

Le Génie civil. Revue générale des industries françaises et étrangères...

Le Génie civil. Revue générale des industries françaises et étrangères.... 1921/02/05.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

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

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

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

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

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

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

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

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris, Départements et Colonies: 70 francs; — Étranger: 85 francs. — Le numéro: 2 francs.

Administration et Rédaction: 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Chemins de fer: Les signaux de chemins de fer (*suite et fin*). Le bloc automatique aux États-Unis, p. 121; J. NETTER. — Métallurgie: Relations entre les réactions métallurgiques et les lois physico-chimiques (*suite*), p. 126; LÉON GUILLET. — Mécanique: Les « tolérances » dans la construction mécanique, p. 130; C. REINWALD. — Études économiques: Le problème du pétrole considéré aux points de vue politique et législatif, p. 133; René GÉRIN. — Variétés: L'essai, à l'emboutissage, des tôles minces, p. 136; Charles FREMONT; — Gazogène spécial pour la production de fai-

bles quantités de gaz à l'eau, p. 137; — Les progrès récents dans le fonctionnement des laminoirs, aux États-Unis, p. 137; — L'origine des pétroles est-elle organique ou minérale? p. 138. SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES: Académie des Sciences (24 janvier 1921), p. 139; — Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (22 janvier 1921), p. 139. BIBLIOGRAPHIE: Revue des principales publications techniques, p. 140; — Brevets d'invention, p. 144. ANNONCES: Informations diverses.

CHEMINS DE FER

LES SIGNAUX DE CHEMINS DE FER

(*Suite et fin*.)

Le bloc automatique aux États-Unis.

Après avoir étudié, dans le précédent numéro, les anciens systèmes de signaux, encore en usage en France, et le bloc-système automatique, nous allons montrer quel développement ce dernier système a déjà pris aux États-Unis.

Le tableau I ci-après, tiré du dernier rapport de l'Interstate Commerce Commission, montre que 60 % des voies ferrées américaines sont munies du bloc-système: 29 % en appareils automatiques; 31 % en appareils manuels.

Le graphique (fig. 2) indique avec quelle rapidité le bloc automatique se substitue au bloc manuel. L'augmentation vertigineuse des salaires et l'amointrissement de la qualité du personnel suffiraient pour expliquer cette progression.

LES SIGNAUX EMPLOYÉS. — Il n'existe sur les grands réseaux américains que deux signaux, le *home* et le *distant*. Le premier est un signal d'arrêt absolu, comme notre carré rouge et blanc, le second, comme le fait chez nous le damier vert et blanc, annonce à distance au mécanicien qu'il va trouver un *home* à l'arrêt.

Lorsque la voie est libre, le *home* affecte en général la forme d'une palette verticale occupant au bout du mât qui la supporte une position analogue à celle de la baïonnette au bout du fusil. Il présente donc une silhouette tout à fait caractéristique et constitue un excellent signal positif de voie libre. La nuit, le *home* à voie libre présente un feu vert. A voie fermée, la palette est horizontale et présente la nuit un feu rouge.

Le *distant* est constitué: soit par une palette en forme de flamme pouvant prendre deux positions, l'une verticale avec feu vert, l'autre horizontale avec feu jaune, selon que le *home* suivant est ouvert ou fermé, soit par la même palette que celle du *home*, mais qui prend alors la position à 45° au-dessus de l'horizontale, lorsque ce *home* est ouvert et que le *home* suivant est fermé.

Dans les modes les plus récents de signalisation (qui tendent d'ailleurs à se généraliser), on emploie, sur les lignes à gros trafic, le signal dit « à trois positions »: *distant* et *home* sont alors montés sur le même mât et une seule palette suffit pour donner toutes les indications utiles au mécanicien. Dans la position verticale, la palette lui indique que la voie est libre; à 45°, elle prévient que le *home* suivant est à voie fermée; horizontale, elle commande l'arrêt à son pied, et cet arrêt est réalisable puisque le mécanicien a nécessairement rencontré la palette précédente inclinée à 45°.

On voit quelle simplicité cette signalisation présente par rapport à la nôtre: deux signaux seulement, signifiant: le premier « garde à vous », le second « halte », et rien de plus; aucune fausse interprétation n'est possible.

La vue d'une palette verticale apprend au mécanicien américain

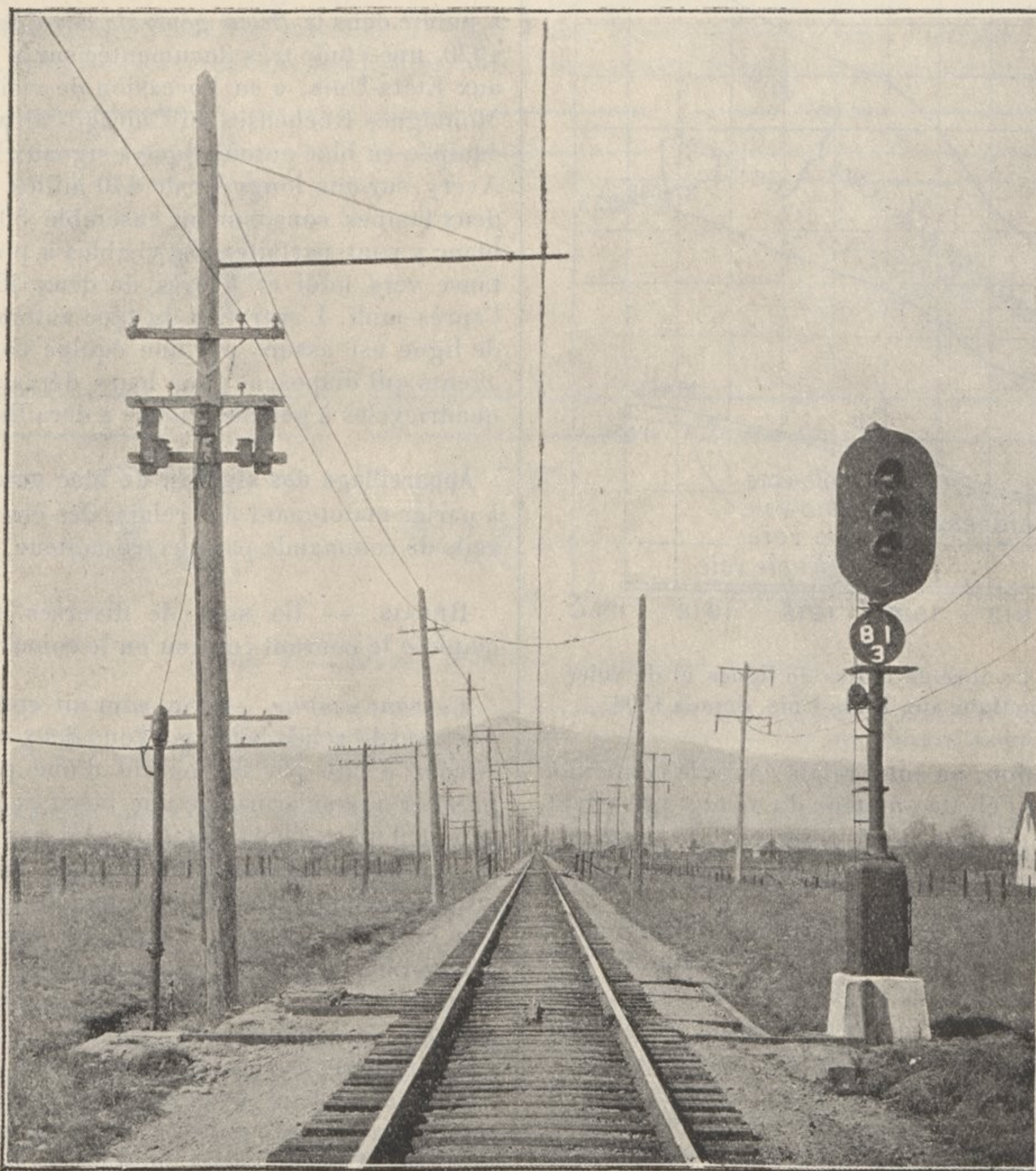


FIG. 1. — LE BLOC-SYSTÈME AUTOMATIQUE AUX ÉTATS-UNIS : Vue d'un signal lumineux à trois feux colorés (rouge, orange, vert).

(1) Voir le *Génie Civil* du 29 janvier 1921 (t. LXXVIII, n° 5, p. 99).

que le signal est effectivement soumis à l'action d'une force extérieure, laquelle cesse *automatiquement* d'agir dès que la voie est occupée. La nuit, la vue d'un *feu vert* caractéristique lui donne le même renseignement, tandis que chez nous le feu blanc ne se distingue en rien d'une lumière quelconque, et ne donne aucune indication positive, pas plus qu'une palette de sémaphore pendant le long du mât, ou un disque parallèle à la voie, ne constituent un signal positif de voie libre.

TABLEAU I. — Statistique des voies équipées avec le bloc-système, aux États-Unis.

	Longueurs (milles)
Ensemble des lignes	194 594
— des voies	225 543
Lignes équipées en bloc-système automatique	37 968
— — — manuel	63 915
Voies équipées en bloc-système automatique	60 992
— — — manuel	70 856
Proportion des voies équipées avec le bloc-système : 60 %.	

Les palettes sont manœuvrées par des électro-moteurs alimentés par le courant fourni, soit par des batteries de seize éléments de pile, soit par du courant alternatif; le courant ne peut toutefois arriver à l'électro-moteur que si la voie est libre.

