

LES
RÉPÉTITEURS LUMINEUX DE BROUILLARD
 DE LA LIGNE BRUXELLES-ANVERS,

Par L. WEISSENBRUCH,

INGÉNIEUR EN CHEF,

DIRECTEUR DU SERVICE DES APPAREILS DE SÉCURITÉ AUX CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE,

et J. VERDEYEN,

INGÉNIEUR,

ADJOINT DU DIRECTEUR DU SERVICE DES APPAREILS DE SÉCURITÉ AUX MÊMES CHEMINS DE FER.

Fig. 1 à 57, p. 509 à 558.

CHAPITRE I.

Les répétiteurs lumineux en général.

1. — Principe des répétiteurs lumineux de brouillard.

La sécurité de l'exploitation des chemins de fer est basée toute entière sur l'obéissance des mécaniciens aux indications des signaux.

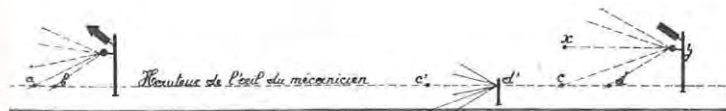


Fig. 1.

Il est donc de la plus haute importance que les signaux fixes de la voie puissent être nettement aperçus par les mécaniciens. On les dispose de façon qu'il en soit ainsi en temps clair. Mais en temps de brouillard, la durée de la perception des rayons lumineux émis par les feux, qui subsistent seuls, est considérablement restreinte. Les cônes lumineux émis par les feux ne sont plus recoupés par l'œil du mécanicien que pendant un temps très court (voir *ab* et *cd*, fig. 1), qui peut être réduit à une fraction de seconde.

Si l'on veut conserver le système des signaux visuels en usage et résoudre le problème de permettre au mécanicien de marcher en temps de brouillard comme en temps clair, il est donc tout naturel de placer en avant de chaque feu des relais lumineux en nombre suffisant. Il est tout aussi naturel de placer ces feux à la hauteur de l'œil du mécanicien et de les rapprocher le plus possible de la voie. Comme le montre la figure 1, on peut ainsi prolonger presque indéfiniment la perception des feux répétés. Ce système de signaux de brouillard, si simple, est pourtant le dernier venu dans la pratique des chemins de fer. Sa première application sur un grand réseau a été réalisée le 15 juin 1908, à l'occasion de la mise en marche des nouveaux trains rapides de navette entre Bruxelles et Anvers (*trains-blocs*). Il est vrai qu'il y a plusieurs années, il avait déjà fait l'objet de l'octroi d'un brevet accordé à la maison Siemens & Halske par le gouvernement allemand, ce qui prouve l'originalité de l'idée (1).

Le résultat obtenu a été exactement celui qu'on avait recherché. Le distingué ingénieur en chef, directeur de la traction du district de Bruxelles-Nord, M^r Degraux, a pu déclarer, dès le 5 novembre 1908, lors d'une inspection de la direction générale des chemins de fer belges, que « malgré la lacune existant encore dans les répéteurs lumineux à la traversée de Schaerbeek et de Malines, les mécaniciens avaient pu, « même par les plus forts brouillards, marcher avec la même vitesse et la même « sécurité qu'en temps clair ».

L'expérience était d'autant plus concluante qu'il y a eu en Belgique, pendant l'automne 1908, une période de brouillards exceptionnellement fréquents et intenses, période qui s'est, du reste, prolongée jusque dans le courant du mois de janvier.

Les résultats de l'expérience se sont affirmés depuis. Il résulte d'une statistique dressée par M^r Degraux, que le nombre annuel de dépassements de signaux de la ligne Bruxelles-Anvers a été immédiatement réduit de 43 à 2, grâce à la nouvelle signalisation.

Pendant le mois de novembre 1908, il n'y a eu aucun dépassement, tandis que, pendant le mois de novembre 1907, on en avait constaté 25.

L'idée la plus simple n'est pas toujours celle qui se présente la première à l'esprit. Que d'essais n'ont pas été faits dans d'autres directions par tous les chemins de fer du monde! En ce qui concerne les moyens acoustiques, les cloches — de même que les sirènes ou les sifflets — placées sur la voie doivent être considérées comme définitivement écartées, parce que le temps de réception des ondes sonores par les trains lancés à grande vitesse est trop court et que le bruit des machines en domine le son.

Les vibrations acoustiques produites par les pétards ont plus de rapidité et parviennent mieux à l'oreille du mécanicien. Mais il reste encore une objection contre ce moyen : c'est précisément qu'il s'adresse à l'ouïe. Or, ce sens du mécanicien n'est

(1) Brevet allemand n° 112622 et brevet belge n° 146914.

pas celui auquel font appel les signaux réglementaires qui lui servent en temps ordinaire à diriger la marche du train. C'est la vue qu'il est habitué à exercer. C'est à la vue qu'il parvient à donner une acuité exceptionnelle par l'habileté professionnelle, tandis qu'il a une tendance à devenir sourd par suite des bruits incessants de ferraille de sa locomotive. Lui fermer les yeux dans les moments les plus difficiles, c'est comme si on voulait enlever l'odorat à un chien de chasse en plein lancer. Mais cette difficulté n'est pas la seule qui se présente : aux endroits où plusieurs voies sont placées parallèlement, c'est-à-dire aux endroits les plus parcourus et les plus dangereux, comment le mécanicien pourra-t-il distinguer si le son du pétard s'adresse à son train ou au train qui le croise ?

Cette dernière objection est si importante que l'on a inventé des détonateurs à effet lumineux intense (système Scuthe). Mais ce moyen s'applique difficilement aux appareils à magasin qui seuls paraissent pouvoir être employés régulièrement en temps de brouillard à cause de la détonation plus nette qu'ils donnent et de la facilité qu'ils présentent quant au placement des pétards sur les rails.

Malgré cette objection de principe, le chemin de fer de l'État belge avait décidé, avant de tenter l'expérience de la ligne Bruxelles-Anvers au moyen d'avertisseurs lumineux, de placer des détonateurs Cousin à magasin sur la ligne de Bruxelles-Midi à Mons. La mise en service de ces appareils a été retardée par suite de la nécessité de remanier la signalisation de toute la ligne, y compris celle des stations, ce qui constitue un travail considérable. Il sera intéressant de se rendre compte si l'objection que nous venons de formuler est fondée et en même temps si les détonations répétées ne constituent pas une trop grande incommodité pour les riverains voisins, comme les expériences faites sur une faible échelle aux environs de Bruxelles l'ont déjà fait craindre.

En dehors des répéteurs lumineux, s'il faut abandonner les signaux acoustiques, le seul moyen auquel on puisse encore avoir recours pour guider les mécaniciens en temps de brouillard, consiste à répéter les signaux sur la locomotive elle-même. Nous consacrerons une notice spéciale aux appareils essayés dans ce but. Le crocodile du Nord est le premier dispositif de ce genre entré dans la pratique des chemins de fer. Pour le moment, nous nous bornerons avant tout à faire remarquer qu'aucun homme de chemin de fer expérimenté n'oserait envisager actuellement l'éventualité de la suppression sur les grandes lignes des signaux visuels fixes, placés dans les voies.

Ces signaux, qui sont en relation avec les aiguillages au moyen d'appareils de centralisation et d'enclenchement, constituent pour le personnel de surveillance des stations de la voie un contrôle si important qu'on ne conçoit pas qu'il soit possible d'y renoncer. La meilleure garantie de sécurité consiste dans la surveillance que peuvent exercer l'un sur l'autre le personnel des trains et celui de la voie et des stations. Cette surveillance tomberait d'elle-même si les signaux n'existaient plus qu'à l'intérieur de l'abri du mécanicien.

Il est donc certain que les signaux sur la machine ne peuvent constituer qu'un adjuvant de sécurité. Dès lors, leur emploi en temps de brouillard, s'il n'est pas indispensable, se heurte à une objection qui n'atteint pas les répéteurs lumineux. Il détournera fatalement l'attention du mécanicien des signaux de la voie — qui doivent constituer son guide principal — et diminuera son habileté professionnelle à les percevoir de loin. Enfin, il est évident que les appareils délicats et compliqués et les piles électriques placées sur les locomotives — sans tenir compte des installations dans les voies pour les mettre en action — créeront quelques difficultés d'entretien. Or, le moindre dérangement constaté dans ces appareils au moment de la sortie d'une locomotive de la remise immobilisera cette machine. On sera donc directement conduit à augmenter l'effectif des locomotives et le capital de premier établissement si considérable qu'elles représentent.

