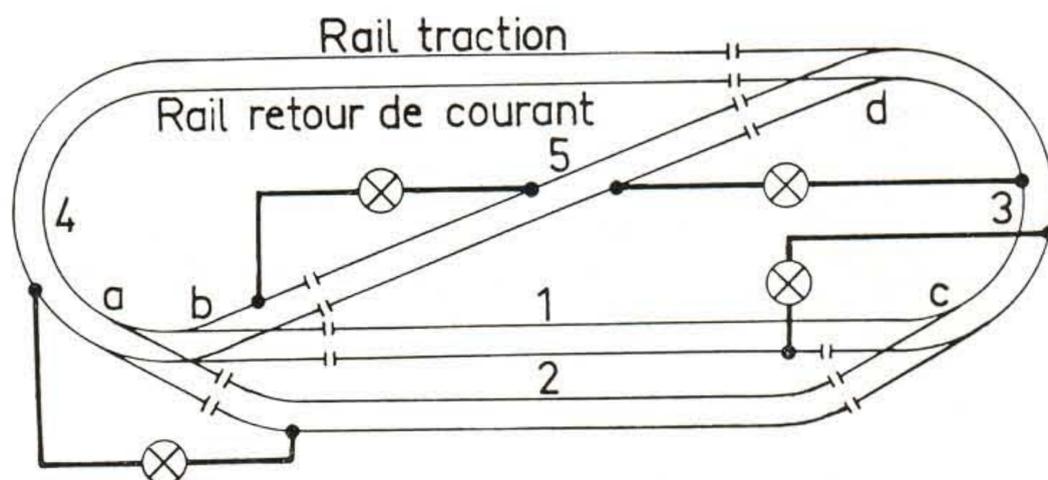


Fig. 67

le retour s'effectuant pour tous les cantons par un même conducteur, sauf pour le canton n° 5 où il y a lieu de prévoir l'inversion du courant dans les

cantons. Bien entendu, il n'y a aucune sécurité de manœuvre et on doit surveiller de très près le réseau avant de changer la position des interrupteurs, afin d'éviter de faire pénétrer un train dans un canton déjà occupé (fig. 68).

On a figuré sur le schéma que la source de courant A alimentait un train sur le canton 1, tandis que la source de courant B alimentait un autre train sur le canton 4. Un certain nombre de précautions s'imposent :

— si l'aiguillage « a » est dirigé vers le canton 1, il y aura lieu d'effectuer un ralentissement et même un arrêt avec le rhéostat de la source B, afin que les deux trains ne soient ensemble sur le canton 1 ;

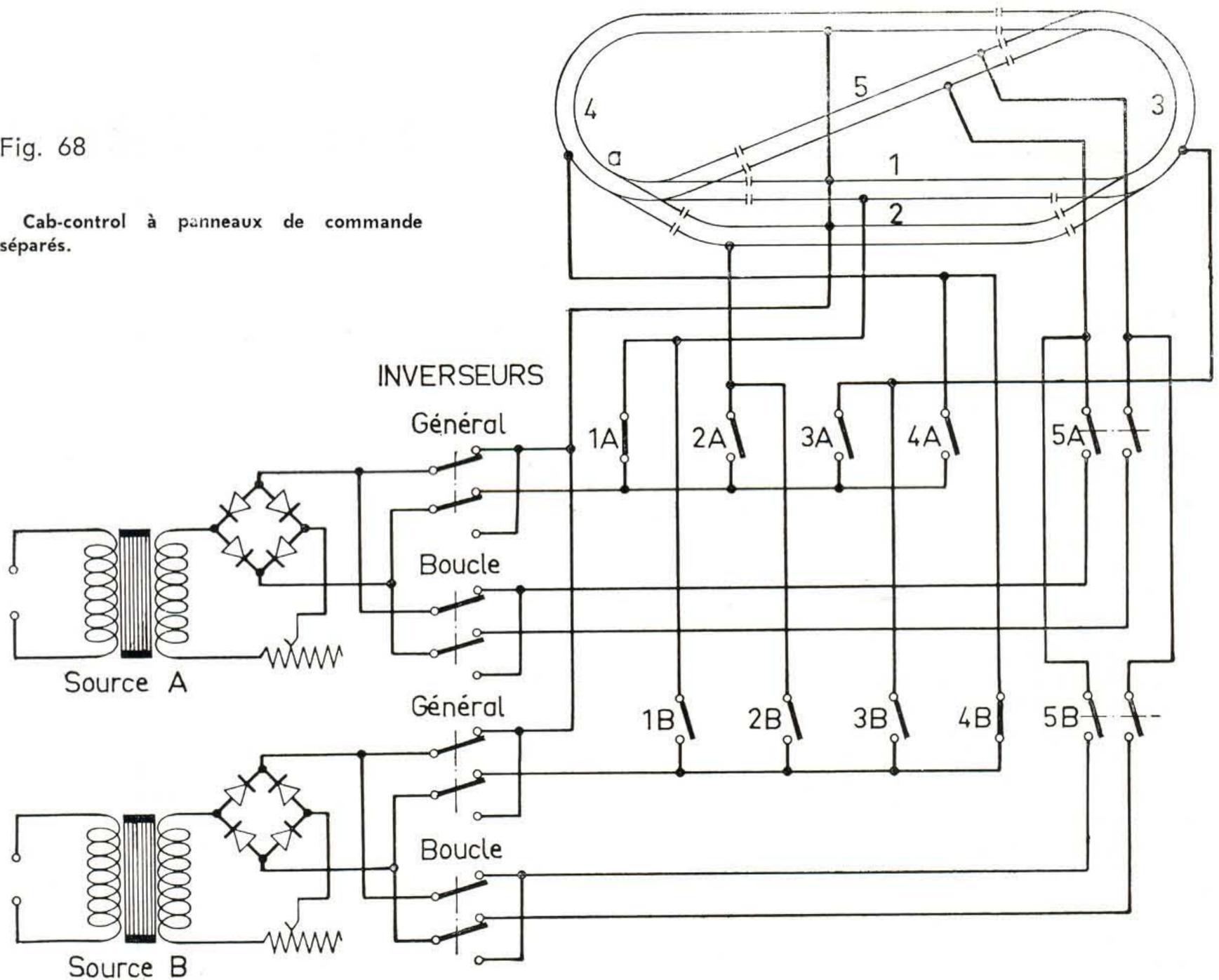
— si, par contre, l'aiguillage « b » est dirigé vers le canton 2, on pourra fermer l'interrupteur contrôlant le passage du courant de la source B vers le canton 2 (interrupteur 2B) ;

deux rails, par suite de la boucle de retournement ; la présence de cette boucle exige d'ailleurs l'utilisation d'un inverseur spécial.

On constitue deux panneaux de com-

Fig. 68

Cab-control à panneaux de commande séparés.



— on aura alors deux trains absolument indépendants, en vitesse comme en sens de marche ; en effet, si on place l'inverseur « général » de la source A en marche avant et celui de B en marche arrière, on réalise sans s'en rendre compte un montage en « split potential » que nous avons déjà vu, le rail retour de courant étant au potentiel 0 (masse), le rail traction alimenté par A étant positif et le rail traction alimenté par B négatif. Il faut seulement veiller dans ce cas à ne pas dépasser les limites d'un canton sans s'assurer de la concordance du sens de marché du canton suivant, sinon ce sera le court-circuit. De même, ne jamais fermer simultanément les deux interrupteurs d'un même canton (par exemple 1A et 1B) ;

— l'utilisation du canton n° 5 devra faire l'objet de précautions particulières dans la manœuvre des divers inverseurs de marche, de façon à avoir une continuité dans le sens de marche ; des

ampoules lumineuses peuvent être placées au voisinage des coupures, un fil d'alimentation étant placé de chaque côté de la coupure ; en cas de position incorrecte des inverseurs, une ou plusieurs de ces ampoules s'allumeront et signifiera « danger » (signal lumineux sur tableau de commande) ;

— compte tenu des remarques ci-dessus, la conduite des trains peut s'avérer passionnante, car on est vraiment « dans le bain » d'une commande manuelle avec toute l'attention qu'elle requiert ;

— l'intérêt du procédé augmente avec le nombre de cantons car, à ce moment, les trains peuvent être séparés par trois ou quatre cantons par exemple et on pourra effectuer tranquillement une manœuvre avec une source de courant, tout en laissant rouler à quelque distance un autre train avec une autre source de courant. Si on le désire, on peut d'ailleurs augmenter le nombre des sources de courant, en dis-

posant d'autres panneaux de commande identiques à ceux représentés ; mais alors c'est une véritable gymnastique pour surveiller la bonne position de tous les interrupteurs à la fois.

#### PANNEAU DE COMMANDE DOUBLE

Si on veut se limiter à deux sources de courant, il est intéressant de réaliser un panneau de commande double, où les interrupteurs sont remplacés par des inverseurs (fig. 69, page 36).

Ces inverseurs sont unipolaires pour les cantons normaux et bipolaires pour la boucle (canton n° 5). Par simplification, les sources de courant ont été représentées comme formant un tout, étant entendu qu'elles sont toujours constituées d'un transformateur, d'un redresseur et d'un rhéostat. Le fonctionnement est analogue aux schémas précédents ; la manœuvre des inverseurs de canton vers la gauche fait passer le courant de traction de la

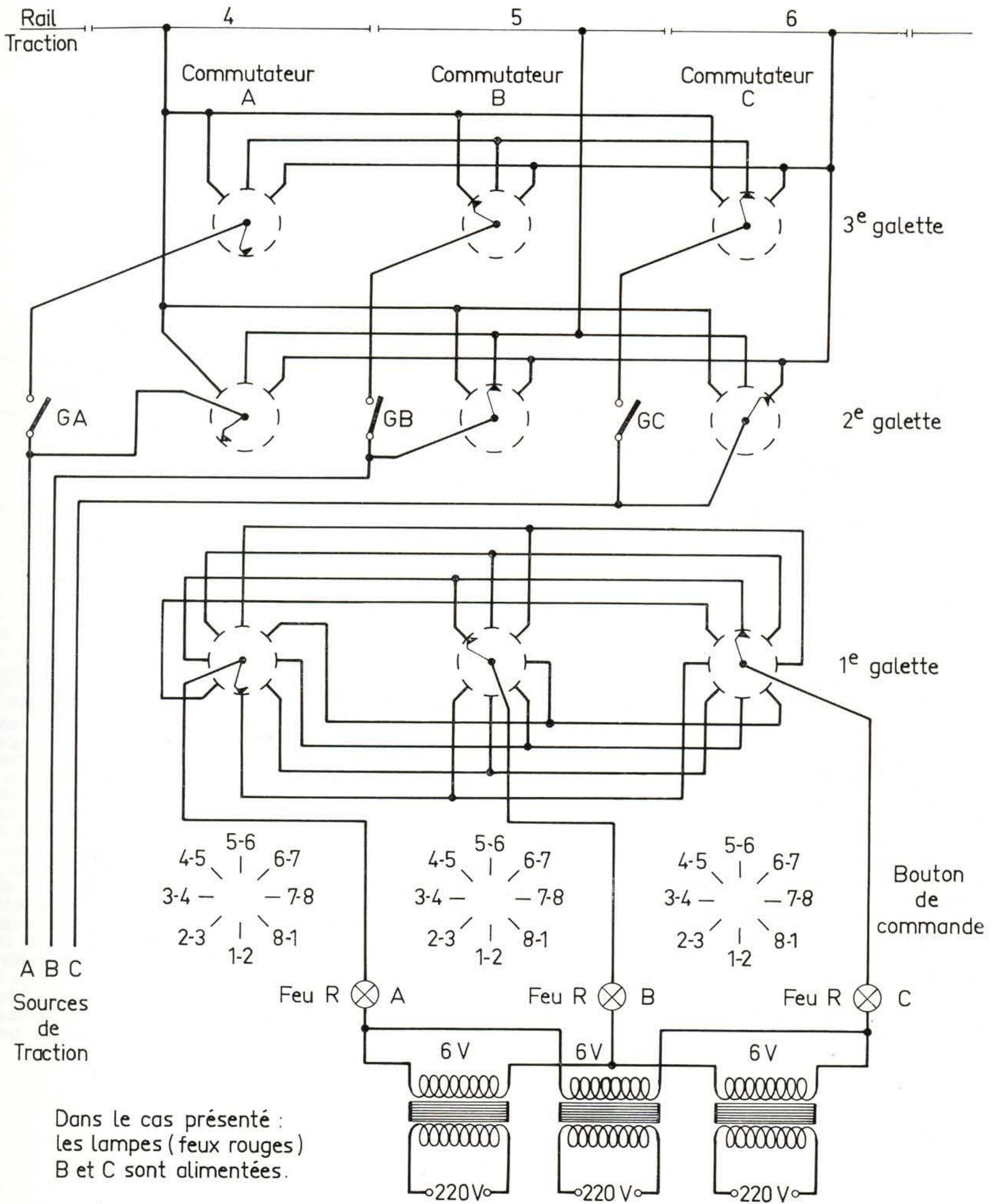
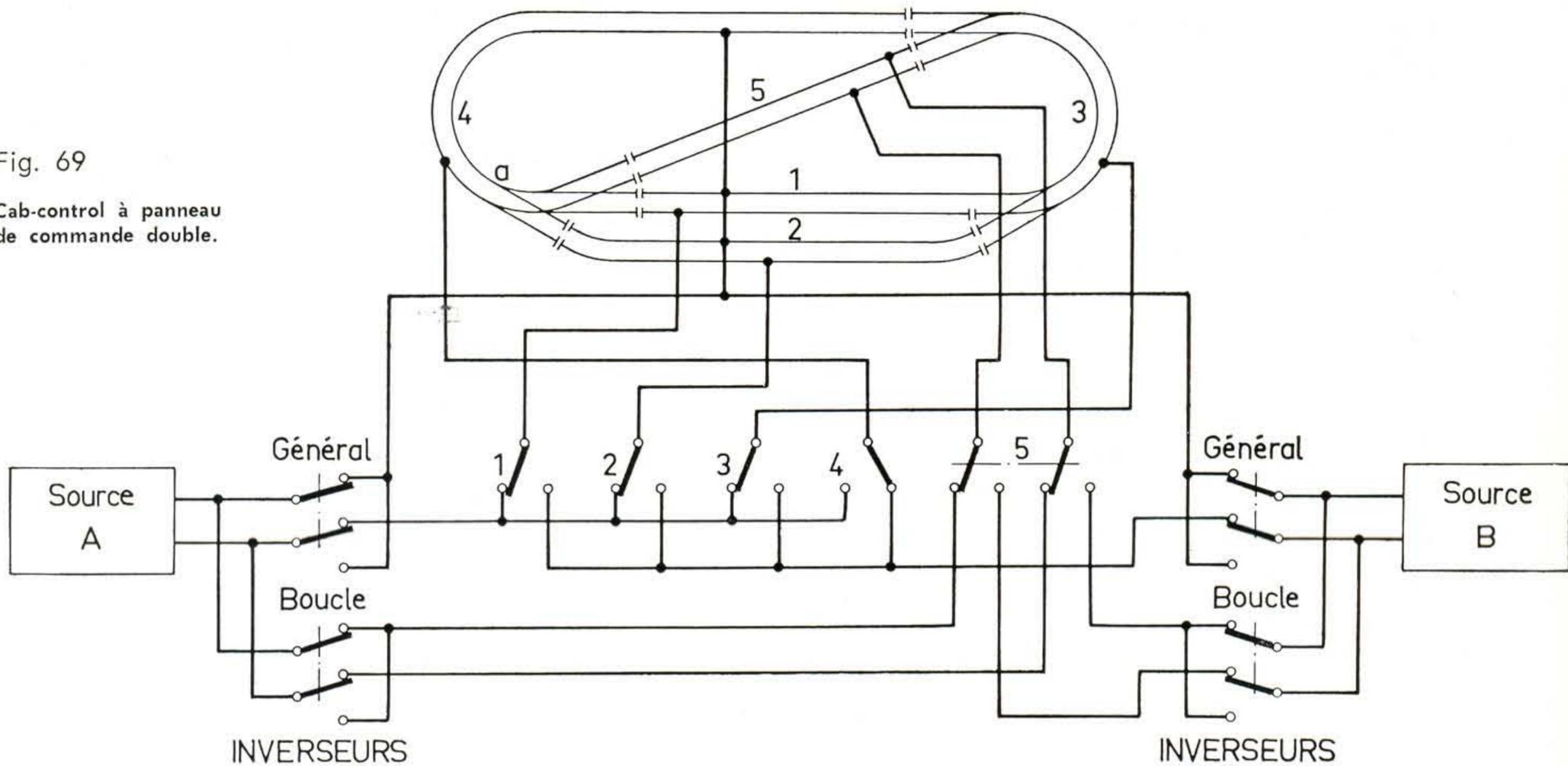


Fig. 70

CONTROLE DE ROUTE

Fig. 69

Cab-control à panneau de commande double.



source A vers le canton intéressé, de même vers la droite pour la source B.

Ainsi, avant de laisser pénétrer un train dans un canton, il faut s'assurer que l'inverseur de ce canton est bien orienté vers la source qui alimente actuellement le train ; les précautions concernant le sens de marche sont les mêmes que précédemment.

On peut disposer les inverseurs de canton sur un panneau synoptique représentant le schéma des voies ; il est alors très commode de « piloter » les trains indépendamment l'un de l'autre en permutant les inverseurs suivant les besoins.

#### CONTROLE DE ROUTE (Fig. 70)

Un autre système s'apparentant au cab-control consiste à utiliser des com-

mutateurs à galettes, chaque galette possédant un circuit à plusieurs directions.

Pour simplifier le schéma je n'ai représenté qu'une suite de cantons ordinaires, mais le principe reste valable avec des aiguillages ou une boucle de retournement. On utilise pour chaque source de courant traction un commutateur différent. Chaque direction d'une galette est raccordée à un canton et, en faisant tourner le commutateur, on relie successivement une source avec tous les cantons. Afin d'éviter les à-coups au moment du passage d'un canton sur l'autre, chaque source est reliée en même temps à deux cantons successifs, à l'aide de deux galettes. Une des galettes peut être mise hors circuit par les interrupteurs GA, GB ou GC si par exemple on veut disposer

deux trains sur deux cantons successifs, avec deux sources différentes.

Il est intéressant de mettre en œuvre une signalisation, à l'aide d'une galette supplémentaire sur chaque commutateur. Le principe est d'allumer un feu rouge lorsque deux trains se suivent sur deux cantons successifs, c'est-à-dire lorsque deux commutateurs sont décalés seulement d'un cran. En fait les deux feux rouges correspondant aux deux commutateurs intéressés s'allument, comme on le voit sur le schéma page 35 à l'aide de petits transformateurs de sonnerie (autant de transfos que de sources). La présence du feu rouge conduit à la prudence dans la commande des deux sources intéressées et peut entraîner la fermeture du rhéostat correspondant au dernier train.



## Automatismes - Généralités

Avant de décrire le principe et le fonctionnement des automatismes que l'on peut mettre en œuvre dans un réseau miniature, je pense qu'il est utile d'attirer l'attention des modélistes sur quelques questions plus générales concernant ces automatismes.

### Evolution du modélisme

On doit constater tout d'abord que de plus en plus d'amateurs s'intéressent aux problèmes posés par les automatismes ainsi qu'à leur réalisation. Il y a là une évolution très nette des modélistes, due certainement aux progrès techniques enregistrés ces dernières années dans tous les domaines, notamment dans celui des chemins de fer réels, où les automatismes ont permis d'augmenter considérablement la sécurité et d'accélérer le mouvement des trains.

Par ailleurs, il semble que de nombreux « techniciens » soient venus au modélisme ferroviaire justement parce que ce « hobby » permettait des recherches techniques intéressantes, alors qu'ils se seraient orientés vers d'autres distractions (télécommande de bateaux et d'avions, radio, enregistrement sonore, etc.), si le modélisme ferroviaire n'avait consisté qu'en la construction

de matériel (même strictement à l'échelle et finement exécuté) fonctionnant selon des principes rudimentaires.

Bien entendu il ne faut pas tomber dans un excès contraire et ne voir dans un réseau miniature qu'un laboratoire d'essais où le « petit train » ne serait qu'un prétexte à l'épanouissement de techniques souvent étrangères aux chemins de fer réels. Ce ne serait plus dans ce cas « l'électricité au service du modélisme », mais plutôt « le modélisme au service de l'électricité » et ce n'est pas là mon but.

### Domaine des automatismes

Quelles sont donc l'étendue et les limites du domaine des automatismes dans un réseau modèle ?

1° L'étendue en est très vaste : on pourra chercher en effet :

— d'une part à rendre le fonctionnement du réseau modèle le plus conforme possible à celui d'un réseau réel perfectionné et par là-même à intégrer les automatismes existants (et ils sont nombreux !) dans ce réseau réaliste ;

— d'autre part à suppléer dans certains cas, par d'autres automatismes, les hommes placés dans le réseau réel

à poste fixe (gares, postes d'aiguillage, etc.) ou à poste mobile (locomotives).

2° Les limites en sont imprécises : au point de vue technique on peut dire qu'il n'y a pas de limite ; en effet on n'arrivera jamais à copier exactement tout ce qui se passe dans la marche d'un train ou dans le fonctionnement d'une gare ; on pourra seulement essayer de s'en approcher.

Mais il y a des limites pratiques, ce sont :

- les moyens financiers,
- le temps à y consacrer,
- la compétence du modéliste.

Ce sont pratiquement les mêmes limites que celles dirigeant la réalisation du réseau miniature lui-même ; pour ce dernier s'y ajoute cependant une autre limite : celle de la place, souvent la plus dramatique ; heureusement le domaine des automatismes n'est pas tributaire de l'encombrement ; en effet 200 à 300 relais avec tous les accessoires et le câblage nécessaires peuvent facilement « tenir » dans une armoire de 1 mètre de largeur, 30 centimètres de profondeur et 2 mètres de hauteur.

Ces limites pratiques (prix, temps, compétence) dépendent bien entendu

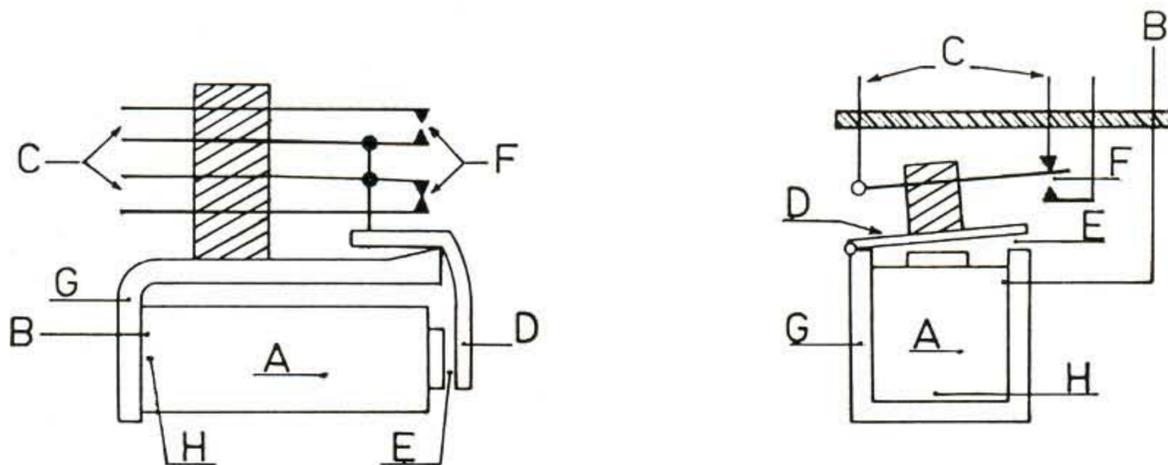


Fig. 71

Un élément capital des circuits d'automatismes : le relais.

A : bobinage B : bornes de sortie du bobinage C : bornes de sortie des contacts  
D : palette E : entrefer F : lames de contact G : armature H : culasse

des possibilités de chacun. Je ne puis malheureusement rien pour les amateurs en ce qui concerne leur temps, mais je voudrais les rassurer au sujet des moyens financiers et de la compétence nécessaires.

### Moyens et compétence des modélistes

Les matériaux utilisés pour les automatismes sont peu onéreux : relais, résistances, condensateurs, voire transistors. En moyenne un contact de relais revient actuellement à deux francs et on peut obtenir pour le prix d'un wagon environ quatre relais, et pour le prix d'une locomotive modeste environ vingt-cinq relais, c'est-à-dire de quoi réaliser pas mal de schémas et d'enclenchements divers. Le facteur « prix » ne constitue donc pas un obstacle.

Enfin les automatismes mettent en œuvre des principes simples et sont à la portée de tout amateur n'ayant aucune connaissance spéciale en électricité. J'ai déjà insisté sur ce point tout au début de cet ouvrage, et j'y reviens car le fonctionnement d'un relais est aisé. Je crois que certains amateurs sont rebutés soit par des schémas avec des traits entrecroisés dans tous les sens et difficilement compréhensibles, soit par des réalisations comprenant de véritables chevelures de fils tout autour de relais, ceux-ci étant placés un peu n'importe où à travers le réseau.

Nous verrons (en passant) des techniques plus compliquées utilisant des transistors ou des transmissions radio, mais ce ne sont là que des exceptions, le reste étant assimilable et utilisable par tous les amateurs. Je conseille seulement aux modélistes non spécialistes des questions électriques d'être prudents et réalistes, c'est-à-dire de proscrire tout bricolage dans la construction du matériel et toute innovation ou adaptation dans la mise en œuvre des automatismes sur leur propre réseau.

### Fonctionnement des relais

Sans m'étendre sur la constitution des relais, je donnerai des indications sur les parties essentielles, notamment sur les bobinages et les circuits électriques. Nous verrons qu'il n'y a là rien de mystérieux ni de compliqué qui puisse rebuter un modéliste.

Sur les relais en *fig. 71*, qui représentent à gauche un relais téléphonique classique, et à droite un relais IBM employé dans les ordinateurs, et qui sont couramment utilisés en modélisme vu leur faible prix, on distingue le bobinage de commande avec ses deux bornes de sortie et les lames de contact qui n'ont aucune liaison électrique avec ce bobinage et qui possèdent chacune leur propre borne de sortie.

Lorsqu'un courant (adapté aux caractéristiques du relais) passe à travers le bobinage de commande, un champ magnétique est créé dans l'entrefer et attire la palette. Le mouvement de celle-ci modifie la disposition des lames les unes par rapport aux autres et par suite commute les circuits qui sont branchés aux bornes de ces lames.

Dans la pratique on désignera souvent le bobinage de commande du relais par le mot « relais » tout seul, et on parlera d'un relais « au repos » ou « désexcité » lorsque le bobinage ne sera traversé par aucun courant. De même on parlera d'un relais « sous tension » ou « excité » ou encore « fermé » lorsque le bobinage sera traversé par un courant tel que la palette change de position.

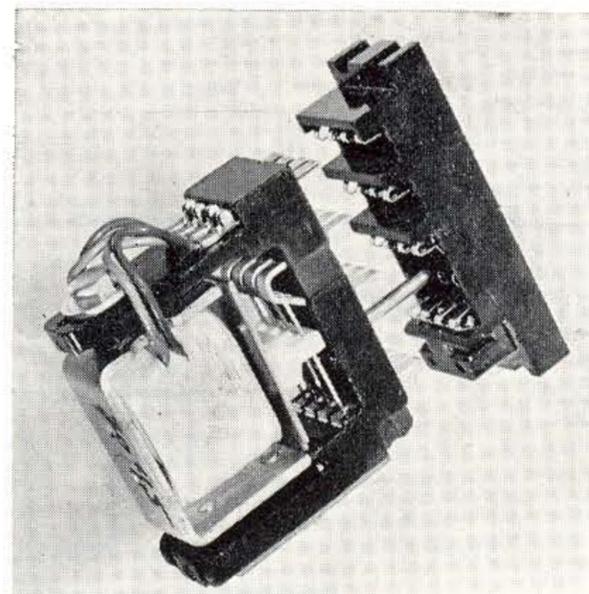
Les lames de contact sont disposées différemment suivant la commutation désirée, soit qu'on désire ouvrir ou fermer un circuit en mettant sous tension le relais. Un contact est appelé « repos » lorsque les deux lames qui le composent se touchent, et ferment par suite un circuit, lorsque le relais n'est pas sous tension. Ces deux lames se détacheront l'une de l'autre, et ouvriront par suite ce circuit, lorsque le relais sera excité.

Au contraire, un contact est appelé « travail » lorsque les deux lames qui le composent sont séparées électriquement et ouvrent par suite un circuit, lorsque le relais n'est pas sous tension. Ces deux lames se toucheront et fermeront par suite ce circuit, lorsque le relais sera excité.

Un contact « inverseur » est constitué de trois lames placées côte à côte ; la lame centrale forme d'un côté contact repos avec la troisième lame, et de l'autre côté contact travail avec la première lame.

En fait, notamment dans le cas de contacts inverseurs, seule la « lame » centrale sera constituée réellement d'une lame souple, les deux autres « lames » étant constituées de segments métalliques rigides. Dans les relais *figurés p. 37*, on a placé à gauche un contact travail et un contact repos, et à droite un contact inverseur.

Un relais, au point de vue électrique, est ainsi constitué d'un bobinage de commande et d'un certain nombre de contacts placés au-dessus ou à côté les uns des autres. Les relais sont à la base des automatismes et sont fréquemment utilisés dans l'établissement des schémas de signalisation et d'enclenchement. Comme il n'est pas possible de représenter chaque fois le relais complet avec tous les détails de construction, on fait appel à des conventions d'écriture.



Relais embrochable IBM à 4 contacts inverseurs et son socle support.

Si le relais ne comporte aucun dispositif spécial, la mise sous tension du bobinage produit immédiatement le mouvement des lames et la commutation des contacts, et inversement, la mise hors tension du bobinage produit immédiatement le mouvement inverse des lames et la commutation inverse des contacts. Or, comme nous le verrons, il est intéressant dans certains automatismes de retarder ce mouvement, notamment lors de la mise hors tension du relais. Ce retard « à l'ouverture » ou « à la retombée » s'obtient soit par adjonction, lors de la fabrication du relais, d'une bague en cuivre dans l'armature, côté culasse, soit par le branchement, en parallèle avec le bobinage, d'un condensateur approprié, l'importance du retard étant plus élevée lorsque la résistance du relais et la capacité du condensateur sont plus grandes.

Il ne sera question dans cet article que des relais à courant continu, alimentés normalement en 24 volts. Pour un relais classique prévu pour un fonctionnement en 24 volts, on peut admettre que la palette sera attirée normalement pour une tension au moins égale à 20 volts, et que le bobinage ne chauffera pas d'une façon exagérée pour une tension au plus égale à 30 V, compte tenu d'un fonctionnement intermittent du relais.

### POUR COMPRENDRE UN SCHÉMA

Les automatismes sont représentés sur le papier par des schémas électriques, où chaque élément figure sous forme conventionnelle. Des graphismes concernant ces éléments sont illustrés sur le tableau de la *page 4*.

Par les derniers exemples précisés en ce tableau, on voit que les contacts d'un ou de plusieurs relais d'un schéma quelconque peuvent avoir des situations très variées.

Ainsi l'alimentation de feux de signalisation par exemple peut être représentée :

- soit en disposant les contacts sous les bobinages des relais respectifs (1<sup>re</sup> méthode) ;
- et l'on obtient le schéma classique donné en fig. 72.

— soit en disposant les contacts à leur emplacement fonctionnel, en indiquant le repère du relais de commande (2<sup>e</sup> méthode)

et le schéma s'en trouve grandement allégé comme le prouve la figure 73.

J'insiste sur le fait que les deux dessins ci-dessous représentent tous les deux le même fonctionnement pratique et le même câblage ; seule la représentation graphique est différente. On voit nettement les avantages de la

deuxième méthode : clarté du schéma due à une filerie moins importante, élimination des risques d'erreur de lecture et de reproduction, vérification aisée des circuits. Ces avantages augmentent avec la complexité intrinsèque des schémas. Cette deuxième méthode de représentation sera donc presque exclusivement utilisée dans cet ouvrage ; exceptionnellement les deux méthodes seront données conjointement notamment pages 69 et 70.

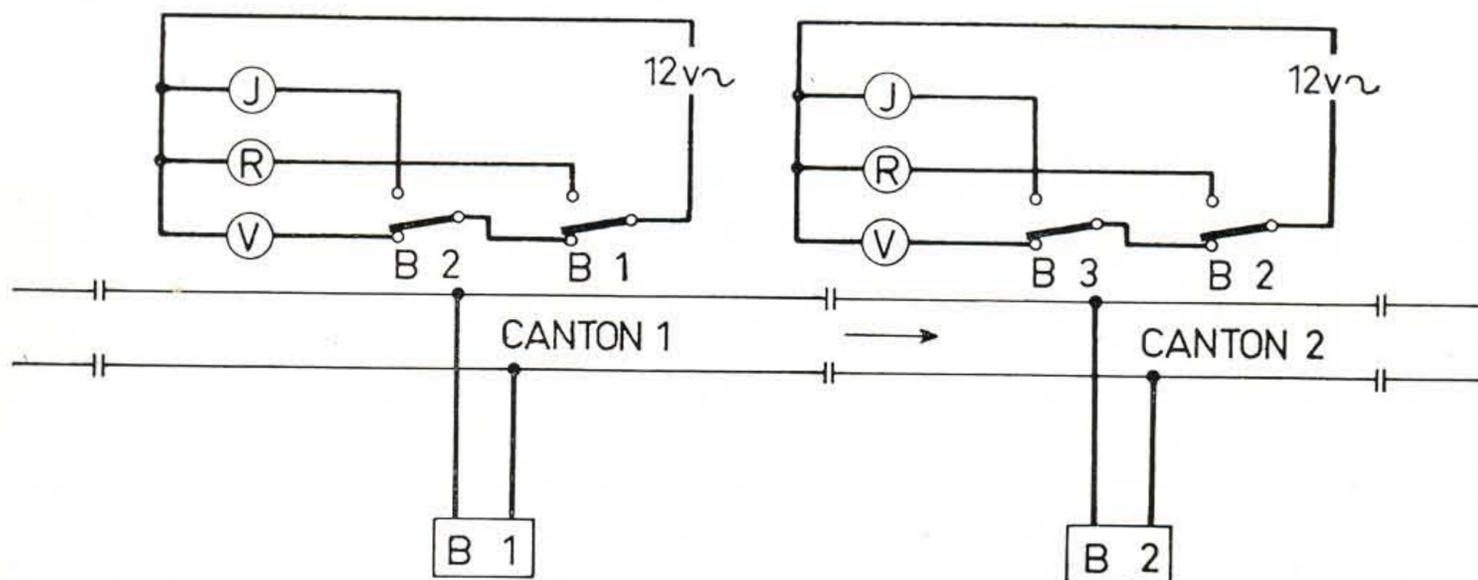
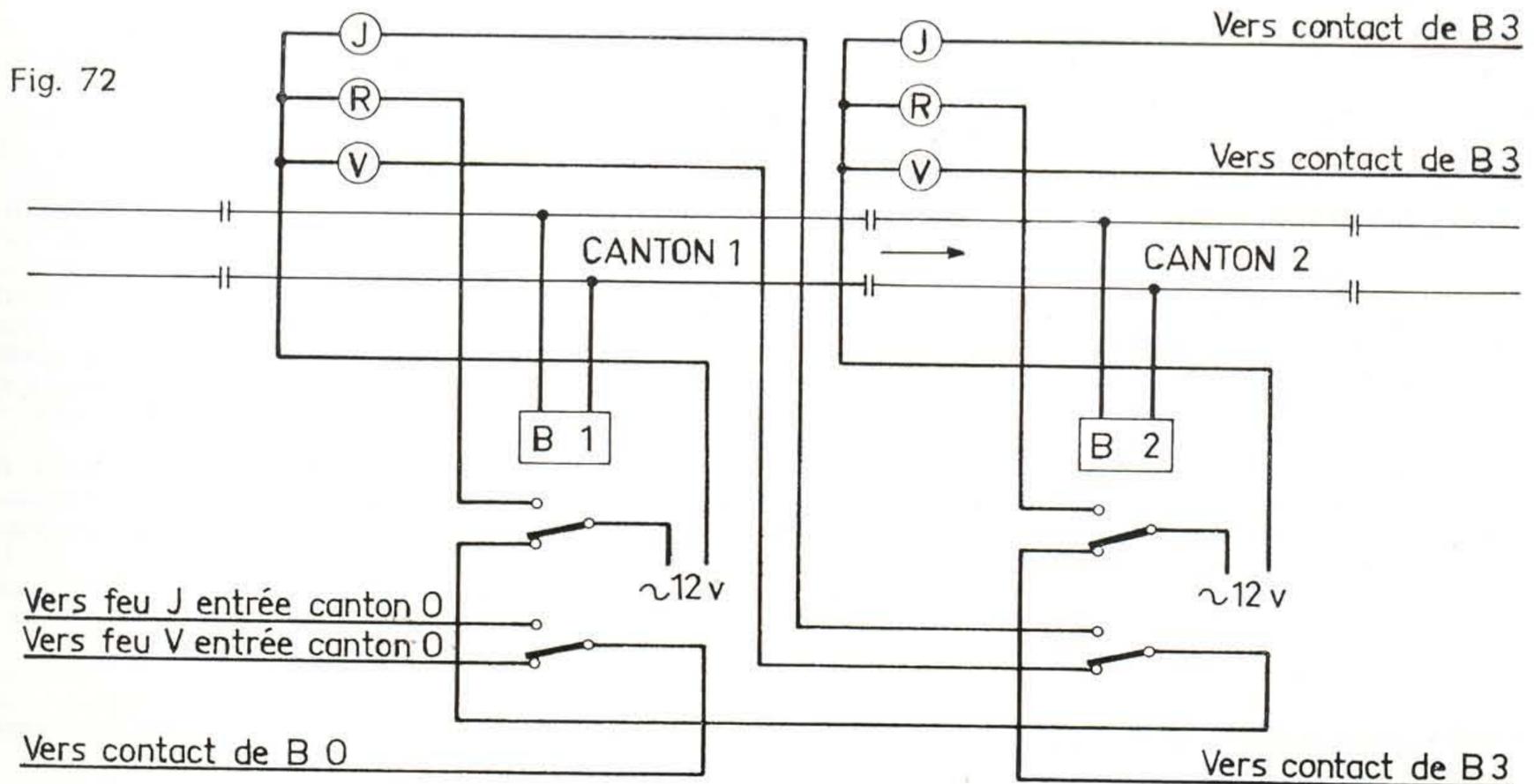


Fig. 73

Nota : l'alimentation des relais est fictive

**RELAIS NON EXCITÉ :**



**RELAIS EXCITÉ :**

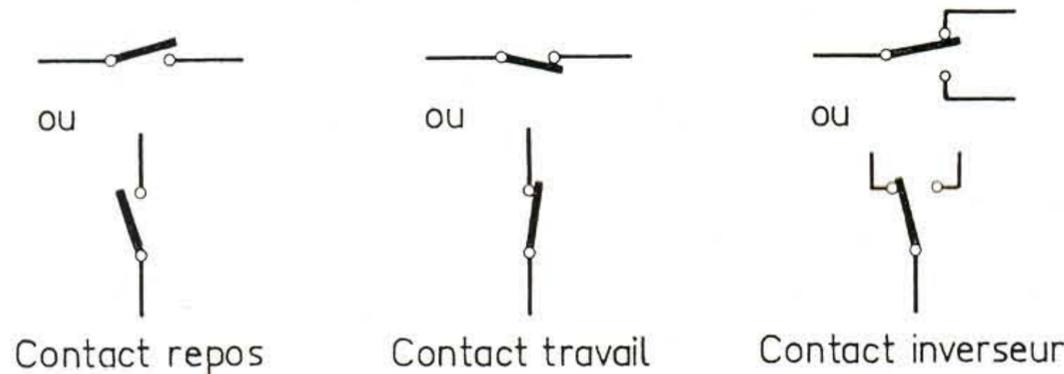


Fig. 74

Pour bien comprendre un schéma, l'essentiel est de se rappeler la position des lames de contact suivant que le relais est ou n'est pas excité, comme ci-dessus.