Dans le cas contraire, un relais, commandé par les essieux du train qui occupe la section, coupe le courant de l'électro-moteur; la palette est entraînée par la pesanteur à la position horizontale

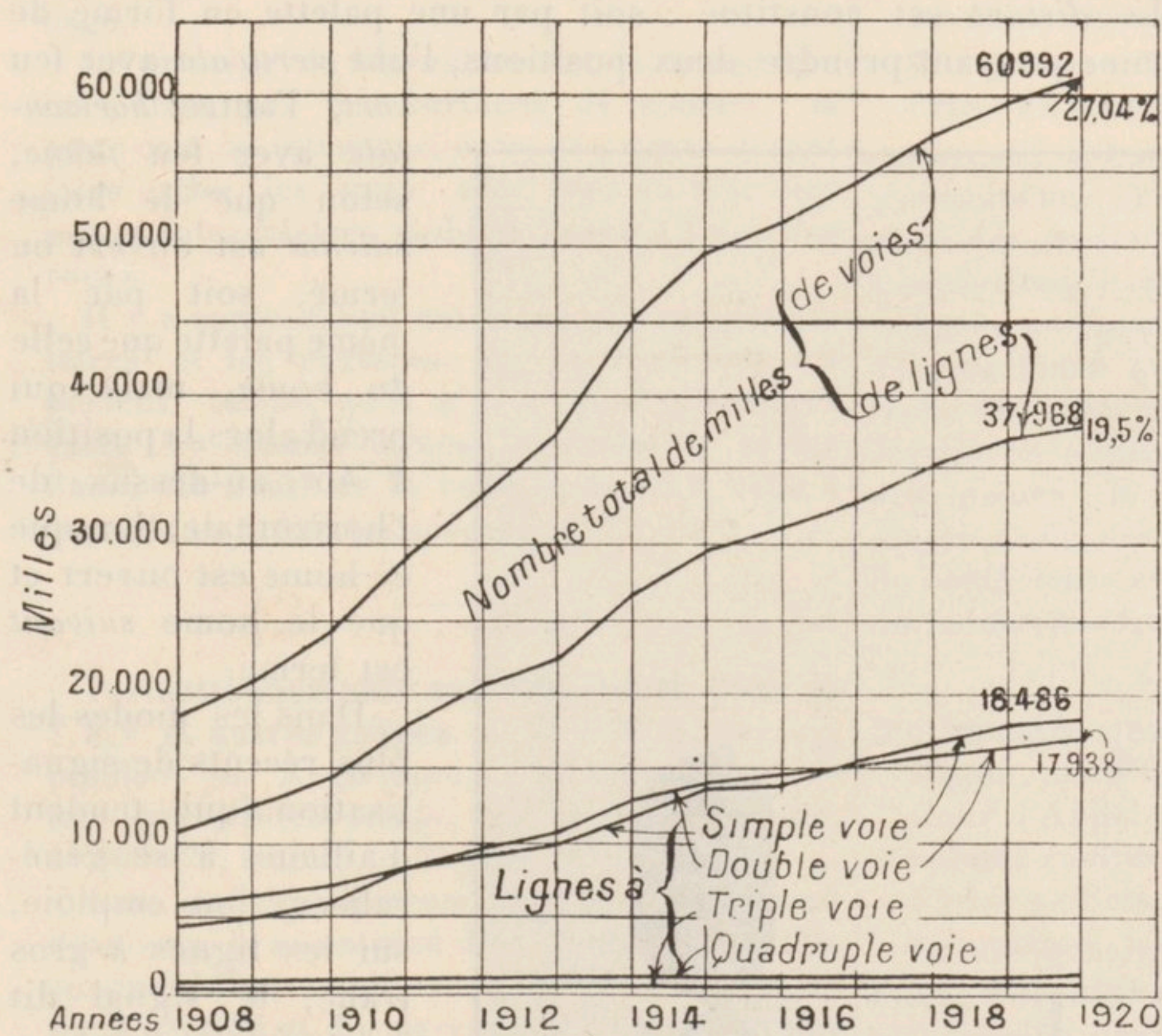


FIG. 2. — Graphique du nombre de milles de lignes et de voies équipées en bloc automatique aux États-Unis, depuis 1908.

et, une fois dans cette position, un autre relais coupe la connexion entre la source d'énergie et l'électro-moteur du *distant* précédent. Celui-ci prend alors, sous l'action de la pesanteur, la position à 45°.

Signaux lumineux. — Sur les lignes électrifiées, les signaux à palette sont parfois peu visibles à travers la véritable toile d'araignée que forment les fils de travail, leurs suspensions catenaires, et les poteaux qui les supportent. Aussi a-t-on soin, aux États-Unis, d'établir généralement les palettes, non sur des mâts disposés le long de la voie, mais sur des potelets établis sur des passerelles de signaux qui franchissent les voies, comme celles que nous voyons en France à la sortie des grandes gares. De la sorte, le mécanicien n'a pas à chercher le signal, qui se présente toujours sur la voie même parcourue par son train.

On a d'ailleurs constaté que les feux des signaux lumineux (lorsqu'ils sont allumés le jour) sont bien plus visibles, même en plein midi, que les bras sémaphoriques eux-mêmes. En cas de brouillard, le feu se voit toujours beaucoup mieux que la palette. On a été ainsi conduit à adopter dans certains cas des signaux purement lumineux, dont il existe deux types. Les signaux du premier type (fig. 1) se distinguent par la couleur du feu qu'ils

présentent : *rouge* pour la *voie fermée*, *orange* pour éveiller l'attention, *vert* pour la *voie libre*. Ceux du second type ne présentent que des feux blancs : la *voie libre* est caractérisée par 4 feux blancs sur une même *verticale*, la *voie fermée* par 4 feux blancs sur une même *horizontale*, l'attention est commandée par 4 feux blancs disposés sur la *bissectrice* à 45°.

Ces signaux sont donnés par des lampes électriques qui s'allument au foyer de lentilles encastrées dans la paroi d'une sorte de caisse en tôle noire. Les lentilles elles-mêmes sont souvent constituées comme des lentilles de Fresnel, faites en verre moulé.

On arrive ainsi à constituer des signaux visibles à 1 200 ou 1 500 mètres, et qui — s'obtenant par allumage ou extinction de lampes — peuvent être commandés par de simples relais, tandis que, avec les signaux à palettes, les relais servent à mettre en relation une source locale d'énergie avec la dynamo qui manœuvre la palette.

Les signaux lumineux ont donc, sur les signaux à palette, l'avantage considérable de n'exiger l'emploi d'aucune pièce de grande dimension, offrant un moment d'inertie assez considérable et nécessitant, par suite, une énergie appréciable pour sa manœuvre. Il en résulte à la fois une économie dans la construction et l'entretien, et de moindres chances de dérangements.

Pour parer au cas d'extinction accidentelle d'une lampe, on a soin d'employer toujours deux lampes placées l'une derrière l'autre et montées en parallèle. On peut aussi ajouter au signal, en dehors de la caisse en tôle noire, une lampe-témoin toujours allumée. Lorsque le mécanicien rencontre un signal où cette dernière lampe brille *seule*, il doit s'arrêter, car il se trouve alors nettement dans le cas de dérangement des appareils du bloc.

M. Balling, Ingénieur en chef à la Compagnie d'Orléans, qui a publié dans la *Revue générale des Chemins de fer*, de novembre 1920, une étude très documentée sur le bloc-système automatique aux États-Unis, a eu l'occasion de visiter la ligne électrifiée des Montagnes Rocheuses du Chicago-Milwaukee and Saint-Paul Ry équipée en bloc automatique à signaux lumineux de Harlowton à Avery, sur une longueur de 440 milles (704 kilom.). Éclairés par deux lampes consommant ensemble 50 watts, les signaux à feu blanc y sont parfaitement visibles à plus d'un kilomètre de distance vers midi et à près de deux kilomètres vers la fin de l'après-midi. L'entretien du bloc automatique sur ces 700 kilom. de ligne est assuré par une équipe comprenant seulement neuf agents qui disposent pour leurs déplacements de tricycles et de quadricycles à pétrole, faciles à dérailler et à réentraîner.

Appareillage des signaux de bloc automatique. — Il nous reste à parler maintenant des relais, des circuits de voie et des appareils de commande par électro-moteur, en usage aux États-Unis.

RELAIS. — Ils sont de diverses espèces, suivant que l'on emploie le courant continu ou le courant alternatif.

Courant continu. — En courant continu, on utilise le relais *neutre* et le relais *polarisé*. Tous deux se composent d'un électro-aimant excité par le courant d'une pile; mais, tandis que le premier a pour armature une pièce en *fer doux* qui peut osciller autour d'un axe horizontal passant par une de ses extrémités, le second porte deux armatures : l'une en *fer doux*, et l'autre constituée par une pièce *aimantée* mobile autour d'un axe passant par son centre de gravité. La palette aimantée prend une position déterminée, lorsqu'il ne passe dans les bobines de l'électro aucun courant, ou un courant d'un certain sens; elle prend la position symétrique par rapport au plan vertical passant par l'axe, lorsque le sens du courant est inversé dans les bobines. L'armature en *fer doux* est alors au collage, tandis que l'armature aimantée est dans la position symétrique de sa position normale. Avec un relais muni de ces deux armatures, il est donc possible, lorsqu'il passe du courant, de réaliser deux combinaisons de contacts correspondant, l'une à un courant de sens déterminé, l'autre à un courant de sens contraire.

À l'inverse du relais neutre, qui ne peut servir qu'à établir ou à rompre une série de contacts, le relais polarisé permet ainsi d'établir ou de rompre deux séries de contacts.