2. — Emplacement des répéteurs lumineux de brouillard par rapport au signal principal et au signal à distance.

Comme on le sait ⁽¹⁾, le chemin de fer de l'État belge a décidé, pour l'avenir :

1° De remplacer son signal à distance, disque de forme rectangulaire (non dépassable à l'arrêt), par un signal à distance avertisseur (c'est-à-dire dépassable à l'arrêt) de forme sémaphorique avec palette taillée en flèche;

2° De remplacer le disque rond couvrant l'entrée des stations par un signal sémaphorique muni de palettes de forme rectangulaire et donnant le feu vert pour le passage et le rouge pour l'arrêt;

3° De faire précéder tout signal sémaphorique de *block-system* (devenu signal d'arrêt absolu) par un signal à distance avertisseur, donnant le feu vert pour le passage et le feu jaune orangé pour l'arrêt plus loin.

On a donc, soit en pleine voie, soit à l'entrée d'une station, la disposition générale suivante :

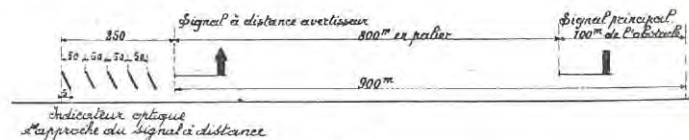


Fig. 2.

Dans son ensemble, cette disposition est très semblable à celle des chemins de fer anglais, sauf que la distance de 900 mètres en palier entre le signal à distance et

(1) Voir *Bulletin du Congrès des chemins de fer*, n° 4, avril 1907, p. 357 : « Note sur les sémaphores universels transformables des chemins de fer de l'État belge », par L. WEISSENBRUCH.

l'obstacle n'atteint pas 800 mètres en Angleterre ⁽¹⁾ et que le feu du signal à distance marquant « l'arrêt plus loin » est jaune orangé (ce feu est rouge en Angleterre).

En outre, en Belgique, afin de mieux distinguer l'approche d'un signal à distance avertisseur, celui-ci est précédé de cinq barrières blanches horizontales légèrement obliques par rapport à l'axe de la voie, ayant chacune 5 mètres de longueur et espacées de 30 mètres les unes des autres. Ces barrières sont constituées soit au moyen d'un madrier soutenu par de vieilles billes blanchies à la chaux, soit au moyen d'une tôle émaillée blanche portée par des montants en fer. Elles s'appellent *indicateurs optiques d'approche d'un signal avertisseur*. L'expérience a démontré qu'elles sont suffisamment éclairées la nuit par le fanal de la locomotive pour être facilement aperçues du mécanicien, grâce à leur nombre relativement grand.

Comment fallait-il adapter les répéteurs lumineux à cette signalisation? Quels feux fallait-il leur faire donner?

La première idée fut de placer des lanternes à feux fixes en amont du signal à distance et plusieurs répéteurs lumineux à feux changeants dans l'espace compris entre le signal à distance et le signal principal. Mais on objecta qu'en temps de brouillard intense on serait encore forcé de ralentir pour apercevoir la position du signal à distance. On fit donc les premiers essais avec trois feux verts fixes et deux feux changeants, tous placés en amont du signal à distance et espacés les uns des autres de 100 mètres, le dernier feu se trouvant également à 100 mètres du signal à distance avertisseur (fig. 3).

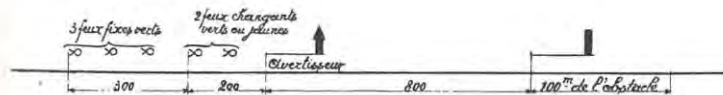


Fig. 3.

(1) 730 mètres en palier entre le signal à distance et le signal principal et 60 mètres de l'obstacle.

On avait d'abord eu l'intention en Belgique de placer le signal principal à 300 mètres de l'obstacle et le signal à distance à 1,000 mètres en palier du signal rapproché, mais l'expérience a prouvé que la distance de 1,300 mètres ainsi obtenue entre le signal avertisseur et l'obstacle était exagérée. On comprend très bien qu'il y a inconvénient à trop augmenter cette distance.

La distance de 1,000 mètres entre le signal principal et l'avertisseur serait parcourue en :

36	secondes	à la	vitesse	de	100	kilomètres	à	l'heure	;
45	—	—	de	80	—	—	—	—	—
60	—	—	de	60	—	—	—	—	—
90	—	—	de	40	—	—	—	—	—

Il en résulterait deux inconvénients :

1^o Dans les endroits très parcourus le signal à distance étant mis au passage au dernier moment serait dépassé à l'arrêt par les trains. Il ne remplirait donc pas son but qui est d'accélérer la marche des trains. D'autre part, les mécaniciens s'habituaient à le rencontrer toujours à l'arrêt et pour respecter leur horaire ils risqueraient la chance d'augmenter la vitesse;

2^o Si la voie était libre au moment du passage du train devant l'avertisseur et qu'elle devait être

Cette disposition avait pour but de répéter le feu du signal à distance à 200 mètres en amont, en attirant déjà l'attention du mécanicien à 500 mètres en amont de ce signal.

Les essais démontrèrent que les lumineux distants de 100 mètres les uns des autres étaient trop rapprochés et que le mécanicien restait trop longtemps entre le signal avertisseur et le signal rapproché, sans apercevoir aucun signal en temps de brouillard. Il pouvait en résulter soit que le mécanicien ayant dépassé le signal à distance à l'arrêt ne pouvait reprendre sa vitesse en temps de brouillard qu'à quelques mètres du signal principal, soit qu'ayant vu le répéteur au passage, il devait fatalement franchir le signal principal refermé au dernier moment.

On fit donc de nouveaux essais au commencement de 1907 avec les deux systèmes suivants ne comportant que des répéteurs à feux changeants (fig. 4 et 5).

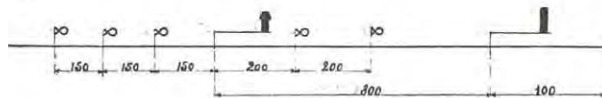


Fig. 4.

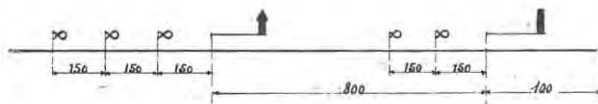


Fig. 5.

La disposition de la figure 5 (voir aussi fig. 14) parut nettement préférable et l'application qui en a été faite a confirmé décidément ce résultat. Avec ce système, il y a toujours trois feux changeants devant un signal à distance avertisseur et deux feux changeants devant un signal rapproché.

En présence des facilités ainsi obtenues et de la faible dépense qu'occasionnerait l'allumage des feux, il est question d'allumer les signaux de brouillard sur la ligne d'Anvers dès que les signaux ne sont plus visibles à 200 mètres ou même à 350 mètres. (On assimile évidemment au temps de brouillard toutes les circonstances atmosphériques également défavorables, telles que la neige ou la forte pluie persistante.)

Il est à remarquer que les excellents résultats que nous signalons ont été obtenus malgré cette circonstance défavorable qu'en Belgique, sauf sur les nouvelles locomotives, le mécanicien occupe la droite de la machine, tandis que les signaux se présentent à gauche de celle-ci.

refermée par suite d'un accident dans la gare d'aval, il y aurait beaucoup de chance pour que le signal à distance fût remis à l'arrêt derrière le mécanicien; celui-ci serait alors d'autant plus dans l'impossibilité de ne pas dépasser le signal principal qu'à cause de la grande distance à parcourir: il aurait augmenté sa vitesse après avoir vu le signal à distance au passage.

On se borne avec l'ancien matériel, qui est le plus nombreux, à prescrire au chauffeur de garder sa place à gauche.

Il va de soi que si un signal d'arrêt est combiné avec des palettes avertisseurs, celles-ci seules sont munies des trois répéteurs lumineux. Cette disposition est logique à cause de l'enclenchement qui empêche de mettre une palette avertisseur au passage si la palette d'arrêt avec laquelle elle est combinée est à l'arrêt. Dans le cas où celle-ci est au passage, ce sont évidemment les indications de la palette avertisseur disposée sur le même mât qu'il convient de répéter.

Enfin, aux bifurcations des lignes où la voie déviée sera également munie du nouveau système de signaux et de répéteurs lumineux, on dédoublera probablement les lumineux du sémaphore de bifurcation et l'on aura la solution suivante quand le signal de la voie déviée est au passage :

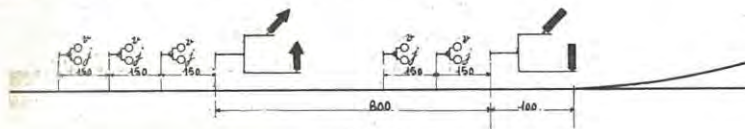


Fig. 6.