Sauf indications contraires, les schémas seront toujours représentés avec les relais non excités. Ainsi, dans

l'exemple de signalisation représenté plus haut, les feux verts à l'entrée du canton 1 et du canton 2 sont seuls allumés. Si le relais B2 est excité (par exemple train dans le canton 2) le feu rouge à l'entrée du canton 2 et le feu jaune à l'entrée du canton 1 s'allument, et les autres feux s'éteignent.

Enfin les circuits d'alimentation du bobinage du relais et les circuits des contacts de ce relais ne sont pas forcément séparés ; on peut le constater dans les deux exemples ci-dessous qui présentent par ailleurs des applications pratiques des relais.

**1° Autoalimentation des relais (fig. 75)**

Lorsqu'on appuie sur le bouton-poussoir A (à fermeture), le relais R est excité, le contact travail (1) se ferme et le relais R reste excité même si on n'appuie plus sur A ; on a ainsi un circuit d'autoalimentation ; cette autoalimentation est supprimée en appuyant sur le bouton-poussoir B (à ouverture).

**2° Relais-Disjoncteur (fig. 76)**

Si un court-circuit se produit entre les deux fils côté « utilisation », la tension aux bornes du relais devient insuffisante pour maintenir l'attraction de la palette. Le contact travail du relais retombe et le circuit d'utilisation est coupé. On a donc le même fonctionnement qu'avec un disjoncteur classique, le court-circuit éliminant le câblage situé à l'aval du relais-disjoncteur, sans perturber celui situé à l'avant.

Le bouton-poussoir A sert à fermer le relais-disjoncteur, par exemple après le déclenchement et élimination de la cause du court-circuit.

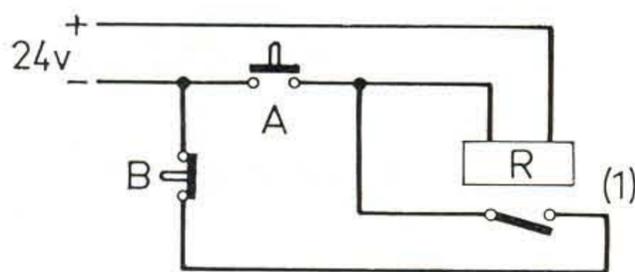


Fig. 75

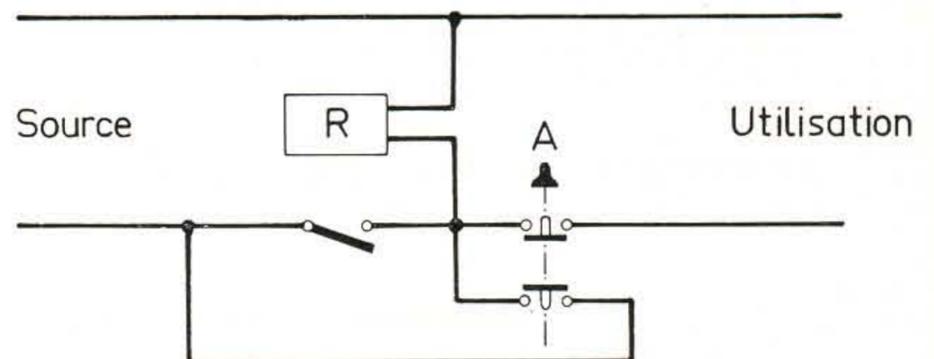


Fig. 76

**COMMENT RETARDER L'ACTION D'UN RELAIS**

**AU DÉCOLLAGE**

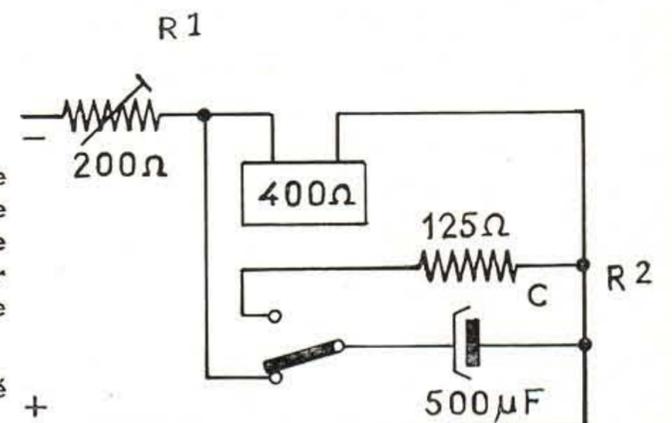
De la valeur du condensateur C (chimique) et de celle du bobinage du relais dépend le délai de retombée de ce dernier (en général 500 mF sous 25 V conviennent dans la plupart des cas).



**AU COLLAGE**

La valeur de R 1 est trop faible pour que le relais colle instantanément, le relais colle seulement lorsque C a accumulé une charge suffisante. A ce moment le condensateur est déchargé au travers de R 2 et se trouve prêt pour un nouvel appel.

Valeur de R 1 : dépend du délai désiré et de la valeur du bobinage relais.



## Automatismes à la S.N.C.F.

Le réalisme de la signalisation et des automatismes doit être aussi grand que celui des formes et des échelles pour le matériel. Il est donc indispensable de connaître ce qui se passe à ce sujet dans les chemins de fer réels, pour pouvoir le transposer convenablement au modélisme.

Il sera question uniquement des techniques mises en œuvre à la S.N.C.F., mais les principes des circuits de voie et des enclenchements sont valables dans tous les chemins de fer, seules changent les conventions concernant la signalisation. Par ailleurs il ne sera pas fait mention des signaux mécaniques, ces réalisations intéressant généralement peu de modélistes et ne présentant de toute façon aucune difficulté de principe.

Les problèmes de sécurité et de signalisation qui se posent dans l'exploitation des chemins de fer sont notamment :

— 1° L'espacement des trains, problème très général qui intéresse aussi bien la double voie que la voie unique, la pleine voie que la traversée des gares et dont les solutions permettent d'éviter le rattrapage de deux trains circulant sur la même voie, dans le même sens.

— 2° La sécurité en voie unique, qui intéresse plus particulièrement les installations permanentes de voie unique et dont les solutions permettent d'éviter la rencontre de deux trains circulant en sens inverse sur la même voie.

— 3° La protection des aiguillages, qui vise à interdire le franchissement par un mouvement d'une aiguille en position défectueuse, ainsi que la manœuvre d'une aiguille pendant le passage d'une circulation.

— 4° Les automatismes dans les gares, qui permettent de faire circuler le maximum de convois dans le minimum de temps et avec le minimum de place,

tout en interdisant la prise en écharpe de deux trains.

Ces divers problèmes se sont posés dès la naissance du chemin de fer et, dès l'origine, des solutions partielles y ont été apportées. Progressivement, sous la pression des besoins accrus du trafic et à l'aide de techniques spécialement élaborées, des solutions de plus en plus complètes ont été appliquées. Pour les modélistes fervents du matériel type « ancêtre », je signale, pour leur éviter toute erreur d'anachronisme, que quelques signaux mécaniques et des postes d'aiguillage à enclenchements mécaniques existaient dès le XIX<sup>e</sup> siècle (systèmes Lartigue et Saxby), mais que les transmissions électriques datent de 1900, le contrôle

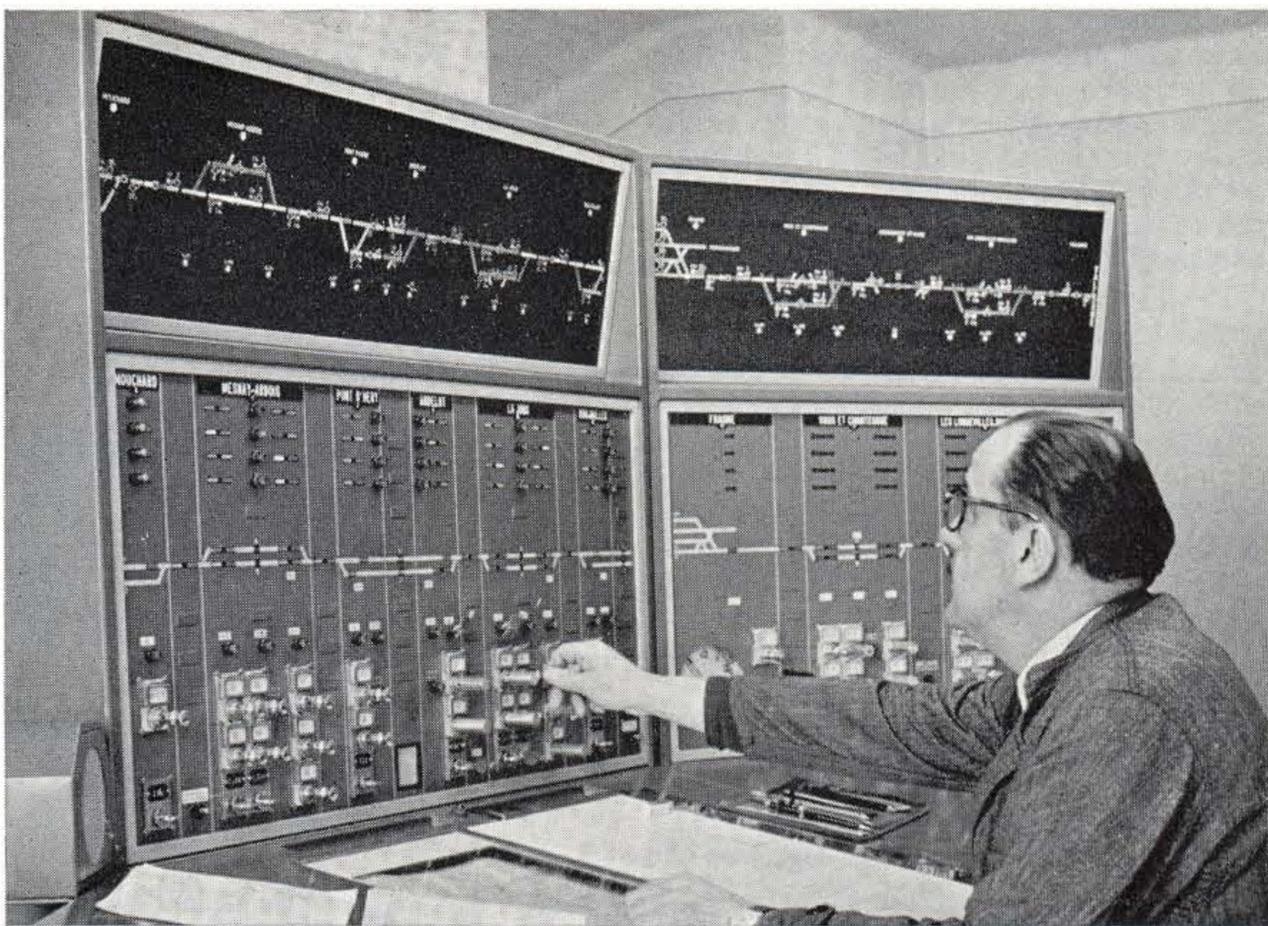
des aiguilles de 1910, le block automatique lumineux de 1924 seulement.

Il convient de rappeler les deux règles fondamentales qui caractérisent la qualité des installations de signalisation et de sécurité :

— 1° Une défaillance ou une avarie dans les appareils ou les circuits ne doit pas se traduire par un incident contraire à la sécurité.

— 2° Les installations de signalisation et de sécurité doivent être aussi simples que possible (ceci est d'ailleurs tout à fait relatif, mais encore plus vrai en modélisme).

★



Le poste de commande centralisée de la ligne Mouchard-Vallorbe.

## LE BLOCK AUTOMATIQUE

Sur les lignes à trafic intense, l'espacement entre les trains successifs est réduit au maximum afin d'assurer à tout moment un débit convenable des circulations. Des tronçons de voie de longueur relativement faible — ou cantons — ont été prévus, et les opérations de cantonnement sont assurées par les trains eux-mêmes, d'où le nom de « block automatique ».

Je donne, dans le schéma ci-dessous, le principe d'alimentation des feux. On voit que les relais sont normalement excités en l'absence de trains et que la présence d'un essieu métallique fait désexciter le relais et apparaît le feu rouge à l'entrée du canton. Une avarie dans l'alimentation des relais provoque donc un dispositif de sécurité.

Les caractéristiques principales du block automatique « unifié » sont les suivantes :

— Les indications données par les signaux lumineux sont commandées automatiquement en fonction de l'état d'occupation des cantons ; toutefois, certaines d'entre elles (signal carré, œillette de franchissement) sont tributaires de manœuvres manuelles d'organes de sécurité.

— La protection automatique des circulations est assurée par l'indication « sémaphore » (feu rouge), mais cette indication ne commande pas l'arrêt : la présence en dessous du signal d'un œillette de franchissement allumé permet la marche à vue.



Signal de block de pleine voie du type unifié. La plaque " F " commande au mécanicien de se comporter comme en présence d'un sémaphore fermé, lorsque le panneau affiche le feu rouge et que l'œillette est éteint. ( F = franchissable ).

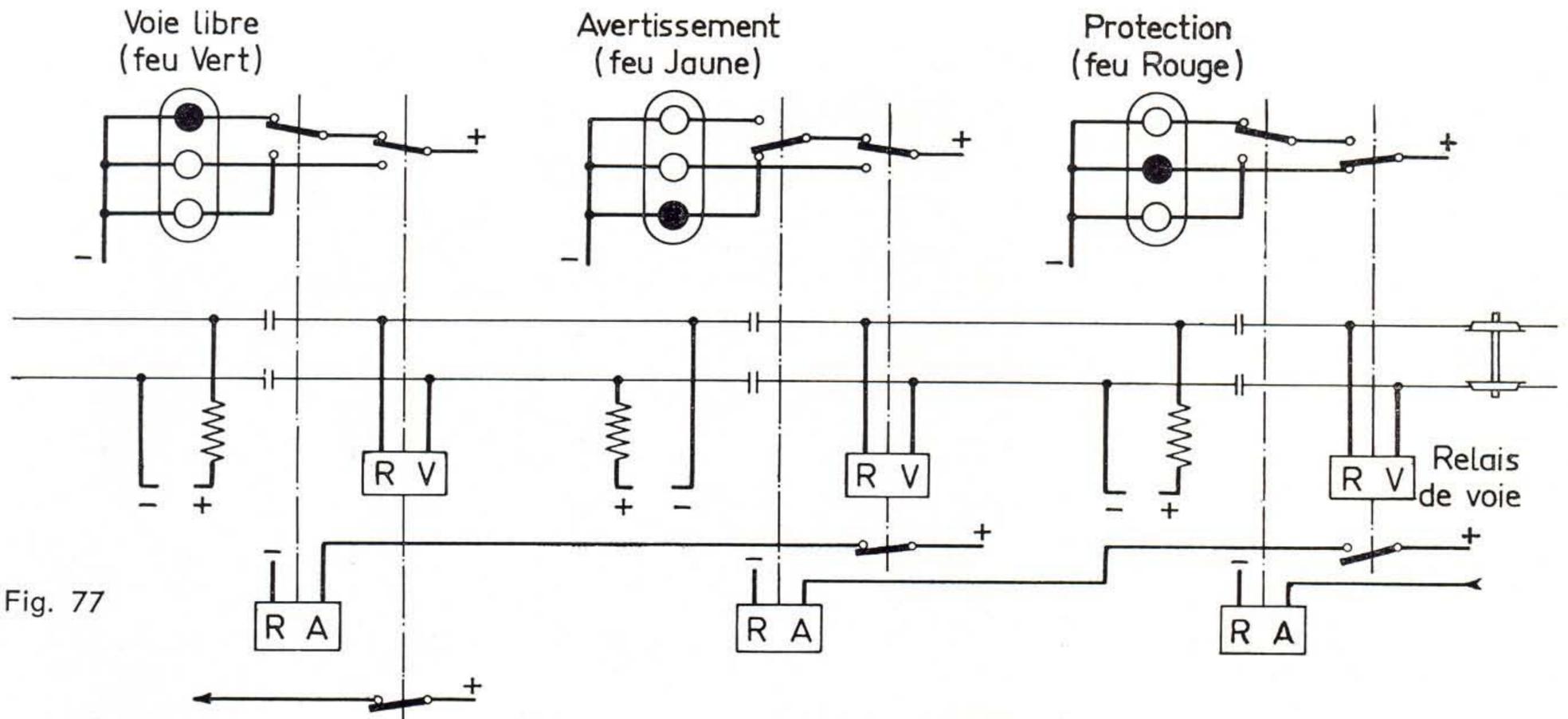


Fig. 77

Schéma de principe du block système SNCF : En shuntant les deux files de rail d'une section de voie, ou canton, les essieux d'un convoi provoquent la désexcitation du relais de voie qui en tombant donne le feu rouge à l'entrée du canton considéré et libère de même le relais d'avertissement (RA) du canton précédent.

— Les panneaux non susceptibles de présenter l'indication « carré » (deux feux rouges) comportent une plaque « F » (franchissable) fixe. Ceux susceptibles de présenter l'indication « carré » comportent une plaque « Nf » (non franchissable) fixe.

— En dehors des cas de protection d'aiguille, que nous verrons plus loin, l'indication « carré » peut être utilisée en block de pleine voie, notamment dans le cas de canton-tunnel, et signifie alors l'arrêt absolu.

— L'extinction d'un panneau entraîne automatiquement son annonce à l'amont (avertissement) et doit être considérée comme si le feu rouge était allumé.

— La répétition des signaux est assurée sur les machines au moyen du crocodile, placé à 15 m en amont du panneau.

— Un détonateur est associé aux panneaux susceptibles de présenter l'indication « carré ». Ce détonateur, actionné par une pédale située au droit du signal dans le cas où un train franchirait ce signal allumé au « carré », est implanté à 20 m en aval du signal.

— La longueur des cantons varie en moyenne de 1 200 à 1 800 m.

— Le signal protégeant un canton est implanté entre 12 et 18 m à l'amont de l'entrée de ce canton.

### LA SÉCURITÉ EN VOIE UNIQUE

Deux cas généraux peuvent se présenter, suivant que l'on a affaire à une voie unique assez longue entrecoupée par des gares comportant des aiguillages de dédoublement avec voie di-

recte et voie d'évitement, ou que l'on a affaire à une voie banalisée de faible longueur, située dans une zone de gare ou constituant un tronçon commun à deux lignes à double voie.

Dans le premier cas, le mouvement des trains nécessite des opérations de cantonnement, comprenant :

— Le « test » qui permet de vérifier, avant le départ d'un train, que le sémaphore en sens opposé de la gare suivante est fermé et que la voie est libre.

— « L'annonce », après le départ du train, qui bloque le sémaphore et prévient la gare suivante.

— « La reddition », qui prévient la gare précédente du dégagement d'un canton, et libère le sémaphore.

Bien entendu, les indications qui précèdent n'ont pas la prétention de résumer exactement le block manuel unifié de voie unique, assez complexe, mais seulement de permettre aux modélistes de se faire une idée à ce sujet.

Dans le second cas (voie banalisée), une portion de voie comporte une possibilité d'accès par ses deux extrémités opposées ; l'ouverture des signaux d'accès à cette portion de voie est subordonnée à un enclenchement particulier destiné à interdire l'envoi de deux mouvements l'un vers l'autre. C'est « l'enclenchement de sens ».

Cet enclenchement permet l'ouverture d'un signal si la voie banalisée est libre et si le signal opposé est fermé ; il empêche la réouverture de ce signal tant que la voie est occupée et tant que le signal opposé reste ouvert.

Dans certains cas, notamment lors-

que la portion de voie commune est une voie à quai, il est intéressant de permettre des manœuvres pendant la présence d'un train (mise en tête de machine par exemple) ; on a alors un « enclenchement de nez à nez ».

### LA PROTECTION DES AIGUILLAGES

Avant de permettre à un train de franchir une aiguille, il importe que l'aiguilleur ait les moyens d'obtenir l'assurance que cette aiguille a correctement obéi à l'action de son levier de commande. Les aiguilles manœuvrées à pied d'œuvre ne sont pas habituellement contrôlées. Par contre, pour les aiguilles commandées à distance, il existe deux modes de contrôle :

— Le « contrôle indicatif » ou « contrôle d'entrebaillement » est constitué par une sonnerie qui tinte depuis l'amorce de la translation des lames jusqu'au collage effectif.

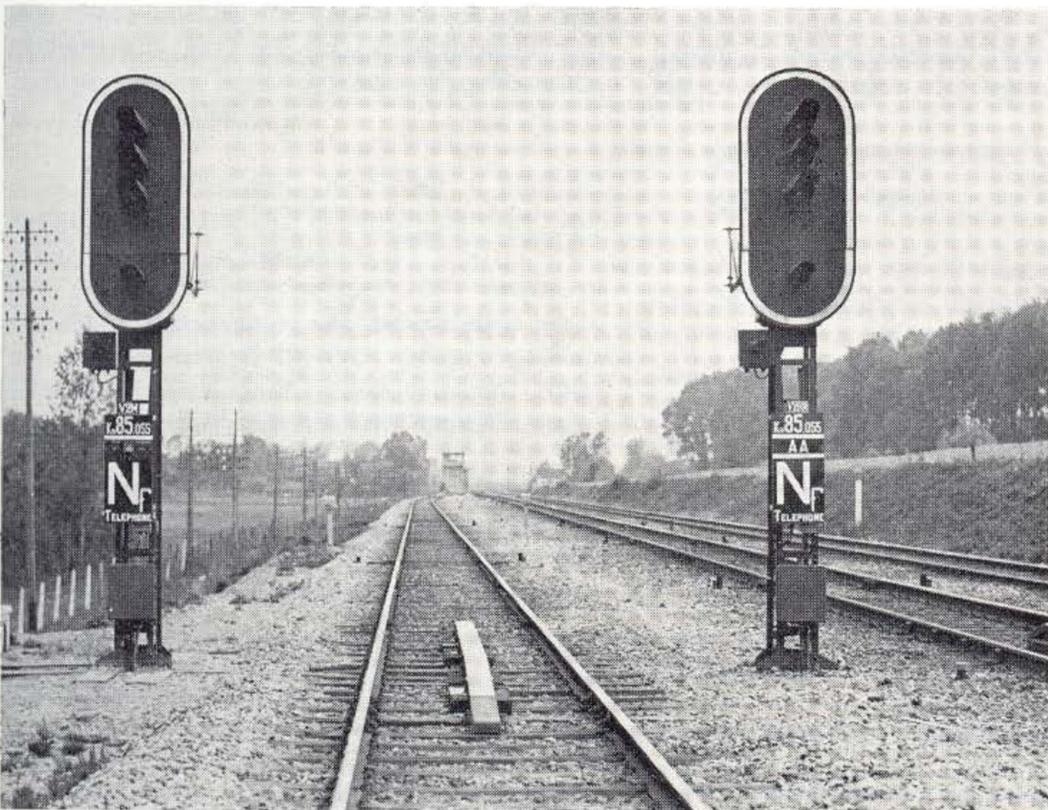
— Le « contrôle impératif » est plus rigoureux ; il interdit matériellement l'ouverture du signal qui protège l'aiguille si les conditions ci-dessous ne sont pas réalisées :

- concordance de la position de l'aiguille sur le terrain avec celle de son organe de commande ;
- collage effectif d'une lame au rail ;
- décollage effectif de la lame opposée ;
- verrouillage effectif, le cas échéant.

Par ailleurs, l'aiguilleur doit manœuvrer à bon escient les différents leviers des signaux et des aiguilles dont il assure le service. Pour une aiguille manœuvrée à pied d'œuvre ou dans un poste simple, l'aiguilleur peut se rendre compte rapidement et visuellement que sa manœuvre peut s'effectuer sans risque pour la sécurité. Il n'en est pas de même dans une grande gare, où les conditions dans lesquelles un train peut franchir une aiguille sans risque sont matérialisées par des dépendances mécaniques ou électriques appelées « enclenchements ».

Il ne sera pas question des enclenchements mécaniques, difficiles à réaliser en modélisme et peu à peu remplacés à la S.N.C.F. par les enclenchements électriques.

Lorsque l'aiguille est isolée, l'enclenchement est réalisé en interdisant sa manœuvre tant qu'un train ou un wagon n'a pas complètement dégagé une zone située de part et d'autre de l'aiguille protégée par le signal ou les signaux d'entrée. Lorsque les aiguilles sont groupées, il est constitué des itinéraires qui relient les voies entre elles à travers plusieurs aiguilles, par exemple dans une gare les itinéraires relient les lignes aux voies à quai et inversement ; les enclenchements font partie des automatismes dans les gares.



Clichés  
S.N.C.F.

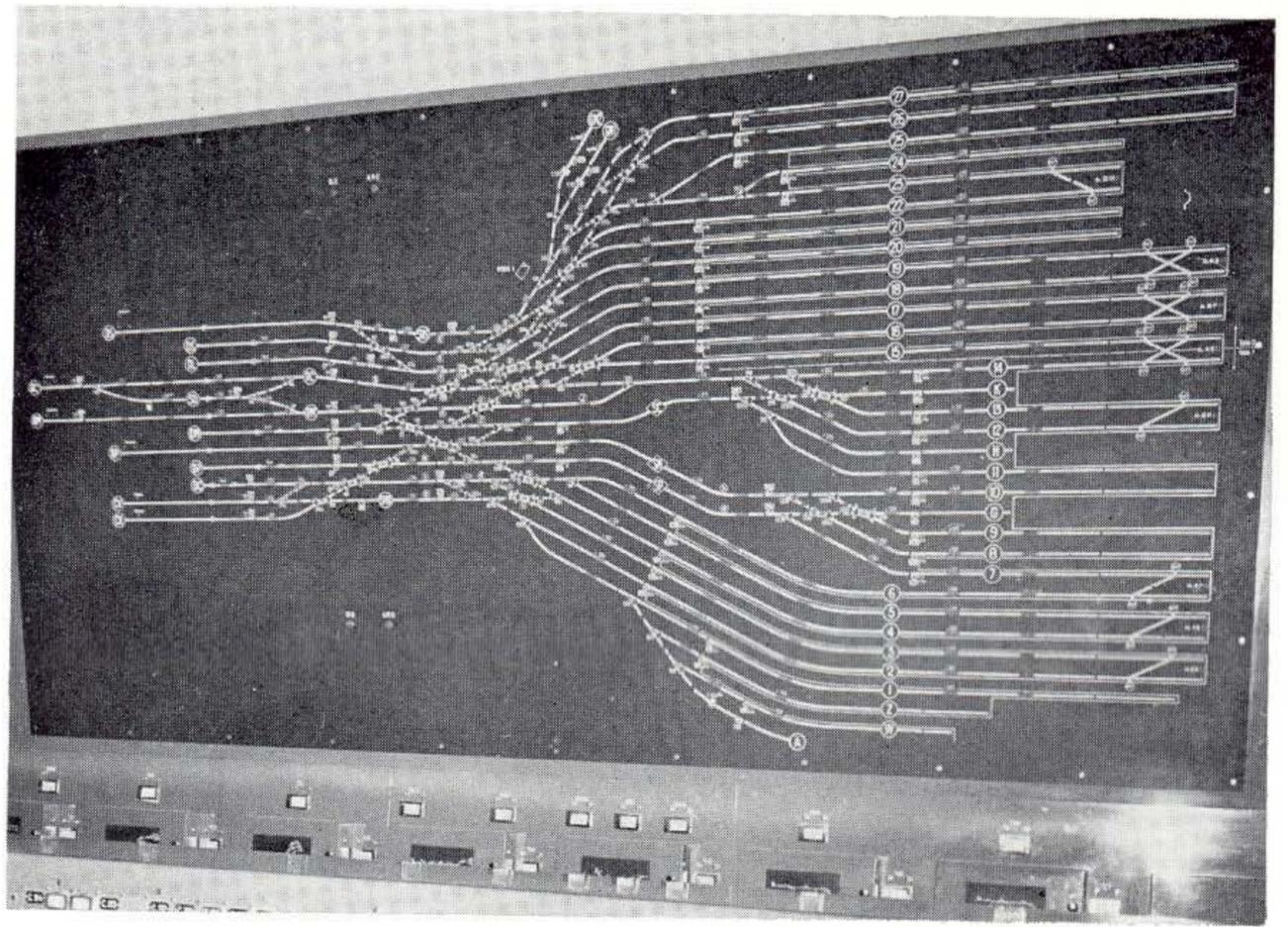
Les crocodiles destinés à assurer la répétition des signaux à bord des machines sont parfaitement visibles sur ce cliché. A noter l'indication NF (non franchissable) contrairement au panneau de la page précédente.

## LES AUTOMATISMES DANS LES GARES

Dans les postes d'aiguillage dits « tout relais » parce que les diverses conditions de sécurité sont réalisées au moyen de relais, des enclenchements d'incompatibilité sont réalisés entre les différents itinéraires afin d'éviter que des circuits mettant en œuvre les mêmes aiguilles dans des positions différentes puissent être commandés en même temps.

Les itinéraires sont commandés par l'aiguilleur et peuvent soit être maintenus après le passage du train (tracé permanent) soit être supprimés dès la sortie du train (destruction automatique). Par ailleurs des itinéraires peuvent être « enregistrés » pendant la réalisation d'autres itinéraires, et s'enclenchent automatiquement dès que les conditions de sécurité sont réunies.

Une notion très importante est celle des enclenchements de transit et d'approche. L'enclenchement de transit interdit, après le franchissement du signal d'entrée d'un itinéraire par un train, toute modification dans la position d'une aiguille quelconque de la zone dite de « transit ». Cette zone couvre généralement l'ensemble des aiguilles de l'itinéraire ; dans certains cas de gares très longues, les aiguilles d'un même parcours sont groupées en deux itinéraires mis bout à bout et indépendants. Le transit peut être « rigide » (poste PRA) si tous les aiguillages de l'itinéraire sont enclenchés en même temps puis libérés en même temps, ou « souple » (poste PRS) si tous les aiguillages de l'itinéraire sont enclenchés en même temps mais sont libérés l'un après l'autre dès que le dernier essieu de la circulation les a dépassés. Ce dernier dispositif a de



La table de commande et le T.C.O. du poste P.R.S. de la gare du Nord à Paris. Un seul aiguilleur peut contrôler 500 itinéraires différents à partir de ce poste.

gros avantages, en effet chaque aiguille libérée peut participer à un autre itinéraire sans attendre le dégagement complet du premier itinéraire par le train. Le gain de temps peut être important surtout en période de pointe, et les postes PRS équipent maintenant presque toutes les grandes gares (629 itinéraires à Paris-Est).

L'enclenchement d'approche a pour but d'immobiliser un itinéraire établi

dès qu'un mouvement approche de l'avertissement du signal carré d'entrée de cet itinéraire. On immobilise ouvert le carré d'entrée de l'itinéraire par l'occupation de la zone d'approche. Cette zone d'approche commence à l'origine du canton précédent le signal d'avertissement et se termine au signal carré. Cet enclenchement est annulé par la fermeture du signal carré ou par l'occupation de la voie qui suit la zone d'approche.



## Block automatique

### AUTOMATISMES EN MODELISME FERROVIAIRE

Ainsi que je l'ai exposé, les automatismes en modélisme ferroviaire consistent : d'une part à copier les fonctionnements automatiques d'un réseau réel, d'autre part à remplacer les hommes du réseau réel placés dans les postes d'aiguillages et dans les locomotives.

Ces deux objectifs simultanés provoquent en fait la mise en œuvre de techniques totalement différentes de celles rencontrées dans les chemins de fer réels. Il ne peut être question seulement d'« adapter » les automatismes, mais on doit faire face à des obstacles nouveaux :

— Le « courant traction » joue un grand rôle en modélisme alors qu'il ne pose aucun problème (à part l'influence sur les circuits de voie) dans les chemins de fer réels, où la traction est indépendante des autres phénomènes de l'exploitation.

— Le mécanicien « réel » n'obéit qu'aux signaux qu'il voit devant lui, ainsi qu'à des consignes d'exploitation ; ses réactions (ralentissement, arrêt et surtout démarrage) se produisent avec un certain retard et avec progressivité ; il y aura lieu d'en tenir compte dans la mesure du possible en modélisme.

— L'inertie due au poids du train « réel » n'est pas respectée en modélisme ; il y aura lieu d'y remédier par des artifices d'automatismes.

— Toutes les locomotives « réelles » sont indépendantes et comportent des réglages de vitesse autonomes ; par ailleurs la double ou multiple traction est réalisable ; il y aura lieu d'essayer d'adapter ces possibilités en modélisme.

— L'intensité lumineuse des diverses

ampoules des trains réels est constante (signaux, fanaux des locomotives, éclairage des wagons) et indépendante de la traction ; ce sera également un problème nouveau en modélisme.

En résumé, le but essentiel sera l'indépendance apparente des trains vis-à-vis des automatismes. On cherchera à donner l'impression que les trains n'obéissent pas aux relais comme des robots, mais qu'un cerveau est dans chaque locomotive pour répondre aux ordres reçus avec le maximum de réalisme.

Le block automatique de pleine voie sera traité en détail dans les chapitres qui suivent. Les automatismes annexes et dérivés (protection des aiguillages, voie banalisée, automatisme en gare, etc...) seront exposés dans le fascicule 2.

La commande indépendante de plusieurs trains sur un même circuit fera l'objet d'un chapitre spécial " commande centralisée ".

### 1° GÉNÉRALITÉS SUR LE BLOCK AUTOMATIQUE

Ce chapitre sur le block automatique (ou plutôt sur les blocks automatiques car il y en a un grand nombre de connus et encore plus d'inconnus) sera assez approfondi afin que chaque modéliste puisse trouver le système qui lui convient le mieux et dont il a déjà entendu parler. Cette question est en effet la « pierre d'achoppement » de la plupart des réseaux.

De très nombreuses solutions ont été proposées et diffèrent suivant

- le degré de réalisme désiré ;
- l'importance des moyens mis en œuvre ;
- le système d'alimentation de la voie en courant traction ;

— l'utilisation d'artifices sur la voie (pédales, crocodiles, etc.).

Dans les différents cas il existe plusieurs solutions valables ; il n'est pas possible de jeter l'anathème sur telle ou telle méthode, mais il y aura lieu avant tout d'éviter deux pièges consistant :

— l'un à instaurer un système très compliqué (par exemple avec de nombreux relais, ou des transistors) donnant un réalisme insuffisant vis-à-vis des moyens mis en œuvre (ainsi le fonctionnement de l'œilleton de franchissement ne présente que peu d'intérêt en modélisme) ;

— l'autre à « créer » un « nouveau » système paraissant sensationnel, mais qui en fait ne « marche » que neuf cas sur dix ; je reçois très souvent des lettres d'amateurs me proposant des schémas de block automatique qu'ils viennent de trouver, qui sont apparemment fort séduisants, mais dont malheureusement l'application provoquerait des catastrophes ferroviaires pour certaines positions des trains.

Nous distinguerons les blocks automatiques basés sur le principe du « circuit de voie », et ceux qui utilisent d'autres procédés, étant entendu que le « circuit de voie » est un circuit électrique de signalisation qui alimente le relais de fonctionnement du block automatique (relais de voie) et qui se referme par les rails de roulement à travers le moteur de la locomotive et les essieux des wagons (essieux métalliques pour la voie « 3 rails » et résistances incorporées pour la voie « 2 rails ») ; nous envisagerons également des perfectionnements, notamment le ralentissement, vis-à-vis de ces blocks automatiques de base qui seront exposés avec deux feux de signalisation vert et rouge seulement par simplification.