Courant alternatif. — Lorsqu'on utilise le courant alternatif, les relais sont, soit du type à *disque*, où le passage du courant

dans les bobines fait naître dans un disque des courants de Foucault sous l'action desquels le disque entre en mouvement et établit certains contacts, soit du type *moteur* comportant deux bobines, dont l'une est alimentée par du courant à 50 ou 110 volts servant à l'éclairage des signaux, et l'autre par le courant alternatif de 2 à 3 volts qui alimente le circuit de voie. Sous l'action de ce dernier courant, l'armature tourne d'un certain angle. On emploie également des relais du type dit de *fréquence*, constitués

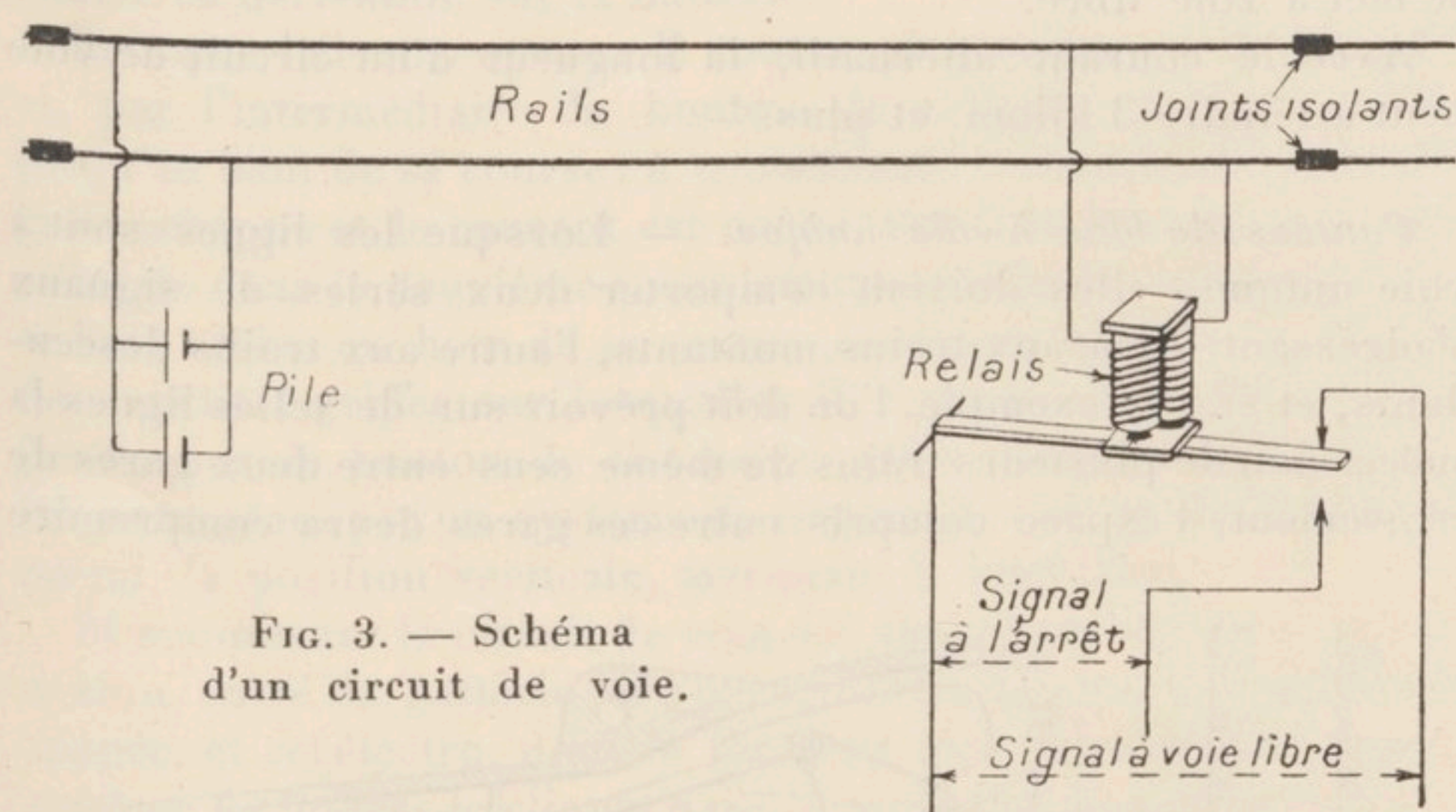


FIG. 3. — Schéma d'un circuit de voie.

pour ainsi dire par l'assemblage de deux relais à disque, combinés de telle façon que l'action du courant (de fréquence bien déterminée) qui passe dans le circuit de voie soit nécessaire pour faire tourner dans le sens voulu l'ensemble des deux disques.

CIRCUIT DE VOIE. — Tout relais commandant un signal est excité par le courant débité, soit par une pile, soit par un transformateur établi à l'extrémité du canton opposée à celle où se trouve le signal considéré.

Le circuit de voie est constitué de la manière suivante : au droit de chaque sémaphore, on remplace les éclisses ordinaires par des éclisses isolantes (fig. 3), de telle sorte que les deux fils de rails comprises entre deux sémaphores consécutifs, c'est-à-dire les deux fils de rails d'un canton de bloc, ne soient plus reliées métalliquement aux fils de rails des cantons voisins. D'autre part, dans chaque canton, on renforce la connexion métallique entre les rails d'une même file en doublant les éclisses, toujours plus ou moins rouillées, par des fils de cuivre qui relient directement chaque rail

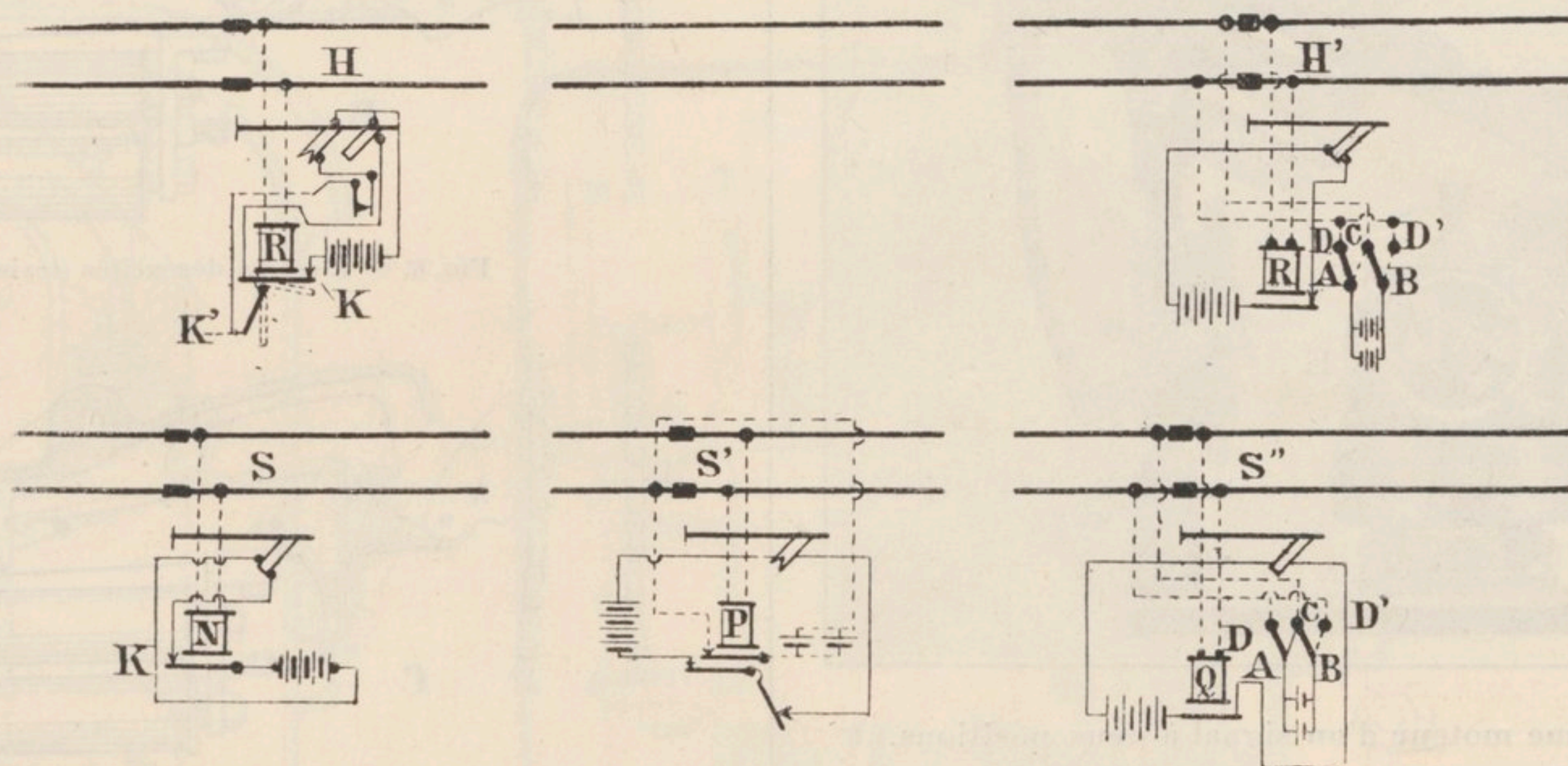


FIG. 5. — Schéma d'un bloc automatique polarisé.

HH', SS', S'', sections de bloc; — AD-BC, commutateur-inverseur actionné par la palette du home; — N, Q, R, relais neutres; — P, R, relais polarisés; — K, contact de commande du home par armature neutre; — K, K', contacts de commande du distant par armature neutre et armature polarisée.

au suivant. De la sorte, chacune des fils de rails constitue un conducteur métallique continu qui repose, soit sur les traverses en bois, soit sur le ballast, mauvais conducteurs de l'électricité.

Dès lors, si l'on connecte chacune des fils de rails : à la sortie du canton avec une pile, et à l'entrée du canton avec un électro-aimant, le courant de la pile atteindra l'électro-aimant et celui-ci maintiendra son armature au collage.

Que maintenant, en un point quelconque du canton, un essieu vienne à relier métalliquement entre elles les deux fils de rails, et le courant de la pile, au lieu de parvenir intégralement à l'électro-aimant, se divisera en deux parties, dont l'une passera par l'essieu, l'autre par l'électro; le courant passant par l'électro se trouvera ainsi très affaibli et ne suffira plus pour maintenir l'armature au collage : celle-ci, obéissant à l'action de la pesanteur, pivotera autour de son axe, rompant ainsi certains contacts qu'elle établissait lorsqu'elle était au collage, et en établissant d'autres.

Lorsque la liaison entre les deux fils de rails cessera d'exister, l'intensité du courant dans l'électro reprendra sa valeur primitive et l'armature, de nouveau attirée, reviendra au collage (fig. 4).

L'ensemble de la pile placée à la sortie du canton des deux

files de rails isolées et du relais placé à l'entrée constitue ce que l'on appelle le circuit de voie.