Les lumineux sont placés à 2 mètres de hauteur et à 1.50 mètre du rail. Pour que les deux feux soient distincts, il suffit, croyons-nous, qu'ils soient espacés de 0.90 mètre. Il ne semble pas qu'il doive en résulter de difficultés sérieuses en pratique.

On a soulevé à cette occasion la question de savoir s'il ne serait pas préférable de maintenir jaunes les deux feux des lumineux du signal principal de bifurcation, afin de rappeler au mécanicien qu'il doit ralentir. En réalité, cette question revient à se demander s'il ne faut pas supprimer le signal à distance séparé correspondant à la voie déviée quand celle-ci comporte réglementairement un ralentissement notable. Les chemins de fer anglais ont des opinions très diverses sur ce point, comme l'a expliqué M^r Raynar Wilson dans sa note sur les signaux de pleine voie en Grande-Bretagne, reproduite dans le *Bulletin du Congrès des chemins de fer* (1). Actuellement, aux bifurcations de la ligne d'Anvers, où les feux ne sont pas dédoublés, on a adopté la disposition représentée par la figure 7.

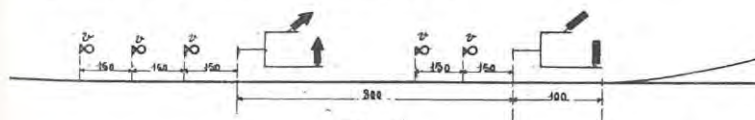


Fig. 7.

Cette disposition est la seule logique. Si l'on mettait les deux lumineux de la

(1) Numéro d'août 1908, p. 954 et 955.

bifurcation au jaune, il y aurait contradiction entre leurs indications et celles du signal à distance et de ses trois lumineux. De plus, on déshabitueraient les mécaniciens d'observer les sémaphores qui constituent leurs seuls signaux réglementaires. Les lumineux ne doivent jamais être considérés que comme un supplément de sécurité, puisqu'ils n'existent qu'en temps de brouillard et que, s'ils font défaut, le train doit continuer sa marche.

3. — Mode d'éclairage des répéteurs lumineux.

La distance de Bruxelles à Anvers n'est que de 44 kilomètres et il existe des usines de lumière au milieu et à chaque extrémité de la ligne. Il était donc possible d'amener l'électricité sans trop de difficultés à chaque poste de signaleur. D'ailleurs, vu l'importance exceptionnelle du trafic, il était désirable de disposer partout d'un éclairage parfait, même au prix d'une dépense quelque peu élevée. Enfin, le temps manquait pour essayer des dispositions économiques. On s'est donc décidé à employer l'électricité pour l'éclairage des répéteurs lumineux. Pour être plus sûr de réussir on décida que chaque poste serait indépendant d'un dérangement de la source et posséderait une réserve propre : la nécessité apparut donc d'y placer une batterie d'accumulateurs.

Mais comment avoir la certitude que cette batterie serait toujours en bon état, alors que certaines années les brouillards apparaissent à l'improviste et ne durent que quinze jours sur trois cent soixante-cinq? Cette certitude a été obtenue par la manœuvre électrique des signaux à distance avertisseurs au moyen de la même batterie, chose d'autant plus facile que la dépense d'énergie pour cette manœuvre est insignifiante en présence de la dépense d'éclairage des lumineux.

Si l'on envisage l'extension de l'emploi des lumineux sur d'autres lignes importantes, on s'arrête devant cette objection qu'il n'est pas toujours possible de disposer du courant électrique; mais si l'on considère une ligne déterminée, les stations les plus importantes sont presque toutes éclairées à l'électricité, et c'est surtout aux approches de celles-ci que les répéteurs lumineux seront les plus utilisés. En d'autres points de la ligne il existe des installations publiques ou privées auxquelles il serait possible d'emprunter la faible énergie nécessaire chaque jour pour le chargement des batteries.

Et ces batteries sont-elles, elles-mêmes, indispensables? Nous ne le croyons pas. S'il arrivait tout à fait par hasard qu'une installation d'électricité fit défaut, la sécurité ne serait nullement compromise et il n'en résulterait qu'un retard, d'autant moins fâcheux qu'il serait plus rare.

Dans d'autres stations encore, il y a l'éclairage au gaz qui permet aussi de résoudre facilement la question de l'éclairage des répéteurs lumineux. Dans ce cas encore, il serait inutile de prévoir dans chaque poste des dispositifs de réserve. L'allumage des répéteurs lumineux se ferait aussi facilement qu'avec l'électricité.

Enfin, dans les stations intermédiaires dépourvues d'électricité et de gaz et où il serait jugé trop coûteux d'établir un transport de force, la manœuvre et l'allumage des deux lampes à placer à 150 et à 300 mètres du signal rapproché offrent peu de difficulté. Quant aux trois lampes du signal à distance, elles pourront le plus souvent être allumées par le garde-barrière du passage à niveau situé à proximité, qui serait averti par le signaleur au moyen d'une sonnerie d'appel. Pour manœuvrer les écrans mobiles, il faudra un levier supplémentaire. Si l'on veut que le chef de station placé à proximité puisse obliger le signaleur à le manœuvrer en temps de brouillard, on peut établir, à peu de frais, un champ de bloc qui soit placé sous la dépendance du chef de station et qui crée cette obligation à volonté.

CHAPITRE II.

Applications des répéteurs lumineux à la ligne de Bruxelles-Anvers pour trains rapides.

1. — Historique de la ligne actuelle de Bruxelles-Anvers pour trains rapides.

La première ligne à laquelle l'administration de l'État belge décida d'appliquer les nouveaux principes de signalisation qu'elle avait adoptés, ainsi que les répéteurs lumineux est la nouvelle ligne à circulation rapide de Bruxelles-Anvers.

On sait que l'ancienne ligne qui réunissait ces deux villes, était si encombrée et qu'elle comportait de si nombreuses causes de ralentissement (traversées et bifurcations à niveau, ponts, etc.), que la vitesse commerciale maximum des trains y était réduite à 54 kilomètres à l'heure.

Pour remédier à cette situation, on a dû construire une ligne directe surélevée débarrassée du trafic des trains lents et des trains de marchandises. Comme le montre le plan figure 8, ce projet n'est encore réalisé qu'entre Bruxelles et Malines (1). Ce plan a été produit par M^r l'administrateur-président De Rudder, dans une conférence qu'il a faite à la presse, le 27 juillet 1908, à l'occasion de l'inauguration de la nouvelle signalisation et du train-bloc.

Les renseignements qui suivent sont également empruntés à cette conférence.

Entre Malines et Anvers, sur la ligne actuelle, il reste encore les bifurcations de Neckerspoel, de Vieux-Dieu et de Mortsel. La nouvelle ligne latérale lente de Malines-

(1) Un projet de nouvelle ligne directe d'Anvers à Bruxelles, sans passer par Malines, a été présenté par M^r De Rudder, alors ingénieur en chef, et par M^r Van Bogaert, alors ingénieur des chemins de fer de l'État belge en 1900. (Voir les *Annales de l'Association des ingénieurs de Gand*, t. XIII, p. 369. La nécessité d'améliorer les relations entre ces deux villes y est magistralement exposée.)