✱

## 2° BLOCK AUTOMATIQUE SANS CIRCUIT DE VOIE

Ces systèmes mettent en œuvre des crocodiles ou pédales de façon à signaler le passage d'un matériel roulant muni d'un doigt ou lame de contact ; nous verrons également les systèmes à contacts magnétiques, mais il ne sera pas question des dispositifs utilisant la radio, ceux-ci étant beaucoup trop compliqués et onéreux vis-à-vis des résultats.

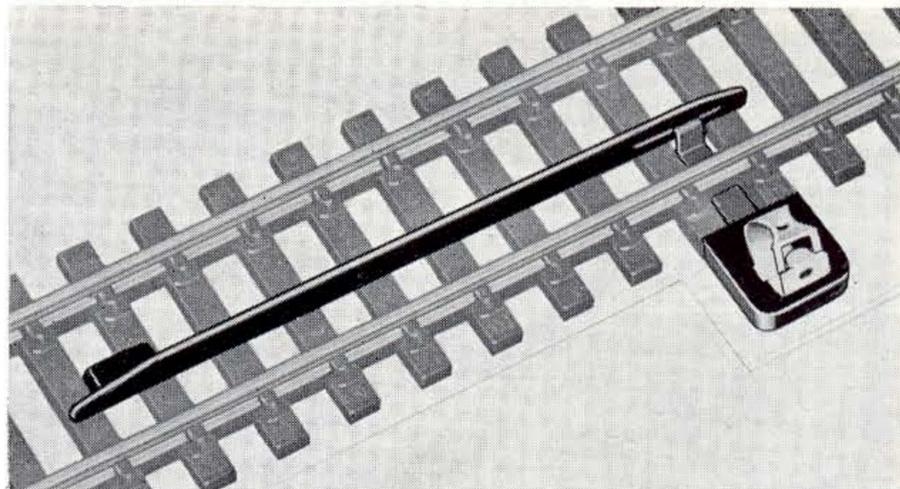
### a) Système simplifié

En utilisant un relais à noyau plongeur avec deux enroulements, dont le modèle est actuellement largement diffusé dans le commerce modélisme par plusieurs marques, un seul crocodile ou pédale manœuvré par la locomotive assure les commutations nécessaires, comme indiqué en *figure 78*.

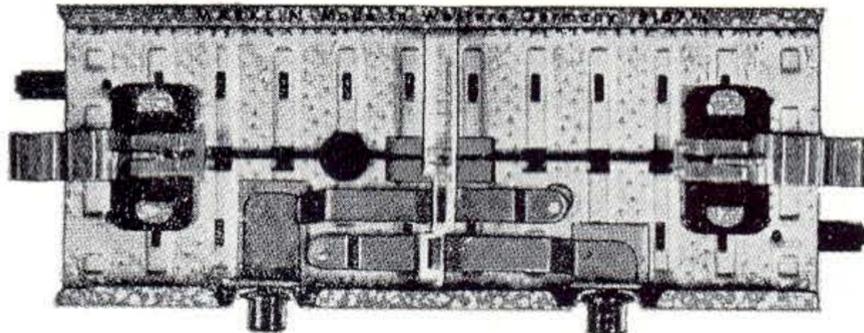
Ce système convient aussi bien pour la traction « 2 rails » que pour la traction « 3 rails » et paraît séduisant par sa simplicité. Chaque relais possède deux contacts inverseurs, l'un pour la traction, l'autre pour la signalisation ; il suffit d'une impulsion de courant dans une des deux bobines pour faire changer de position aux contacts ; il y a deux positions possibles, toutes les deux stables.

Une locomotive passant sur un crocodile excite à la fois la bobine 1 du relais du canton intéressé et la bobine 2 du relais du canton précédent. Le mouvement du noyau plongeur sous l'attraction de la bobine 1 allume le feu rouge et coupe le courant traction dans la zone « arrêt » ; par ailleurs le mouvement du noyau plongeur sous l'attraction de la bobine 2 allume le feu vert et rétablit le courant traction dans la zone « arrêt ».

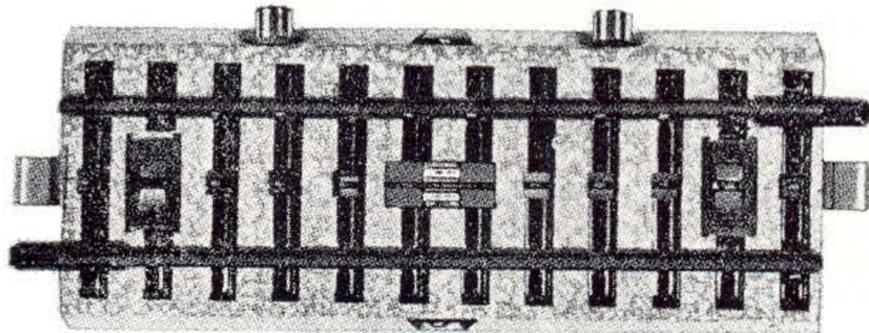
Crocodile de commande Fleischmann qui peut être installé en tout point de la voie. Un frotteur disposé sous les locomotives (ou véhicules) établit le contact et assure ainsi les commutations nécessaires.



Rail de commande Märklin permettant des actions diversifiées suivant le sens de marche des trains.



Avec ces deux systèmes le contact est établi tant que le véhicule assurant la commande reste présent sur le crocodile (ou la pédale). Il convient de se méfier des risques de détérioration des appareils intéressés qui ne pourraient pas supporter la tension de commande pendant des périodes prolongées (cas des solénoïdes, voir page 23).



Cependant ce système, bien que très répandu, présente de gros inconvénients :

— La présence du crocodile sur la voie n'est pas très esthétique, et de toute façon son utilisation pour le block le neutralise pour d'autres com-

mandes (éclairage indépendant, fumée, etc.).

— Les relais sont commandés par la locomotive qui seule possède le doigt de contact nécessaire ; de ce fait le crocodile est placé assez loin en aval du signal de façon à protéger norma-

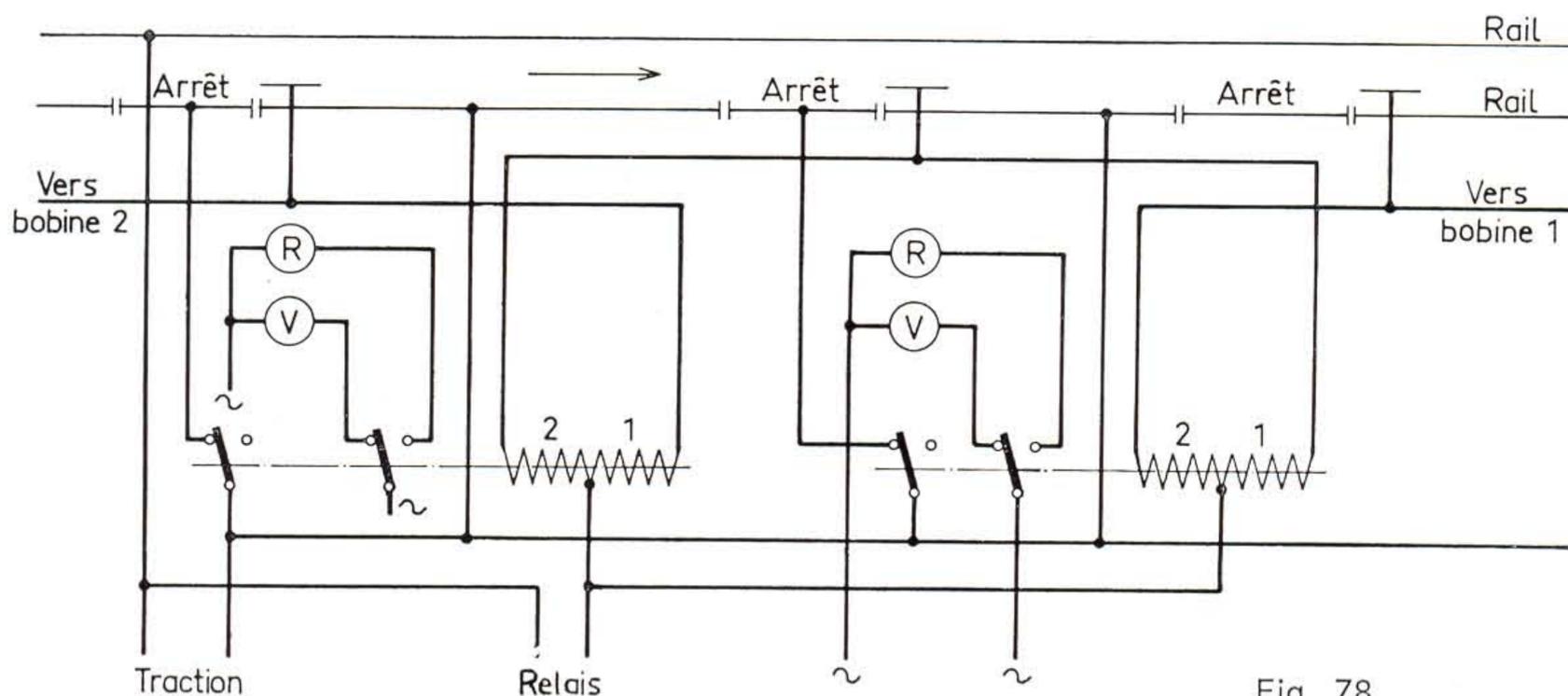


Fig. 78

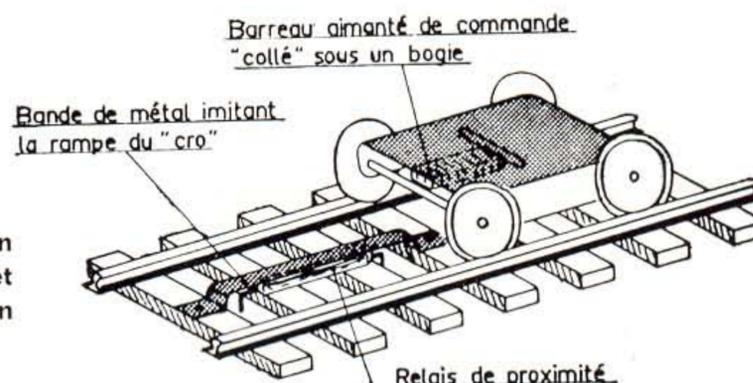
lement un train assez long, mais le signal restera allumé au vert pendant un certain temps après le franchissement du train.

— On peut placer deux crocodiles au lieu d'un par canton, de façon à exciter par le premier crocodile la bobine 1 du relais dès l'entrée d'un train dans le canton et à exciter par le deuxième crocodile la bobine 2 du relais du canton précédent lorsque le train a complètement dégagé le canton précédent, mais c'est une amélioration illusoire ; en effet, dans le cas d'une locomotive haut-le-pied, celle-ci ne donnera pas assez tôt l'impulsion de courant au relais du canton précédent pour allumer le feu vert et de ce fait deux signaux allumés au rouge pourront se succéder même si la locomotive n'occupe en fait qu'un seul canton, ce qui est contraire à la signalisation S.N.C.F.

signalisation et de décrochage des wagons en disposant des doigts de contact distincts dans la locomotive et dans le fourgon de queue. Ces doigts agiront chacun sur des crocodiles différents sur la voie ; celui de la locomotive agira sur les bobines 1 des relais (allumage feux rouges et coupure traction), et celui du fourgon de queue agira sur les bobines 2 des relais (allu-

### c) Utilisation de relais magnétiques

On peut remplacer le crocodile et le doigt de commande traditionnels par un relais magnétique à contact momentané, en plaçant ce relais dans la voie sous le travelage et un aimant (dimensions environ  $2 \times 1 \times 0,5$  cm) dans chaque locomotive (voir fig. 81 et dessin ci-dessous).



Principe de l'installation d'un relais magnétique sur la voie et de l'aimant de commande sur un véhicule.

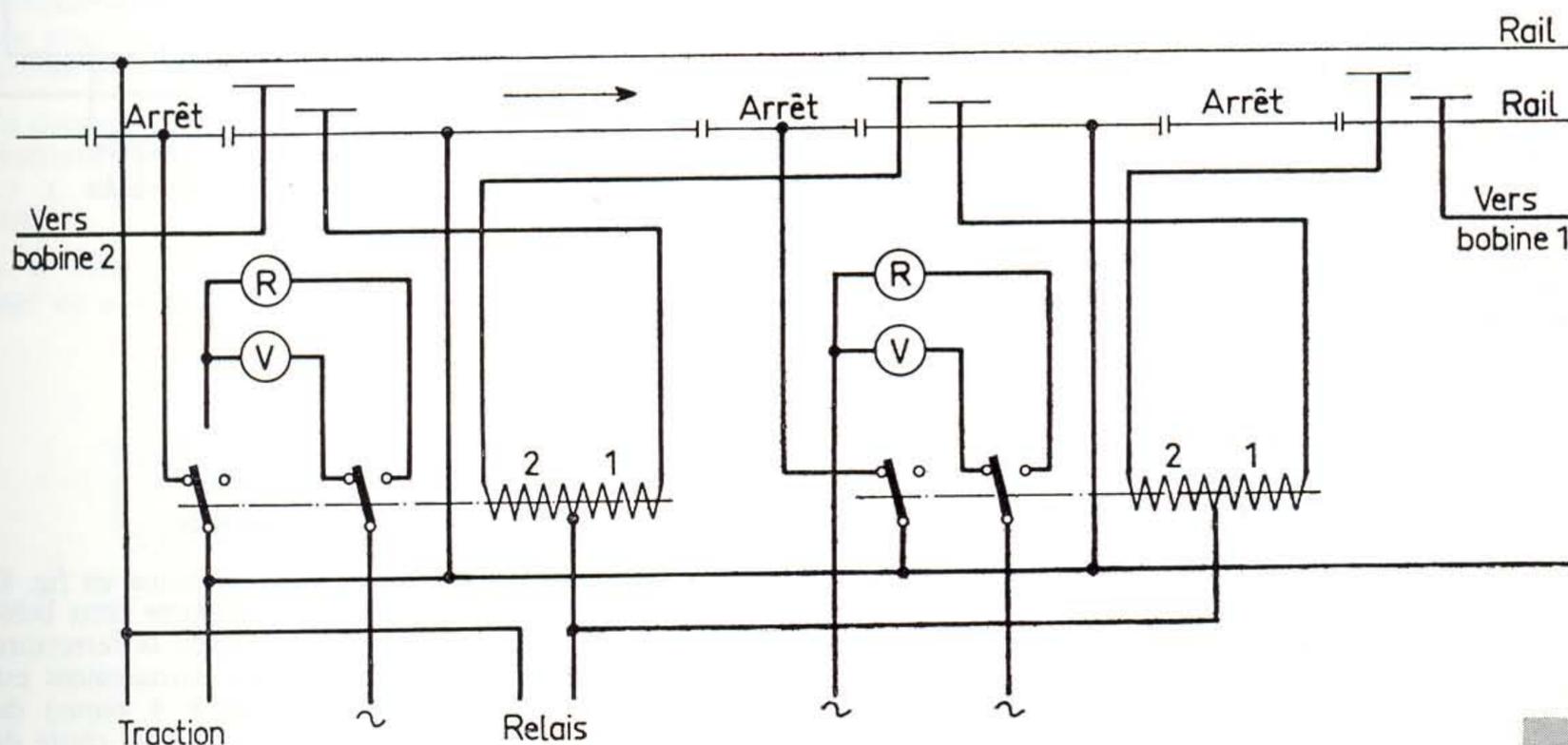


Fig. 79

— Enfin et surtout la protection n'est pas réalisée par « présence » d'un élément de circulation (locomotive ou wagon), mais par un artifice dans la marche du train ; de ce fait un wagon décroché n'empêchera pas la remise au vert du signal de protection par la locomotive et un tamponnement de ce wagon décroché par un deuxième train sera possible ; on peut placer le doigt de contact à l'arrière des convois, mais la signalisation n'est pas rationnelle et la locomotive n'est plus protégée dans ce cas si elle circule seule.

On ne peut donc pas dire qu'on ait un véritable block automatique, ni au point de vue réalisme de la signalisation, ni au point de vue fonctionnement du non-rattrapage des trains.

### b) Système conforme à la sécurité

On peut résoudre ces difficultés de

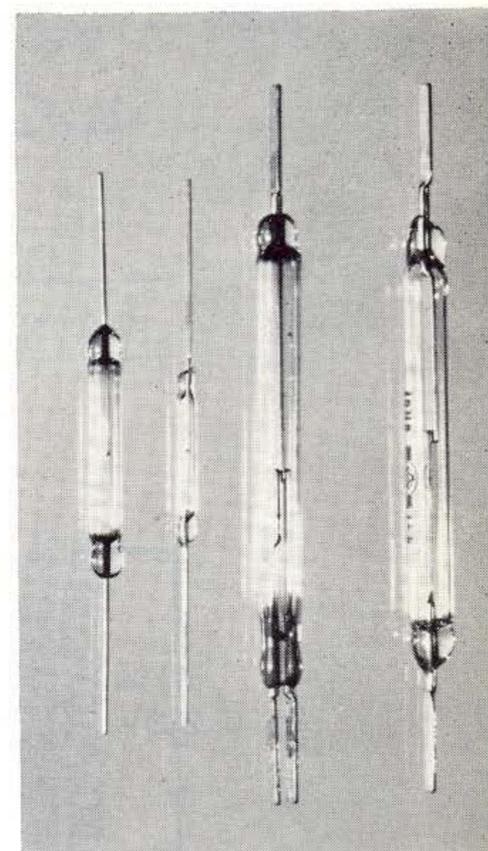
mage feux verts et réalimentation traction), selon la disposition indiquée par la figure 79.

On notera que les deux crocodiles ne sont pas dans le même axe de la voie, de façon à avoir une action spécifique ; ils peuvent être placés l'un à côté de l'autre, à proximité immédiate du signal ; l'esthétique peut ainsi être sauvegardée.

Une locomotive ne pourra circuler seule, sinon elle mettrait tous les signaux au rouge sans jamais les remettre au vert. Ce système est donc valable pour des réseaux avec rames pré-établies, par exemple pour un réseau de démonstration ; il ne présente pas d'anomalie de signalisation et le décrochage du fourgon de queue ou d'un groupe de wagons provoque l'arrêt du train suivant.

Interrupteurs à lames souples pour réalisation de relais magnétiques à contact travail ou inverseur (en troisième position).

Les dimensions de l'aimant de commande sont fonction naturellement de la distance d'excitation.



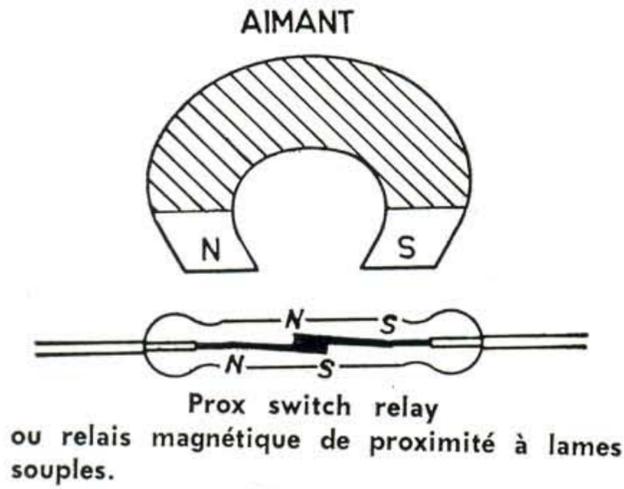


Fig. 80

Sous l'action de l'aimant, les lames de l'interrupteur se magnétisent et se collent l'une à l'autre.

Les contacts et les circuits de commande des feux et de la traction ne sont pas représentés, car ils sont les mêmes que dans les schémas précédents.

On a le même fonctionnement et par suite les mêmes inconvénients qu'avec les systèmes à pédale ; cependant l'esthétique est nettement meilleure et on est à l'abri de tout mauvais contact.

**3° BLOCK AUTOMATIQUE AVEC CIRCUIT DE VOIE LIÉ A LA TRACTION**

Le principe général des différents systèmes pouvant entrer dans cette rubrique est d'utiliser le courant traction également comme courant signalisation. De nombreuses solutions ont été trouvées pour permettre le fonctionnement normal du relais de block pour toutes les valeurs de l'intensité du courant de traction depuis une valeur pratiquement nulle (locomotive arrêtée ou wagon isolé) jusqu'à la va-

Le fait de disposer les relais magnétiques perpendiculairement ou longitudinalement par rapport à l'axe de la voie, permet une sélection précise des ordres, les aimants de commande étant orientés en conséquence sur le matériel roulant.

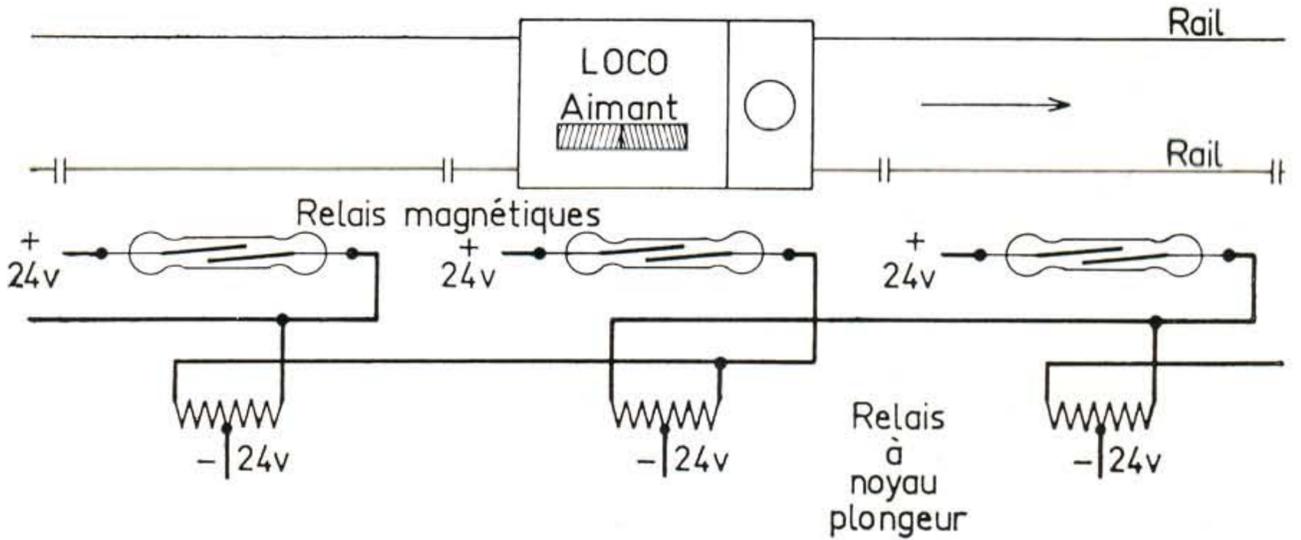
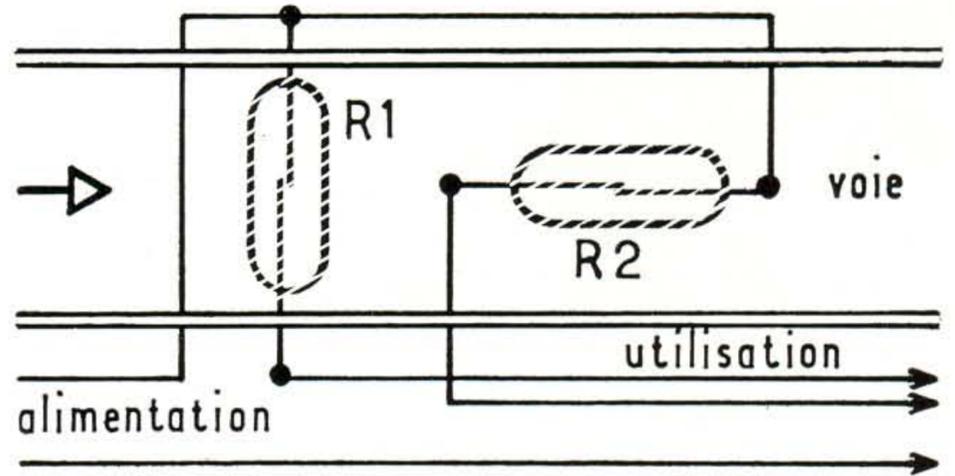


Fig. 81

leur maximum (locomotive en pleine vitesse).

Ces différentes solutions sont surtout applicables aux voies « 2 rails », car les voies « 3 rails » permettent la mise en œuvre de circuits de voie indépendants du courant de traction et plus simples.

**a) Système avec relais à deux enroulements**

On constate sur le schéma en fig. 82 que chaque relais comporte deux bobinages provoquant chacun la fermeture du relais. Le premier enroulement est très peu résistant (3 à 4 ohms) de façon à ne pas provoquer de chute de

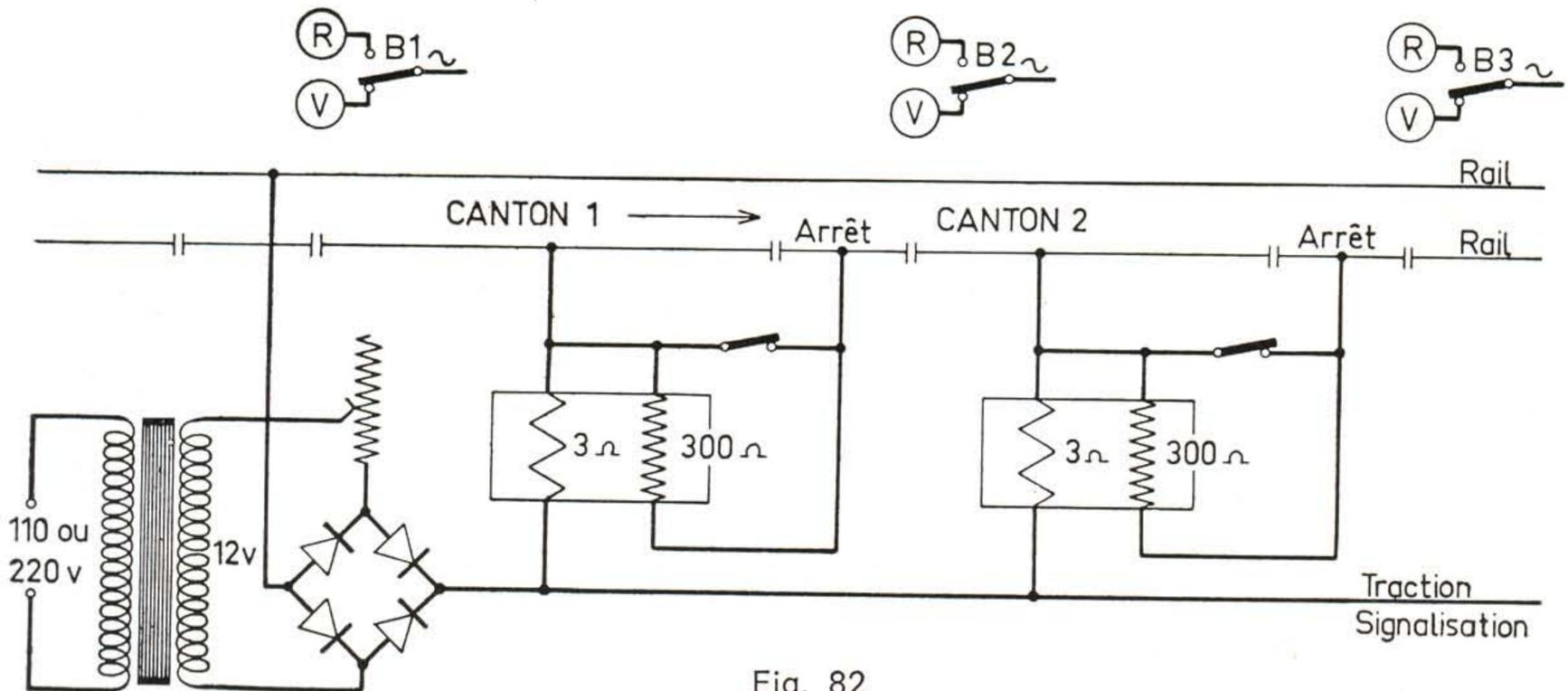


Fig. 82

tension dans le courant traction ; le second est beaucoup plus résistant de façon à ne laisser passer qu'un courant suffisant pour le fonctionnement du relais mais insuffisant pour la marche d'une locomotive ; selon les fabricants cet enroulement vaut 100 à 300 ohms.

Le fonctionnement en est alors le suivant : le courant traction sort du redresseur, passe à travers le rhéostat et le premier enroulement et revient au redresseur s'il y a un train dans le canton intéressé ; si le canton aval est également occupé, le contact repos placé sur le circuit de la zone d'arrêt est ouvert : le deuxième enroulement permet d'assurer le maintien au collage du relais lorsque la locomotive stoppe sur la zone d'arrêt ; il s'agit en fait d'une assurance, car le premier enroulement seul est capable de maintenir le collage pour un fourgon de queue muni d'une résistance (100 ohms environ) ; cette résistance serait trop élevée pour provoquer une force d'attraction suffisante pour la palette du relais, si celle-ci n'était pas déjà collée.

Ce système fonctionne très bien et la signalisation est conforme à la réalité ; il y a cependant quelques inconvénients :

— le courant traction ne doit être coupé en aucun point pour assurer la

continuité du courant signalisation ; en particulier le rhéostat de vitesse ne devra pas comporter de point 0, et il faudra shunter par une résistance tout interrupteur ou contact de relais placé en série dans le circuit. Cette obligation est gênante dans les cas où il faut commuter les cantons sur des sources de traction différentes, par exemple pour mettre en œuvre le cab-control ou, comme nous le verrons, pour créer des « zones isolées » dans des complexes d'itinéraires en gare, ou encore pour la commande centralisée. Ces perfectionnements sont possibles en block avec relais à double enroulement, mais nécessitent des dispositions onéreuses, et il est préférable de s'en tenir à la pleine voie.

— Ces relais spéciaux ne se trouvent pas couramment sur le marché et leur fabrication spéciale les conduit à un prix de vente de l'ordre de 40 F, ce qui est nettement plus élevé que les relais ordinaires (5 à 10 F pour un relais à quatre inverseurs).

— Il est difficile de placer un condensateur aux bornes de ces relais de façon à les retarder à la retombée et par suite éviter le clignotement des feux en cas de mauvais contact sur la voie ; ce retard doit être recherché par l'insertion de bagues en cuivre dans l'ar-

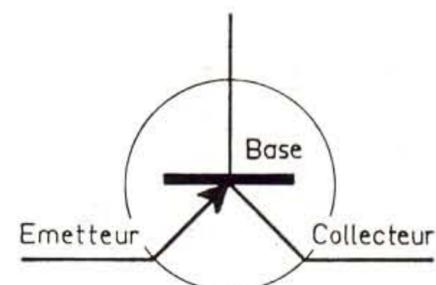


Fig. 83

Représentation schématique d'un transistor.

mature, et ce dispositif est plus onéreux.

b) Système à transistors

L'introduction des transistors sur le marché radio a incité de nombreux amateurs à chercher leur application en modélisme. Sans faire un cours d'électronique, je rappellerai brièvement le fonctionnement d'un transistor, qui se compose de trois éléments (trois bornes de sortie) : émetteur, base et collecteur, selon la disposition illustrée en figure 83.

Pour le modéliste moyen, le seul principe à retenir est le suivant : lorsqu'un courant très faible traverse le transistor, de l'émetteur vers la base,

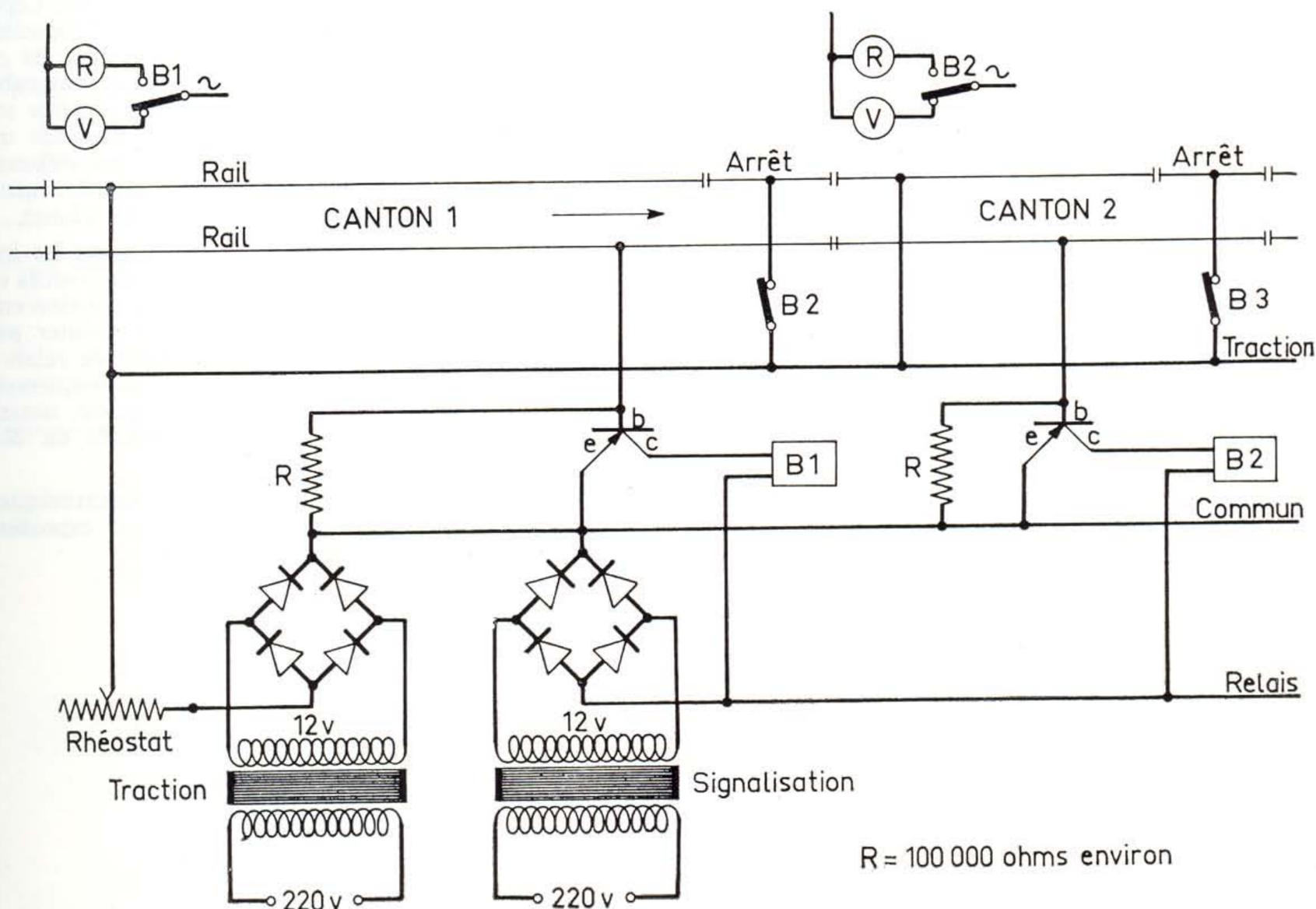
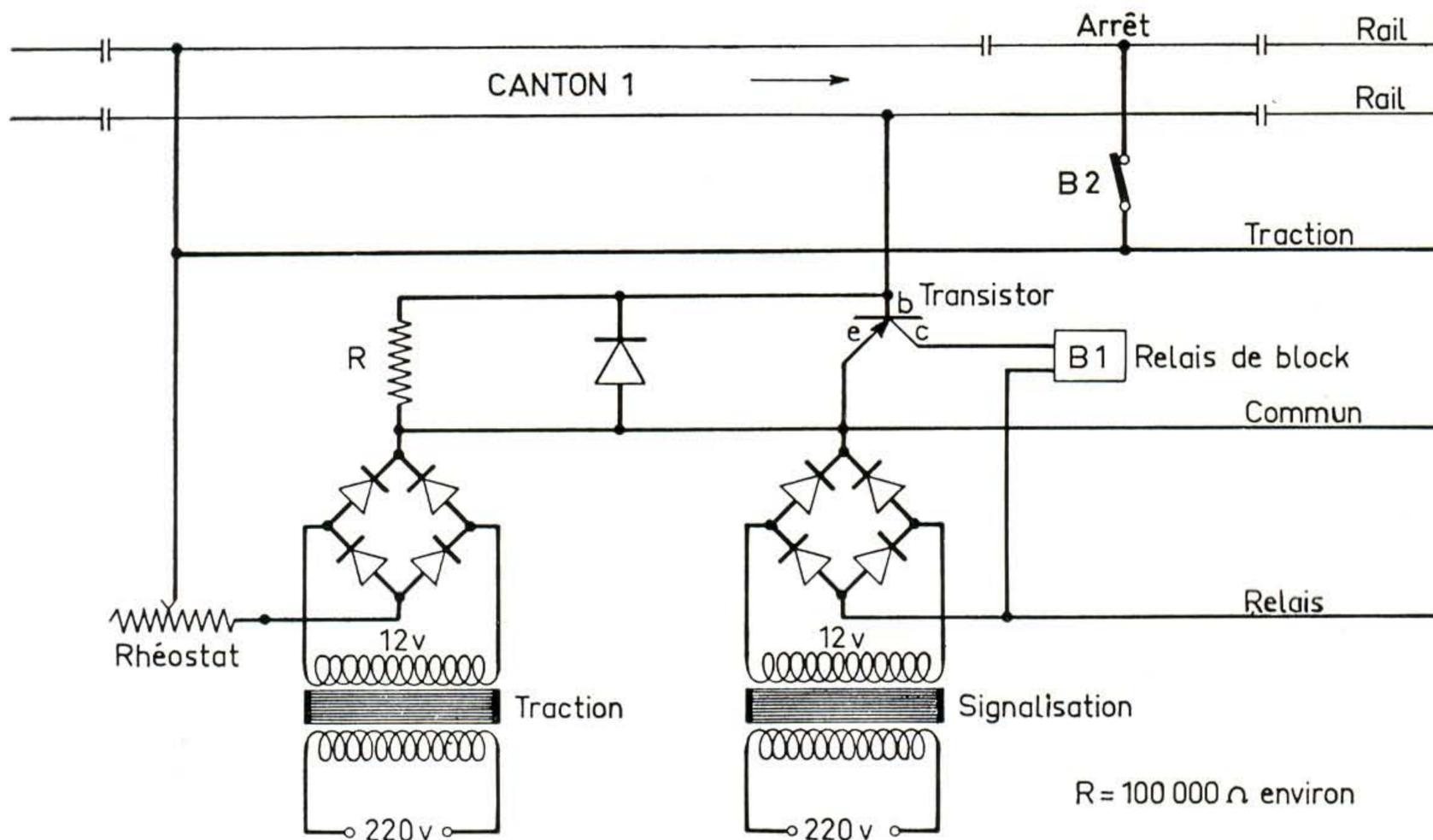


Fig.84



$R = 100\ 000\ \Omega$  environ

Fig. 85

un courant beaucoup plus fort passe de l'émetteur vers le collecteur. Cette amplification est intéressante pour créer un courant signalisation à partir d'un courant traction même très faible, suivant le schéma de la page 49 (appelé fréquemment Twin-T ou double té aux U.S.A. lorsque deux transistors identiques sont associés pour assurer une signalisation en marche avant et en marche arrière).