Remarquons que le circuit de voie doit remplir un double rôle : fermer le sémaphore et mettre le sémaphore précédent à la position « attention », si rien ne s'y oppose. A cet effet, la pile qui alimente le circuit de voie est reliée aux deux rails par l'intermédiaire d'un commutateur actionné par l'aile du sémaphore suivant. Lorsque celle-ci est à voie libre, le commutateur (fig. 5) occupe

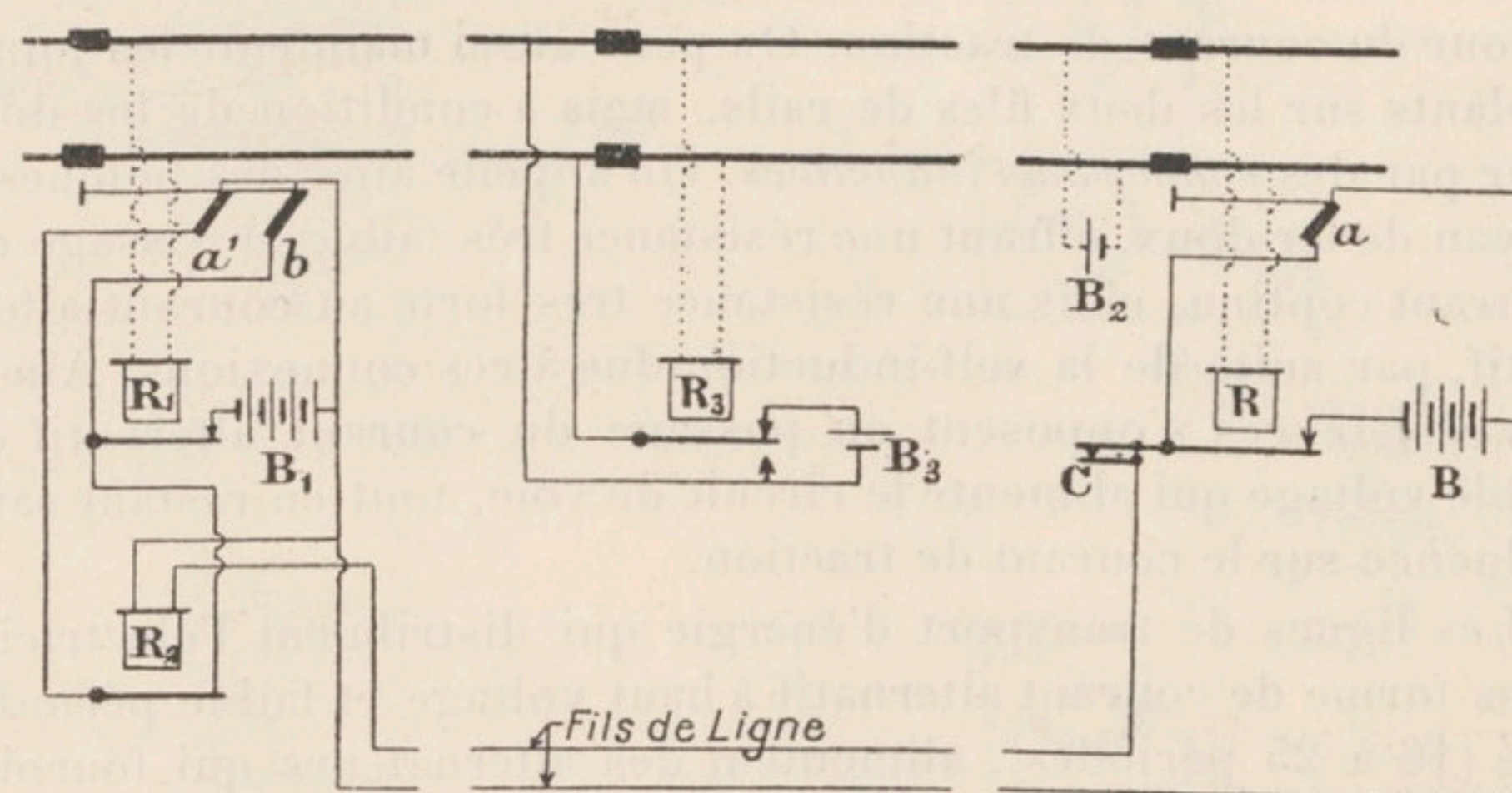


FIG. 4. — Schéma d'un bloc automatique avec fils de lignes.

B, B₁, batteries d'alimentation des électro-moteurs; — B₂, B₃, batteries de circuit de voie; — C, contact actionné par la palette a; — R, R₁ à R₃, relais; — a, b, palettes de home; — a', palette de distant.

la position 1 (en traits pleins); dans le cas contraire, il est dans la position 2 (traits pointillés).

A chacune de ces positions correspond un mode déterminé de connexion des pôles de la pile avec les rails, de sorte que dans la position 1 du commutateur, l'électro-aimant placé au sémaphore précédent reçoit un courant d'un certain sens et, dans la position 2, un courant de sens contraire. Dans les deux cas, l'armature neutre de l'électro est maintenue au collage, mais le courant

se passe également dans l'électro-aimant du signal avancé installé dans le canton considéré, et ce dernier électro est polarisé : il ne maintient donc son armature en position normale qu'autant qu'il y passe un courant de sens déterminé, le sens 1 par exemple. Si donc le commutateur donne un courant de sens 1, le sémaphore s'ouvre, et le signal avancé également. Dans le cas contraire, le sémaphore reste ouvert mais le signal avancé se ferme, puisque

l'électro polarisé reçoit alors un courant de sens 2, ce qui fait prendre à l'armature la position symétrique de la normale, et coupe la liaison de la batterie avec l'électro-aimant.

Le circuit de voie que nous venons de décrire est à courant continu. En raison des pertes à la terre, inévitables dans un système qui comporte des conducteurs aussi mal isolés qu'une file de rails, on ne peut utiliser, dans le relais, que des courants de faible voltage, 1 ou 2 volts au plus. Lorsque les circuits de voie ne dépassent pas la longueur de 1 200 à 1 500 mètres, la perte ne dépasse pas la moitié de l'énergie produite. On limite d'ailleurs la dépense de courant permanent en insérant dans le circuit de la pile une résistance convenable. Quoi qu'il en soit, il pourrait arriver qu'un courant vagabond agisse sur le relais lorsqu'il est shunté. C'est le seul cas où le circuit de voie puisse être mis en défaut.

Il suit de là qu'il peut y avoir intérêt à substituer au courant continu le courant alternatif, dont l'emploi s'impose d'ailleurs sur les lignes électrifiées. Le relais à courant alternatif peut en effet être établi de manière à ne fonctionner que sous un courant de périodicité déterminée, et, en choisissant une périodicité très

différente de celles couramment employées sur les réseaux industriels, il n'y a aucune chance de dérangements par courants vagabonds.

Circuit de voie à courant alternatif. — Le circuit de voie à courant alternatif peut être indifféremment appliqué aux lignes à vapeur ou aux lignes électrifiées. Dans ce dernier cas, où le retour du courant de traction se fait par le rail, on peut ne munir qu'une seule file de rails d'éclisses isolantes, l'autre servant au retour du courant de traction. On peut aussi maintenir les joints isolants sur les deux files de rails, mais à condition de les doubler par des *connexions inductives*. On appelle ainsi des bobines à noyau de fer doux, offrant une résistance très faible au passage du courant continu, mais une résistance très forte au courant alternatif, par suite de la self-induction due à ces connexions. Ainsi, ces résistances s'opposent au passage du courant alternatif de faible voltage qui alimente le circuit de voie, tout en restant sans influence sur le courant de traction.

Les lignes de transport d'énergie qui distribuent l'électricité sous forme de courant alternatif à haut voltage et faible périodicité (16 à 25 périodes), alimentent des alternateurs qui fournis-

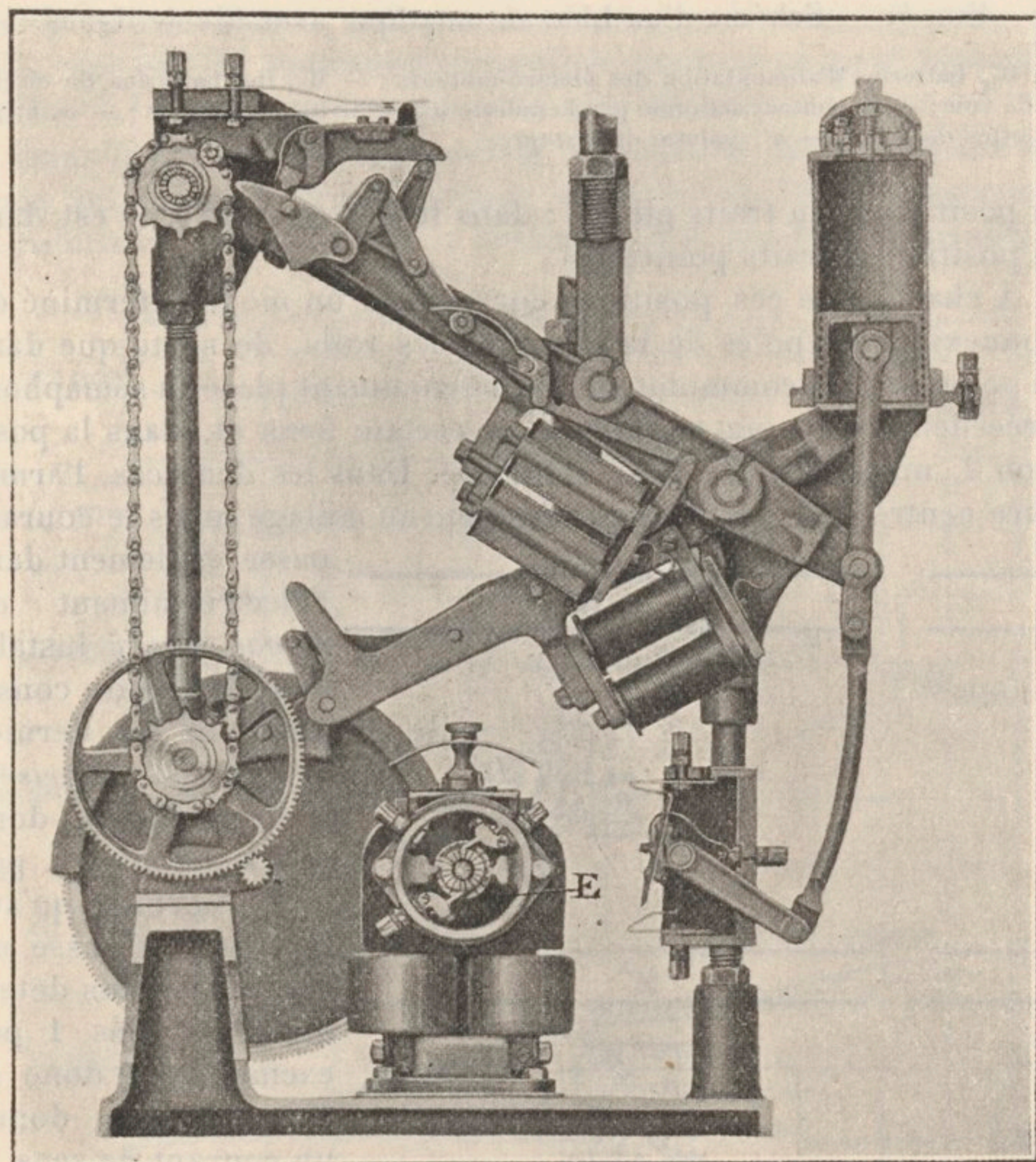


FIG. 6. — Mécanisme moteur d'un signal à deux positions.