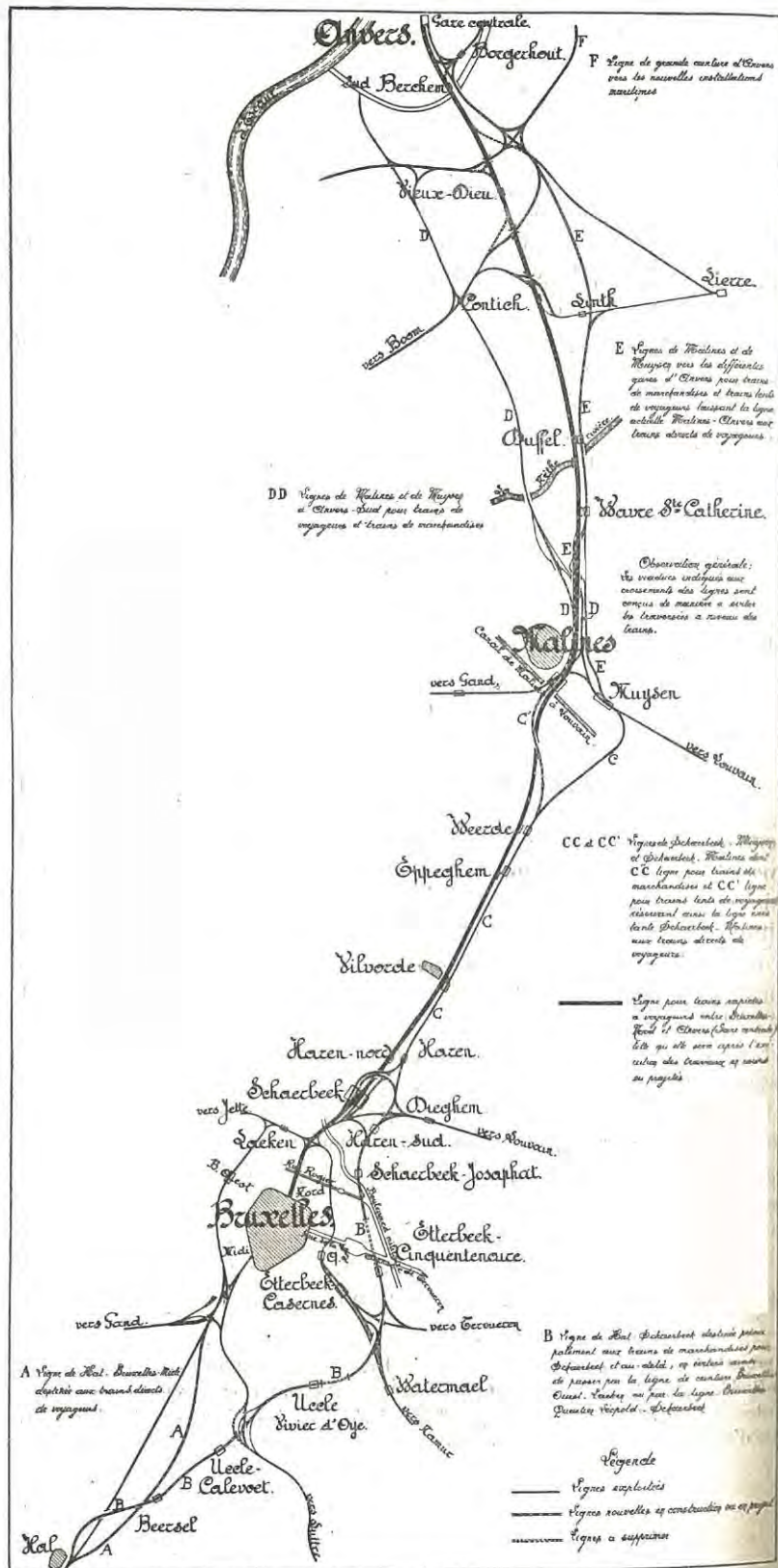


Fig. 8.

Wavre-Sainte-Catherine-Duffel-Anvers (G. C.) est en construction. Elle formera le prolongement de celle de Schaerbeek-Weerde-Muysen et de Weerde-Malines et passera en viaduc sous la ligne rapide non loin de Wavre-Sainte-Catherine. Déjà sur la ligne rapide actuelle l'encombrement est diminué notamment par l'envoi de certains trains de marchandises et de voyageurs par la nouvelle ligne de Malines à Anvers-Sud.

Il y a deux ans, il y avait dans chaque sens 173 trains entre Bruxelles et Malines et 182 entre Malines et Anvers. En 1908 on était parvenu à abaisser ces chiffres à 120 et 116 trains, y compris les 8 nouveaux trains en navette. On avait donc réalisé une diminution de 50 p. c. Cependant à Berchem il passe encore 186 trains.

La vitesse commerciale réalisée par les nouveaux trains en navette n'est encore que de 72 kilomètres (44 kilomètres parcourus en trente-six minutes). Elle pourra être augmentée quand le nouveau viaduc du boulevard Lambertmont destiné à remplacer le pont Teichman à l'une des extrémités de Schaerbeek sera terminé et aura permis de remanier les voies en cet endroit. On gagnera alors trois minutes et la vitesse des trains pourra être portée à 80 kilomètres. Pour supprimer le ralentissement à la traversée de Malines, il faudra effectuer de grands travaux dépendant de l'aménagement de cette station. On pourra alors économiser six minutes et arriver à une vitesse commerciale de 88 kilomètres.

Il est peu probable que l'on puisse aller bientôt au delà sur un parcours de 44 kilomètres seulement, car il faut pouvoir « se lancer ». Il faut 9 à 10 kilomètres pour pouvoir atteindre une vitesse réelle de 100 kilomètres. Pour maintenir cette vitesse, il faudrait supprimer complètement le ralentissement de Malines en rendant les voies rapides tout à fait indépendantes des autres. Ces travaux coûteux, dont les projets sont arrêtés, ne pourront être réalisés avant d'assez longues années.

2. — Description de la ligne actuelle de Bruxelles-Anvers pour trains rapides.

La ligne de Bruxelles-Anvers qui s'étend sur une longueur de 43,700 mètres comporte, outre les gares terminus de Bruxelles-Nord et Anvers (G. C.), les stations importantes de Schaerbeek, Malines, Contich et Vieux-Dieu auxquelles viennent aboutir de nombreuses lignes secondaires, deux bifurcations en pleine voie à Neekerspoel et à Mortsels, trois stations intermédiaires munies de voies de garage, Vilvorde, Wavre-Sainte-Catherine et Duffel) et enfin cinq stations ne comportant pas d'aiguillages en voie principale (Haeren, Epeghem, Weerde, Hove et Berchem).

Elle est divisée en vingt-deux sections de block-system. On sait que dès que la vitesse des trains est grande il faut s'abstenir de trop morceler la ligne, tandis qu'il y a au contraire intérêt à avoir des cantonnements courts pour écouler les trains de marchandises à marche lente. La longueur moyenne des sections de bloc a pu être portée à 3.500 kilomètres entre Bruxelles et Malines, tandis qu'elle a dû être maintenue à 2.200 kilomètres entre Malines et Anvers; cette différence provient de ce que, dans cette seconde partie, quelques trains de marchandises circulent encore en

Bruxelles-nord.

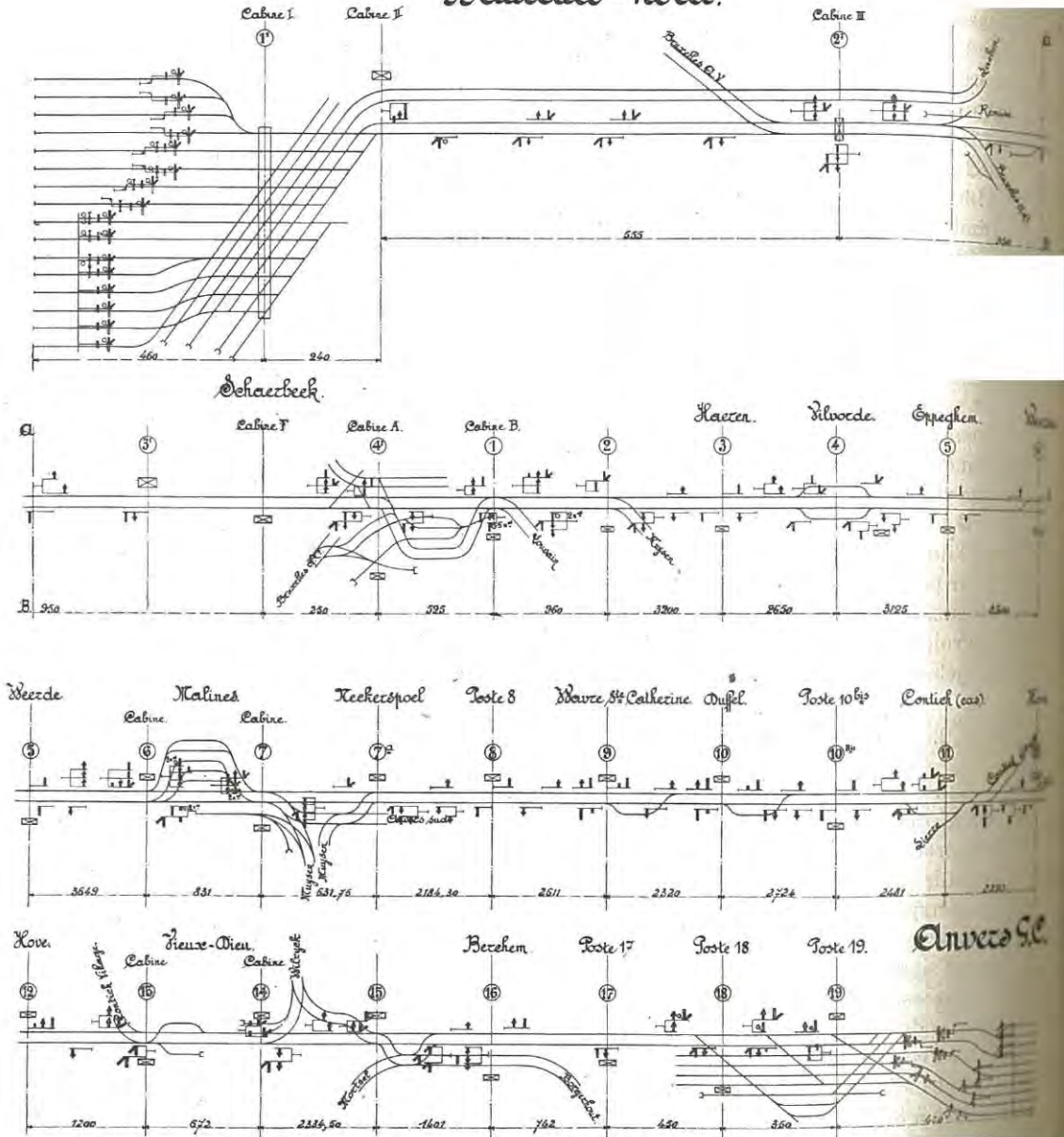


Fig. 9.