Le fonctionnement du dispositif est simple (fig. 84) : le courant traction sort du pôle commun aux deux redresseurs, traverse le transistor (de e vers b), traverse le moteur de la locomotive ou la résistance d'un wagon et revient par le rhéostat au pôle négatif du redresseur traction. Le passage de ce courant, même très faible dans le cas d'un wagon isolé, provoque la circulation du courant signalisation issu du

pôle, commun aux deux redresseurs, traverse le transistor (de e vers c), traverse le relais de block et revient au pôle négatif du redresseur signalisation. Suivant le type du transistor choisi la sensibilité varie et peut même provoquer la fermeture du relais de block avec un doigt mouillé !

Cependant le transistor doit pouvoir supporter le courant traction maximum de l'ordre de un ampère, et il faut choisir un transistor de puissance, très onéreux. Une variante du système consiste à placer une valve en parallèle avec le transistor et diminuer ainsi l'intensité traversant ce dernier, comme le montre la figure 85.

La sensibilité des transistors permet de placer dans les wagons des résistances très élevées (10 000 ohms et plus) et par suite de protéger de nom-

breux wagons sans augmenter notablement le courant de traction. Cependant cet avantage disparaît complètement lorsqu'on assure l'éclairage de ces wagons par des accus rechargeables en marche, cet éclairage est une solution très intéressante et demande un courant de charge dans les wagons assez important (correspondant à une résistance de l'ordre de 300 ohms).

Par ailleurs on retrouve les inconvénients communs aux dispositifs où l'intensité du courant de traction entre en jeu ; il y a lieu de shunter par une résistance tout contact de relais en série, avec toutes les conséquences onéreuses que cela comporte, notamment dans le cas d'itinéraires ou de commande centralisée.

D'autres solutions électroniques existent encore, elles sont exposées dans les tomes II et III.



## Block automatique avec circuit de voie indépendant de la traction

Dans les systèmes décrits ci-dessous, le courant traversant le relais de block ou relais de voie est distinct du courant de traction ; il est appelé courant de signalisation. Ces deux courants ont des circuits séparés sur certaines parties (relais, source de traction) et communs sur d'autres parties. Ces parties communes sont plus ou moins importantes suivant que la voie est du type « 2 rails » ou du type « 3 rails ». En « 3 rails » la partie commune des circuits traction et signalisation est comprise entre le rail commun (rail masse) et le point commun des deux redres-

seurs traction et signalisation. En « 2 rails » s'y ajoute le passage d'un rail à l'autre à travers le moteur de la locomotive et les résistances des wagons. Cette nuance entraîne des dispositions particulières, par exemple une valve empêche le courant de signalisation d'affecter à tort des cantons voisins.

Cette indépendance des courants traction et signalisation permet à l'un de fonctionner sans l'autre et en particulier de couper le courant traction pour l'arrêt manuel des trains ou pour des commutations dans la mise en œuvre

d'itinéraires ou de commande centralisée, sans perturber le fonctionnement du block automatique.

Comme je l'ai indiqué antérieurement, les différents systèmes de block seront présentés avec deux feux vert et rouge seulement par simplification, les perfectionnements divers, dont le ralentissement et la marche arrière, étant décrits par la suite.

### a) Block automatique « 3 rails »

C'est le système le plus connu et, il faut le reconnaître, le plus simple aussi, les blocks automatiques « 2 rails » nécessitant certaines dispositions particulières (fig. 86).

On voit sur le schéma ci-dessous que le rail central est affecté à la traction,

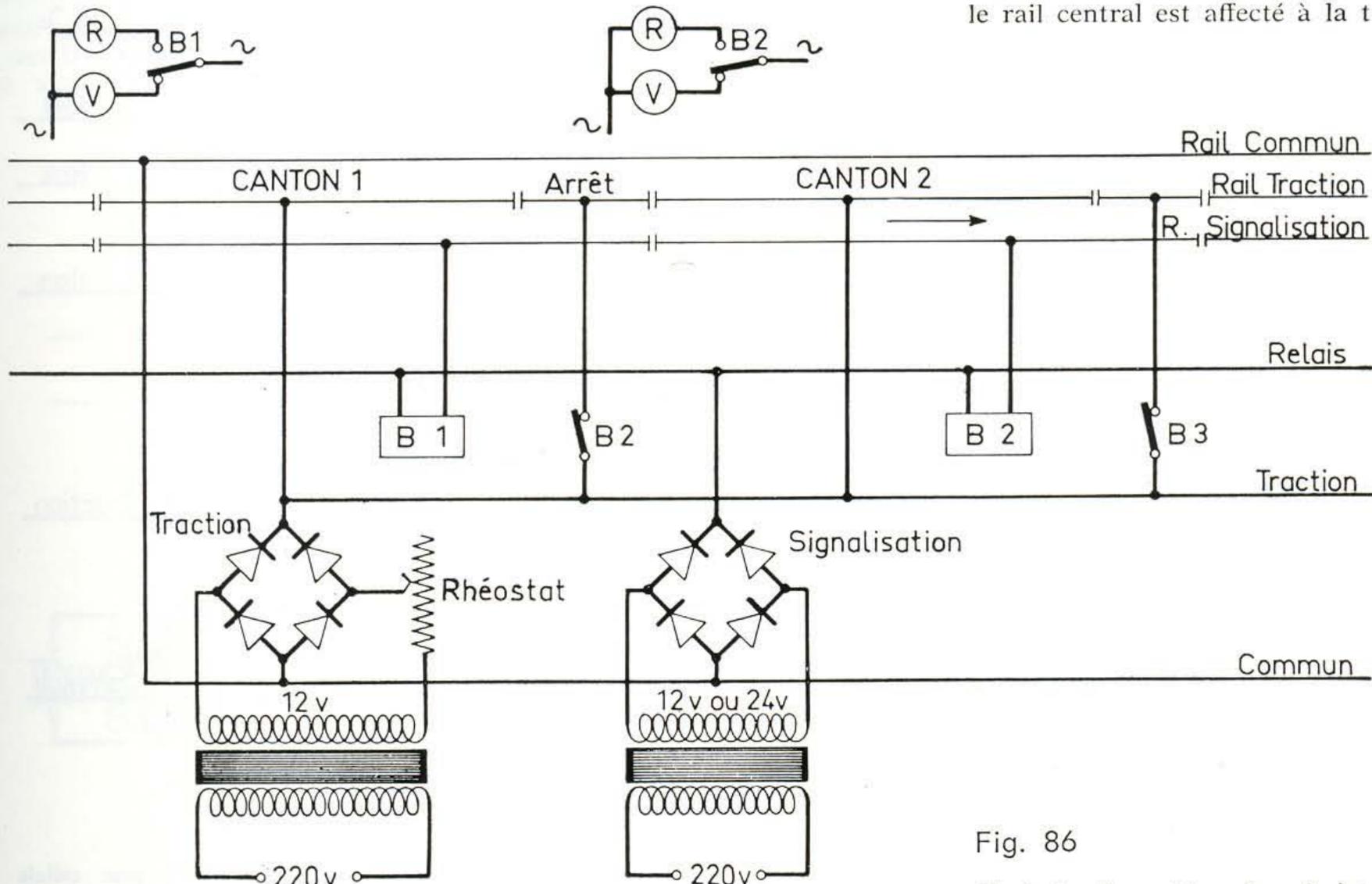


Fig. 86

Block 3 rails, schéma de principe.

un rail de roulement à la signalisation, l'autre rail de roulement sert de retour commun pour les courants de traction et de signalisation.

Le rail signalisation est découpé en un certain nombre de cantons protégés chacun par un signal ; le rail traction est coupé deux fois à chaque canton, une première partie correspondant à une zone de ralentissement éventuel, l'autre partie à la section d'arrêt éventuel.

Imaginons d'abord qu'aucun train n'occupe la voie : les relais B1, B2, etc. ne sont pas excités, les feux verts sont allumés, le courant traction atteint toutes les parties du rail traction. Imaginons maintenant que le canton 2 soit occupé. Le courant relais sort du pôle + du redresseur « relais », traverse le relais B2, traverse les essieux métalliques de la locomotive ou d'un wagon et revient au pôle - du redresseur « relais » par le rail commun. L'excitation du relais B2 produit deux effets :

- le feu rouge à l'entrée du canton 2 s'allume ;
- le courant traction de la section arrêt du canton 1 est coupé.

Ainsi, lorsqu'un deuxième train s'approche de l'entrée du canton 2, il

trouve un signal allumé au rouge et s'arrête. Bien entendu, ce deuxième train provoque à son tour, lors de l'occupation du canton 1, des effets analogues par l'excitation du relais B1, sur les signaux et sur le courant traction.

Imaginons enfin que le premier train quitte le canton 2 ; au moment où le dernier essieu quittera le canton, le relais B2 ne sera plus excité, le feu à l'entrée du canton 2 passe du rouge au vert et la section arrêt du canton 1 est alimentée en courant traction ; le deuxième train démarre donc, et ainsi de suite.

Il y a lieu de noter dans ce schéma que :

- la sécurité est totale, un essieu métallique quelconque provoquant l'allumage d'un feu rouge et l'arrêt des trains ;
- les relais de voie B sont des relais ordinaires bon marché.
- le retard à la retombée des relais, qui évite le clignotement des feux en cas de mauvais contact sur la voie, est très facilement réalisable par un condensateur aux bornes des relais ;
- seule l'esthétique est en cause, le fonctionnement du block en lui-même étant très réaliste ;

— la traction a été représentée en courant continu, ce qui est le système le plus répandu, mais le schéma est également valable avec traction en courant alternatif.

### b) Block automatique « 2 rails » avec cellule anti-retour

Ce système, applicable aux voies « 2 rails », a été exposé dans son principe à de nombreuses reprises.

Je pense donc qu'il est bien connu des lecteurs et je le rappelle pour mémoire, ainsi que son fonctionnement.

Le fonctionnement du block automatique est pratiquement identique à celui décrit en « 3 rails » (fig. 87).

— Imaginons d'abord qu'aucun train n'occupe la voie : les relais B1, B2, etc. ne sont pas excités, les feux verts sont allumés, le courant de traction atteint toutes les parties du rail traction.

— Imaginons maintenant que le canton 2 soit occupé par un train. Le courant de signalisation sort du pôle + du redresseur « relais », traverse le relais B2, traverse le moteur de la locomotive ou la résistance d'un wagon et revient au pôle - du redresseur « relais » par le rail commun. Le relais B2 est excité mais le courant est

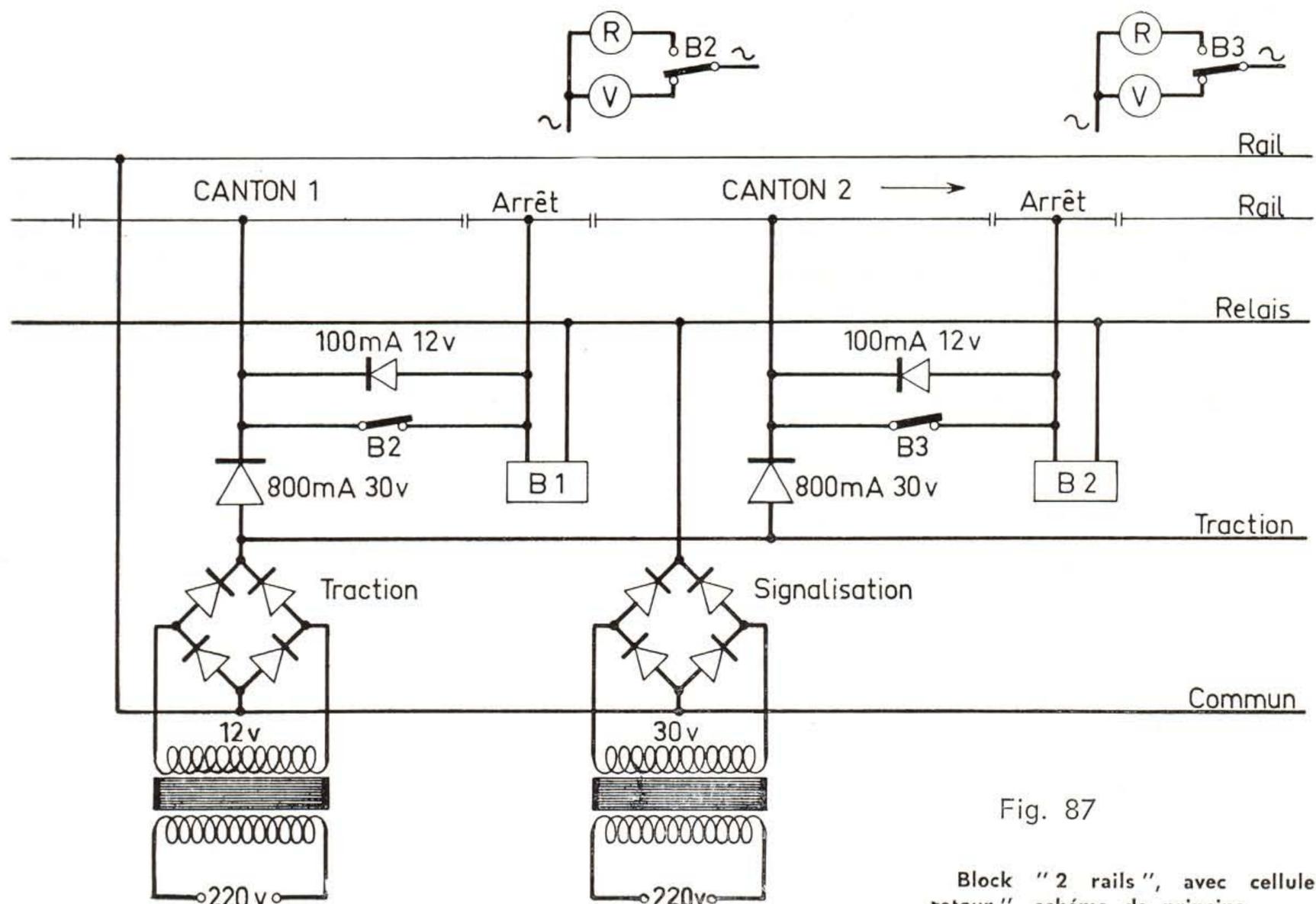


Fig. 87

Block "2 rails", avec cellule "anti-retour", schéma de principe.

insuffisant pour faire tourner ou même vibrer le moteur ; le relais B1 ne peut s'exciter par suite de la présence de valve sur le fil d'alimentation traction du canton 1. L'excitation du relais B2 produit deux effets :

- le feu rouge à l'entrée du canton 2 s'allume ;
- le courant traction de la section arrêt du canton 1 est coupé.

— Ainsi, lorsqu'un deuxième train arrive à proximité de l'entrée du canton 2, il s'arrête, tout en fermant bien entendu le relais B1.

Il y a lieu de noter dans ce schéma que :

— la sécurité est totale, une locomotive ou un wagon protégé par une résistance provoque l'allumage d'un feu rouge et l'arrêt des trains ;

— la présence des résistances dans de nombreux wagons peut provoquer une certaine augmentation de la valeur du courant traction (20 wagons avec résistance de 300 ohms équivalent à une résistance de 15 ohms, soit 0,8 ampère sous une tension maximum de 12 volts), mais cette augmentation est de toute façon à prévoir pour la recharge automatique d'accus placés dans les wagons pour l'éclairage autonome ;

— la présence de valves sur les circuits traction rend seul utilisable le courant continu, à l'exclusion du courant alternatif ;

— afin d'assurer une tension suffisante aux bornes du relais, et de permettre ainsi le fonctionnement du

block dans tous les cas possibles, la source de courant alimentant les relais doit être assez élevée (30 volts) ;

— la petite valve placée près du relais peut être remplacée par une résistance d'environ 100 ohms, mais celle-ci est aussi onéreuse et risque de provoquer des chutes de tension aux bornes du relais ;

— les caractéristiques des valves ont été indiquées sur le schéma : l'intensité indiquée est l'intensité directe, c'est-à-dire la valeur maximum du courant qui peut traverser la valve sans la détériorer ; la tension indiquée est la tension inverse, c'est-à-dire la tension maximum qu'on peut opposer en sens inverse du sens normal sans passage du courant ;

— les relais de voie B sont des relais ordinaires bon marché.

— Le retard à la retombée des relais, qui évite le clignotement des feux en cas de mauvais contact sur la voie, est très facilement réalisable par un condensateur de 100 microfarads aux bornes des relais, ceux-ci devant avoir une résistance de l'ordre de 1500 ohms.

En conclusion, on peut considérer que ce système est à la fois sûr et économique ; il a fait ses preuves chez de nombreux modélistes et je ne saurais trop conseiller aux autres de l'utiliser.

### c) Block automatique avec 3 relais par canton

On peut éviter la valve anti-retour placée sur le circuit traction et vue précédemment, en séparant les circuits

de voie de la section arrêt et du reste du canton et en connectant le circuit traction à la voie au passage des trains seulement ; on élimine ainsi la chute de tension, faible d'ailleurs, provoquée par la valve (fig. 88).

Cette solution est citée ici pour mémoire ; elle utilise deux relais primaires reliés directement à la voie et un relais secondaire faisant office de relais de block ; c'est lui en effet qui assure les commutations de signalisation et la coupure du courant traction dans la section arrêt.

Imaginons d'abord qu'aucun train n'occupe la voie : les relais A1, A'1, B1, A2, A'2, B2, etc. ne sont pas excités, les feux verts sont allumés, le courant traction n'atteint aucune partie du rail traction. Imaginons maintenant que le canton 2 (première partie) soit occupé par un train. Le relais A2 est excité et le courant traction atteint le rail traction ; lorsque le train arrive dans la section arrêt du canton 2, le relais A'2 s'excite et le courant traction atteint le rail traction dans la section arrêt mais ne l'atteint plus dans la première partie ; lorsque le train quitte complètement (fourgon de queue) cette première partie du canton 2, le relais A2 retombe car le contact-repos du relais A'2 est toujours ouvert ; lorsque le train arrive dans le canton 3, le relais A3 et, par suite, le relais B3 s'excitent ; le courant traction n'atteint plus la section arrêt du canton 2 et le relais A'2 retombera dès que le train aura quitté ce canton.

La signalisation et le fonctionnement même du block automatique sont excel-

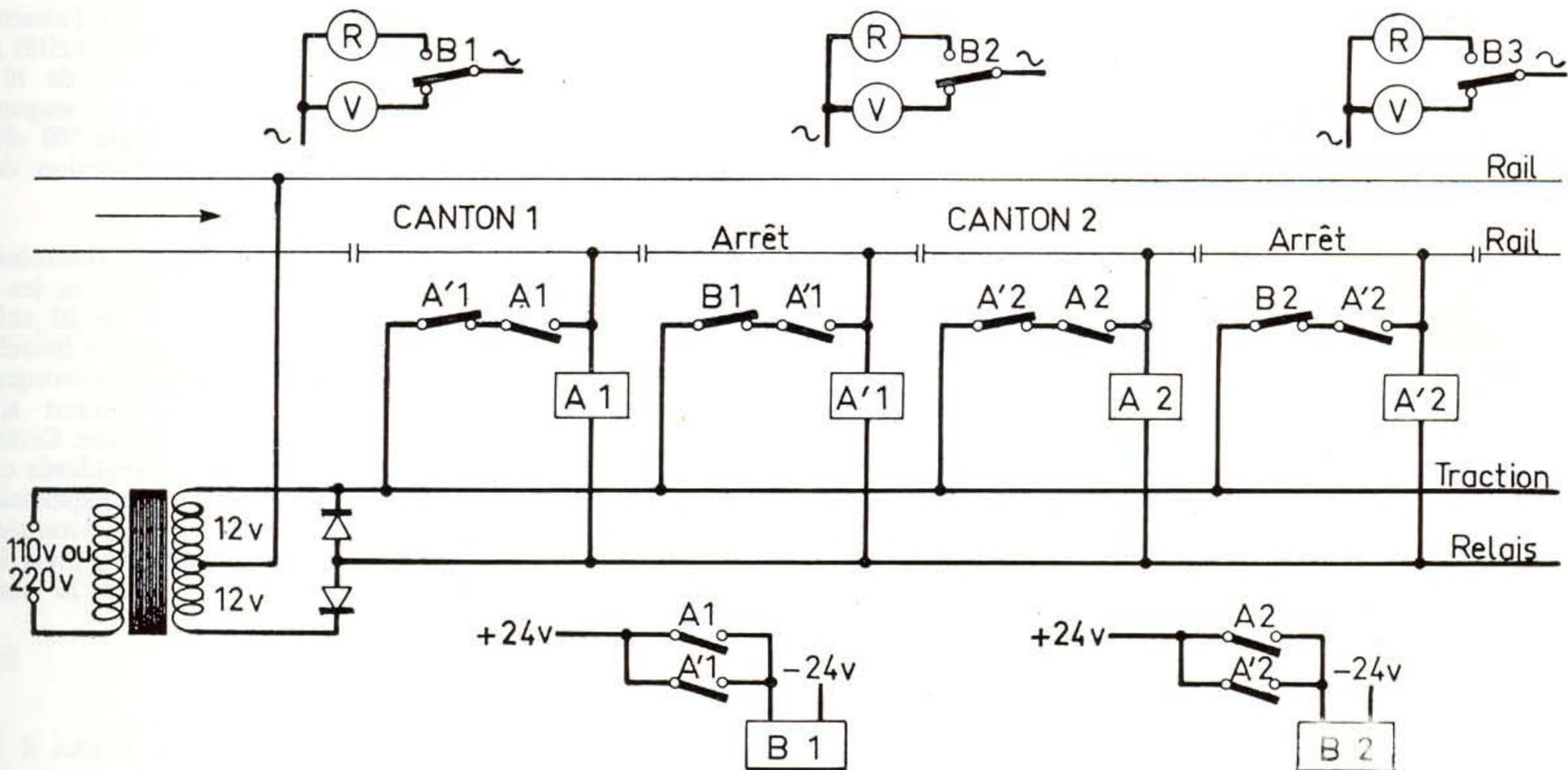


Fig. 88

Block " 2 rails " sans cellule " anti-retour ", schéma de principe.

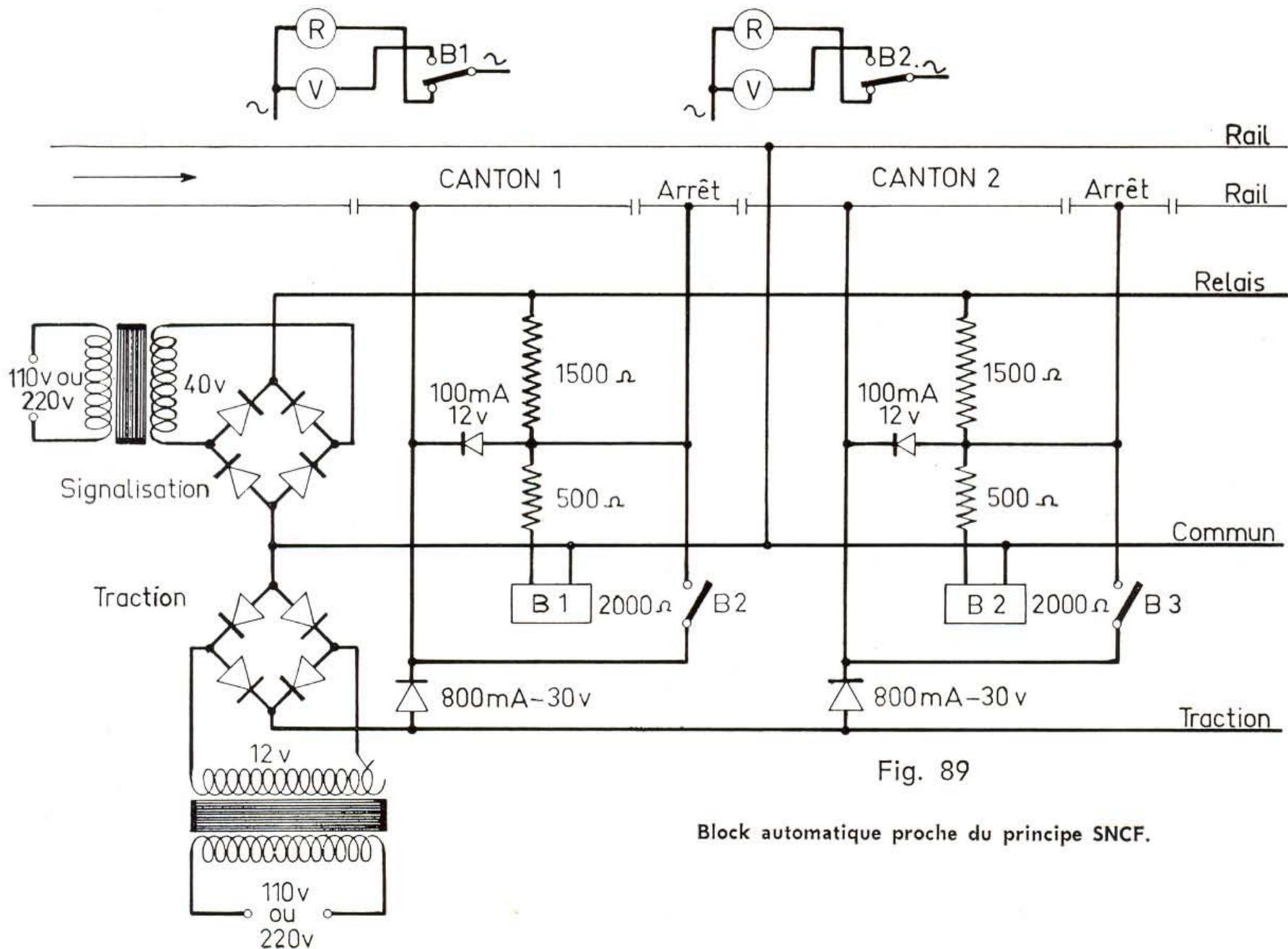


Fig. 89

Block automatique proche du principe SNCF.

lents, mais il y a quelques inconvénients :

— la présence des trois relais par canton rend le système assez onéreux ;

— le courant traction n'est envoyé dans un canton qu'à l'entrée d'un train dans ce canton, après fermeture du relais de voie, ce qui peut provoquer des à-coups si le train a peu d'inertie et roule au ralenti ;

— le courant traction est coupé dans la partie principale du canton dès que le train atteint la section arrêt, ce qui rend impossible l'éclairage des wagons et surtout du fourgon de queue par une ampoule directement branchée sur les deux rails.

La traction a été représentée en alternatif et c'est un gros avantage du système, les autres blocks deux rails étant toujours prévus pour le courant continu.

#### d) Block automatique proche du principe S.N.C.F.

Ainsi que nous l'avons vu au cours de l'examen des automatismes dans les chemins de fer réels, les relais de block automatique sont excités en l'absence de train et la présence d'un train provoque au contraire la retombée du relais, ce qui est un facteur de sécurité en cas d'avarie dans les circuits de signalisation.

Un tel système est facilement transposable dans le cas d'une voie « 3 rails » en plaçant le relais aux bornes des rails de roulement et en insérant une résistance dans le circuit de signalisation ; mais un tel souci de réalisme fonctionnel serait illogique vis-à-vis du manque de réalisme esthétique dû à la présence du troisième rail (même si celui-ci est constitué par des plots). Par contre, la recherche d'un tel dispositif est valable dans le système « 2 rails », afin d'avoir une représentation aussi fidèle que possible du système S.N.C.F.

On est amené à placer des résistances appropriées en série avec le relais de block et avec la source « relais », de façon à doser la valeur des tensions aux bornes des relais dans les différents cas. Le calcul et l'expérience montrent que la tension aux bornes du relais est de 20 volts en l'absence de train ou de wagon (relais excité) ; cette tension est au maximum de 10 volts avec une locomotive ou un wagon comportant une résistance de 500 ohms et avec une tension de traction de 0 à 12 volts (relais au repos).

Il faut des relais assez sensibles pour qu'une tension de 10 volts ne les excite pas et qu'une tension de 20 volts les excite normalement, cette « fourchette » est assez étroite et peut provoquer des incidents de fonctionnement si tout n'est pas réglé avec finesse. Cette solution doit plutôt être considérée comme un raffinement non indispensable et même superflu ; elle a été évoquée pour les amateurs de purisme, mais il n'en sera plus question dans la suite de cet ouvrage.



## Perfectionnements des blocks automatiques

A partir des blocks automatiques de base décrits dans les paragraphes précédents, le modéliste cherche à se rapprocher le plus possible de la réalité, notamment par une certaine souplesse dans les modifications de la vitesse des trains.

### A) RALENTISSEMENT

La mise en œuvre d'un ralentissement par interposition d'une résistance dans le circuit de traction et de l'allumage d'un feu jaune ne présente aucune difficulté pour tous les systèmes de block automatiques vus précédemment. Je ne représenterai donc que les principaux schémas, étant entendu que, pour les autres (block sans circuit de voie, système à transistors, etc), le relais de block doit posséder simplement, en supplément, un contact inverseur pour le feu jaune et un contact repos pour le circuit traction. (Voir schéma 90 donné à titre d'exemple).

### Block " 3 rails " (fig. 91).

L'occupation de la voie et l'excitation des relais se produisent comme dans le block « 3 rails » sans ralentissement, mais les effets sur le courant traction et sur la signalisation sont plus nombreux : l'excitation du relais B2 par exemple produit quatre effets :

- le feu rouge à l'entrée du canton 2 s'allume ;
- le feu jaune à l'entrée du canton 1 s'allume ;
- le courant traction de la section arrêt du canton 1 est coupé ;
- le courant traction de la section ralentissement du canton 1 et de la section arrêt du canton 0 traverse une résistance.

Lorsqu'un deuxième train arrive

devant le signal placé à l'entrée du canton 1, il trouve ce signal allumé au jaune et ralentit ; lorsque ce deuxième train arrive à l'entrée du canton 2, il trouve un signal allumé au rouge et s'arrête. Bien entendu, ce deuxième train provoque à son tour, lors de l'occupation du canton 1, des effets analogues par l'excitation du relais B1, sur les signaux et sur le courant traction.

Lorsque le premier train, qui occupait le canton 2, quitte ce canton, le relais B2 n'est plus excité et retombe ; le feu à l'entrée du canton 2 passe du rouge au jaune (et non au vert, car le relais B3 est excité par l'occupation du canton 3., et la section arrêt du canton 1 est alimentée en courant traction au travers d'une résistance ; le deuxième train démarre donc, au ralenti.

Un relais ordinaire (400 à 1000 ohms ou plus) et possédant quatre inverseurs

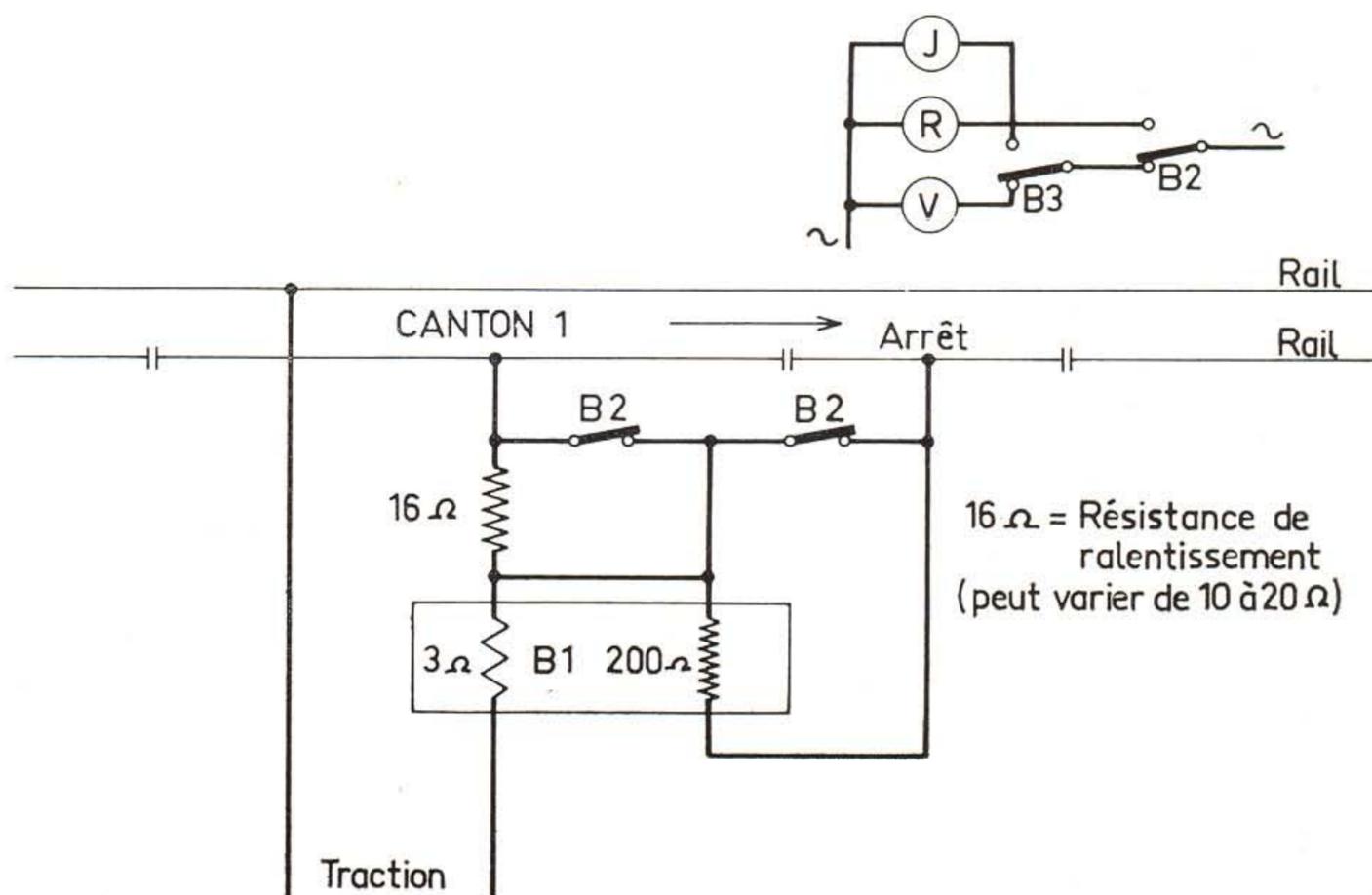


Fig. 90

Block 2 rails 3 feux avec relais à double enroulement et ralentissement effectif au feu jaune.

convient très bien pour ce dispositif ; la résistance de ralentissement est de 10 ohms environ et peut varier suivant le ralentissement désiré par chacun ; cette résistance peut être plus faible pour les cantons où la voie est en montée, et au contraire plus forte pour les cantons où la voie est en descente ; on peut aussi remplacer chaque résistance par un rhéostat, de façon à régler la chute de tension suivant la vitesse de chaque train.

### Block " 2 rails " à cellule anti-retour

Comme pour le block « 3 rails », l'occupation de la voie et l'excitation des relais s'effectuent suivant des principes vus dans le block « 2 rails » sans

ralentissement. Le schéma en fig. 92 a été représenté avec deux sources de traction, l'une pour la vitesse « normale », l'autre pour la vitesse « ralentie » ; les contacts des relais de block font passer le courant traction d'une source à l'autre suivant l'occupation des cantons et on peut ainsi supprimer les résistances de ralentissement, aussi onéreuses dans le cas de nombreux cantons que la mise en œuvre d'une deuxième source de traction, qui permet par ailleurs d'éliminer les à-coups de tension et de vitesse des trains en marche lorsque d'autres trains démarrent ou s'arrêtent et modifient le débit de la source.

La commande indépendante des deux

sources de traction a un gros avantage, celui de doser le ralentissement d'après la nature des trains en circulation dans le circuit à un moment donné ; en effet si la vitesse « normale » est réglée assez bas, les résistances de ralentissement pourraient provoquer anormalement l'arrêt, tandis que la source « ralenti » peut être placée au même niveau de tension que la source « normale », et ainsi le train qui circule lentement passe un feu jaune sans ralentir davantage, ce qui est conforme au réalisme.