sent du courant à 60 périodes à des transformateurs où la tension est abaissée à quelques volts. Ce sont ces transformateurs qui, dans le circuit de voie à courant alternatif, jouent le rôle des piles dans le circuit de voie à courant continu. Le courant alternatif, de 3 volts environ sous 60 périodes, alimente le circuit de voie et les relais qu'il excite ne peuvent être influencés, ni par les courants industriels, ni par les courants vagabonds.

CANTON DE BLOC. — Un canton de bloc est la section de voie qui ne doit jamais contenir plus d'un train.

Il doit être défendu par un signal d'entrée, annoncé à distance suffisante par un signal avancé implanté dans le canton d'amont.

Suivant l'intensité de la circulation, les cantons seront donc plus ou moins longs. Sur les lignes métropolitaines à très fort trafic, la longueur des cantons peut s'abaisser à 500 mètres et même au-dessous. Sur les grands réseaux (sauf aux abords des gares les plus importantes), les cantons peuvent sans inconvénient atteindre et dépasser 3 kilom. Comme les circuits de voie à courant continu ne sauraient pratiquement s'étendre sur plus de 1 200 à 1 500 mètres, on voit qu'un canton de bloc comportera généralement deux ou trois circuits de voie successifs, chacun d'eux étant séparé du suivant par des éclisses isolantes, au droit desquelles on trouve une pile et un relais de voie. Le premier relais étant excité, met en relation la batterie de piles avec l'élec-

tro-moteur qui ouvre le signal, tant que le premier circuit de voie n'est pas shunté. Le deuxième relais est excité par la deuxième pile de voie, et ainsi de suite. Lorsque le deuxième circuit de voie est à son tour shunté, son relais désexcité coupe le circuit de voie précédent. Tout se passera donc dans ce circuit comme s'il demeurait shunté, et ainsi de suite jusqu'à ce que le train ait complètement dégagé le canton. Alors tous les relais sont de nouveau excités et, par suite, le signal d'entrée du canton se met à voie libre.

Avec le courant alternatif, la longueur d'un circuit de voie peut atteindre 3 kilom. et plus.

Cantons de bloc à voie unique. — Lorsque les lignes sont à voie unique, elles doivent comporter deux séries de signaux s'adressant, l'une aux trains montants, l'autre aux trains descendants, et si, par exemple, l'on doit prévoir sur de telles lignes la succession de plusieurs trains de même sens entre deux gares de croisement, l'espace compris entre ces gares devra comprendre

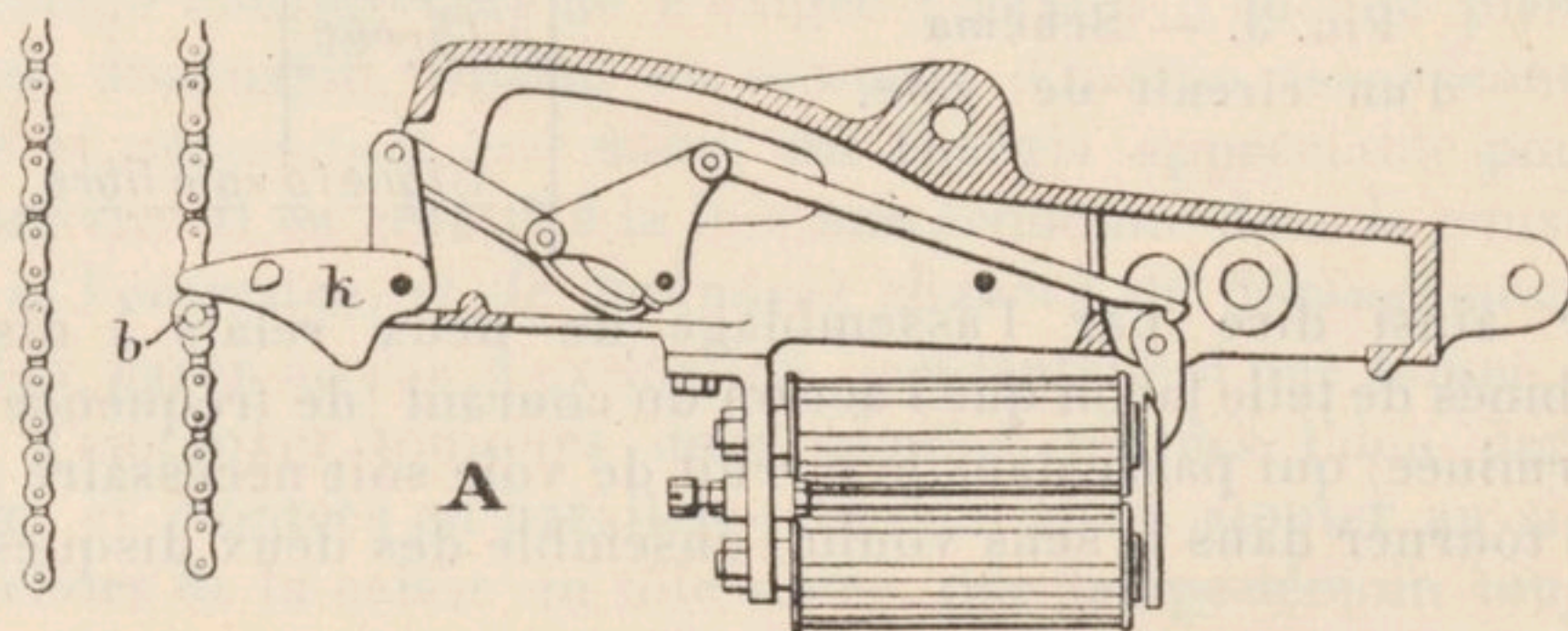


FIG. 7. — Électros excités.

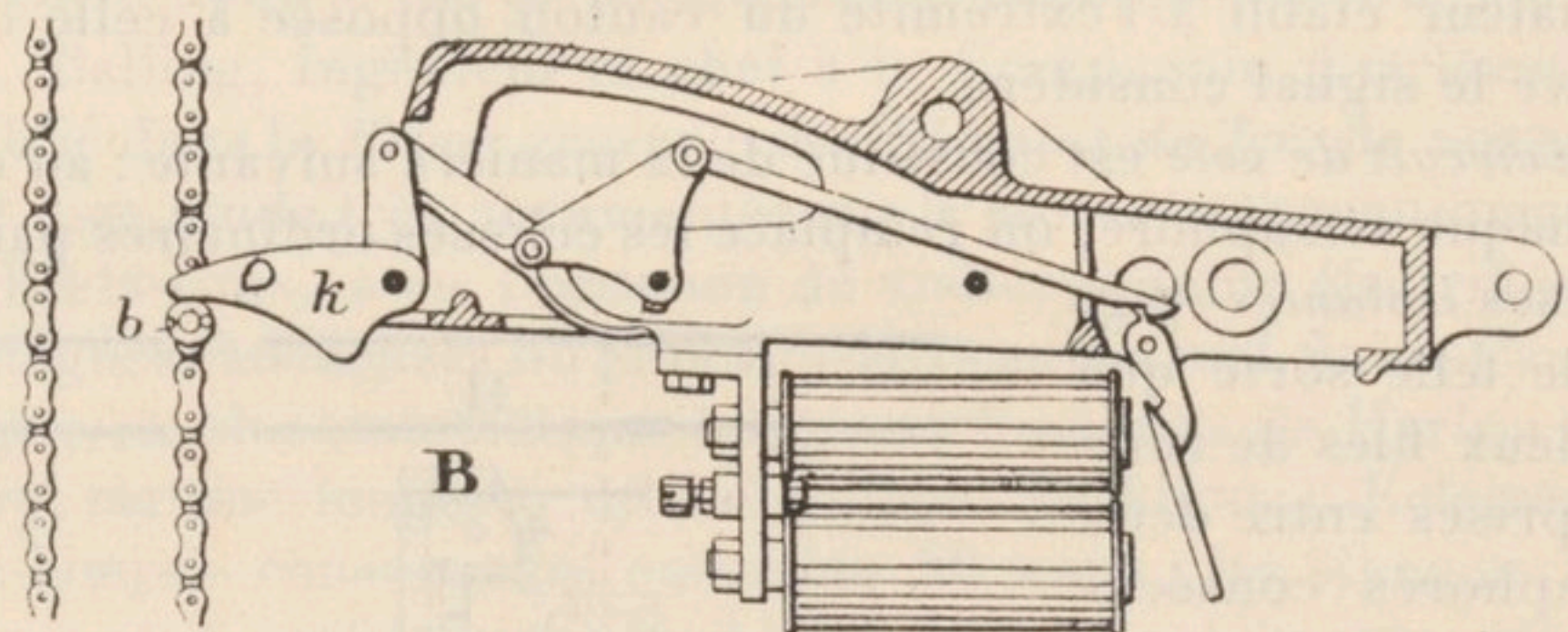


FIG. 8. — Électros désexcités (leviers désarmés).