attendant le dédoublement de la ligne, déjà réalisé entre Schaerbeek et Malines. La figure 9 représente schématiquement la division de la ligne en sections de bloc. Ainsi qu'on le remarquera, la ligne ne comporte que trois postes de bloc en pleine voie (postes 8, 10^{bis} et 17); tous les autres postes sont établis dans les stations de la ligne et aux bifurcations.

Le programme du *block-system* est celui de la voie normalement fermée avec appareils enclenchés avec les signaux et contacts ou pédales électriques libérant effectivement chaque section par le dernier essieu par l'aide d'un rail isolé. Grâce à ce programme et bien que la numérotation des postes ne commence qu'à la sortie de Schaerbeek, le *block-system* est continu depuis les signaux de départ de Bruxelles-Nord jusqu'aux voies à quai d'Anvers (G. C.); et vice versa, pour les trains parcourant les voies directes établies dans les stations de Schaerbeek, Vilvorde et Malines. A Bruxelles-Nord, de l'extrémité sud terminale jusqu'à la cabine de la rue des Palais, située à l'extrémité nord, de même qu'à Anvers (G. C.) entre les deux cabines extrêmes, le bloc est constitué au moyen de circuits de voie avec pédales agissant sur les signaux et empêchant leur mise au passage par les signaleurs pour un train tant que le train précédent n'a pas entièrement dégagé la section.

Entre la cabine III de Bruxelles-Nord et la cabine II d'Anvers (G. C.) (poste 18) le cantonnement est réalisé au moyen d'appareils du système Siemens & Halske. A Schaerbeek, à Vilvorde et à Malines, ces appareils permettent le garage des trains sur l'une des voies à quai et leur dépassement éventuel par des trains plus rapides.

A Wavre-Sainte-Catherine et à Côtich (Casernes) des dispositifs spéciaux, manœuvrés par le chef de station, permettent le garage des trains par rebroussement avec une sécurité complète.

3. — Signalisation de la ligne de Bruxelles-Anvers pour trains rapides.

Rappelons d'abord brièvement les nouveaux principes de signalisation appliqués pour la première fois en Belgique à la ligne de Bruxelles-Anvers ⁽¹⁾.

Nous avons déjà donné la disposition des signaux de pleine voie avec leurs répéteurs lumineux.

Aux bifurcations et en station, la direction offerte aux trains est indiquée au moyen de palettes étalées horizontalement et placées sur un support commun; il est fait usage dans ce cas d'un sémaphore à chandelier (fig. 10). Toutefois, dans le cas où pareil signal se rapporte à des voies qui ne sont pas parcourues à une vitesse de plus de 40 kilomètres à l'heure, les palettes peuvent être conjuguées avec des numéros de direction, indiquant les différentes voies d'un faisceau commandé par un même matereau (fig. 11).

La palette qui se rapporte à la direction non déviée est placée généralement à un niveau plus élevé que les autres, à moins que la voie se rapportant à cette direction

⁽¹⁾ Voir *Bulletin du Congrès des chemins de fer*, n° 4, avril 1907, p. 357 : « Note sur les sémaphores universels transformables des chemins de fer de l'État belge », par L. WEISSENBRUCH.

ne puisse être parcourue à la vitesse normale autorisée sur la ligne; dans ce cas toutes les palettes d'arrêt du sémaphore à chandelier sont placées à la même hauteur



Fig. 10.

Signal de bifurcation.

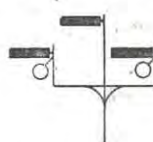


Fig. 11.

Signal d'entrée de grande gare.

Dans les stations intermédiaires, les sémaphores de *block-system* sont placés à l'extrémité des quais et servent de signaux de départ. Ils sont généralement munis de petites palettes de manœuvre, pour permettre aux trains en manœuvre, ou à ceux qui doivent effectuer un garage lorsque celui-ci se fait par rebroussement, de dépasser la palette bloquée à l'arrêt. Ces palettes sont plus courtes que celles qui s'adressent aux trains. Leurs indications sont données la nuit au moyen de feux de dimensions restreintes : *violet* pour l'arrêt, *vert* pour le passage.

Dans le cas d'un garage direct, existant dans une station intermédiaire, l'entrée de la gare est couverte par un sémaphore à chandelier comme s'il s'agissait d'une bifurcation, mais la palette se rapportant à la voie de garage est munie d'une couronne (fig. 12).



Fig. 12. — Signal d'entrée d'une station intermédiaire munie d'une voie de garage directe.

Les sémaphores avertisseurs présentent en général la même forme que les sémaphores dont ils répètent les indications; toutefois, les numéros de direction ne sont pas répétés; il en est de même des palettes de garage direct munies d'une couronne (voir fig. 15).

Dans le cas où deux sémaphores principaux sont distants de moins de 800 mètres, les palettes avertisseurs du sémaphore d'aval sont placées sur le mât du sémaphore d'amont. Les règles suivantes ont été admises pour ces combinaisons :

Première règle. — La palette avertisseur du signal d'aval se place au dessous de la palette d'arrêt absolu unique du même sémaphore (fig. 14).

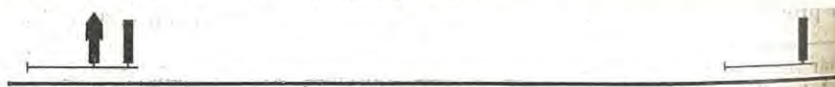


Fig. 13.



Fig. 14. — Vue d'un sémaphore muni d'une palette avertisseur.



Fig. 15. — Vue d'un sémaphore de bifurcation.

Deuxième règle. — Si le signal d'aval est un chandelier de bifurcation à plusieurs palettes, les palettes avertisseurs de cette bifurcation s'étalent toujours au même niveau, mais la palette avertisseur correspondant à la direction principale se place sur le même matereau que la palette d'arrêt absolu unique du même sémaphore (fig. 16).

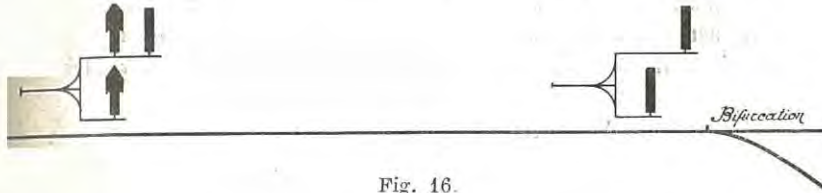


Fig. 16.

Corollaire. — Si le sémaphore d'arrêt absolu sur lequel on veut placer les palettes avertisseurs est lui-même un chandelier, les mêmes règles sont appliquées pour chaque partie de ce signal. Il en résulte que les palettes avertisseurs se rapportant à des directions différentes pourront être placées à des niveaux différents (fig. 17).