On peut, bien entendu, se passer de la deuxième source de traction, et utiliser, si on le désire, les résistances de ralentissement traditionnelles ; je donne

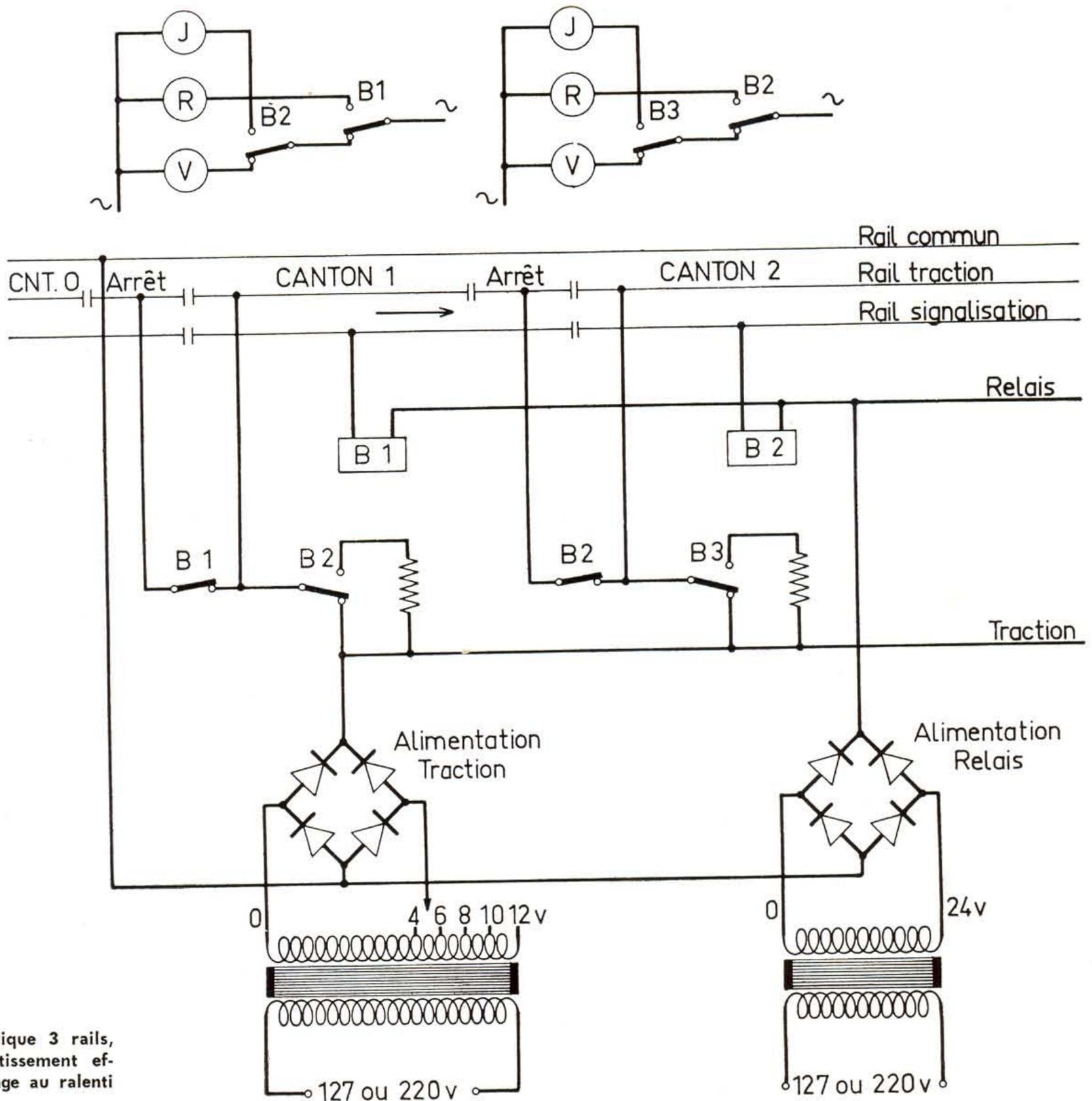


Fig. 91

Block automatique 3 rails, 3 feux, à ralentissement effectif et démarrage au ralenti au feu jaune.

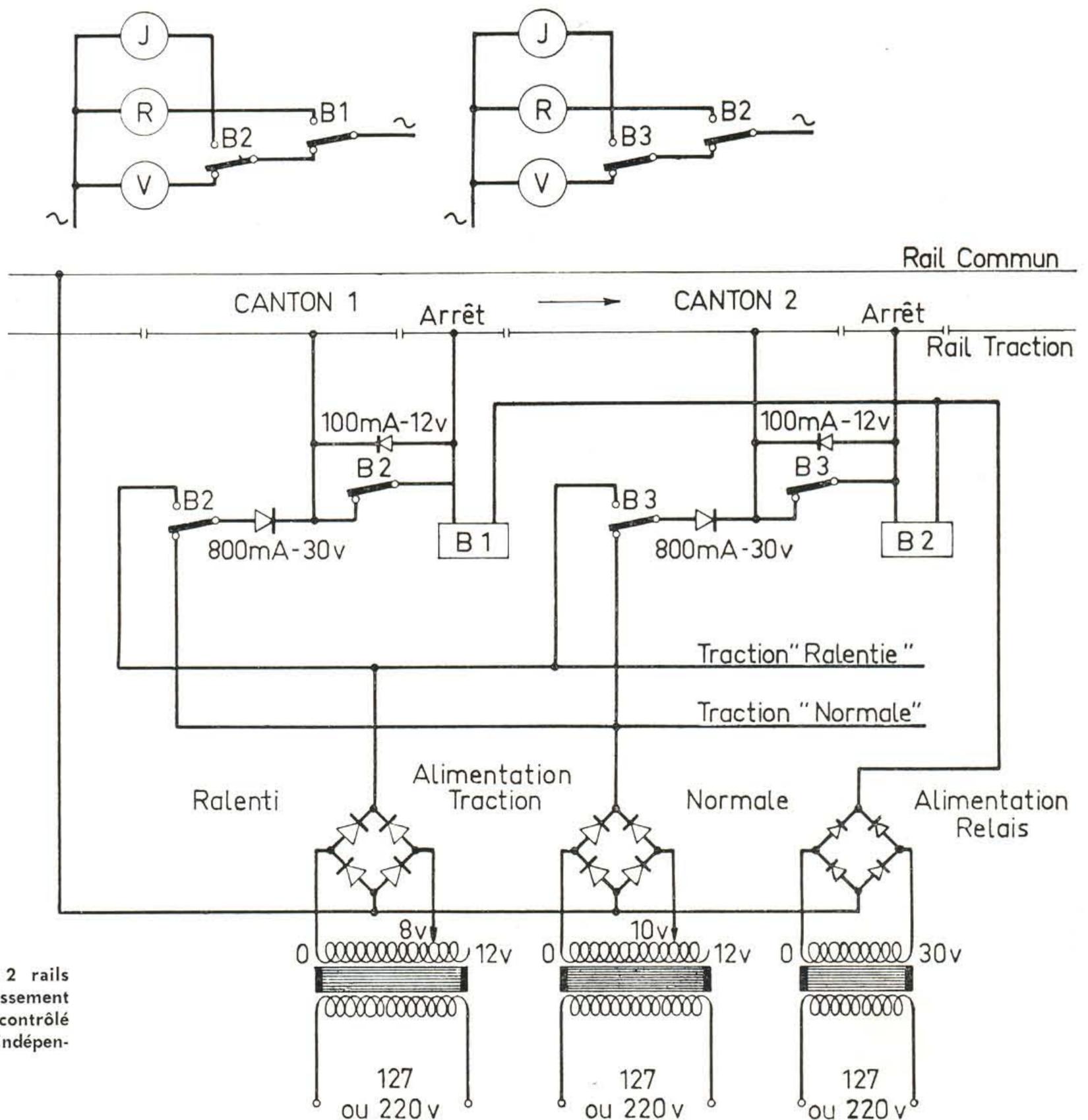


Fig. 92

Block automatique 2 rails  
3 feux avec ralentissement  
effectif au feu jaune, contrôlé  
par une alimentation indépen-  
dante.

en fig. 93 le schéma correspondant, qui présente lui aussi des avantages.

Par simplification, la signalisation et le détail des sources « traction » et « relais » n'ont pas été représentés. On voit que, si un train passe du canton 2 au canton 3, un deuxième train attendant dans la section arrêt du canton 1 démarrera au ralenti dès la libération du canton 2, par suite de l'excitation du relais B3 ; ce démarrage au ralenti est également réalisable avec deux sources de traction, mais nécessite une valve supplémentaire (800 mA, 30 V). Par ailleurs, si les trains comportent des wagons munis de résistances (300 ohms environ), la pénétration progressive d'un train dans un canton affecté d'un ralentissement (ré-

sistance en série dans le courant traction) provoquera une chute de tension de plus en plus marquée au fur et à mesure que de nouveaux wagons occuperont le canton et placeront leur résistance interne en parallèle avec celle de la locomotive ; il serait superflu de développer ici les calculs des intensités et des tensions ; que les modélistes sachent seulement qu'il y a là une possibilité intéressante de ralentissement progressif, notamment pour les trains très longs. Ce phénomène de ralentissement progressif est encore plus prononcé en utilisant comme sources de traction des amplificateurs magnétiques, du type « Magnampli ». Ces dispositifs présentent par ailleurs des avantages pour le fonctionnement du block automatique, notamment pour la

temporisation et le démarrage progressif, et feront l'objet d'une description spéciale, lors du chapitre sur la commande centralisée, à laquelle ils font appel pour la mise en œuvre du block automatique.

#### Ralentissement avec relais magnétique

Le relais magnétique agit dans le cas d'un block normal comme une pédale, mais on peut obtenir un ralentissement spectaculaire en plaçant un relais magnétique bistable dans chaque locomotive et un électro-aimant de commande sous la voie.

Une résistance de ralentissement (5 ohms environ) est placée dans la locomotive en parallèle avec le relais

Signalisation : voir figure 92.

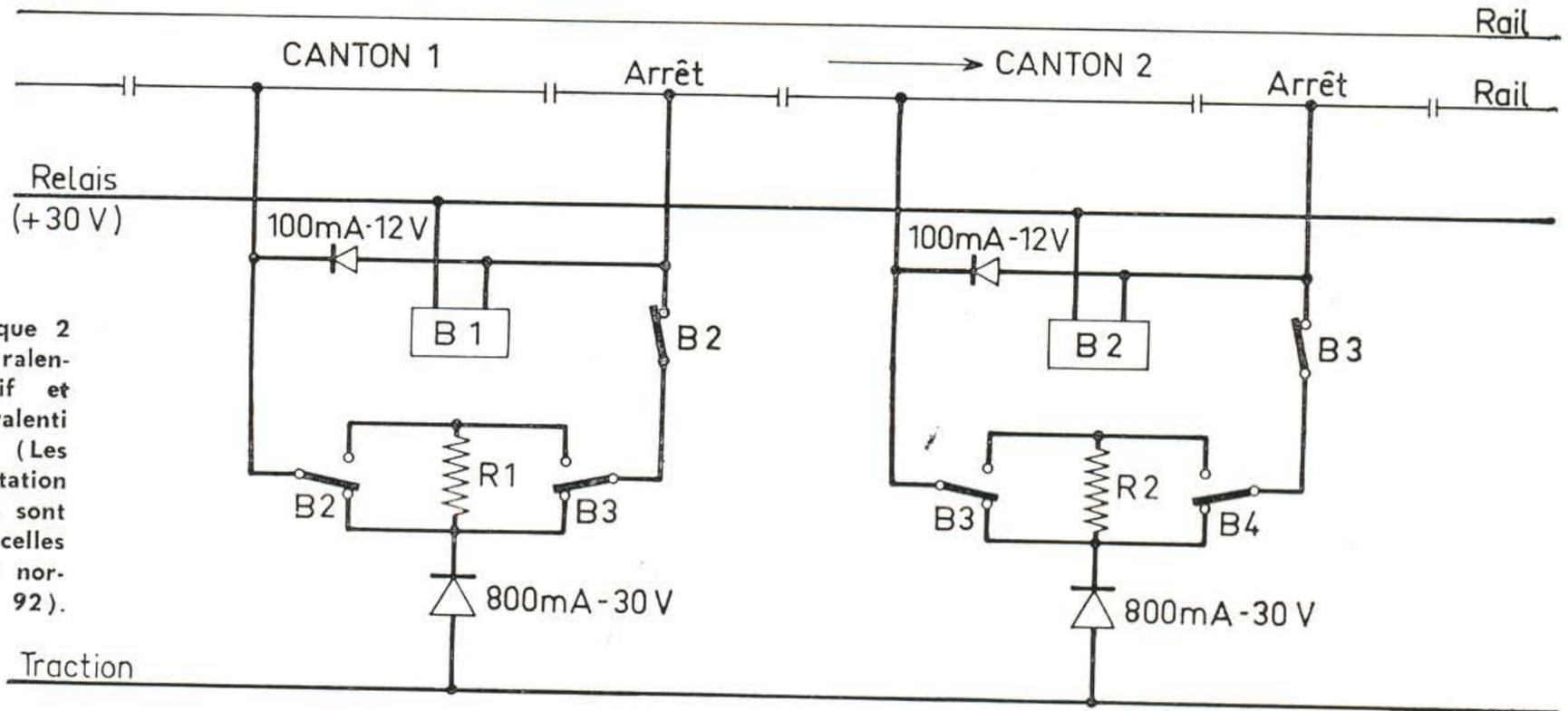


Fig. 93

Block automatique 2 rails 3 feux avec ralentissement effectif et démarrage au ralenti au feu jaune. (Les sources d'alimentation traction et relais sont semblables à celles relais et traction normale du schéma 92).

magnétique, ces deux éléments étant eux-mêmes en série avec le moteur de la locomotive ; leur encombrement réduit permet de les placer dans toutes les locomotives, même HO. Dans le schéma ci-dessous on constate que l'excitation du relais B2 produit les effets habituels (ralentissement par résistance R1, arrêt, signalisation) et, en plus, l'excitation du relais A1 avec un champ magnétique tel que le relais magnétique s'ouvrira au passage de la locomotive au-dessus du relais A1 ; on obtient ainsi un deuxième ralentissement, dont l'avantage essentiel est d'être personnalisé au moteur de cha-

que locomotive ; on obtient un block automatique très souple.

La fermeture du relais magnétique est obtenue lors du passage du train sur un relais A alimenté de telle façon que son champ magnétique provoque la fermeture du relais magnétique (relais B du canton suivant non excité).

#### Utilisation d'autres procédés

Il paraît séduisant d'utiliser des thermistances pour mettre en œuvre le départ au ralenti des trains, en utilisant la propriété des thermistances de présenter à froid une résistance assez

élevée, qui va en diminuant lorsque la thermistance est échauffée par le passage du courant de traction, suivant le schéma 95 page 59 ; mais si le fonctionnement est excellent pour un train, il n'en est pas de même pour les trains suivants, car la thermistance demande plusieurs minutes pour se refroidir, et je ne conseille pas ce dispositif aux modélistes.

Par ailleurs, l'utilisation des condensateurs dans la télécommande des trains miniature a fait l'objet d'articles très détaillés et je rappellerai seulement (fig. 96) le montage le plus

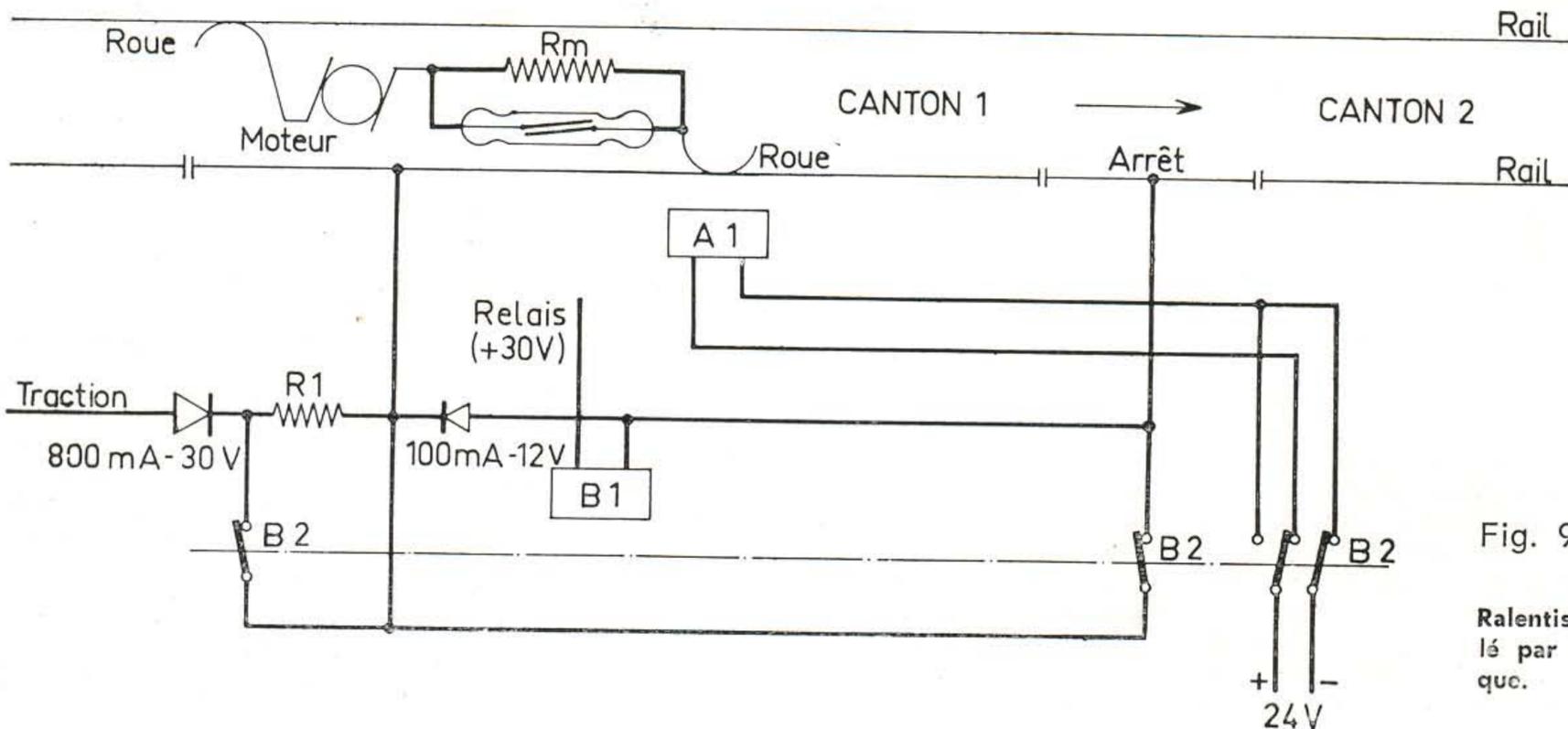


Fig. 94

Ralentissement contrôlé par relais magnétique.

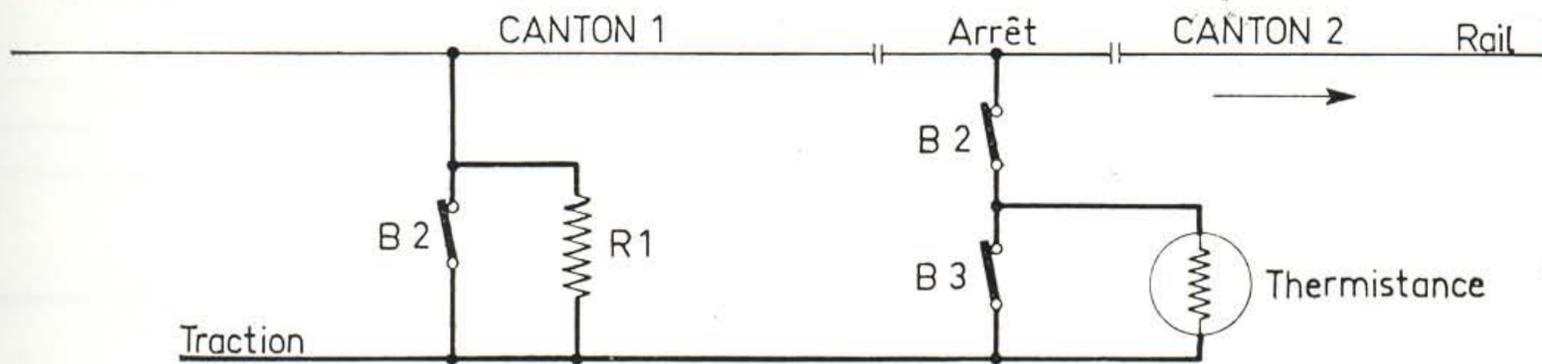


Fig. 95

Démarrage au ralenti contrôlé par thermistance.

simple, consistant à utiliser un condensateur pour permettre le démarrage au ralenti d'un train ; le principe est en effet très ingénieux et pourra être utilisé par les modélistes dans de nombreux automatismes.

Pendant l'occupation du canton 2, par exemple, le courant traction est coupé dans la zone d'arrêt du canton 1, et le condensateur C1 se charge ; lors-

Ce montage n'a été mentionné que pour mémoire, étant donné que le départ au ralenti peut être mis en œuvre beaucoup plus simplement, sans condensateur ni relais supplémentaire, par une commutation des contacts du relais de voie placé deux cantons en aval par rapport au train qui démarre (relais B3 pour un train démarrant sur la section arrêt du canton 1).

### Ralentiement contrôlé

Dans les systèmes de ralentissement décrits précédemment, le relais de block automatique d'un canton déterminé, excité par la présence d'un train, provoque une chute de tension sur le courant traction dès l'entrée d'un second train dans le canton précédent ; mais cette chute de tension, uniforme quel que soit le train, peut provoquer

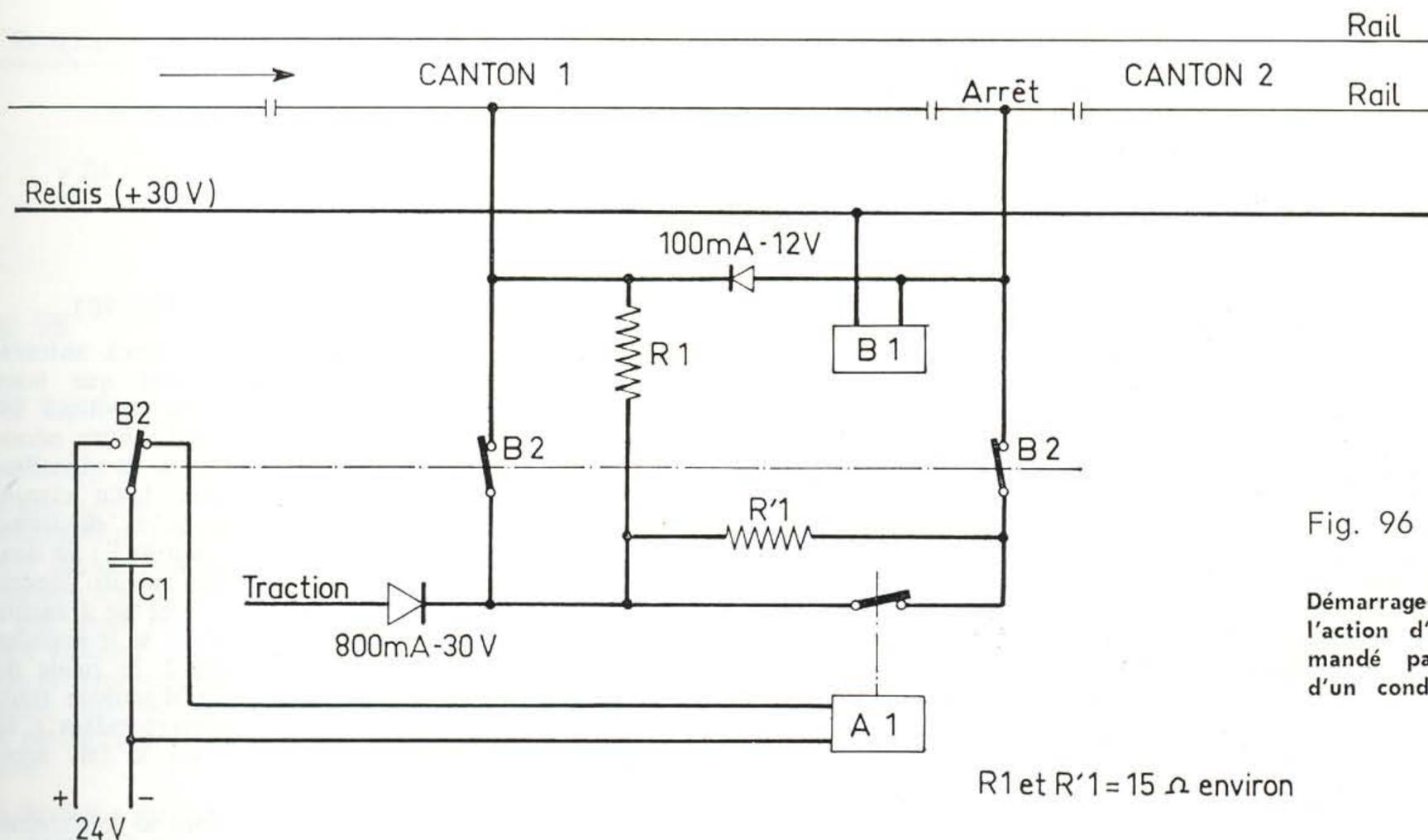


Fig. 96

Démarrage au ralenti par l'action d'un relais commandé par la décharge d'un condensateur.

$R1$  et  $R'1 = 15 \Omega$  environ

que le canton 2 est libéré, le relais B2 retombe et provoque la décharge du condensateur C1 dans un relais auxiliaire A1, qui s'excite temporairement (temps variable avec la résistance du relais et la capacité du condensateur, 1 000 ohms et 200 microfarads donnent de bons résultats). L'ouverture du contact repos du relais A1 fait passer le courant de traction à travers la résistance R'1 et le train démarre au ralenti. Dès que le condensateur est déchargé, le relais A1 retombe et le ralentissement est supprimé.

Ce procédé a, par contre, toute sa valeur dans la protection d'un croisement ou plus généralement d'un ensemble d'itinéraires se succédant automatiquement. En effet, dans ce cas, le train qui libère la voie n'occupe pas forcément le canton placé en aval et l'utilisation des contacts du relais de voie placé deux cantons en aval ne donnerait pas le démarrage au ralenti, mais à pleine vitesse. L'utilisation de condensateurs permet de résoudre ce problème.

soit un ralentissement progressif pour les trains lourds à grande inertie, soit un ralentissement brutal pour les locomotives légères ou munies de vis sans fin, soit même un ralentissement trop peu marqué pour certains moteurs munis d'engrenages droits. Les trains peuvent donc, suivant les cas, soit aborder la section arrêt (sans courant) avec une vitesse trop élevée et brutalement stopper, soit y parvenir en se traînant. D'une façon plus générale, les différents moteurs qui équipent les locomotives

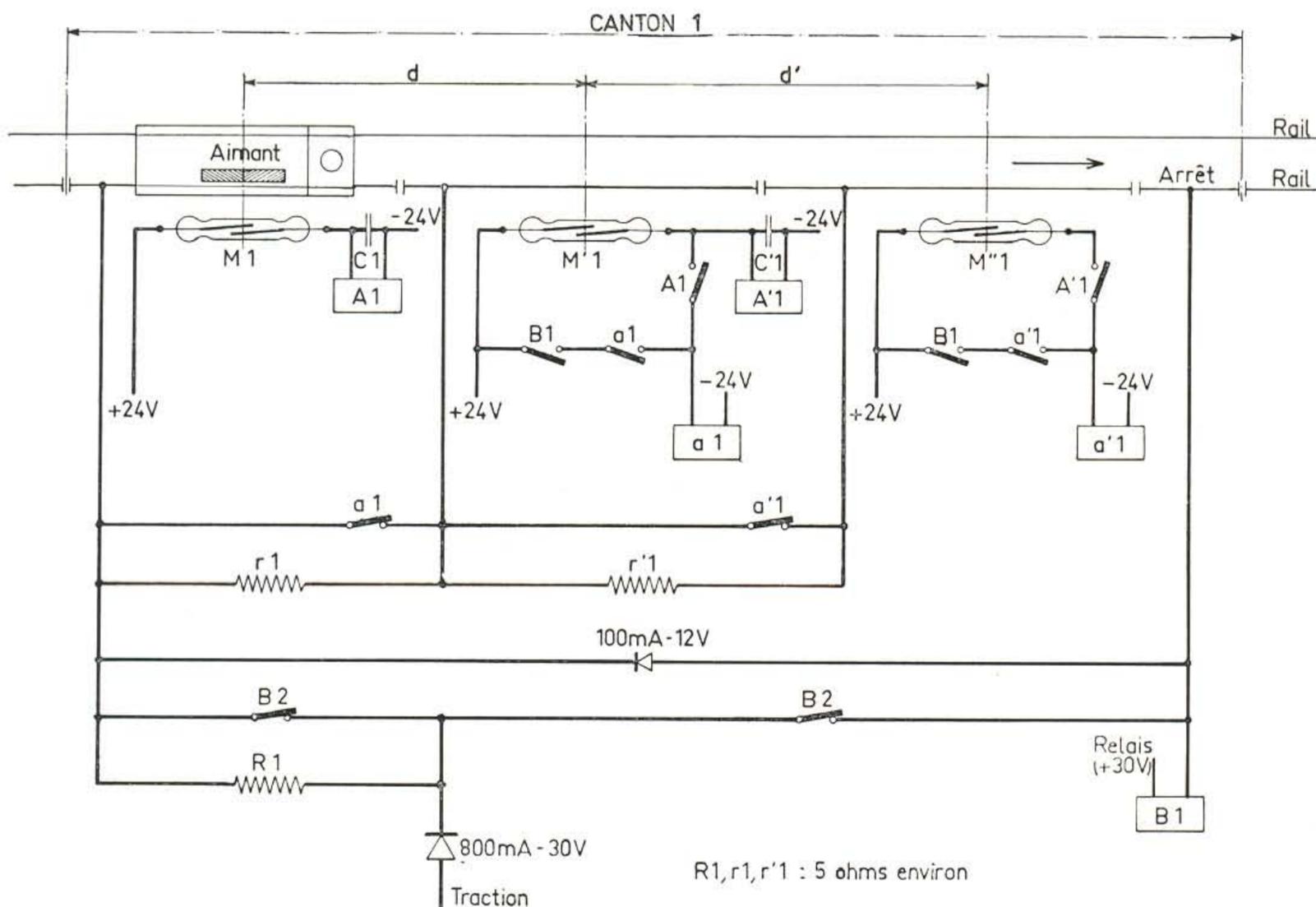


Fig. 97

Ralentissement contrôlé par contact magnétique.

ont des caractéristiques électriques propres et des réactions très différentes pour une même chute de tension ; il est donc intéressant de rechercher un système plaçant plus ou moins de résistances en série dans le circuit traction suivant la réaction du train vis-à-vis de l'interposition de ces résistances.

On place un petit aimant permanent dans chaque locomotive et des contacts magnétiques à contact momentané sous la voie, suivant le schéma ci-dessus. Examinons le fonctionnement des différents relais, en supposant que le canton 2 est occupé (relais B2 excité) et qu'un train pénètre dans le canton 1. A l'entrée dans le canton 1 le courant traction traverse la résistance R1 et le train se met à ralentir suivant ses caractéristiques propres (moteur, poids, roulement, engrenages, etc.) ; les relais A1, A'1, a1, a'1 assurent une correction automatique de ce ralentissement ; lorsque le train atteint le relais magnétique M1, il ferme au passage le relais A1 et charge le condensateur C1 ; lorsque le train atteint le relais magnétique M'1, deux cas peuvent se présenter : ou bien un temps assez long s'est écoulé entre le passage sur M1 et le passage sur M'1, et le relais A1 est retombé après décharge du condensateur C1 ; dans ce cas le relais a1 ne s'excite pas et le ralentissement supplémentaire par la résistance r1 n'a pas lieu ;

ou bien un temps assez court s'est écoulé entre les deux passages (train plus rapide) et le relais A1 est encore maintenu excité par le condensateur C1 lorsque le train atteint M'1 ; le relais a1 est alors excité et la résistance r1 freine le train.

Le fonctionnement de A'1 et a'1 avec le relais magnétique M''1 est identique ; la signalisation est assurée par le relais de block B.

Les contacts magnétiques jouent un grand rôle pour fixer d'une façon précise la distance « d » entre deux impulsions données par le train. On introduit une constante de temps « t » par le condensateur qui fixe un retard à la retombée indépendamment du courant de traction. On mesure ainsi réellement la vitesse du train ( $v = d/t$ ) en différents points du canton et on ajoute automatiquement des résistances en série suivant l'évolution de cette vitesse ainsi que le ferait un mécanicien à bord de la loco.

Bien entendu on est limité par des considérations financières pour ne pas multiplier dans chaque canton les relais, contacts magnétiques et résistances ; mais on dispose, du moins pour des sections critiques, d'un moyen peut être luxueux, mais techniquement très valable.

## B) CANTON COURBE (fig. 98).

Dans les systèmes de block automatique avec ralentissement que nous avons examiné, le relais de block assure à la fois les commutations nécessaires à la traction et à la signalisation. Supposons qu'un train circule sur le canton 2, et qu'un deuxième train le suive sur le canton 1 ; ce deuxième train circule au ralenti, théoriquement parce qu'il vient de franchir un feu jaune ; cependant si le premier train quitte le canton 2, le relais de voie B2 retombe et le deuxième train reçoit une tension correspondant à la vitesse normale, ce qui le fait accélérer.

Tout se passe comme si le mécanicien fictif du deuxième train, ayant aperçu loin devant lui le feu passer du rouge au jaune, remettait la gomme pour ralentir à nouveau après le signal. Ceci est assez invraisemblable, surtout sur les réseaux miniatures dont les cantons sont souvent courbes ; on a l'impression que les trains, loin d'obéir aux signaux, obéissent aux relais et ne sont pas indépendants les uns des autres. Le schéma suivant permet de résoudre le problème en maintenant le ralentissement d'un train sur un canton entier. Afin de ne pas multiplier les relais et mettre en valeur le dispositif, seuls les cantons courbes en seront dotés.

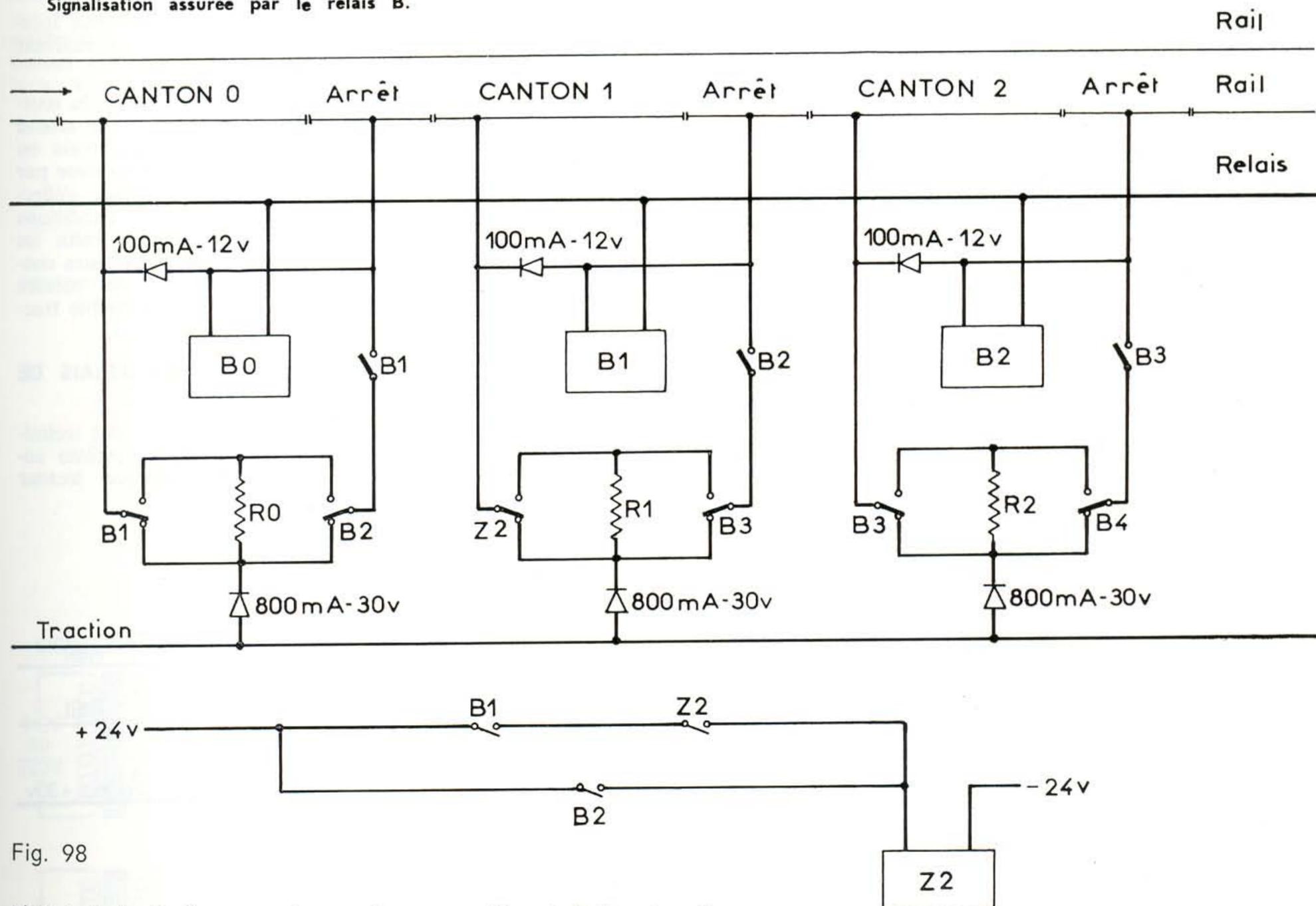


Fig. 98

Block à "mémoire" pour canton courbe, pour système à 2 files de rails.