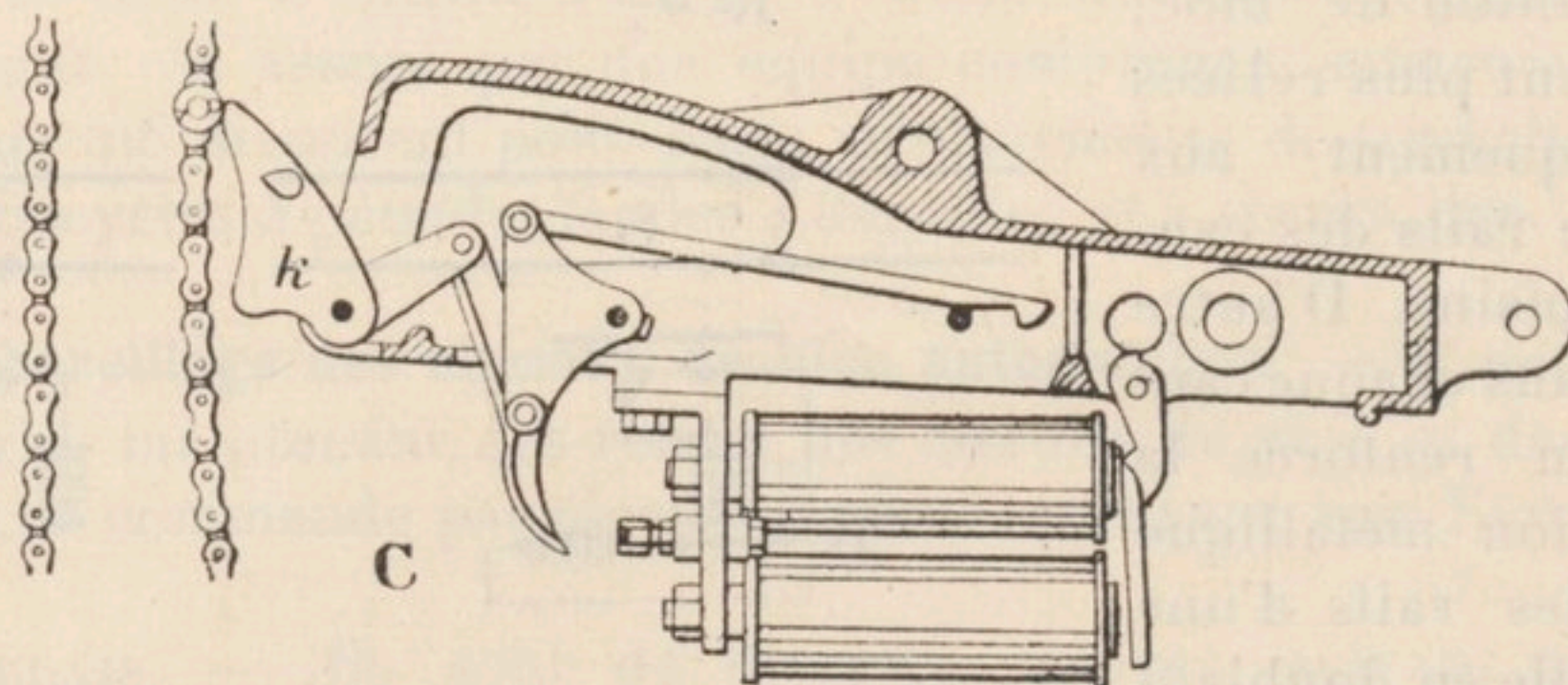


FIG. 9. — Appareil débrayé.

FIG. 7 à 9. — Fonctionnement des électros d'un signal à deux positions.

autant de cantons de bloc qu'il peut y avoir de trains simultanément engagés entre les deux gares. Il faut alors, avant de mettre en mouvement un train descendant par exemple, que tous les signaux s'adressant aux trains montants soient à voie fermée et que tout au moins le premier des signaux s'adressant aux trains descendants soit à voie libre. On voit qu'il faut, pour ce cas, réaliser l'interdépendance des deux séries de signaux, ce qui entraîne une assez grande complication, et nécessite des connexions par fils entre les relais de signaux. Malgré ces sujétions et le coût relativement élevé du bloc automatique sur voie unique, on a souvent intérêt à y recourir : lorsque, par exemple, une ligne à simple voie, arrivée à son maximum de capacité, doit faire face à un trafic supplémentaire dont il n'y a pas lieu de prévoir un accroissement très rapide. Dans ce cas, il peut être économique de recourir au bloc automatique plutôt qu'au doublement de la voie.

MANŒUVRE DES SIGNAUX. — *Signaux à deux positions.* — Comme nous l'avons dit, les signaux sont mis à voie libre par des électro-moteurs commandés par leur batterie de piles, lorsque

la connexion de celles-ci avec l'électro-moteur n'est pas coupée par le relais de voie, c'est-à-dire lorsque le circuit de voie n'est pas shunté par un train.

L'électro-moteur E (fig. 6) entraîne par engrenages (fig. 6 à 9) une chaîne galle portant un bouton *b* sur lequel s'appuie par un cliquet *k* l'extrémité d'un bras. Un électro-aimant fixé sur ce bras possède deux enroulements, l'un en série avec l'électro-moteur, l'autre en dérivation sur la batterie.

Lorsque l'électro-moteur E tourne, il entraîne la chaîne galle et, par l'intermédiaire du bouton de celle-ci, conduit le bras jusqu'au haut de sa course; à ce moment, le bouton de la chaîne galle échappe et le courant est coupé sur l'électro-moteur, mais subsiste dans le deuxième enroulement de l'électro-aimant. Quand le bras arrive au haut de sa course, le cliquet soulève et dépasse deux petites griffes sur lesquelles il s'appuie dès qu'il cesse de porter sur le bouton de la chaîne galle. En s'élevant ainsi, le bras entraîne, par un système de leviers, la palette du signal qui prend la position verticale, marquant la voie libre.

Si maintenant le circuit de voie est shunté par un train, la connexion entre la batterie et l'électro-aimant est immédiatement coupée, et cet électro, dont la fonction était de maintenir par un système de leviers le cliquet dans le prolongement du bras, cesse de remplir son office. Le cliquet, ainsi libéré, tourne autour de son axe et dégage les petites griffes sur lesquelles il s'appuyait. Sous l'action de la pesanteur, tout le système retombe à sa position inférieure, entraînant la palette du sémaphore à la position horizontale.

Signaux à trois positions. — Tout le mécanisme du signal à trois positions (1) est renfermé dans une boîte en fonte fixée au

tions à 45° ou 90°, et un commutateur portant les contacts nécessaires.

Pour la commande à 90°, on emploie un relais supplémentaire. Lorsque le signal revient à sa position d'arrêt, il fait tourner en

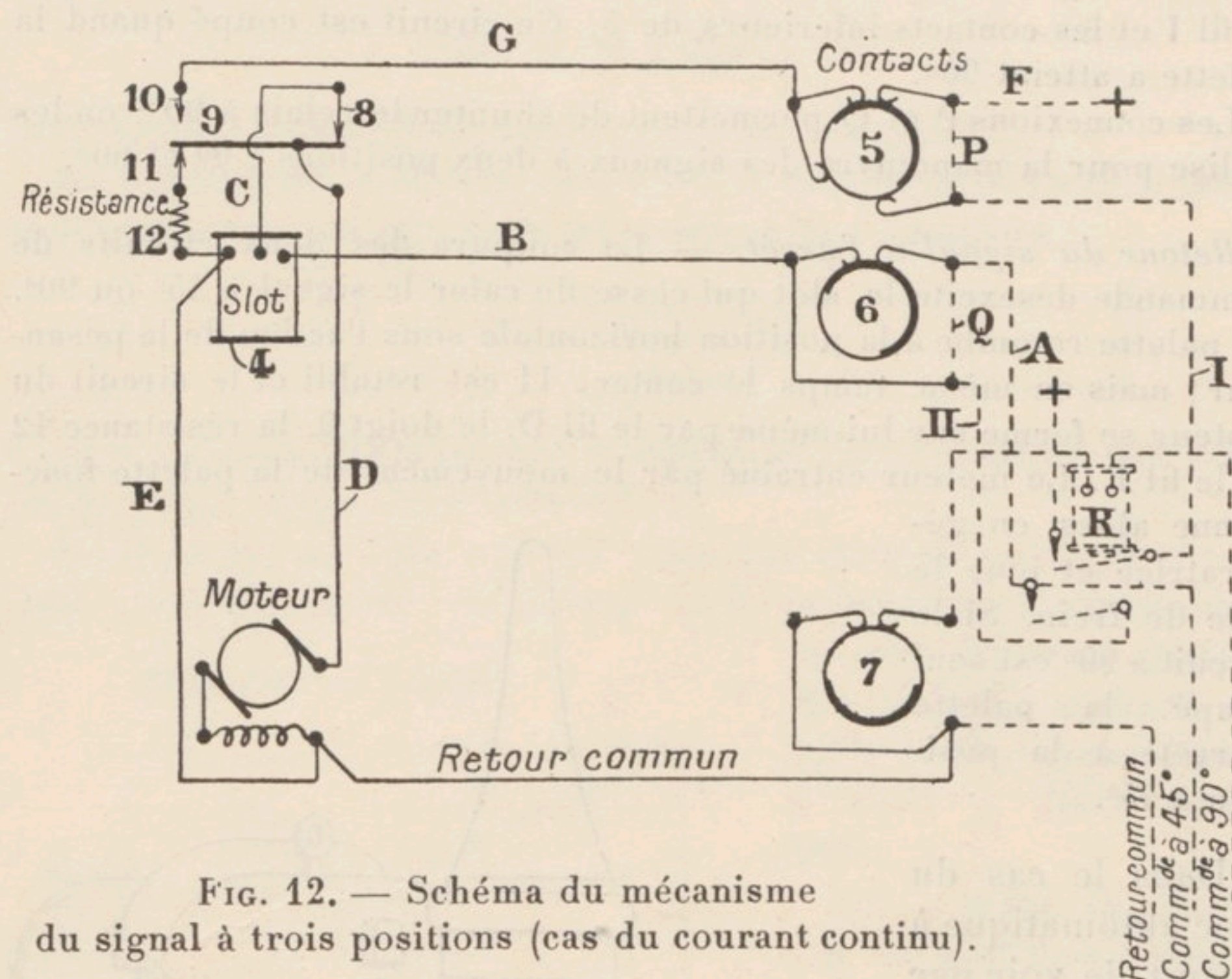


FIG. 12. — Schéma du mécanisme du signal à trois positions (cas du courant continu).

sens inverse le moteur qui agit comme génératrice sur une résistance, et fait ainsi office d'amortisseur.