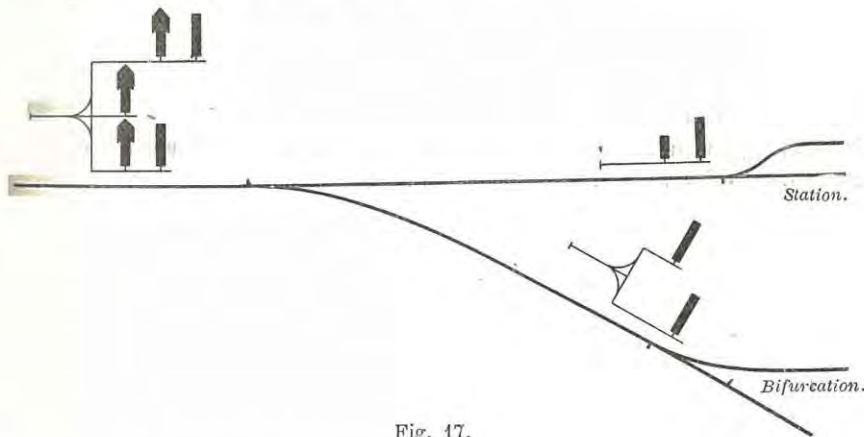
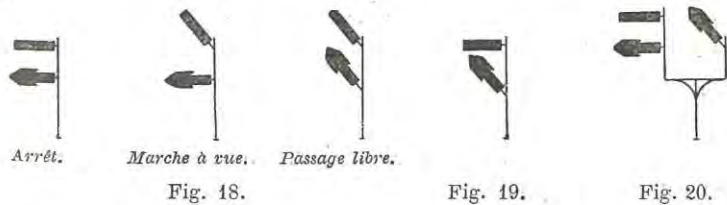


Fig. 17.

Quand un mât porte une palette d'arrêt absolu et une palette avertisseur, quatre combinaisons sont possibles, mais on n'en admet que les trois représentées par la figure 18.



Arrêt.

Marche à vue.

Passage libre.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

La quatrième combinaison (fig. 19) est exclue par un dispositif mécanique afin

d'empêcher toute imprudence du mécanicien. Il en est de même pour la combinaison représentée figure 20.

Quand le signal à distance d'un sémaphore doit être reporté sur le mât du sémaphore d'arrêt d'amont et que la distance entre ces deux sémaphores est inférieure à 800 mètres, on peut répéter par le signal à distance précédant à la fois les indications des deux sémaphores (fig. 21). Dans le même cas, en Angleterre, ce signal à distance prend le nom « d'extérieur » tandis que l'autre s'appelle « l'intérieur ».

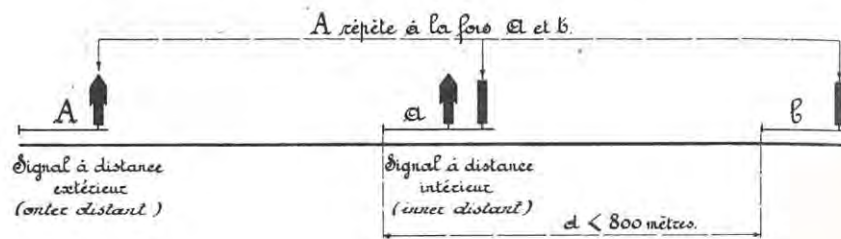


Fig. 21.

En Angleterre $d < 550$ mètres.

Si b est un signal de bifurcation, c'est le signal à distance intérieur qui répète seul les directions comme le montre la figure 22.

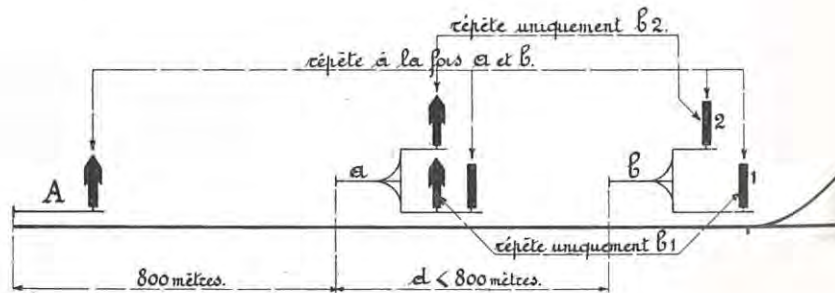


Fig. 22.

Ce cas qui se présente assez fréquemment dans la traversée des grandes gares, ne donne lieu dans la pratique à aucune difficulté d'application. On en trouvera des exemples pour la traversée de Schaerbeek et de Malines. En somme, cette règle est analogue à celle qui est adoptée en Angleterre et qui fait dédoubler le *inner distant*. Au moyen des indications qui précèdent, on comprendra sans autre explication les signalisations-types représentées par les figures 23 à 29.

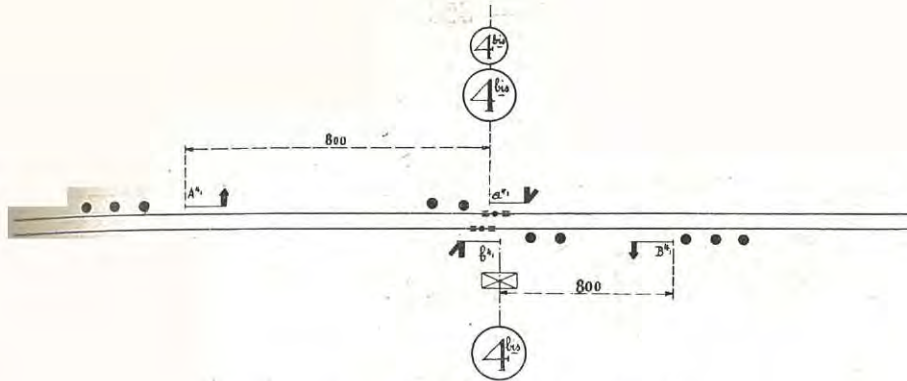


Fig. 23. — Signalisation d'un poste de pleine voie.

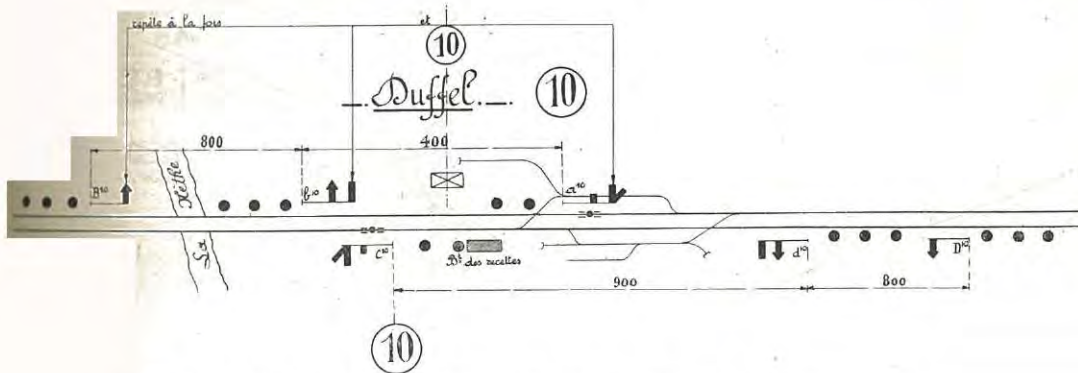


Fig. 24. — Signalisation d'une station intermédiaire avec garage par rebroussement.

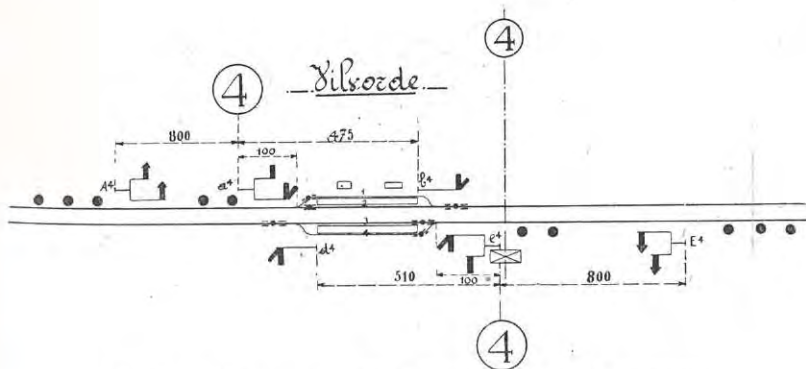





Fig. 25. — Signalisation de la station de Vilvorde (garage direct).

LÉGENDE DES FIGURES 23 à 29.

-  = Signal d'arrêt.
  = Signal d'arrêt enclenché avec un appareil de bloc.
  = Signal avertisseur.