Dans le canton 1 (courbe) le ralentissement est assuré par le relais auxiliaire Z2, qui est autoalimenté par la présence d'un train sur le canton 1, et qui ainsi ne retombe pas, même après libération du canton 2. Ce procédé est représenté pour un block avec cellule, mais est applicable avec tous les autres systèmes de block automatique.

**C) BLOCK AUTOMATIQUE PERMETTANT LA DOUBLE TRACTION**

Les amateurs de réalisme fonctionnel seront, je l'espère, intéressés par le schéma de la page 62, qui nécessite 3 relais par canton, mais qui représente en échange de nombreux avantages :

— Le démarrage du train devant un signal passant du rouge au jaune s'effectue avec un certain retard par rapport à la commutation des feux (respect du temps de réaction du mécanicien et de l'inertie du train).

— Le feu rouge du fourgon de queue alimenté par la voie ne s'éteint pas au passage sur la section d'arrêt de chaque canton.

— La double traction est praticable, les deux locomotives, placées l'une en tête, l'autre en queue du convoi, ayant un fonctionnement simultané en ce qui concerne le ralentissement, l'arrêt et le démarrage.

La signalisation est assurée par les relais de voie W et n'a pas été représentée par simplification (2 contacts inverseurs par signal). Chaque relais B est excité en même temps que le relais de voie correspondant, sauf lorsque le canton amont est occupé ; chaque relais S est excité si un train est arrêté par le fonctionnement du block sur la section arrêt du canton correspondant.

Envisageons plusieurs cas pour analyser correctement le fonctionnement de ce block :

— Train unique avec une seule locomotive en tête : le train occupe par exemple le canton 1 : les relais W1 et B1 sont excités, le relais S1 ne s'excite pas, même lorsque la locomotive pénètre dans la section arrêt ; le train reçoit en permanence un courant de traction normal (non ralenti par la résistance R1) ; lorsque le train pénètre

dans le canton 2, le relais W2 s'excite, mais le relais B2 ne s'excite pas, car le relais W1 est encore excité, et le fourgon de queue en passant sur la section arrêt du canton 1 reçoit le courant de traction normal et l'ampoule éventuellement placée dans ce fourgon et branchée en parallèle sur la voie reste allumée avec la même intensité lumineuse.

— Train unique avec double traction : le fourgon de queue est en fait remplacé par une locomotive ; celle-ci reçoit en permanence la même tension que la machine de tête ; le résultat est le même si les deux machines sont accrochées l'une derrière l'autre.

— Train avec une seule locomotive suivant un autre train : supposons par exemple que le canton 2 soit occupé par un premier train (relais W2 et B2 excités) et qu'un deuxième train pénètre dans le canton 1 ; le relais W1 s'excite ; le relais S1 n'est pas excité au début du canton ; le train reçoit donc un courant de traction ralenti par la résistance R1 (ce qui est conforme à la signalisation) ; lorsque ce deuxième

train pénètre dans la section arrêt du canton 1, le relais S1 s'excite (car le contact travail du relais B2 est fermé) et le train s'arrête ; lorsque le premier train libère le canton 2, le relais W2 retombe aussitôt et le signal à l'entrée du canton 2 passe au jaune ; le relais B2 ne retombe qu'après un certain temps (dû au condensateur placé à ses bornes et le train démarre (au ralenti, car le relais S1 reste excité) avec un retard très réaliste par rapport au changement des feux.

— Train avec double traction suivant un autre train : supposons par exemple que le canton 2 soit occupé par un premier train (relais W2 et B2 excités) et qu'un deuxième train (comportant une locomotive en tête et une autre en queue, ou deux en tête) péné-

tre dans le canton 1, la première locomotive reçoit un courant de traction ralenti, tandis que la deuxième reçoit encore un courant de traction normal ; lorsque la deuxième locomotive pénètre à son tour dans le canton 1, elle reçoit un courant de traction ralenti, de sorte qu'on obtient ainsi un ralentissement progressif, en 2 temps ; lorsque la première locomotive atteint la section arrêt du canton 1, le relais S1 s'excite et le courant traction est coupé, non seulement dans la section arrêt, mais dans tout le canton (ce qui est indispensable pour empêcher la deuxième locomotive de patiner) ; lorsque le premier train libère le canton 2, le relais W2 retombe aussitôt ; le relais B2 retombe avec un certain retard (voir avantages ci-dessus) et le courant de traction ralenti atteint à nouveau

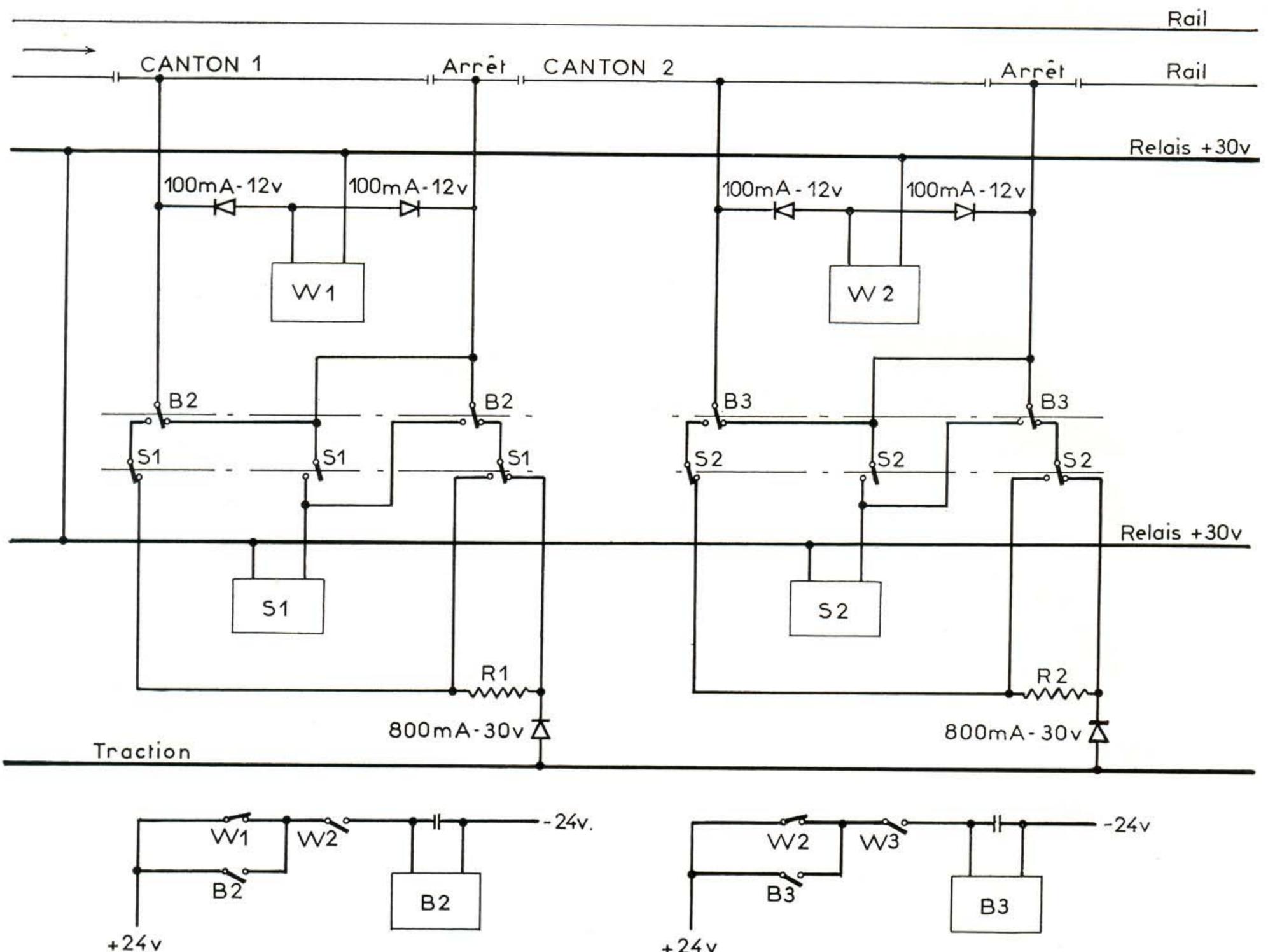
l'ensemble du canton ; les deux locomotives du deuxième train démarrent donc ensemble, au ralenti.

— Bien entendu le feu rouge du fourgon est éteint lorsqu'un train attend devant un signal au rouge, mais on peut établir un éclairage autonome par accus, la recharge de ceux-ci s'effectuant dans de meilleures conditions avec le dispositif indiqué ; enfin on peut éliminer les relais S et leurs contacts ; on conserve alors les mêmes avantages, sauf ceux de la double traction.

#### D) ALIMENTATION DES RELAIS DE VOIE

Pour terminer cet aperçu des techniques utilisables en block système automatique, et que chaque lecteur

Fig. 99 Block automatique permettant la double traction, pour système à 2 files de rails.



adaptera à son propre réseau, j'indique par le schéma donné (fig. 100) une méthode pour limiter la tension aux bornes des relais dans le cas du système à cellule antiretour (où il est

prévu une source « relais » de 30 volts) lorsque la tension de traction est très faible ou nulle. On utilise une galette du commutateur de traction ; pour la position « 0 » par exemple la sour-

ce « relais » n'est que de 20 volts, tandis que pour la position « traction 10 volts » la source relais est de 30 volts, ce qui donne toujours 20 volts aux bornes du relais de voie.

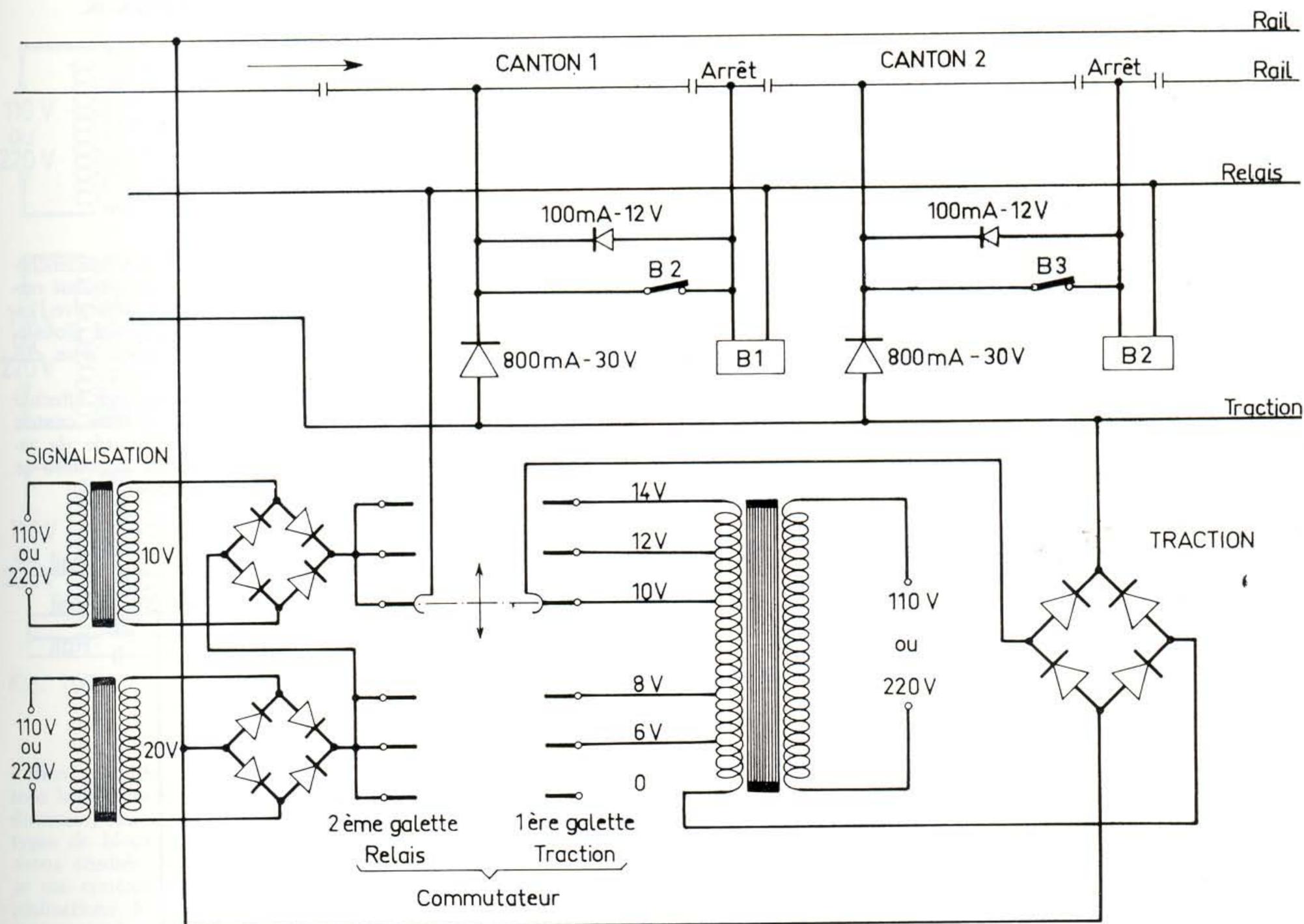


Fig. 100

Montage permettant de limiter la tension aux bornes des relais de block.

On peut aussi utiliser un seul redresseur 30 V avec 2 transfos 10 V et 20 V ou un redresseur et transformateur unique (20 à 30 V à 6 sorties).



# CHAPITRE XIII

## Marche arrière en block automatique

En pleine voie, où le block automatique joue son rôle en premier lieu, la marche arrière doit être considérée comme exceptionnelle ; cependant les circuits dotés de block automatique traversent normalement des gares, où il y a lieu d'effectuer des manœuvres et où le block automatique ne doit pas être perturbé ; c'est pourquoi il est intéressant de prévoir la possibilité de circuler en marche arrière sur un cir-

cuit muni de block ; on peut cependant envisager plusieurs cas suivant l'exploitation prévue pour le réseau :

— le block automatique peut être éliminé en marche arrière, par simplification, ou au contraire conservé, ce qui est plus conforme à la réalité pour la signalisation ;

— l'inversion de marche est réalisée indépendamment pour chaque canton, ce qui paraît séduisant pour l'exploita-

tion mais conduirait à des enclenchements très complexes si on voulait respecter la sécurité ; ou au contraire l'inversion de marche est réalisée globalement pour tous les cantons d'un circuit ;

— le réglage de vitesse est effectué indépendamment pour chaque canton ou au contraire la commande de vitesse se fait au niveau de la source de traction pour tout le circuit.

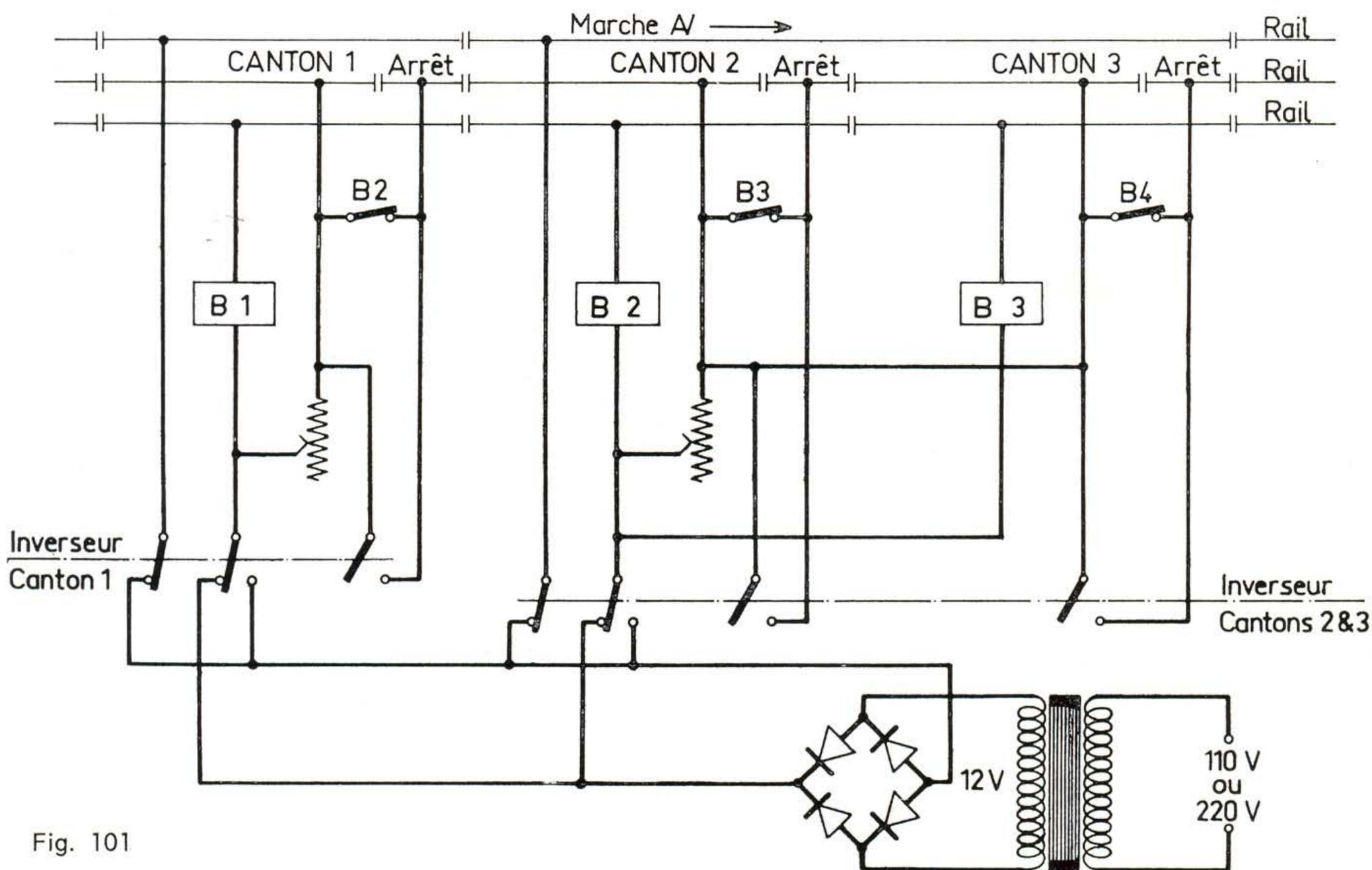


Fig. 101

Inversion simple en block automatique 3 rails.  
L'alimentation relais et traction est commune.

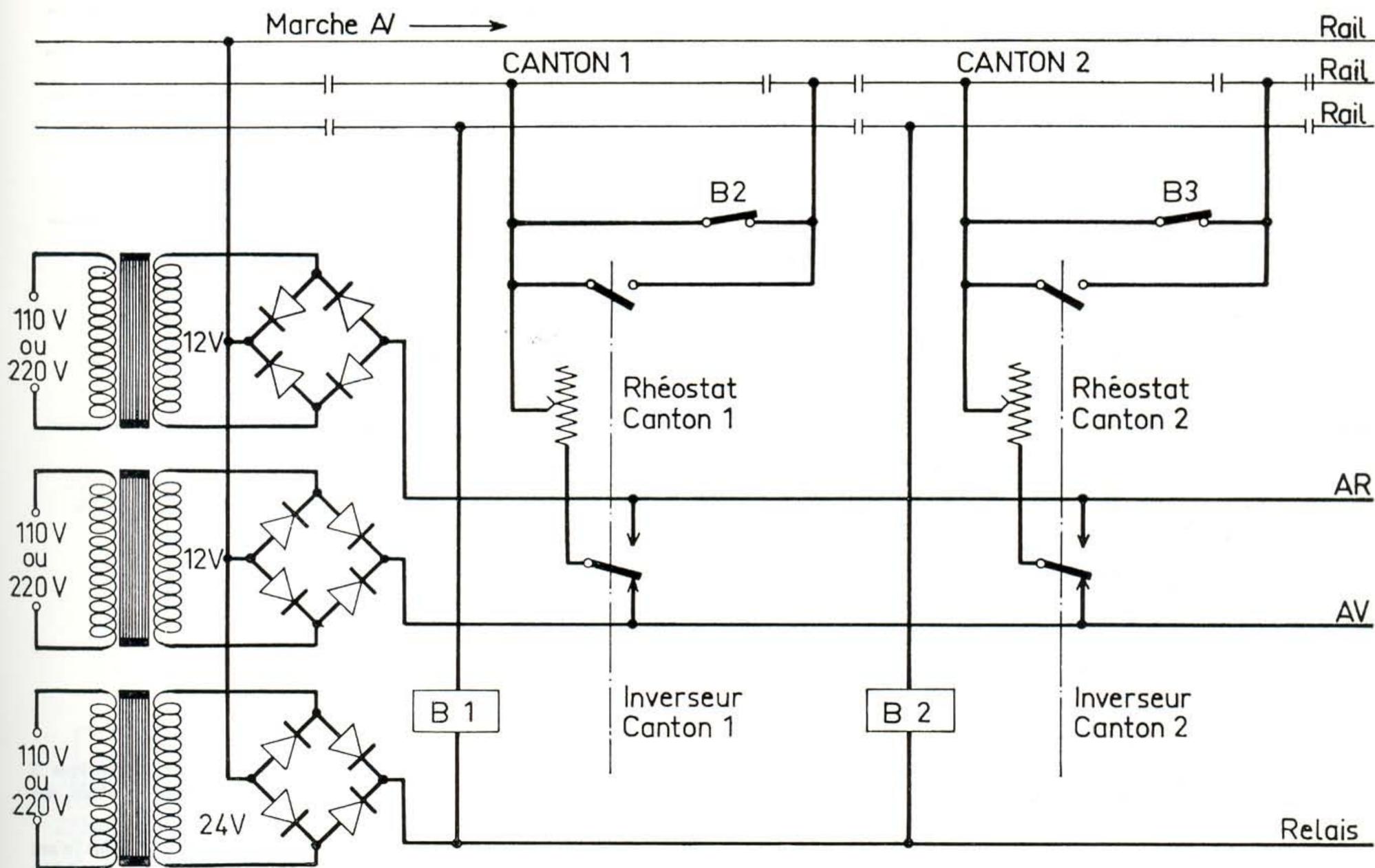


Fig. 102

Inversion en block automatique 3 rails avec alimentation " split potential ".

Bien entendu, je ne donnerai pas tous les schémas correspondants à ces diverses possibilités pour les différents types de block automatique que nous avons étudiés ; ce serait fastidieux et je me contenterai de mentionner les réalisations les plus souvent rencontrées pour les voies « 3 rails » et pour les voies « 2 rails ».

### MARCHE ARRIÈRE en système 3 rails

Une solution simple en « 3 rails » consiste à alimenter la voie et les relais par la même source 12 volts et à réaliser des inversions de marche soit individuelle (canton 1) soit collective (cantons 2 et 3). Des relais fonctionnant sous la tension 12 volts sont indispensables. (Fig. 101).

Une autre solution, toujours en voie « 3 rails » consiste à mettre en œuvre un montage en « split potential », que nous avons déjà vu (chapitre « Commande manuelle des trains », fig. 61 et 62, page 31) et qui permet, outre les avantages inhérents à ce montage (inverseurs unipolaires, rail commun sans coupure), d'utiliser des relais fonction-

nant sous une tension de 24 V, plus répandus. (Fig. 102).

On peut aussi, toujours en voie « 3 rails » effectuer une inversion globale des sources « traction » et « relais », ce qui permet de réduire le tableau de commande au minimum (un commutateur de vitesse et un commutateur à quatre inverseurs pour un circuit, plus un inverseur par canton). (Fig. 103).

### MARCHE ARRIÈRE en système 2 rails

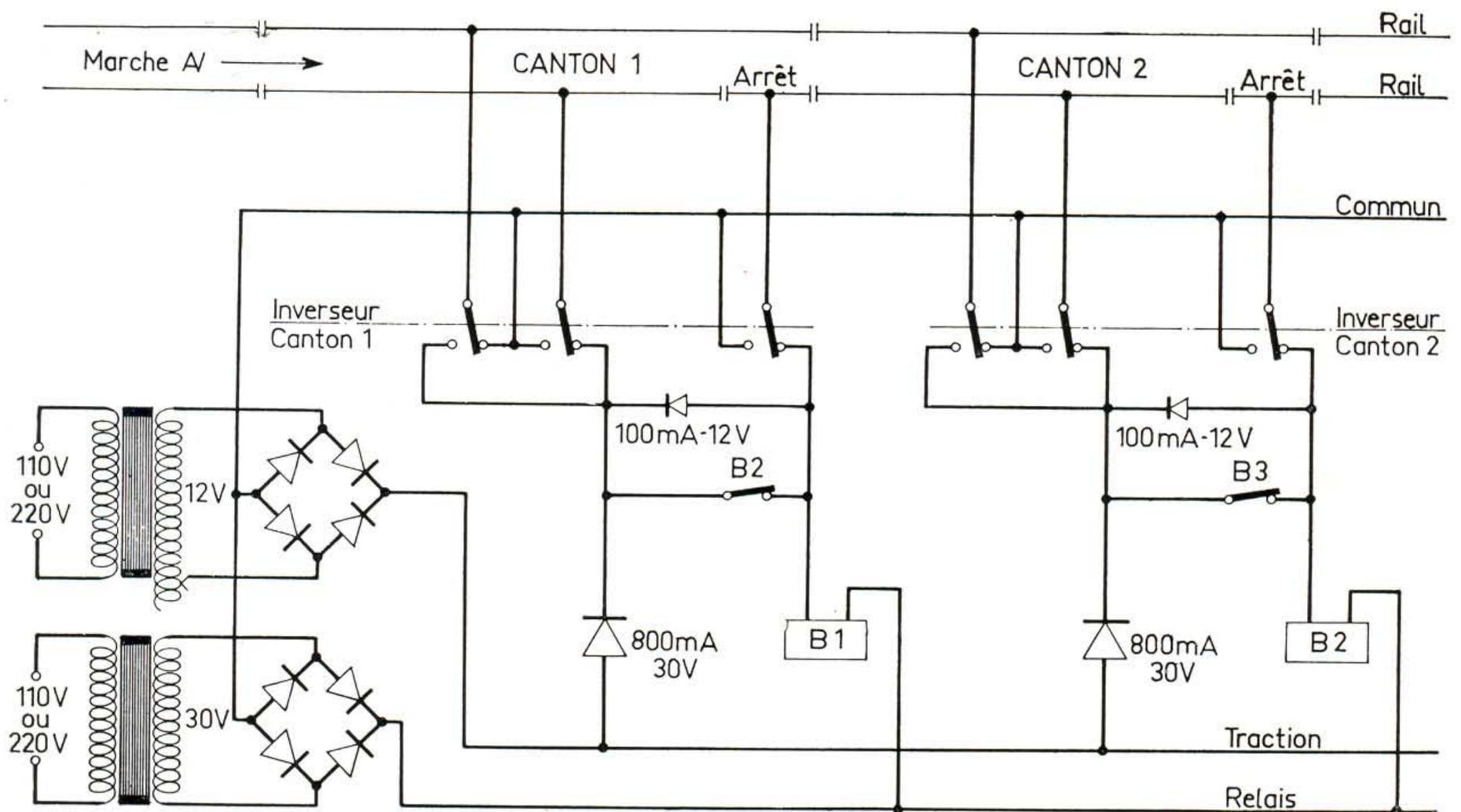
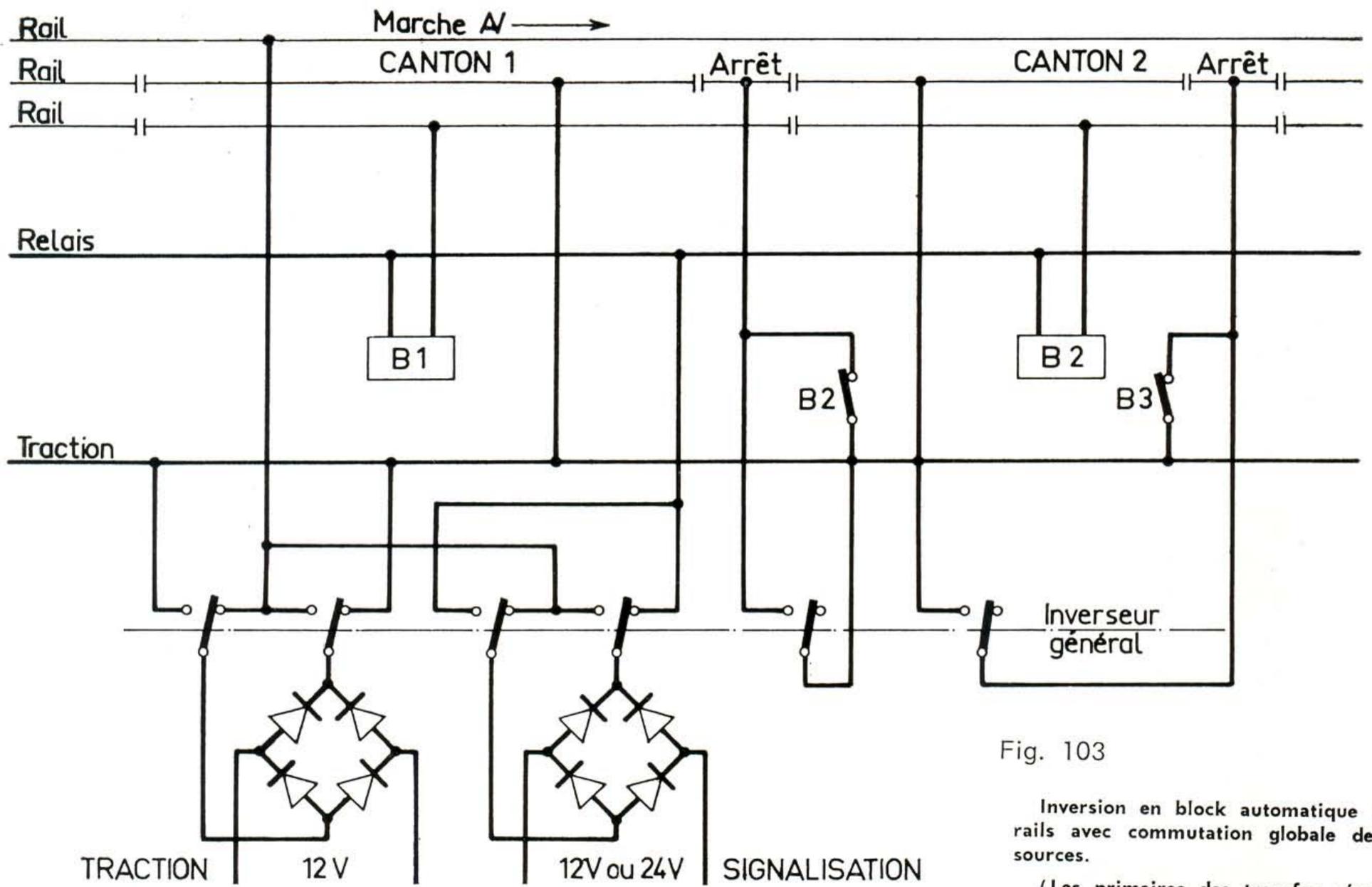
Pour les systèmes « 2 rails » équipés de block automatique avec cellule antiretour, l'inversion individuelle des cantons est la plus simple, soit avec commande séparée de la traction pour chaque canton (transformateur et redresseur unique, et autant de rhéostats que de cantons), soit avec commande globale (transformateur à sorties multiples, redresseur et commutateur unique) ; cette dernière version est représentée page suivante (fig. 104).

La mise en œuvre du « split potential » dans les systèmes « 2 rails » équipés de block automatique avec cellule antiretour, est possible, mais de-

mande de nombreux contacts d'inversion par canton (deux pour la source traction, deux pour la valve, un pour la source relais et un pour la section d'arrêt). J'indique page 67 un procédé plus simple, permettant l'inversion de marche dans tout le circuit à la fois. (Fig. 105).

L'inversion de marche est plus simple dans les systèmes « 2 rails » nécessitant des relais à double enroulement ; en effet les circuits traction et signalisation sont identiques, comme nous l'avons vu, et il suffit de croiser les deux fils d'alimentation soit dans un canton (inversion individuelle) soit dans tout le circuit (inversion globale) ; ce système est certainement le plus simple vis-à-vis de l'inversion de marche.

Les systèmes comportant des transistors nécessitent par contre de nombreux contacts d'inversion (pour les sources traction et relais, pour les transistors, et pour les valves éventuelles). Dans les systèmes sans circuit de voie, l'inversion de marche ne pose pas de problème, mais le fonctionnement des



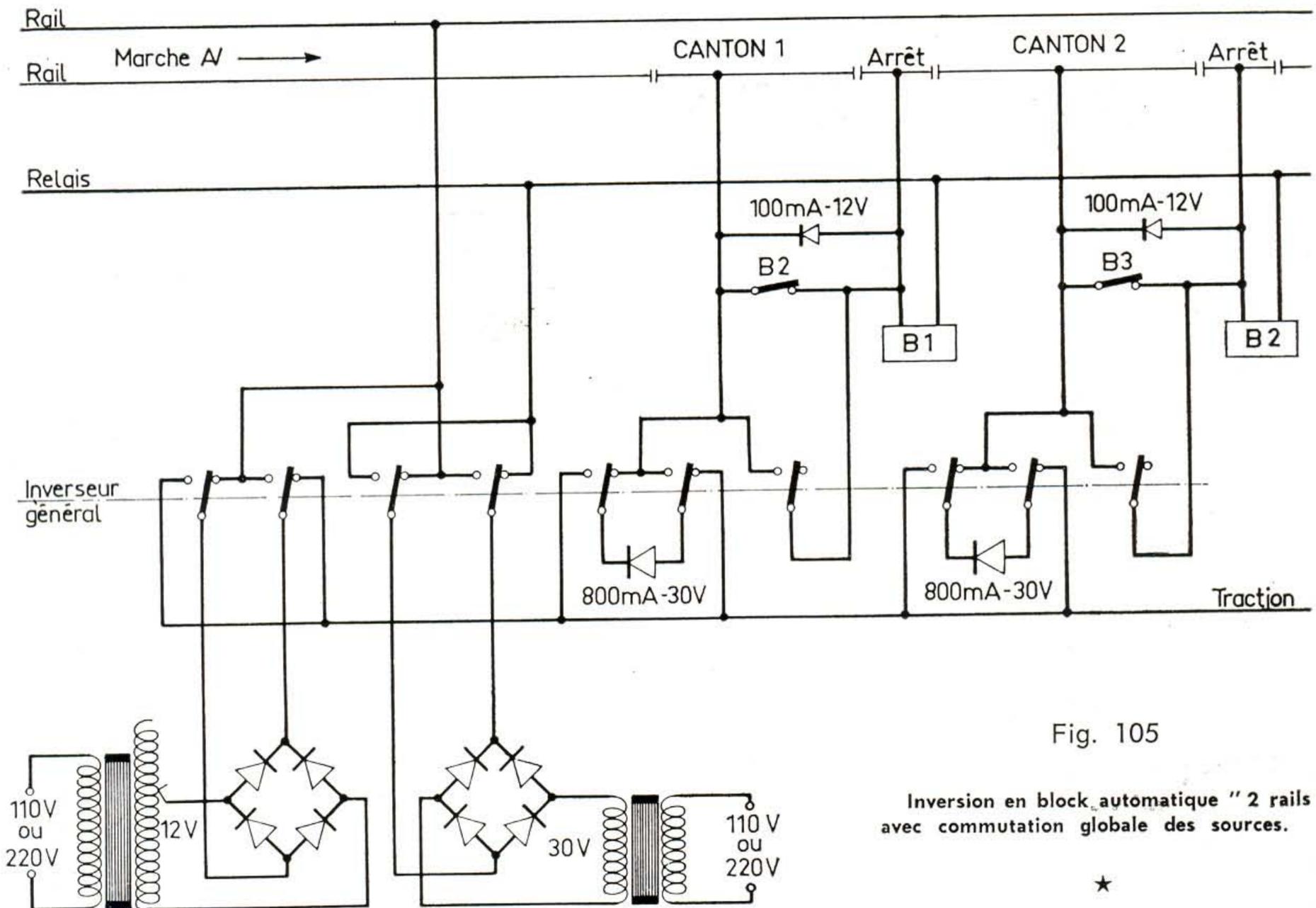


Fig. 105

Inversion en block automatique "2 rails" avec commutation globale des sources.

★

pédales en marche arrière donnerait des résultats fantaisistes pour la signalisation et on doit les mettre hors service.

Nota. — Des systèmes de block automatique, basés sur l'injection de courant alternatif à haute fréquence dans les rails, sont insensibles au sens de marche et évitent la permutation des valves. Cependant ces systèmes relativement complexes sont du domaine de l'électronique et sortent du cadre de cet exposé.

### RÉALISATIONS PARTICULIÈRES

Dans les schémas suivants sont représentés des cas concrets de block automatique appliquant les principes vus précédemment et ayant par ailleurs des caractéristiques originales.

#### A) Block automatique perfectionné

Dans le schéma donné page 68 on remarque que chaque canton possède un relais de voie B et un relais auxiliaire T. La traction est prévue pour une voie en deux rails, avec alimentation de tous les cantons depuis deux sources

(vitesse normale et vitesse ralentie) mais le principe en est applicable aux autres systèmes de traction (trois rails, absence de ralentissement, etc).