En courant alternatif, l'électro de maintien est remplacé par un frein d'induction calé directement sur l'arbre du moteur.

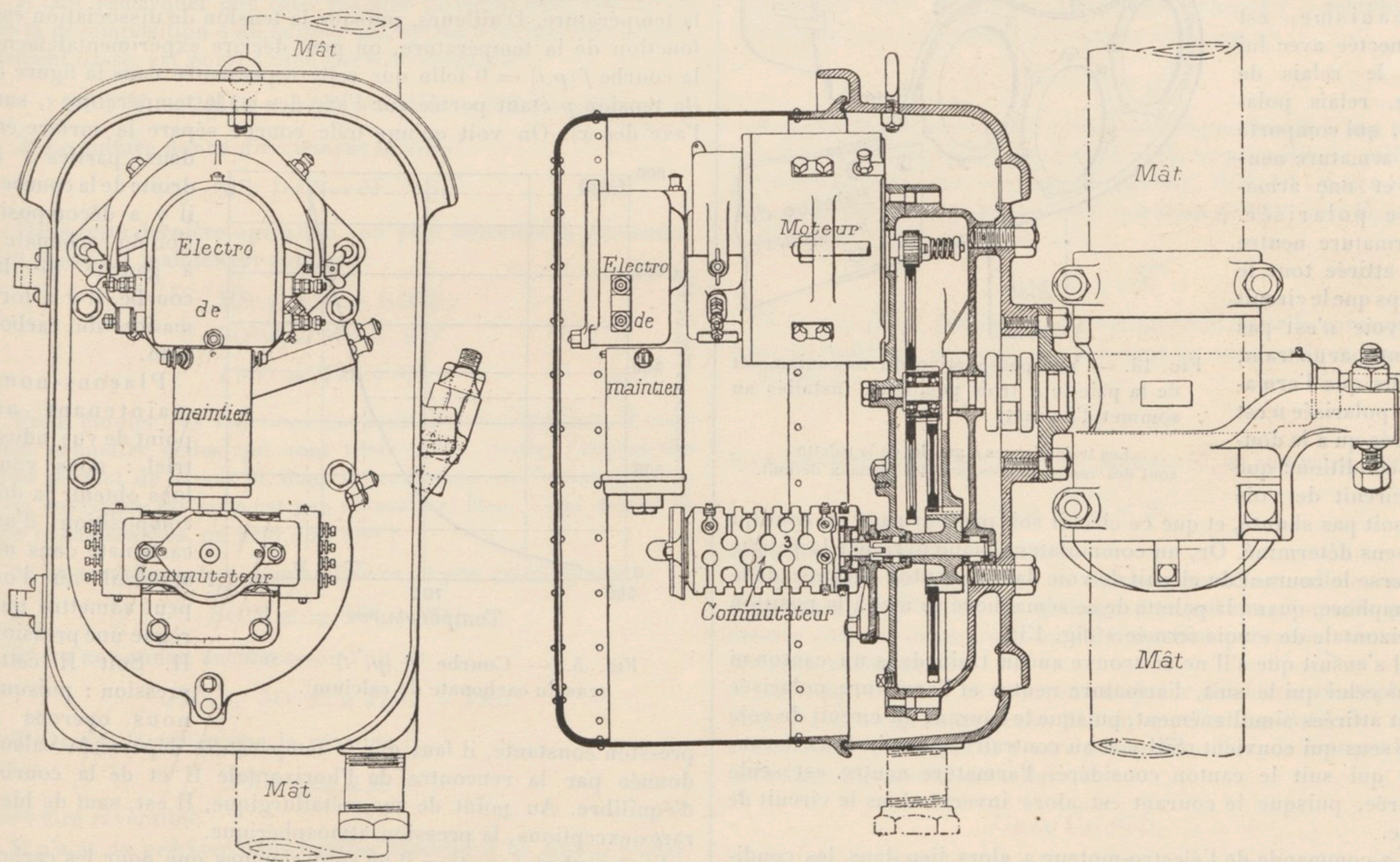


FIG. 10 et 11. — Vue de face et coupe d'un mécanisme de signal à trois positions.

sommet du mât, et que traverse l'arbre du moteur. Celui-ci actionne par train d'engrenages l'arbre sur lequel est calée la palette du signal.

Le mécanisme peut fonctionner par courant continu ou par courant alternatif. Dans le cas du courant continu, il comprend essentiellement (fig. 10 et 11) : un moteur à courant continu, un électro de maintien servant à maintenir le signal dans ses posi-

Le schéma (fig. 12) permet de se rendre compte de la manœuvre du moteur à courant continu.

Mouvement du signal, de 0 à 45°. — Le courant de commande (fig. 12) excite l'électro-aimant de maintien 4, ou slot, par le fil A, le contact 6, le fil B, la faible résistance de l'électro 4, le fil C, le contact 8, le fil D, le moteur et le retour commun.

Le slot, ainsi excité, soulève le doigt 9 et ouvre le contact 8; les deux résistances de l'électro sont en série et l'électro reste excité par le fil E. En même temps, le contact 10 ferme le circuit du moteur par le contact 5, les fils G et D.

Quand le signal atteint la position à 45°, le contact 5 coupe le cir-

(1) Nous suivrons, dans cette description, les indications données par M. BALLING dans son étude précitée. Ce travail contient la description de plusieurs types d'appareils intéressants, notamment de la catégorie à signaux lumineux.

cuit du moteur, mais le *slot*, restant excité, cale la palette dans cette position.

Mouvement du signal, de 45° à 90°. — Le contact 7 étant fermé, le relais de commande à 90° s'excite ; le *slot* reçoit toujours du courant par le fil A. Une armature du relais ferme le circuit du moteur par le fil I et les contacts inférieurs de 5. Ce circuit est coupé quand la palette a atteint 90°.

Les connexions P et Q permettent de shunter le relais à 90° ; on les utilise pour la manœuvre des signaux à deux positions : 0° et 90°.

Retour du signal à l'arrêt. — La coupure des deux circuits de commande désexcite le *slot* qui cesse de caler le signal à 45° ou 90°. La palette retombe à la position horizontale sous l'action de la pesanteur ; mais en même temps le contact 11 est rétabli et le circuit du moteur se ferme sur lui-même par le fil D, le doigt 9, la résistance 12 et le fil E. Le moteur entraîné par le mouvement de la palette fonctionne alors en génératrice et joue le rôle de frein. Si le circuit à 90° est seul coupé, la palette s'arrête à la position à 45°.

Dans le cas du bloc automatique à circuit de voie par courant continu, le relais de commande à 90° du moteur est supprimé. La batterie de piles qui commande le mécanisme est connectée avec lui par le relais de voie, relais polarisé, qui comporte une armature neutre et une armature polarisée. L'armature neutre est attirée tout le temps que le circuit de voie n'est pas shunté par un train, tandis que l'armature polarisée n'est attirée qu'à la double condition : que le circuit de voie

ne soit pas shunté, et que ce circuit soit parcouru par un courant de sens déterminé. Or, un commutateur manœuvré par la palette inverse le courant du circuit de voie dans le canton qui précède le sémaphore, quand la palette de ce sémaphore se met à la position horizontale de « voie fermée » (fig. 13).

Il s'ensuit que s'il ne se trouve aucun train dans un canton ni dans celui qui le suit, l'armature neutre et l'armature polarisée sont attirées simultanément, puisque le courant du circuit de voie a le sens qui convient. S'il y a, au contraire, un train dans le canton qui suit le canton considéré, l'armature neutre est seule attirée, puisque le courant est alors inversé dans le circuit de voie.

La commande de l'électro-moteur a alors lieu dans les conditions suivantes. Pour la manœuvre de la palette de 0° à 90°, le circuit de commande de l'électro-moteur se ferme par deux contacts en série établis : l'un par l'armature neutre, l'autre par l'armature polarisée, ces deux armatures étant attirées simultanément. Pour la manœuvre de la palette de 0° à 45°, le circuit se ferme seulement par le contact de l'armature neutre. On voit ainsi que lorsqu'un train franchit un sémaphore, il met ce sémaphore à l'arrêt, du fait qu'il coupe les circuits de commande à 45° et à 90°, dès qu'il dégage le canton commandé par le sémaphore, il établit le courant de commande de ce sémaphore à 45° ; enfin, dès que le deuxième canton est franchi, le sémaphore est ramené à « voie libre ».