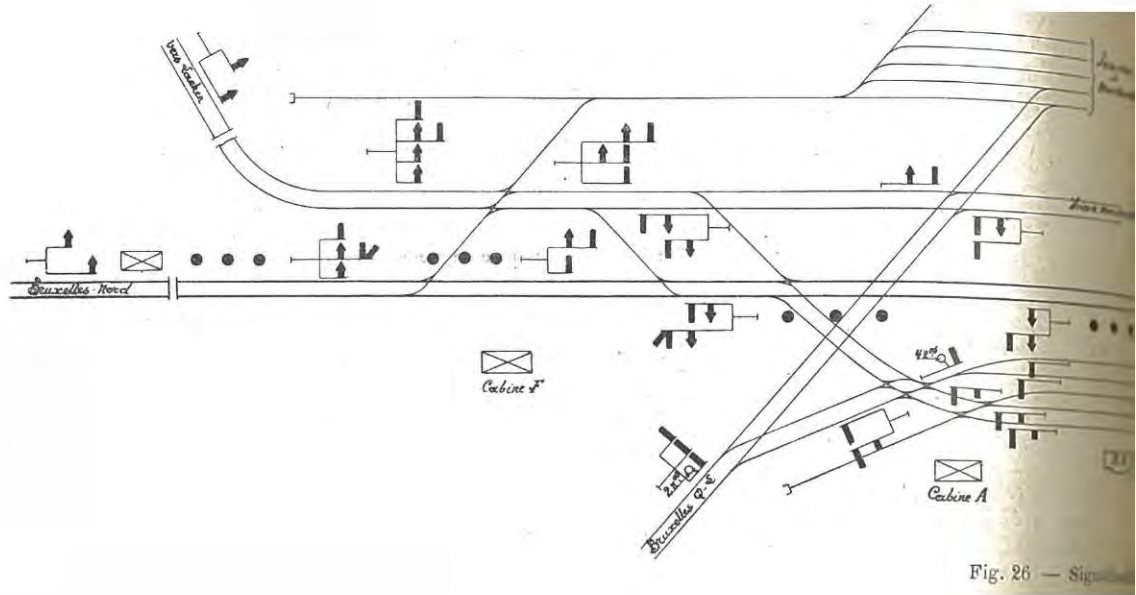


Fig. 26 — Signal

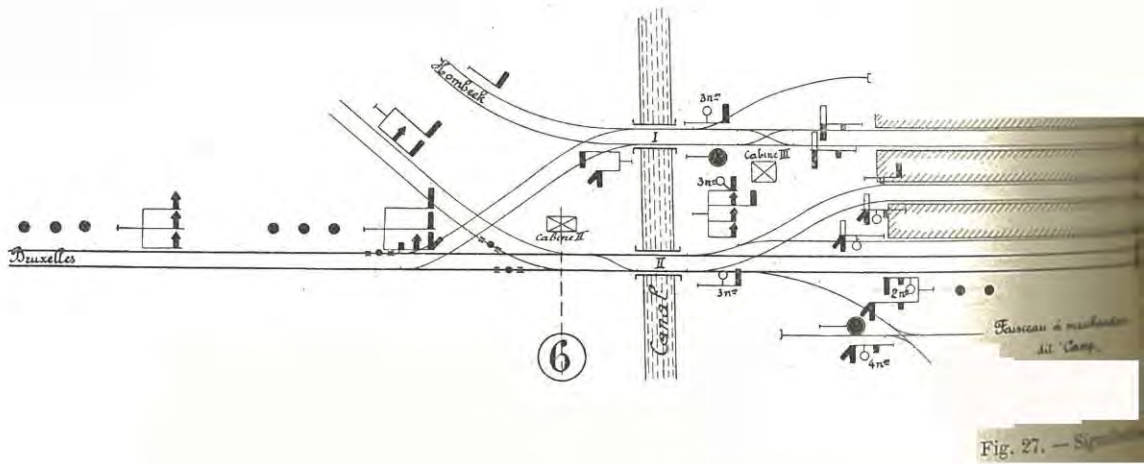


Fig. 27. — Signal

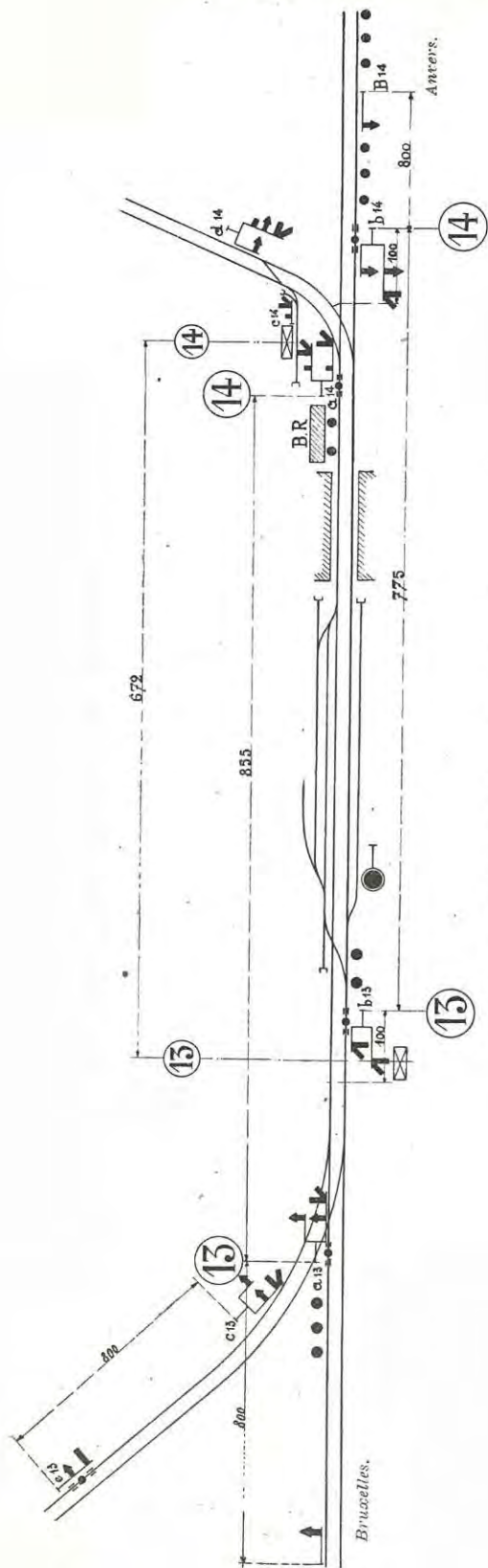


Fig. 28. — Signalisation de la station de Vieux-Dieu.