On remarque également que l'alimentation des feux ne fait intervenir que les contacts intéressés des relais B, alors que le courant traction passe par des contacts des relais B et T.

1° Examinons ce qui se passe lorsqu'un train (a) traverse successivement les cantons 1, 2, 3, etc.

Lorsque le train (a) est dans le canton 1, les relais B1 et T1 sont excités, tous les autres relais sont au repos.

Lorsque le train (a) passe du canton 1 au canton 2, le relais B2 s'excite, mais le relais T2 ne s'excite pas, car le relais B1 est toujours alimenté par la queue du train, le courant traction n'est donc pas coupé dans la section arrêt du canton 1 et le feu rouge du fourgon de queue ne s'éteint pas au passage sur cette section; ce feu reçoit en permanence une tension correspondant à la vitesse normale du convoi.

Lorsque le train (a) est entièrement sur le canton 2, le relais B1 retombe et le relais T2 s'excite (le relais B2 reste excité bien entendu).

2° Si à ce moment un deuxième train (b) pénètre sur le canton 1, le relais T2 reste excité par son contact d'auto-alimentation et le train (b) après avoir ralenti, s'arrête devant le feu rouge à l'entrée du canton 2.

Lorsque le train (a) quitte le canton 2, le relais B2 retombe, ainsi que le relais T2, mais ce dernier est retardé à la retombée par un condensateur placé à ses bornes de sorte que le train (b) reçoit l'impulsion de courant traction avec un décalage dans le temps par rapport au changement des feux (rouge-jaune) qui est assuré par le relais B2.

Ce phénomène représente le réalisme du temps de réaction du mécanicien.

REMARQUE. — Pour éviter le clignotement des feux en cas de mauvais contact des roues sur les rails, il est utile de placer un condensateur aux bornes de chaque relais B.

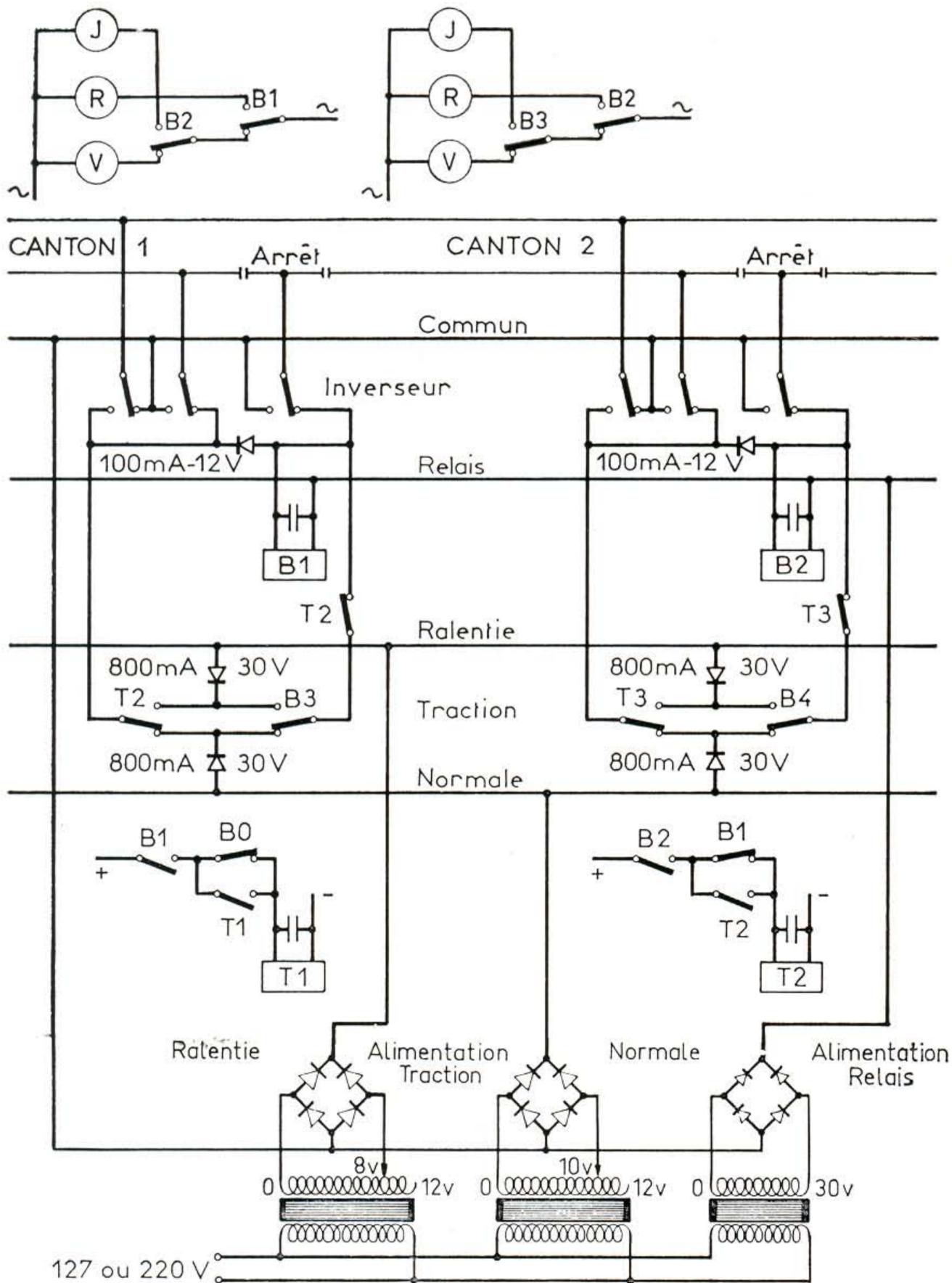


Fig. 106

**Block automatique perfectionné pour réseau en deux files de rails, alimentation vitesse normale et vitesse ralentie par deux sources distinctes.**

sont représentés en figurant les contacts des relais à leur place fonctionnelle ce qui rend les schémas beaucoup plus facile à suivre et à câbler. La particularité de ce montage outre ses deux sources distinctes traction (voir notamment fig. 106) réside par ailleurs dans le fait que l'inversion de marche par commutation globale des sources, n'est possible qu'après avoir mis à O les commutateurs de traction, évitant ainsi l'inversion brutale d'un train en pleine vitesse.

### C) Block automatique avec banalisation simplifiée

Ce block est représenté par le schéma donné en figure 108, qui tout en ayant les mêmes caractéristiques que celui de la figure 107, comporte en outre deux autres particularités :

- une alimentation spéciale "caténaire" est représentée, avec une source unique et ralentissement par résistance, alors que la traction "rail" est représentée avec 2 sources.

- Un block automatique simplifié existe en marche arrière. Si, par exemple, lorsqu'on inverse la marche, il y a un wagon dans le canton N, le relais BN est alimenté et le relais LN ne se ferme pas ; il n'y a donc pas de courant traction dans le canton N + 1 et le train qui s'y trouverait ne pourrait reculer pour tamponner le wagon dans

L'utilisation d'un condensateur sur le relais B et d'un autre sur le relais T a un autre avantage : lorsque deux trains de vitesse similaire se suivent sur un circuit équipé de cette façon, la distance entre les deux trains tend à s'établir à la longueur d'un canton augmentée de la somme des chemins parcourus par le premier train pendant les délais de retard successifs des relais B et T. En effet, le retard à la retombée du relais T ne commence à jouer que lorsque le relais B est retombé complètement. On a ainsi l'impression que les cantons sont plus longs d'où réalisme accru.

### B) Présentation d'un schéma avec regroupement des contacts

Dans le schéma en fig. 107 on a représenté les alimentations traction et relais, ainsi que toute la filerie, en positionnant les contacts au-dessous des relais qui les actionnent. Ce mode de présentation est donné à titre d'exemple pour faire ressortir les différentes parties du schéma, mais on constate que le graphisme est chargé alors qu'il s'agit en fait d'un schéma de block relativement simple. C'est la raison pour laquelle tous les autres schémas

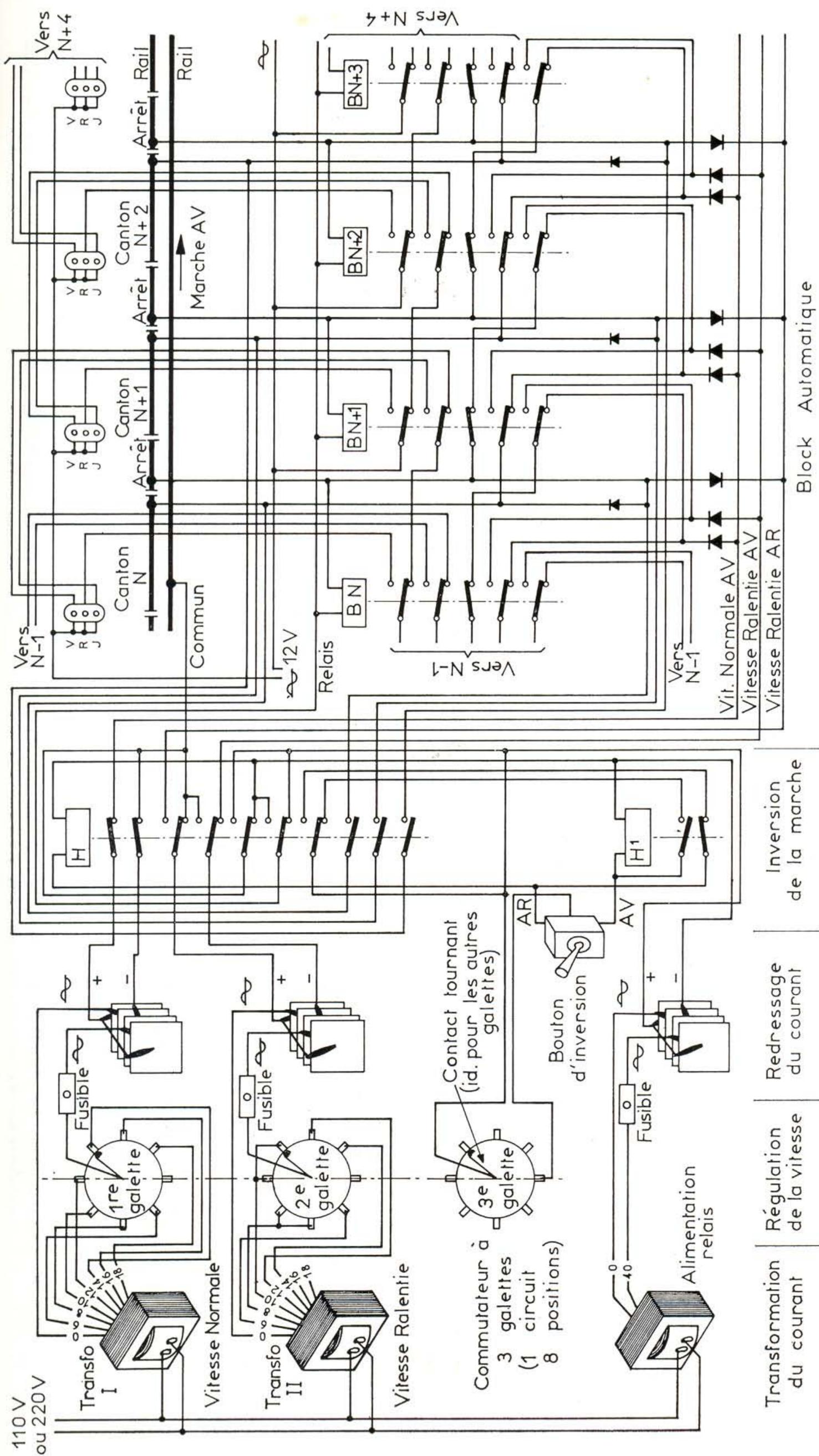


Fig. 107 SCHEMA COMPLET DE L'ALIMENTATION (deux sources) ET DES CIRCUITS DE BLOCK AUTOMATIQUE D'UN RESEAU MODELE, DEUX RAILS INTERPRETE SELON LE STYLE CLASSIQUE, COMME EXEMPLE.

Le canton N. Si au contraire, lorsqu'on inverse, le canton N est libre, BN n'est pas alimenté et LN se ferme. Il y a du courant traction dans N + 1 et le train peut y reculer ; lorsqu'il pénètre dans N, BN se ferme mais LN est autoalimenté et le train peut continuer à reculer. (En fait un télescopage reste possible si deux trains se suivent en

reculant ; les relais L restent alimentés et le deuxième train peut rejoindre le premier après avoir traversé deux cantons ; mais ce n'est pas un inconvénient majeur, car on cherche surtout à assurer une marche arrière partielle en toute sécurité tout en permettant le recul prolongé d'un train).  
Si lorsqu'on renverse la marche, un

train est à cheval sur deux cantons, il ne peut reculer si sa machine est en avant ; mais il suffit de le faire avancer de façon à ce qu'il n'occupe qu'un seul canton, pour le faire ensuite reculer normalement. Dans les cantons " gare " les relais L sont supprimés pour permettre l'accrochage des wagons.

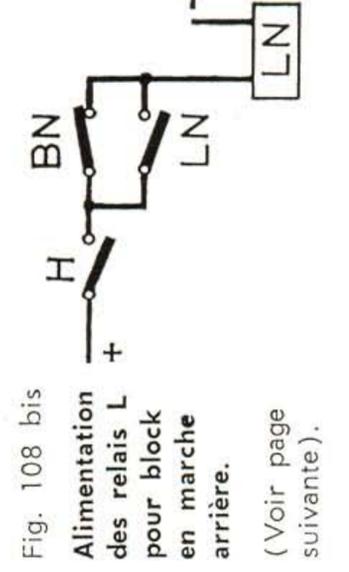
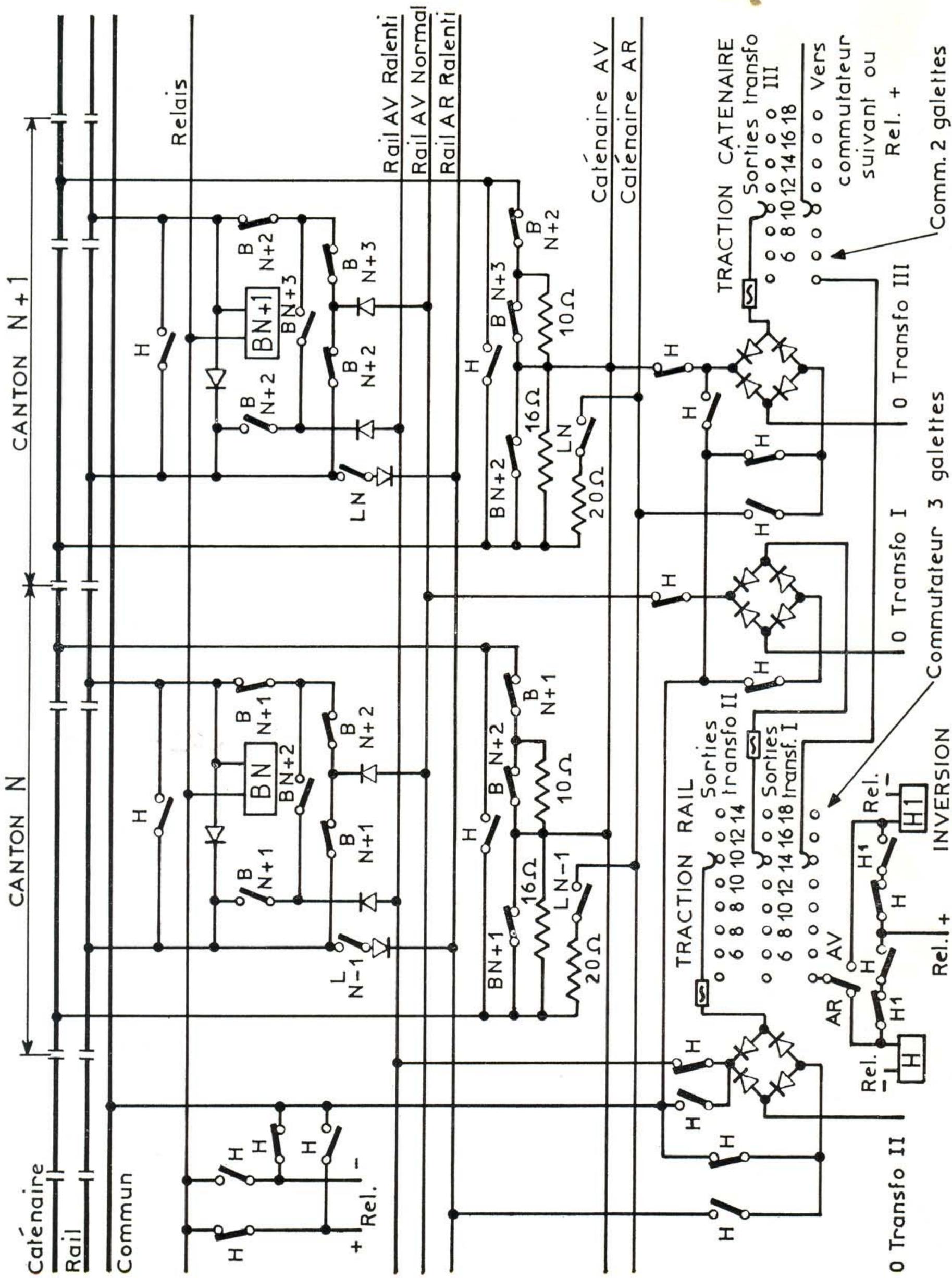


Fig. 108 bis Alimentation des relais L pour block en marche en arrière. (Voir page suivante).



**B:** Relais de block automatique. **H:** Relais d'inversion. **L:** Relais de marche arrière.

Fig. 108 SCHEMA GÉNÉRAL DES CIRCUITS TRACTION : DEUX RAILS ET CATÉNAIRE ainsi que du BLOCK AUTOMATIQUE AV et AR, (pour le block AR, voir schéma d'alimentation des relais L page précédente).

## Commande centralisée

### I. — GÉNÉRALITÉS

#### 1° Réalisations des chemins de fer réels

Dans le domaine des installations de sécurité, le chemin de fer tend depuis longtemps à remplacer l'action humaine, toujours faillible, par des dispositifs automatiques qui sont très sûrs, et tout à la fois procurent des économies d'exploitation et améliorent le rendement des installations.

Une étape essentielle du développement de ces installations de sécurité a consisté à réaliser, il y a quelques années, l'enregistrement des itinéraires dans les postes d'aiguillages. Un progrès récent consiste à emmagasiner non plus un seul, mais une série d'itinéraires qui se traceront sur le terrain tour à tour, automatiquement, en fonction du passage des trains.

Ainsi la commande centralisée de Dôle-Vallorbe, achevée en 1963, donne la possibilité d'emmagasiner quatre itinéraires. Ce dispositif de programmation, accompagné de la commande à distance des postes d'aiguillage et d'un tableau lumineux de contrôle optique, permet de grandes possibilités d'exploitation et facilite la tâche du régulateur.

Quand il sera possible (c'est actuellement à l'étude) d'identifier les trains au passage par leur numéro, grâce à des dispositifs inducteurs, le programmeur pourra recevoir automatiquement l'annonce des trains, alors que le régulateur, dans la situation actuelle, en est informé par téléphone.

Des essais ont par ailleurs lieu à la S.N.C.F. (notamment sur la ligne Les Aubrais-Vierzon) pour mettre au point un système consistant à vérifier qu'un train circulant sur une ligne donnée ne dépasse à aucun moment, en aucun point de son parcours, la vitesse autorisée : tout dépassement provoque automatiquement un freinage d'urgence du train. La transmission d'informations aux locomotives peut se faire,

soit en des points déterminés de la voie au moyen de « balises » (système dit « ponctuel »), soit en permanence sur des sections de voie déterminées (système dit « linéaire »).

#### 2° Réalisations modélistes

Devant ces réalisations et ces projets des chemins de fer réels, quelle peut être la réaction du modéliste ? Bien sûr il peut se contenter d'admirer, de lire des articles spécialisés, de visiter des installations, d'échanger des photos, mais il se conduit alors en ami des chemins de fer, non en vrai modéliste. Ce dernier cherchera toujours à reproduire d'une façon ou d'une autre les chemins de fer réels. Ces techniques sont complexes, et il sera pratiquement impossible au modéliste de mettre en œuvre un véritable « programmeur » analogue à ceux de la S.N.C.F. Par contre il est intéressant de concentrer les organes de manœuvre des trains sur un même pupitre, en donnant des ordres aux locomotives elles-mêmes à travers les circuits, et non aux circuits supportant n'importe quelle locomotive.

Ainsi, non seulement on centralisera, comme à la S.N.C.F., la commande des aiguilles, des signaux et des itinéraires, mais encore on cherchera à centraliser la commande des trains eux-mêmes, d'où le nom, par analogie, de « commande centralisée ».

Cette technique du contrôle des trains étant encore au stade expérimental à la S.N.C.F., comme nous l'avons vu, ce chapitre de la « Commande centralisée en modélisme ferroviaire » a été séparé du chapitre des « Automatismes », qui eux découlent directement des réalités de l'exploitation des chemins de fer.

Bien sûr il serait fantaisiste de prétendre que le modélisme ferroviaire est en avance sur les chemins de fer réels, mais il n'est pas présomptueux de penser que dans un avenir assez

rapproché les trains réels seront télécommandés, comme nous le faisons pour nos rames depuis nos pupitres de modéliste !

### II. — CAB CONTROL MANUEL

Nous avons vu dans ce même ouvrage (chapitre « Commande manuelle des trains — Cab Control — ») un dispositif amenant le courant de traction successivement sur tous les tronçons de voie parcourus par un train.

Pour mémoire, je rappellerai ci-après le schéma de Cab Control à panneau de commande double, permettant de piloter deux trains sur un même circuit à des vitesses différentes. (Fig. 109).

### III. — CAB CONTROL AUTOMATIQUE

La liaison permanente d'un train à travers un circuit avec une source unique de traction a déjà tenté quelques modélistes et différentes solutions ont été proposées ; je n'en retiendrai que deux : la liaison radio et le Cab Control automatique de la S.I.P.A.

#### 1° Liaison radio

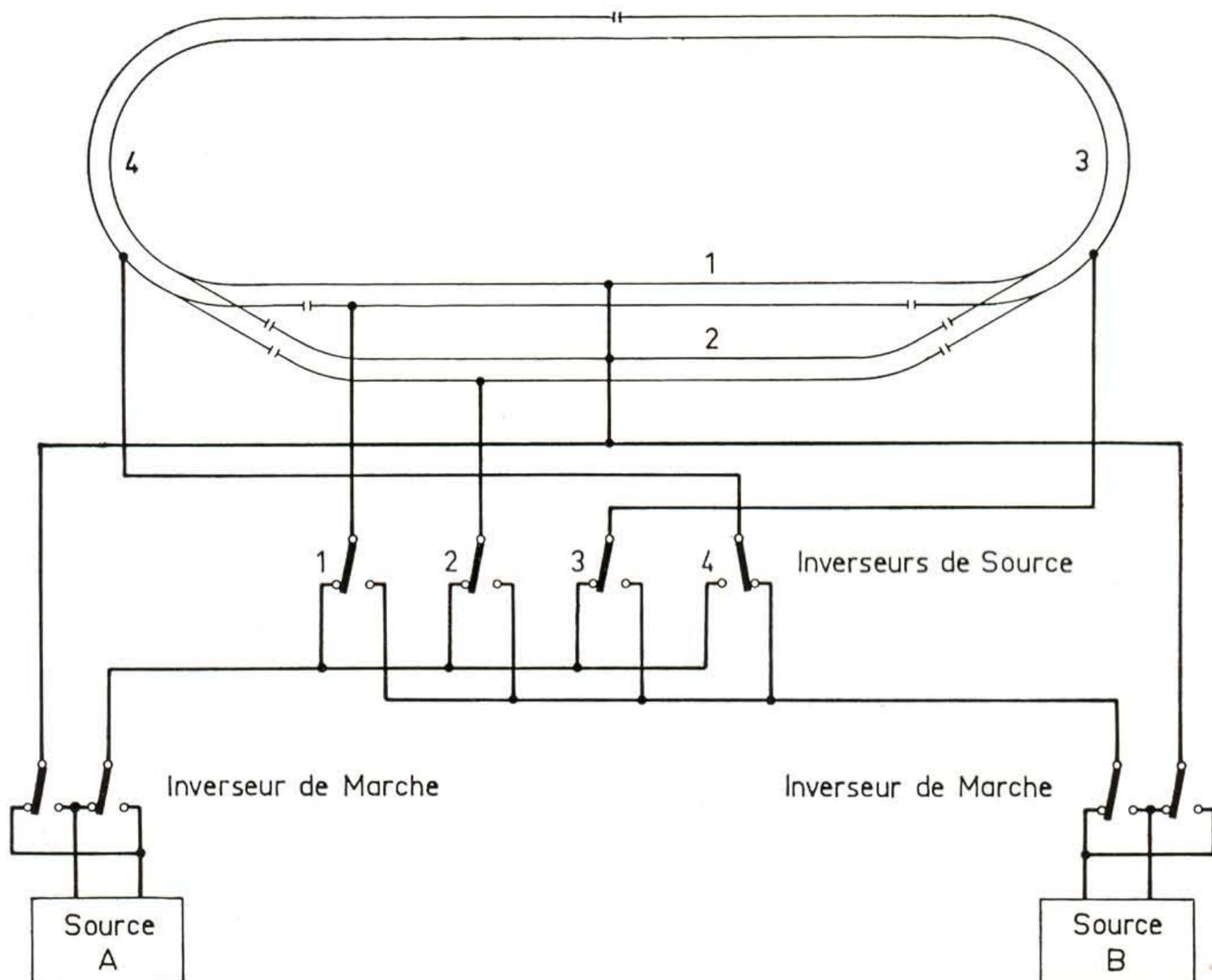
*Loco-Revue* a décrit un système comparable à celui de la General Electric américaine permettant, à partir d'un émetteur central à plusieurs canaux et de récepteurs logés dans les locomotives et répondant à un canal donné, de réaliser une commande spécifique de chaque train. Je ne décrirai pas à nouveau ce procédé.

Sur le plan de la liaison « source-train », ce système est sans aucun doute idéal, mais il semble que ses avantages se limitent à ce but. En effet, la nécessité de maintenir en permanence sur la voie une tension alternative de 30 V environ rend pratiquement impossible la mise en place de relais de voie propres à chaque canton, afin d'assurer un block automatique efficace. Cependant, un réseau doté d'un système de commande HF aussi

Fig. 109

On a bien ici une "Comande Centralisée" des trains, mais elle est assez embryonnaire et nécessite la manœuvre continue de commutateurs ou d'inverseurs. (Le terme "Cab-Control" a été créé par les modélistes américains, premiers utilisateurs de ce système).

Il est intéressant de rechercher, comme indiqué ci-après, la permutation automatique des cantons parcourus par un même train avec une même source de traction.



perfectionné (et coûteux !); ne saurait se concevoir sans block automatique !

Même si des pédales pouvaient être mises en place (avec les inconvénients de réalisme indiqués lors de la description des blocks automatiques en modélisme), il faudrait se contenter d'un block manuel et le problème de la liaison « canton-source » ne serait pas résolu pour autant, le dispositif radio n'y aiderait pas, bien au contraire.\*

#### Cab Control de la S.I.P.A.

*Loco-Revue* a décrit en janvier 1962 ce système, mis en application dans un réseau de démonstration du Salon de l'Enfance 1962. Le circuit présenté était simple (boucle repliée) et permettait de mettre en valeur la commande de chaque machine, à quelque point du circuit où elle se trouvait, par une même source de traction, malgré la présence de plusieurs trains sur le circuit.

NOTA. — \* Ce système conserve donc tout son intérêt pour un réseau simple et il n'est pas exclu d'ailleurs de l'appliquer localement sur un réseau plus complexe pour l'exploitation d'un circuit électrifié en caténaire par exemple (avec masse commune), ou encore pour l'exploitation d'un triage ou autre.

La permutation des cantons par rapport à une source était assurée à l'aide de crocodiles, qui mettaient en œuvre également un block automatique. Ce système est excellent sur le plan de la liaison « source-canton-train », mais présente les inconvénients suivants :

— Il est extrêmement complexe et coûteux (11 relais par canton pour deux sources !) et ne peut être réalisé que par des amateurs très avertis et patients.

— Cette complexité pourrait s'admettre si elle conduisait à un réalisme absolu, mais les pédales (trois pédales par canton, ce qui n'est pas ferroviaire) rendent le système peu sûr pour le fonctionnement du block automatique, ce qui est anormal avec un tel luxe de relais.

— La mise en œuvre d'aiguillages, notamment de voies d'évitement, indispensables pour un véritable réseau, conduit à des complications supplémentaires pratiquement inextricables.

#### IV. — COMMANDE CENTRALISÉE

J'ai cherché à supprimer à la fois les opérations manuelles du cab con-

trol et les imperfections des systèmes automatiques décrits précédemment, notamment pour sauvegarder un block automatique valable. La liaison « train-canton-source » se fait en partant des circuits de voie et en utilisant en premier lieu les relais de voie et de block automatique, ce qui assure une synchronisation entre la signalisation, l'arrêt des trains et le cab control.

J'ai intitulé ce dispositif « commande centralisée », par analogie avec les installations S.N.C.F. où sont groupées les commandes des aiguilles et des signaux de toutes les gares d'un parcours déterminé (ligne Dôle-Vallorbe par exemple). Ce terme m'a paru préférable à celui de « cab control automatique », car on aurait pu penser à un contrôle, alors que « control » signifie « commande ».

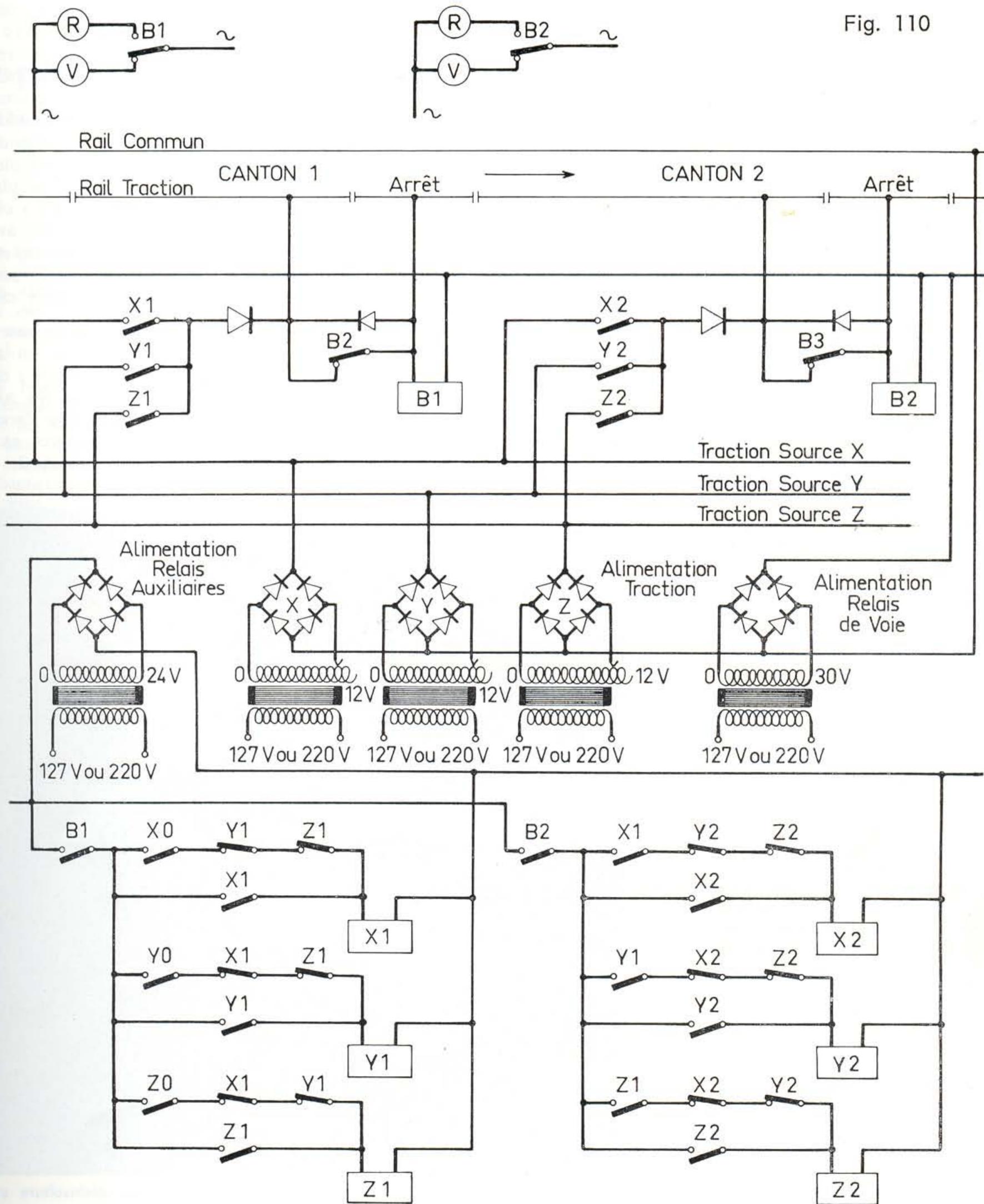
#### Schéma de base (Fig. 110)

Il s'agit d'un montage original. Le courant traction est connecté successivement sur les cantons parcourus par un train, en utilisant les relais de block automatique et en mettant en œuvre des relais supplémentaires suivant le schéma donné. La voie a été repré-

# COMMANDE CENTRALISÉE

(SCHÉMA DE BASE)

Fig. 110



Caractéristiques des cellules anti-retour (pour HO) :  
 Circuit traction : 800 mA - 30 V  
 Circuit relais : 100 mA - 12 V

sentée en « deux rails » sans ralentissement, mais le système est bien entendu valable en « trois rails », et avec un autre type de block automatique, et avec ou sans ralentissement ; il a l'avantage de n'utiliser aucune pédale ou crocodile.

J'ai indiqué sur le schéma trois sources de courant avec leur réglage de vitesse propre, mais le nombre des sources peut commencer à deux et s'étendre indéfiniment ; on est limité seulement par le nombre des relais.

Le schéma 110 a été établi pour une succession normale de cantons en pleine voie, et il y a lieu d'assimiler complètement le jeu des permutations automatiques dans ce cas simple, avant d'envisager le fonctionnement avec des aiguilles.

Imaginons qu'un train roule sur le canton 1 et soit « accroché » sur la source X. Cela signifie que le relais X1 est excité et que le courant traction sort de la source X, traverse le contact travail du relais X1 et le rail traction du canton 1. Lorsque ce train atteint le canton 2, le relais B2 s'excite et le relais X2 s'excite également, étant donné que le contact travail du relais X1 est fermé alors que les relais Y1 et Z1 ne sont pas excités. Le relais X2 est autoalimenté par un contact travail de façon à maintenir l'accrochage du train sur la source X lorsque ce train quitte le canton 1 et que le relais X1 n'est plus excité.

Si à ce moment un deuxième train « accroché » sur la source Y pénètre dans le canton 1, le relais Y1 sera excité suivant le même processus, mais le relais Y2 ne s'excitera pas car un contact repos du relais X2 excité coupe l'alimentation du relais Y2.

Les deux trains peuvent alors se suivre, avec l'espacement dû au block automatique, le premier train étant piloté par la source X, et le deuxième par la source Y. Au fur et à mesure de l'avancement des deux trains, les relais X et Y de chaque canton opéreront les commutations utiles sans intervention manuelle. On peut ainsi conduire réellement les deux trains à distance avec deux vitesses différentes.

Il y a lieu de noter au sujet de ce dispositif de base que :

— Un troisième train peut être accroché sur la source Z avec une commande indépendante.

— Rien n'interdit d'accrocher volontairement deux trains sur la même

source ; ces deux trains obéiront simultanément aux variations de vitesses de cette source.

— Le nombre de relais par canton (y compris le relais de block automatique) est égal au nombre des sources augmenté d'une unité.

— Sur le schéma représenté, chaque relais X, Y ou Z comporte trois contacts travail et deux contacts repos.