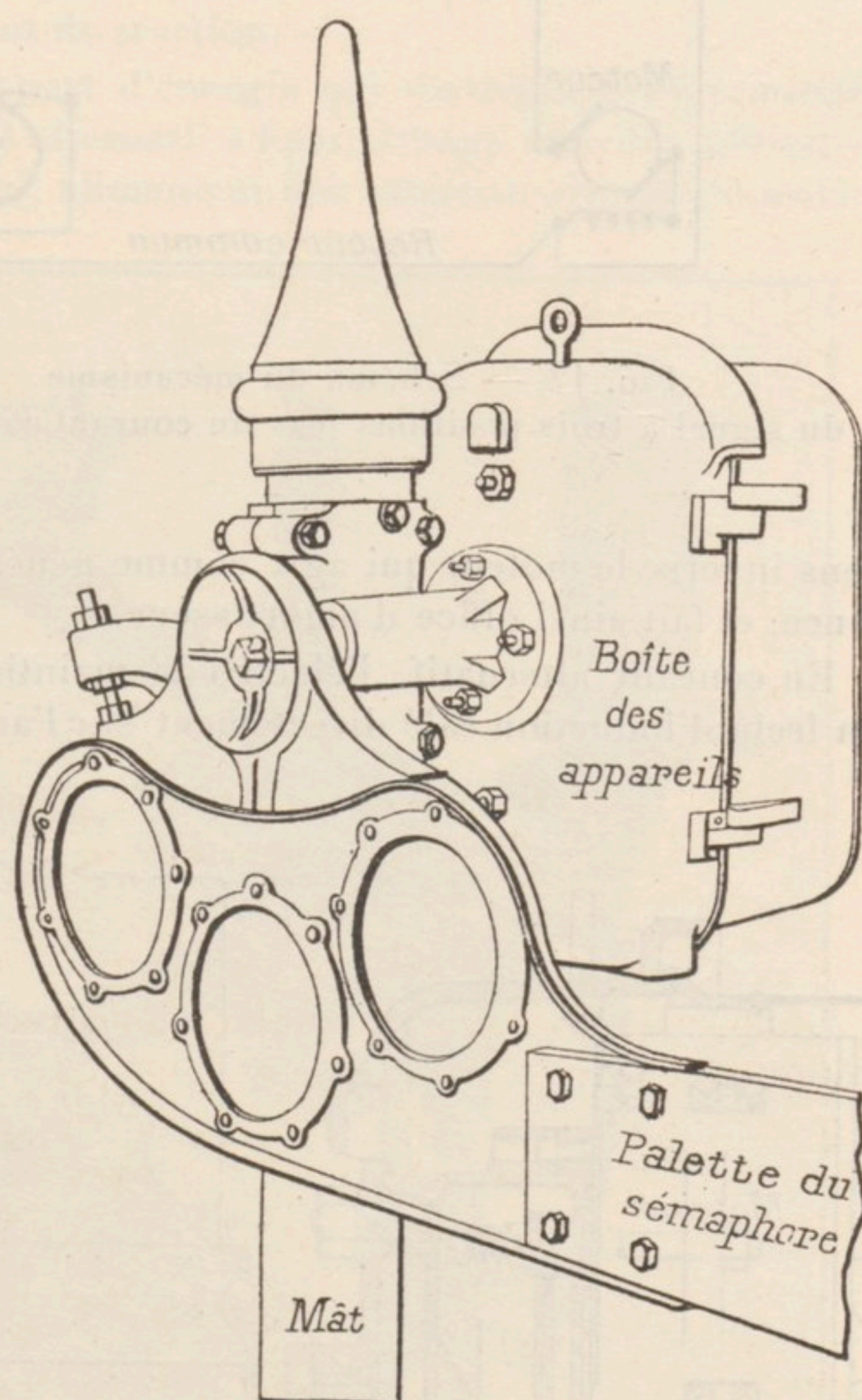


FIG. 13. — Vue perspective du mécanisme et de la palette à trois positions, installés au sommet d'un mât.

Les trois disques à gauche de la palette sont des verres colorés pour les signaux de nuit.

J. NETTER.

MÉTALLURGIE

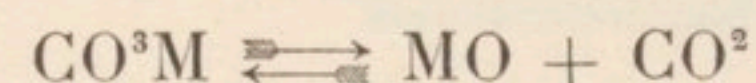
RELATIONS ENTRE LES RÉACTIONS MÉTALLURGIQUES et les lois physico-chimiques.

(Suite.)

DISSOCIATION D'UN COMPOSÉ EN SES ÉLÉMENTS. — On sait que ce cas est spécialement intéressant pour les carbonates. Le phénomène, étudié par Debray, peut se résumer de la façon suivante : la décomposition d'un carbonate correspond à une réaction réversible ; si la réaction se passe en un récipient de volume défini, elle se limite automatiquement pour une température déterminée, lorsqu'on atteint une pression déterminée. Pour chaque température, il y a donc une pression d'équilibre, nommée tension de dissociation. A cette tension se trouvent en équilibre, dans les mêmes conditions (poids de la matière, volume du récipient), des masses définies de carbonate, d'oxyde et d'anhydride carbonique. Le système est alors parfaitement défini.

Si l'on considère le système à une température déterminée, pour une pression inférieure à la tension de dissociation qui correspond à cette température, il y a décomposition du carbonate ; pour une pression supérieure, il y a, au contraire, combinaison d'acide carbonique avec la chaux.

En un mot, pour une température déterminée, la réaction réversible



a lieu dans un sens ou dans l'autre, suivant la pression.

De même, pour une pression déterminée, la réaction consistera dans la décomposition ou dans la formation du carbonate suivant la température. D'ailleurs, puisque la tension de dissociation est fonction de la température, on peut décrire expérimentalement la courbe $f(p, t) = 0$ telle que celle représentée dans la figure 5 (la tension p étant portée sur l'axe des y ; la température t , sur l'axe des x). On voit qu'une telle courbe sépare la surface en

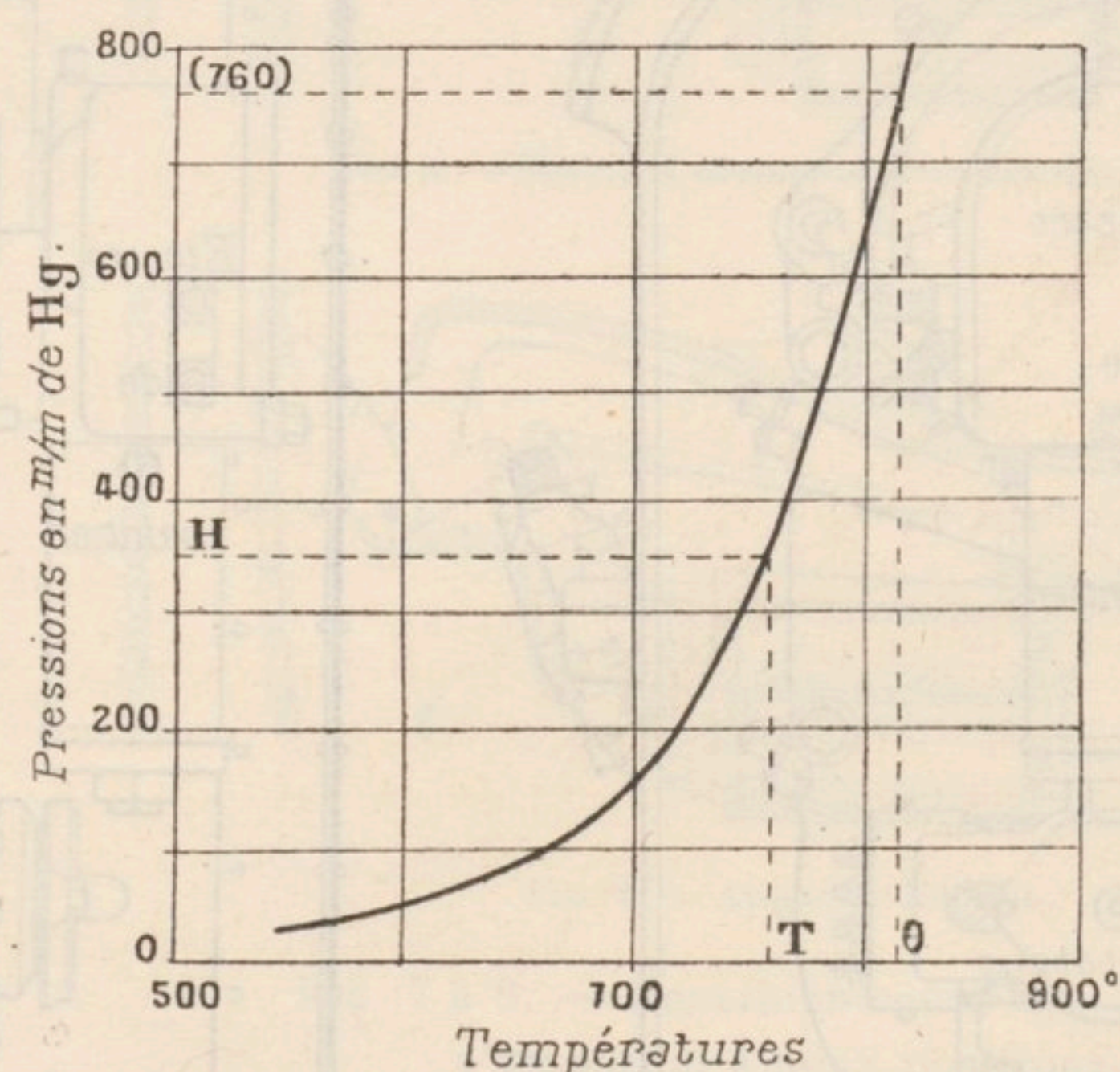


FIG. 5. — Courbe $f(p, t) = 0$ (cas du carbonate de calcium).

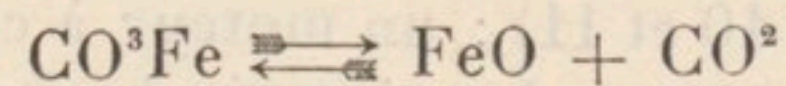
deux parties : à droite de la courbe, il y a décomposition du carbonate ; à gauche de la courbe, il y a formation du carbonate.

Plaçons-nous maintenant au point de vue industriel : nous voulons obtenir la décomposition d'un carbonate dans un appareil où l'on peut admettre que règne une pression H. Soit H cette pression : puisque nous opérons à

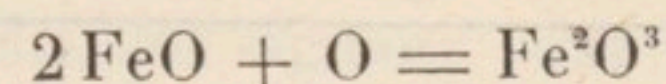
pression constante, il faut que la température dépasse la valeur donnée par la rencontre de l'horizontale H et de la courbe d'équilibre. Au point de vue métallurgique, H est, sauf de bien rares exceptions, la pression atmosphérique.

Les courbes $f(p, t) = 0$ ne sont connues que pour les carbonates de calcium (fig. 5) et de strontium. On ne les a point déterminées pour les carbonates métalliques.

Un cas très particulier et fort intéressant est celui du carbonate de fer, étudié particulièrement par S. Jordan, le regretté professeur de sidérurgie à l'Ecole Centrale. La dissociation de ce carbonate de fer se fait bien suivant les voies ordinaires ; mais, industriellement, dans les fours de grillage, le FeO produit par la réaction :



s'oxyde et donne



(1) Voir le *Génie Civil* du 29 janvier 1921 (t. LXXVIII, n° 5, p. 104).