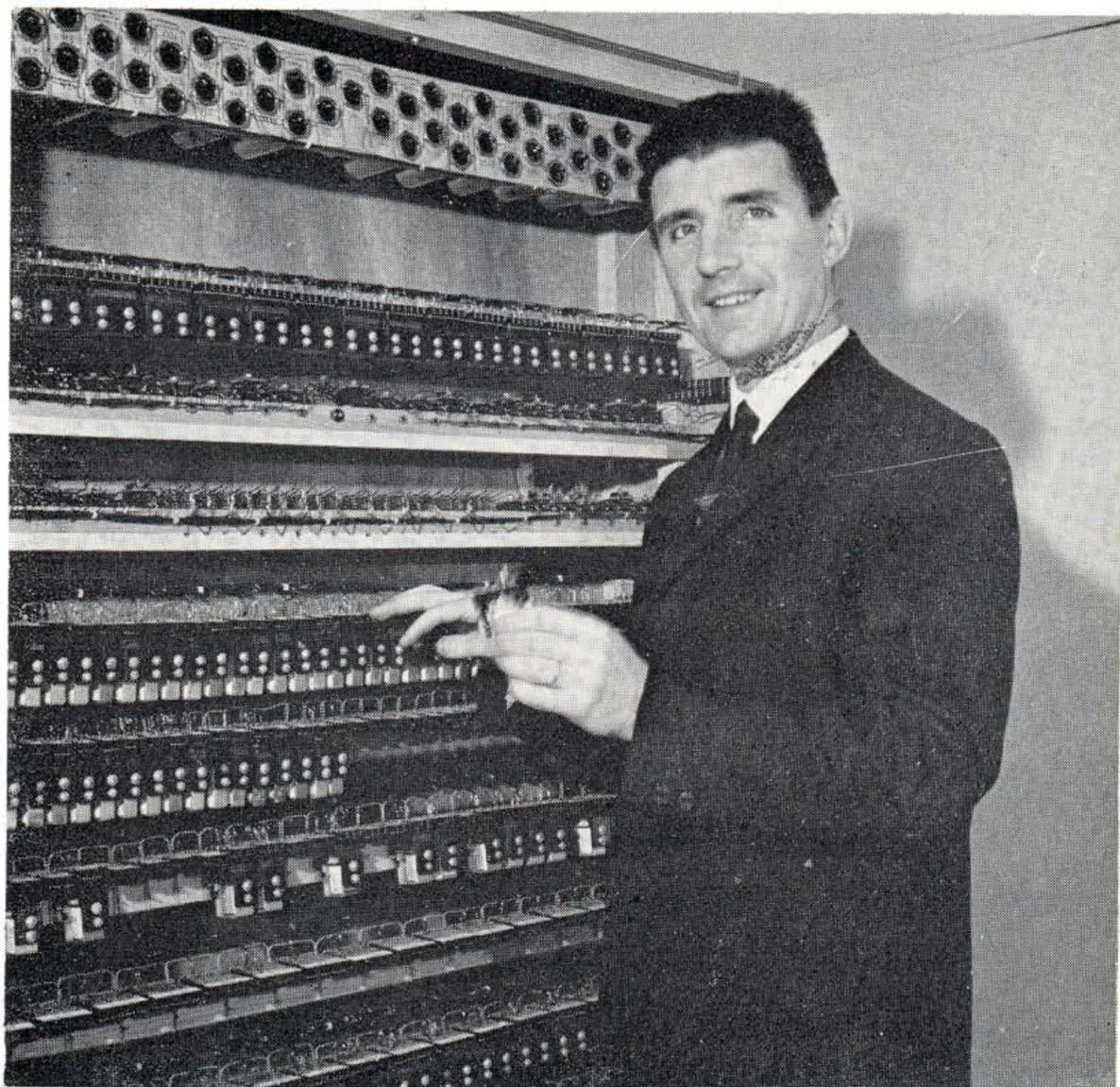
— Les relais X, Y ou Z peuvent être alimentés directement par une source « 24 V - relais » à l'aide d'un bouton-poussoir pour « accrocher » manuellement au départ sur une source un train placé sur un canton déterminé.

— Un dispositif spécial peut permettre la suppression des ralentissements et arrêts automatiques, en conservant la signalisation, afin d'obtenir une conduite manuelle et spécifique des trains.

— Le ralentissement par block automatique peut être facilement ajouté au schéma de base, en utilisant des contacts des relais de block (voir chapitre sur les blocks automatiques).

— La marche arrière des convois peut être réalisée en plaçant des inverseurs sur les circuits d'alimentation de la voie et en procédant manuellement à l'excitation des relais X, Y ou Z de chaque canton, avec le bouton d'alimentation manuelle de ces relais ; on peut aussi prévoir un relais d'inversion générale qui alimente tous les relais X par exemple et assure ainsi une marche arrière continue avec la source X. La marche arrière peut également être automatique avec une commande centralisée "banalisée". Par exemple dans l'alimentation du relais X2 on place un contact travail du relais X3 à côté du contact travail du relais X1, avec un contact inverseur du relais de marche arrière ; il en est de même pour les autres sources et les autres cantons.

Cet exposé du schéma de base de la commande centralisée est un aperçu des avantages de ce système ; des développements concernant les aiguillages, la commande manuelle, l'accrochage automatique des sources etc... seront traités dans le fascicule 2.



Mr P. Chenevez auteur de l'ouvrage, extirpant avec désinvolture un des quelque 220 relais de l'armoire de son P.C.



## Utilisation rationnelle des amplificateurs magnétiques ou de blocs d'alimentation électroniques à action temporisée

Les avantages de la commande des trains à partir d'ensembles d'alimentation électroniques régulées, circuits dotés de temporisation sont connus (voir notamment page 18 première colonne).

Ces blocs d'alimentation délivrent une tension de sortie stable quelles que soient les variations d'intensité et grâce à leur action progressive automatique (temporisation) ils assurent un fonctionnement extrêmement souple des trains.

Néanmoins ces avantages ne sont pas toujours utilisés rationnellement, la mise en œuvre d'un block automatique ne paraissant pas évidente a priori.

Le présent chapitre a pour but de démontrer que l'utilisation de telles alimentations n'est pas incompatible avec le block système et permet, au contraire, un fonctionnement spectaculaire des trains.

La commande de vitesse dans les systèmes de traction à base d'amplificateurs magnétiques s'effectue au moyen d'un potentiomètre placé en dehors du circuit principal d'alimentation des rails. Deux fils A et B sont généralement sortis du boîtier (exemple : MAGNAMPLI de la SIPA) pour permettre une commutation extérieure manuelle ou automatique permettant l'arrêt (court-circuit entre A et B) ou le ralentissement (interposition d'une résistance entre A et B). Fig. 111.

Cette commutation produit son effet sur l'ensemble des trains commandés par la source de traction ; il y a donc lieu d'établir une sélectivité entre les cantons pour la mise en œuvre du block automatique, en utilisant le système vu précédemment de la commande centralisée. On emploie, par ailleurs, plusieurs sources de traction identiques (par exemple boîte principale MAGNAMPLI et une ou plusieurs boîtes annexes) et on réalise le montage de la figure 112 page 76.

L'alimentation des rails est simple, mais il y a lieu de placer un relais de voie sur la section arrêt de chaque canton de façon à repérer l'arrivée d'un train sur cette section. Le relais B est excité par la présence d'un train sur la totalité du canton y compris la section arrêt. L'alimentation traditionnelle des feux de signalisation par des contacts des relais B n'est pas représentée. L'alimentation des relais X, Y et Z s'effectue suivant le processus de la commande centralisée ; les schémas sont reproduits pour mémoire.

Le block automatique fonctionne de manière suivante :

Imaginons qu'un train occupe le canton 2, "accroché" sur la source X par exemple ; les relais B2 et X2 sont excités. Si à ce moment un deuxième train entre dans le canton 1, accroché sur la source Y par exemple, les relais B1 et Y1 sont excités et on voit que les fils "AY" et "Commun" sont réunis par

la résistance R1 ; le deuxième train ralentit donc ; lorsqu'il arrive dans la section arrêt du canton 1, le relais S1 s'excite, les fils "AY" et "Commun" sont court-circuités et le train s'arrête avec souplesse grâce à la temporisation de l'amplificateur magnétique.

Lorsque le premier train quitte le canton 2, le relais B2 n'est plus excité et le fil "AY" est isolé du fil "Commun", le deuxième train repart au ralenti grâce à la temporisation de l'amplificateur magnétique et accélère progressivement. Ce train n'aura pas repris sa vitesse normale avant de pénétrer dans le canton 2 où il reprendra sa marche ralentie (contact du relais B3 fermé, résistance R2, contact travail du relais Y2 fermé).

Il y a lieu de noter, au sujet de ces schémas, que :

- des contacts à ouverture des relais X, Y et Z empêchent le ralentissement et l'arrêt d'un seul train occupant deux cantons à cheval ;

- la marche arrière n'est pas représentée, mais elle peut être réalisée.

- chaque relais X, Y ou Z comprend au total 4 contacts travail et 3 contacts repos ; chaque relais B comprend 2 contacts inverseurs et 2 contacts travail ; chaque relais S possède un contact travail ;

- la sécurité est totale, comme dans un block automatique ordinaire par circuit de voie ;

- les fils "AX", "AY" et "AZ" peuvent être reliés à des interrupteurs manuels, permettant de les débrancher ensemble ou séparément des boîtiers MAGNAMPLI. La commande centralisée est maintenue, mais le block automatique devient sélectif vis-à-vis des sources de traction. On peut par exemple, en même temps :

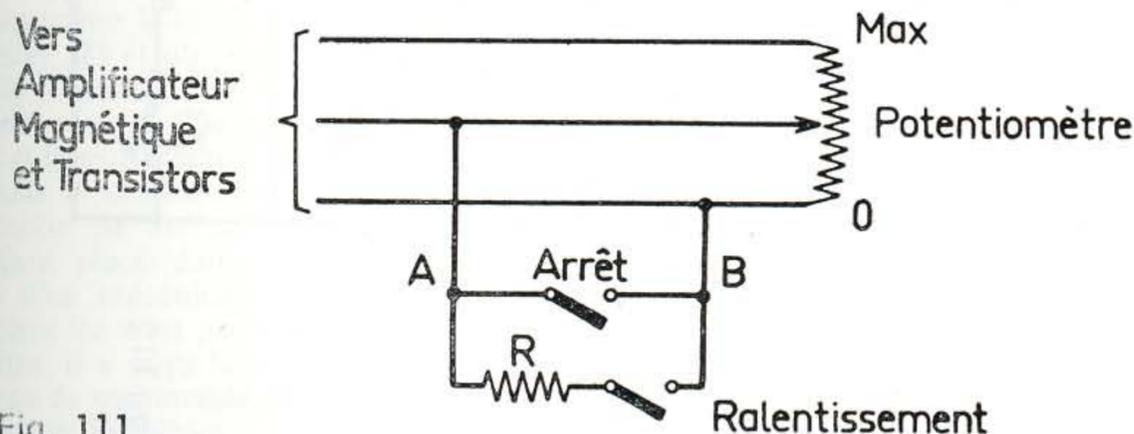


Fig. 111

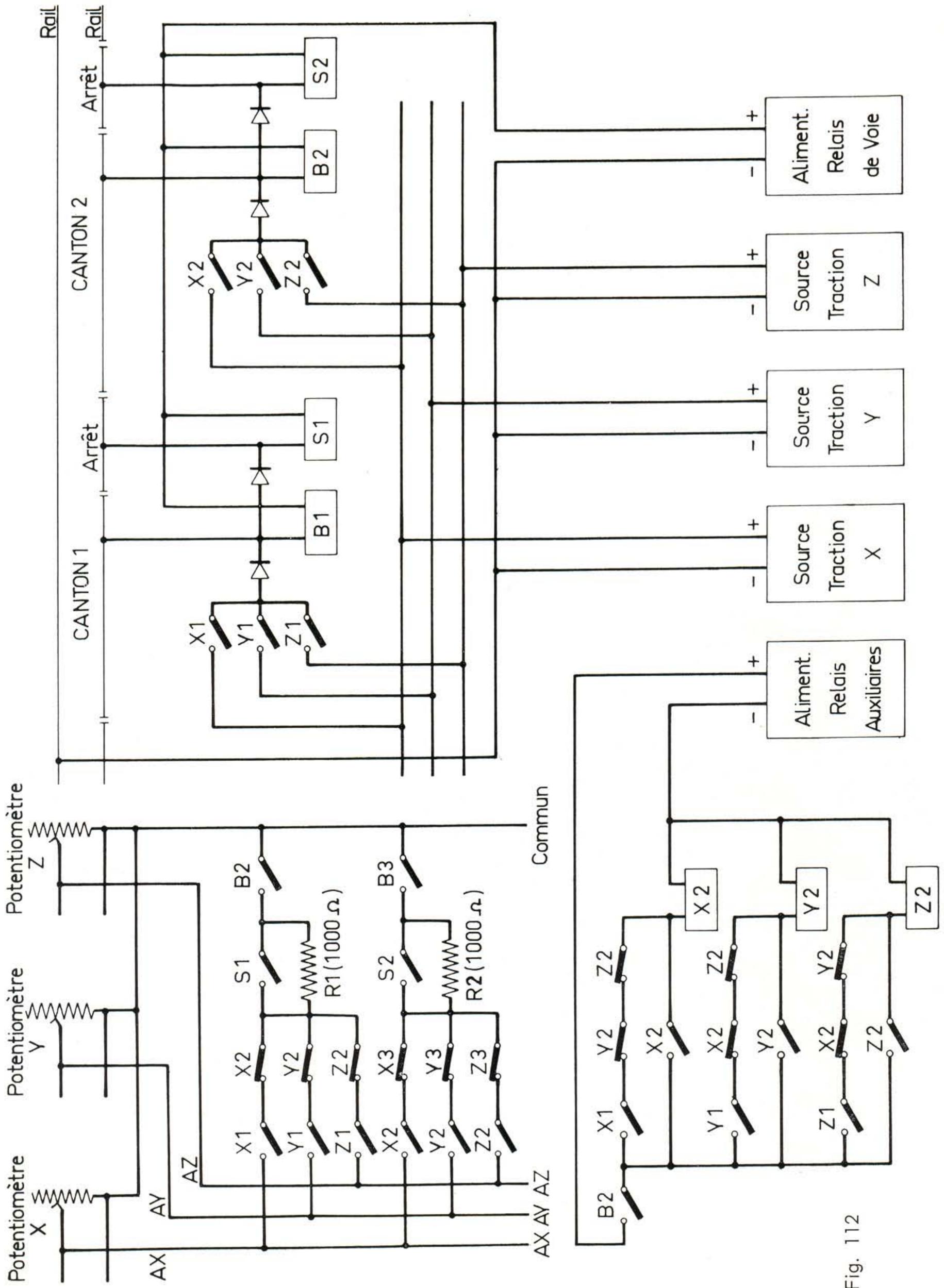


Fig. 112

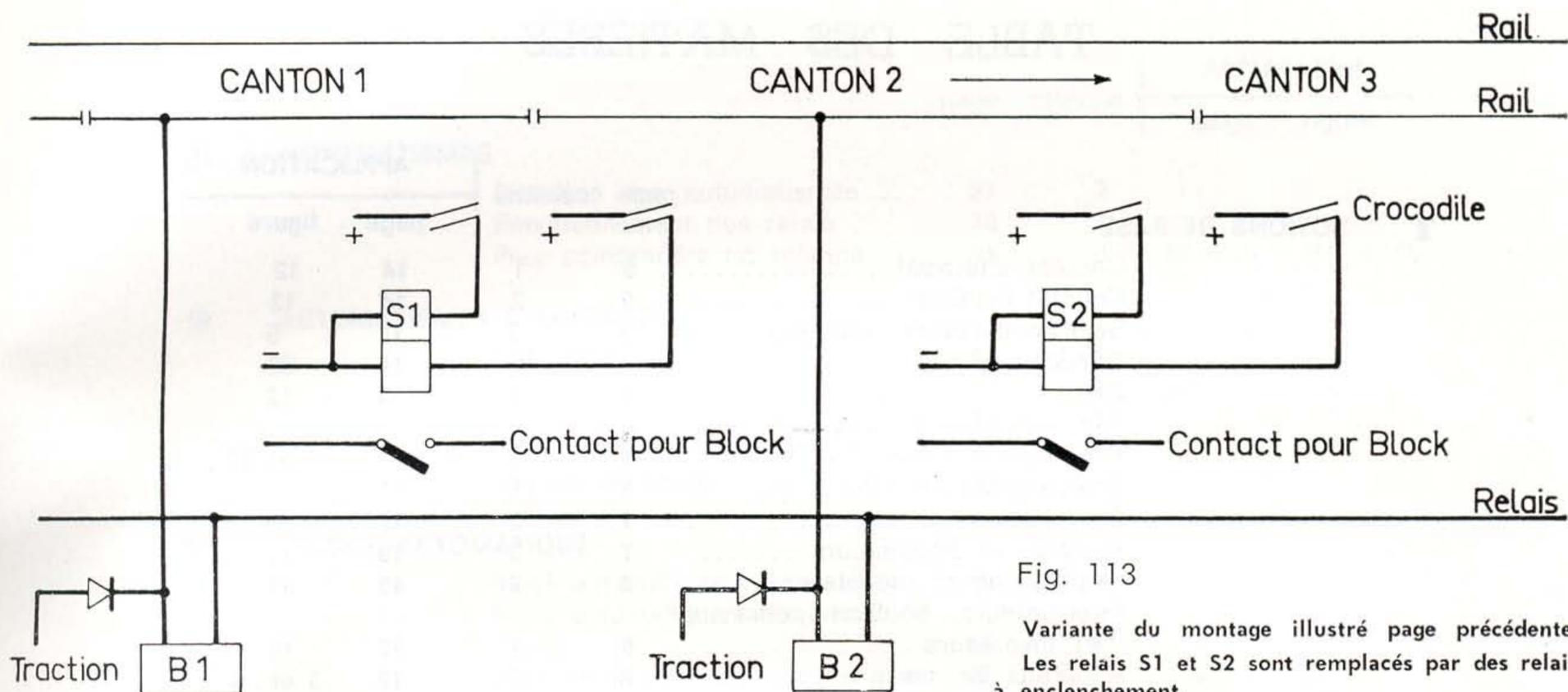


Fig. 113

Variante du montage illustré page précédente. Les relais S1 et S2 sont remplacés par des relais à enclenchement.



Bloc de commande Magnampli de la SIPA à action temporisée. A gauche le boîtier principal comportant l'alimentation, à droite boîtier annexe alimenté par le premier et permettant le contrôle d'un second train.

— conserver le block automatique à deux sources (X et Y) et obtenir une conduite automatique pour ces deux sources ("conducteurs" inexpérimentés ou pas de conducteur du tout) où les trains suivront la vitesse propre qui leur est attribuée et obéiront aux indications des signaux ;

— supprimer le block automatique à une source (Z) et obtenir une conduite manuelle ("conducteur" expérimenté) pour cette source ; la commande centralisée et la signalisation seront conservées, mais le conducteur devra lui-même ralentir ou arrêter son train ; il sera alors placé dans les conditions exactes d'un mécanicien réel ; si tous les signaux ne sont pas visibles depuis le pupitre, il y aura lieu de placer sur le tableau de commande des répéteurs des signaux invisibles.

On a ici les mêmes avantages que ceux de la "commande manuelle des trains" évoqués lors de l'étude de la commande centralisée, avec la possibilité supplémentaire de ne couper le block que pour une ou deux sources seulement.

Le réalisme est meilleur que dans tous les autres systèmes de block automatique, du fait de la temporisation qui permet des ralentis très progressifs et qui produit un effet encore plus marqué lors des démarrages, par suite de l'inertie des trains.

#### VARIANTE

Le relais S1 n'étant utilisé que pour un seul contact travail en vue de l'arrêt automatique des trains, il est pos-

sible de le supprimer ainsi que la valve correspondante (800 mA - 30 V) et de les remplacer par deux contacts magnétiques, crocodiles ou pédales, assistés d'un relais à enclenchement mécanique et à double enroulement (IBM). Cette solution est légèrement plus onéreuse mais a l'avantage d'éviter la coupure du rail le long du canton. Les crocodiles peuvent servir par ailleurs à d'autres fins (barrières de passage à niveau, etc.). Le schéma correspondant à cette modification est donné ci-dessus, étant entendu que le fonctionnement du block automatique par circuit de voie est conservé.

Ce block avec MAGNAMPLI, aussi perfectionné soit-il, a cependant un inconvénient (mineur il est vrai) : le ralentissement est donné par une résistance unique, quelle que soit la vitesse, ce qui peut provoquer anormalement l'arrêt pour une vitesse basse.

Avec des amplificateurs magnétiques, relativement onéreux, il ne peut être question de doubler les sources de traction et d'obtenir, pour chaque source une alimentation "normale" et une alimentation "ralentie". On peut cependant séparer les commandes de vitesses "ralentie" et "normale" par un dispositif mettant en jeu un relais spécial par source de traction. Son exposé dépasserait le cadre de ce chapitre, mais je tenais à faire entrevoir cette possibilité qui représente le "fin du fin" en matière de commande des trains et qui sera également développé dans le fascicule 3.

NOTA. — Les amplificateurs magnétiques type Magnampli n'existent plus sur le marché ; ils sont remplacés actuellement par les boîtiers de commande électroniques qui sont décrits en détails dans le fascicule 3.

# TABLE DES MATIÈRES

		page	colonne	APPLICATION	
				page	figure
<b>1</b>	<b>NOTIONS DE BASE</b>				
	Courant alternatif .....	5	1	14	12
	Courant continu .....	5	2	14	12
	Semi-conducteurs (diodes) ....	5	3	12	5
	Condensateurs .....	5	3	59	96
	Selfs .....	5	3	14	12
	Fils électriques .....	6	1		
	Bobinages - Relais .....	6	3	23	35 et 37
	Transformateurs .....	7	1	13	9
	Redresseurs .....	7	2	17	20
	Fusibles et disjoncteurs .....	7	3	18	21
	Résistances et rhéostats .....	8	1	49	84
	Interrupteurs, boutons poussoirs et inverseurs .....	8	1	17	19
	Appareils de mesure .....	8	3	12	3 et 4
	Notions de puissance .....	9			
<b>2</b>	<b>UNITÉS ÉLECTRIQUES ET CIRCUITS DE BASE</b>				
	Unités électriques courantes ....	10			
	Loi d'Ohm .....	11		32	63 et 64
	Montage en série .....	12	1	16	13
	» en parallèle .....	12	1	32	64
	» combinés .....	12	2		
	Circuits de tensions différentes .	13	1	52	87
	Circuits de tension différente al- ternatifs et continus mélangés	14	1		
<b>3</b>	<b>SYSTÈMES DE TRACTION</b>				
	Conseils préliminaires .....	15			
	Traction en courant alternatif ....	16	1		
	Traction en courant continu ....	16	3	18	21
	Conception de la voie .....	18	2		
<b>4</b>	<b>MODALITÉS D'ALIMENTATION</b>				
	Système trois rails .....	19	1	20	23
	Système deux rails .....	21	2	31	60
<b>5</b>	<b>AIGUILLAGES</b>				
	Câblage d'un aiguillage .....	22	1		
	Commande d'un aiguillage .....	23	1		
	Groupement des aiguilles .....	24	1		
	Triage - Commande d'itinéraires .	25	1		
	Bretelles .....	25	1		
	Traversées de jonction .....	26	1		
	Croisements .....	27	1		
	Boucles de retournement .....	27	3		
	Epis .....	28	3		
<b>6</b>	<b>COMMANDE MANUELLE DES TRAINS</b>				
	Coupures dans les rails .....	29	3		
	Block manuel .....	30	1		
	Inversion de marche .....	30	3	64	101
	Circulation de plusieurs trains ..	32	1	35	70
<b>7</b>	<b>CAB CONTROL</b>				
	Panneaux de commande séparés .	33	1		
	Panneau de commande double .	34	3		
	Contrôle de route .....	36	1	35	70

		page	colonne	APPLICATION	
				page	figure
<b>8</b>	<b>AUTOMATISMES</b>				
	Domaine des automatismes ....	37	2		
	Fonctionnement des relais .....	38	1		
	Pour comprendre un schéma ....	38	3	69 et 70	107 et 108
<b>9</b>	<b>AUTOMATISMES A LA SNCF</b>				
	Automatisme .....	41			
	Le block automatique .....	42	1		
	La sécurité en voie unique .....	43	1		
	La protection des aiguillages ....	43	3		
	Les automatismes dans les gares	44	1		
<b>10</b>	<b>BLOCK AUTOMATIQUE</b>				
	Block automatique - Généralités .	45	2		
	Block automatique sans circuit de voie .....	46	1		
	Utilisation des relais magnétiques	47	3	58	94
	Block automatique avec circuit de voie .....	48	1		
	Systèmes à transistors .....	49	3		
<b>11</b>	<b>BLOCK AUTOMATIQUE AVEC CIRCUIT DE VOIE INDÉPENDANT DE LA TRACTION</b>				
	Block automatique 3 rails .....	51	3		
	Block automatique 2 rails .....	52	3		
	Block automatique proche du prin- cipe SNCF .....	54	2		
<b>12</b>	<b>PERFECTIONNEMENT DES BLOCKS AUTOMATIQUES</b>				
	Ralentissement .....	55	1		
	Ralentissement avec relais ma- gnétiques .....	57	3		
	Utilisation des thermistances ...	58	2		
	Ralentissement contrôlé .....	59	3		
	Canton courbe .....	60	3		
	Block automatique permettant la double traction .....	61	1		
	Alimentation des relais de voie	62	3		
<b>13</b>	<b>MARCHE ARRIÈRE EN BLOCK AUTOMATIQUE</b>				
	Marche arrière en système 3 rails	65	1		
	Marche arrière en système 2 rails	65	2		
	Block automatique perfectionné .	67	1		
	Présentation d'un schéma avec re- groupement des contacts .....	68	2		
	Block automatique avec banali- sation simplifiée .....	68	3		
<b>14</b>	<b>COMMANDE CENTRALISÉE</b>				
	Réalisation des chemins de fer réels .....	71	1		
	Réalisations en modélisme .....	71	2		
	Cab control manuel .....	71	3		
	Cab control automatique .....	71	3		
	Commande centralisée .....	72	2		
<b>15</b>	<b>UTILISATION RATIONNELLE DES AMPLIFICATEURS MAGNÉTIQUES OU DE BLOCS D'ALIMENTATION ÉLECTRONIQUES A ACTION TEMPORISÉE</b>				
	Magnampli .....	75	1		

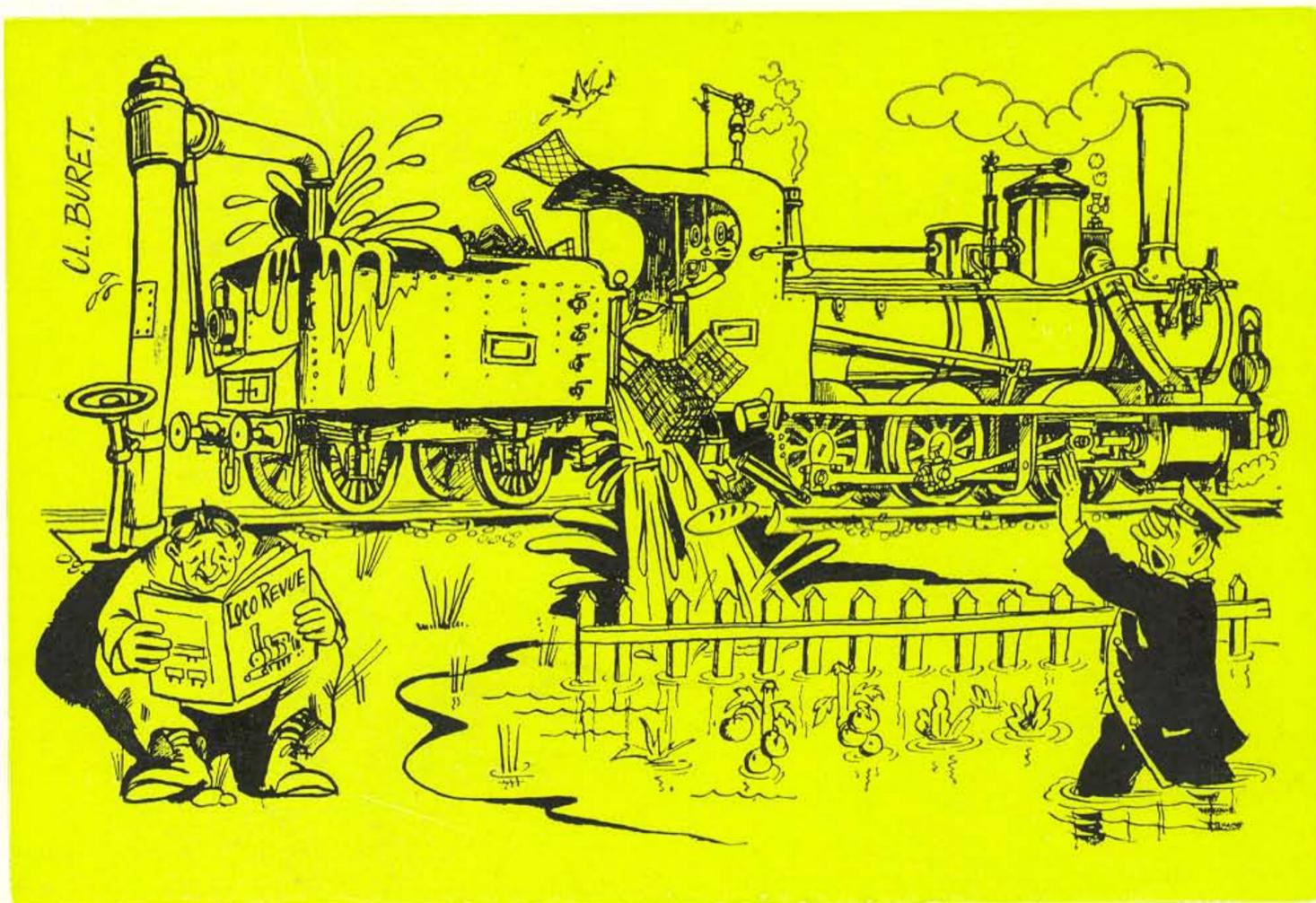


# INDEX DES SCHÉMAS

Chiffres en gras : numéros des pages  
Chiffres en maigre : numéros des figures

Graphismes des schémas : **4**.  
Pour comprendre un schéma : **39** et **40** ; 72, 73 et 74.  
Montage redresseur en pont monophasé : **7**, colonne 3.  
Moteur universel et moteur à aimant permanent : **16** ; 13, 15 et 16.  
Alimentation en courant alternatif : **16** ; 14.  
Alimentation en courant continu : **17** ; 19 et 20.  
Sens de marche des locomotives en courant continu : **22** ; 28 et 29.  
Câblage d'un aiguillage : **22 et 24** ; 31, 32, 33 et 38.  
Câblage d'une bretelle simple : **25** ; 43 et 44.  
Câblage d'une bretelle double : **26** ; 45.  
Câblage d'une traversée de jonction : **26** ; 46.  
Câblage d'un croisement : **27** ; 47.  
Câblage d'une boucle de retournement : **27 et 28** ; 48, 49, 50 et 51.  
Câblage d'un épi : **28** ; 52 et 53.  
Protection d'un heurtoir en traction c. c. : **29** ; 56.  
Block manuel simple à deux feux : **30** ; 57.  
Prise de courant par les locomotives en système 2 rails : **30** ; 58 et 59.  
Alimentation split - potential : **31** ; 61 et 62.  
Cab-control manuel (principe) : **33** ; 66.  
Cab-control à panneaux de commande séparés : **34** ; 68.  
Cab-control à panneaux de commande double : **36** ; 69.  
Contrôle de route : **35** ; 70.  
Relais - retard au collage et au décollage : **40**.  
Block automatique simplifié 2 rails, 2 feux par pédales : **46** ; 78.  
Block automatique 2 rails, 2 feux avec circuit de voie lié à la traction : **48** ; 82.  
Block automatique 2 rails, 2 feux avec amplification par transistor : **49** ; 84.  
Block automatique 3 rails, 2 feux avec circuit indépendant de la traction : **51** ; 86.  
Block automatique 2 rails, 2 feux avec circuit indépendant de la traction : **52** ; 87.  
Block automatique proche du système SNCF : **54** ; 89.  
Block automatique 3 rails, 3 feux à ralentissement effectif : **56** ; 91.  
Block automatique 2 rails, 3 feux à ralentissement effectif : **57 et 58** ; 92 et 93.  
Block à mémoire pour canton courbe : **61** ; 98.  
Block automatique permettant la double traction : **62** ; 99.  
Inversion de marche en block 3 rails : **64, 65 et 66** ; 101, 102 et 103.  
Inversion de marche en block 2 rails : **66 et 67** ; 104 et 105.  
Block automatique perfectionné avec banalisation simplifiée pour réseau 2 files de rails : **68** ; 106.  
Schéma complet : alimentation et block pour un réseau en 2 files de rails : **69** ; 107.  
Schéma général des circuits traction (2 rails et caténaire) : **70** ; 108.  
Commande centralisée (schéma de base) : **73** ; 110.  
Block automatique 3 feux pour ensemble Magnampli : **76** ; 112.

<i>Tome II</i> (sommaire)	— Rappel des principes de base — Relais de voie et blocks automatiques — Protection des aiguillages — Itinéraires — Tableau de contrôle optique — Boucle de retournement automatique.
<i>Tome III</i>	— Liaisons sources de traction - trains — Sources de traction à régulation électronique — Equipement d'un réseau - Solution classique — Equipement d'un réseau - Solution électronique — Inversion de marche — Eclairage des trains.



# Loco. revue

Loco-Revue est en vente dans tous les magasins spécialisés en modèles réduits, les bibliothèques de gares et les aéro-gares.

LA PREMIÈRE REVUE FRANÇAISE  
DES MODÉLISTES  
& AMATEURS DE CHEMINS DE FER

vous apportera toutes informations sur les chemins de fer réels et miniatures : descriptions de réseaux, construction de modèles, reportages, nouveautés de l'industrie, plans, schémas électriques, tests de matériel, etc...

**Parution mensuelle, format 21 x 27 - 11 numéros par an - nombreuses illustrations**

**Éditions Loco-revue**

Toute la librairie ferroviaire.  
Demandez notre catalogue.

**BP 9 - 56400 AURAY**

C. C. P. 2081-39 PARIS — POUR LA BELGIQUE 6000-32 BRUXELLES

I.O.V. - Vannes

# Questions et Propos

## LIMITATION DU COURANT EN APPEL D'ITINERAIRE ET EQUILIBRAGE DES ALLURES DU MATERIEL MOTEUR

a) Relisant *Loco-Revue* n° 470, je vois que vous préconisez d'utiliser une commande des moteurs d'aiguille par transistors et en cascade pour limiter le courant lors de l'appel d'un itinéraire, mais je n'en ai pas trouvé le schéma dans vos numéros suivants. La commande par décharge de condensateurs résoud-elle le problème?

b) Par ailleurs, vous avez mené campagne contre la vitesse excessive de nos locomotives, d'où l'apparition d'une nouvelle génération de matériels dont la vitesse en général est réaliste. Aujourd'hui cependant, il semble que l'on tombe dans l'excès contraire. Citons la 8500 Lima, la 72000 TAB et maintenant la 9300 Roco: 60 km/h avec 10 voitures. Est-ce bien là le châssis moteur de la future 9200 Capitole?

Passer à 14 V n'est pas une solution, car alors les autres circulations simultanées s'emballent (cas du block système). Existe-t-il un palliatif pour donner du «punch» à une loco particulièrement «molle» sans pour autant modifier l'allure des autres machines alimentées sur la même source?

S.D., Champeix

Voici deux excellentes questions qui réclament chacune quelques réflexions:

a) *Contrôle des aiguillages*: Quelque soit le type de commande adopté pour les électros de commande d'aiguille: commande directe par impulsions ou commande par l'intermédiaire d'une commutation électronique, la consommation est identique au moment de l'exécution. Il en résulte que la commande simultanée de plusieurs aiguilles pour la formation d'un itinéraire crée un appel de courant important nécessitant l'installation d'une alimentation puissante (5 à 10 ampères selon l'importance du réseau). Ce n'est pas impossible et c'est une solution souvent retenue pour sa simplicité. L'adoption d'un couple de transistors ou de triac au niveau des moteurs d'aiguille fait que la commande elle-même peut être effectuée en courant faible. La grille de sélection de l'itinéraire peut être alors réalisée à l'aide de diodes de faible puissance et le tableau de commande est câblé sans problème. Cependant, l'appel d'un courant fort existe toujours au moment de l'exécution au niveau des moteurs d'aiguille eux-mêmes.

Avec la solution faisant intervenir la décharge de condensateurs, il est possible de pallier un appel de courant important lors de la commande, puisque ce courant est justement préemmagasiné par les condensateurs de commande dont la charge est assurée au repos à travers une résistance limitant le courant à une valeur négligeable.

Le principe de commande est le suivant: Au repos, la charge du condensateur est entretenue à travers la résistance  $R$ . Lorsque l'on ferme le circuit de l'un des enroulements, le condensateur se décharge dans l'électro et l'aiguillage est actionné. Du même fait, les contacts de fin de course pour la protection des enroulements ne sont pas indispensables.

Pour un circuit d'itinéraire, les relais seront remplacés par des triac dont la gachette sera contrôlée à travers une grille ou matrice à diodes (voir *Loco-Revue* n° 505 page 508).

Cependant, il existe une solution plus judicieuse dite commande «en cascade», qui consiste à appeler les moteurs d'aiguille les uns après les autres et à ne tirer donc sur l'alimentation «aiguille» que le courant nécessaire pour commander un seul aiguillage à la fois.

Cette solution, intéressante pour un grand réseau, nécessite toutefois un circuit à microprocesseur assurant un

balayage cadencé de toutes les électroniques de commande des solénoïdes, principe pouvant d'ailleurs être appliqué de façon électromécanique.

Il n'y a plus besoin dans ce cas de circuit à décharge de condensateur.

Nous reviendrons sur ce principe dans un article spécifique et concluons en précisant qu'avec des moteurs à mouvement lent comme le «Tortoise» de FBS ou similaire qui consomment très peu, la commande d'itinéraire crée beaucoup moins de sujétions!

b) *Equilibrage des allures du matériel moteur*: Il n'existe pas de solution simple ou discrète embarquable dans une machine pour élever la tension, par contre, il est relativement simple d'équilibrer les allures du parc de matériel de traction pour obtenir un roulement satisfaisant sur un circuit équipé en bloc système. Par le même fait, il

sera possible d'élever la tension générale et de limiter davantage l'allure de certains modèles particulièrement rapides.

Le montage à utiliser fait appel à un thyristor dont la tension de gachette est contrôlée par un petit potentiomètre ou résistance ajustable. C'est donc le réglage de la valeur de cette résistance qui permettra de fixer une fois pour toutes la vitesse maximale de l'engin de traction, en fonction de la charge moyenne qui lui sera allouée en général.

Avec ce système, il n'y a pas de perte de puissance étant donné que le thyristor ne se comporte pas comme une simple résistance, mais comme un limiteur de courant pour un seuil fixé.

J.L.F.