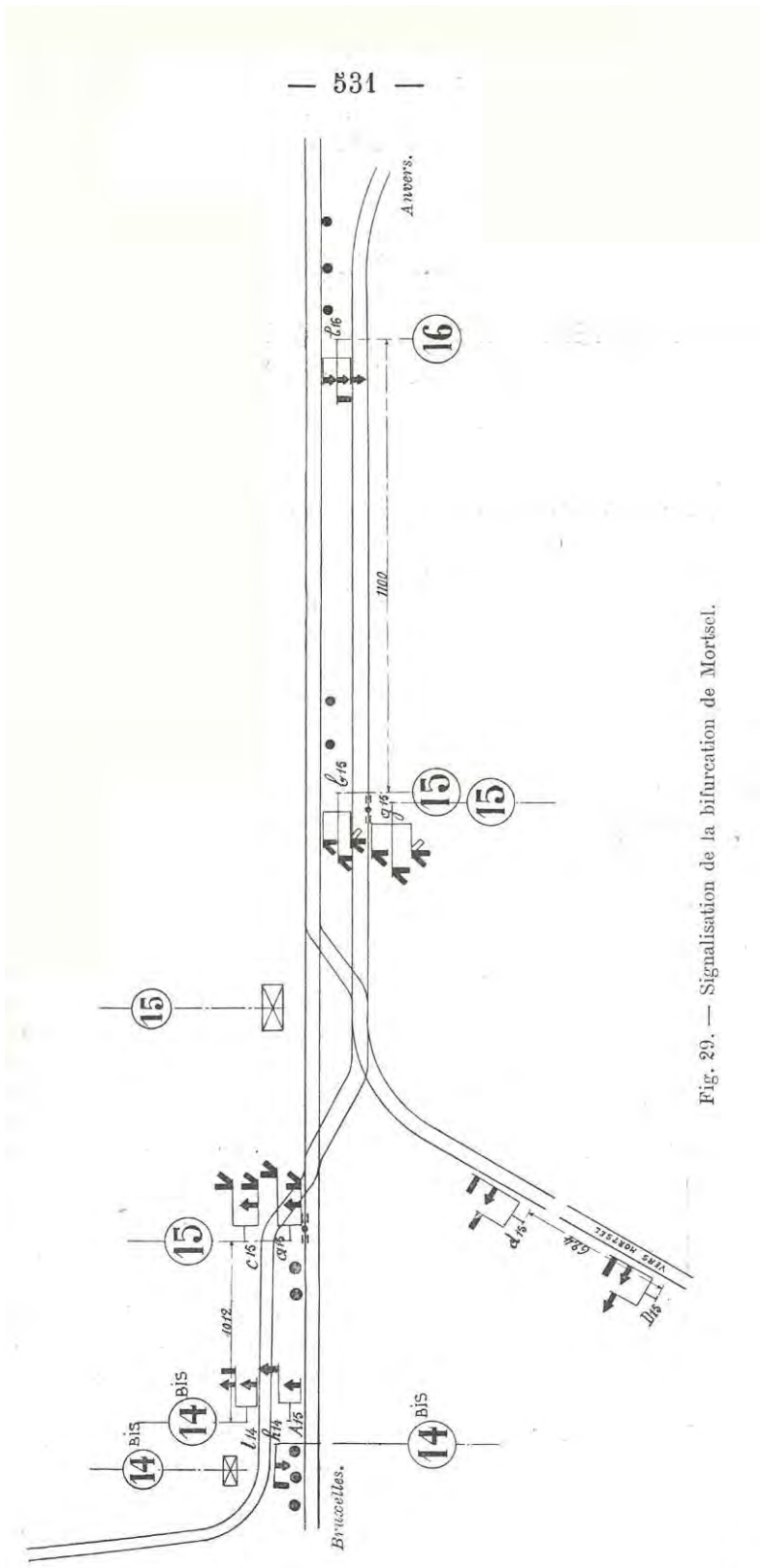


Fig. 29. — Signalisation de la bifurcation de Mortisel.

CHAPITRE III.

Description de l'installation électrique pour l'éclairage des répétiteurs lumineux entre Bruxelles et Anvers.

1. — Manœuvre électrique des signaux à distance avertisseurs.

La manœuvre électrique des signaux à distance avertisseurs est faite au moyen d'appareils de manœuvre du système Siemens & Halske, semblables à ceux du dernier type en service dans les installations de l'État belge ⁽¹⁾.

L'appareil comporte essentiellement (fig. 30) un moteur en série à deux inducteurs, un pour chaque sens de marche. Le mouvement de rotation est transmis par l'intermédiaire d'engrenages et d'une vis sans fin à une roue dentée. Celle-ci est reliée à la palette du sémaphore par l'intermédiaire d'une bielle et d'un accouplement électrique ou *désengageur*.

Le courant de 120 volts, nécessaire à la manœuvre, est dirigé dans l'un ou l'autre des inducteurs du moteur par l'intermédiaire d'un commutateur manœuvré par la palette même du signal principal répétée par le signal à distance avertisseur.

Le circuit d'accouplement du désengageur, parcouru par un courant d'un voltage de 25 volts, comporte un interrupteur qui est manœuvré également par la palette du signal d'arrêt et qui est fermé lorsque cette palette est au passage. La mise à l'arrêt de la palette avertisseur se fait à la fois par la marche en arrière du moteur et par la rupture du courant d'accouplement, rupture qui fait retomber la palette avertisseur dans la position horizontale par l'effet de la gravité.

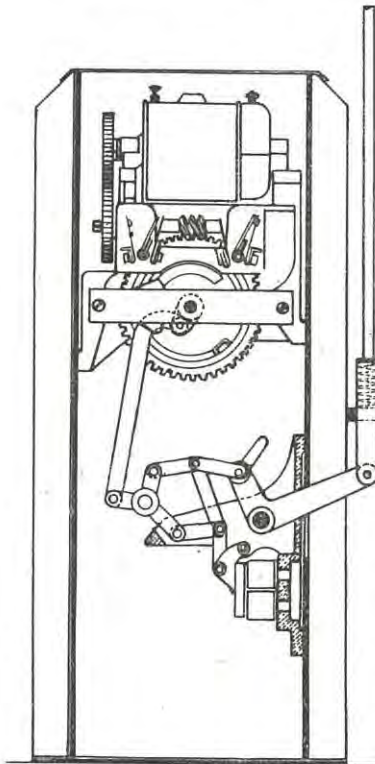


Fig. 30.

⁽¹⁾ Voir *Bulletin du Congrès des chemins de fer*, n° 4, avril 1904, p. 239.

La sécurité est donc aussi complète que dans le cas de la manœuvre mécanique d'un signal par double fil d'acier avec déclie à la palette ⁽¹⁾. Un indicateur optique formé d'une palette miniature est placé dans la loge de bloc. Il permet au signaleur de s'assurer si la palette avertisseur s'est réellement mise au passage en même temps que la palette d'arrêt absolu qu'elle répète.

Afin de permettre le contrôle du bon fonctionnement du commutateur du moteur et l'interruption du courant de manœuvre à la fin de la course du moteur, une sonnerie tinte tant que dure le passage du courant de 120 volts.

Grâce à cette sonnerie et à l'indicateur optique en cabine, le contrôle permanent de l'appareil de manœuvre est inutile.

Sa suppression permet d'économiser une âme dans le câble reliant le signal à la cabine et de réduire la consommation de courant.

Dans le cas où la sonnerie se ferait entendre pendant plus de deux à trois secondes par manœuvre, le signaleur serait avisé de ce que le commutateur du moteur n'a pas fonctionné par suite d'un dérangement de l'appareil de manœuvre ou du tringlage de la palette.

Le signaleur peut, dans ce cas, interrompre le courant au moyen d'un commutateur bipolaire, normalement plombé, intercalé à la fois dans le circuit de manœuvre et dans le circuit d'accouplement.

Les schémas (fig. 31a et 31b) représentent les connexions électriques.

Dans le cas où plusieurs palettes avertisseurs sont disposées sur un même signal elles sont manœuvrées au moyen d'un seul appareil de manœuvre, qui comporte dans ce cas plusieurs accouplements électriques produisant l'embrayage du moteur avec l'une ou l'autre des palettes à manœuvrer.

Dans le circuit de l'électro-aimant de chacun de ces accouplements se trouve intercalé un interrupteur manœuvré par la palette correspondante du signal répété, ce qui permet de faire la sélection des différentes palettes.

A chacune des palettes avertisseurs correspond en cabine un indicateur optique.

Dans le cas où un même sémaphore comporte une palette principale et une palette avertisseur, la manœuvre électrique des deux palettes, bien qu'elle ne puisse être simultanée, se fait au moyen du même appareil. Celui-ci comporte trois accouplements électriques a_1 , a_2 , a_3 (voir fig. 32, 33 et 36), disposés en deux étages. L'un des accouplements de l'étage inférieur a_2 est relié à la palette avertisseur et l'autre, a_3 , à un levier muni d'un contrepoids. L'accouplement a_1 de l'étage supérieur est relié à la palette d'arrêt.

L'appareil de manœuvre met au passage la palette d'arrêt par l'accouplement correspondant a_1 et libère le contrepoids en faisant descendre une glissière.

Dans le circuit de l'accouplement a_3 relié au contrepoids est intercalé un inter-

⁽¹⁾ Voir page 379 de la « Note sur les sémaphores universels transformables » (*Bulletin du Congrès des chemins de fer*, n° 4, avril 1907).

rupteur p_1 fermé lorsque la palette du signal principal à répéter est à l'arrêt et coupant le courant lorsqu'elle est au passage.

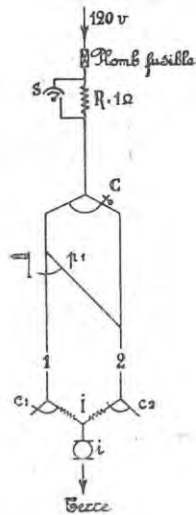


Fig. 31a. — Connexion de l'appareil de manœuvre de la palette avertisseur.

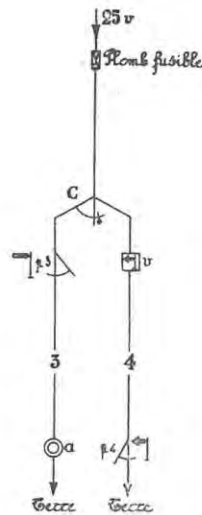


Fig. 31b. — Connexion pour l'accouplement du désengageur et le contrôle de position de la palette avertisseur.

LÉGENDE.

- | | |
|---|---|
| <p>s . . . = Sonnerie d'alarme.</p> <p>CC . . . = Commutateur de secours normalement plombé (le courant passe de a vers b).</p> <p>p_1 . . . = Commutateur manœuvré par la palette d'arrêt à répéter.</p> <p>p_2 . . . = Interrupteur manœuvré par la palette du signal d'arrêt et intercalé dans le courant d'accouplement.</p> <p>c_1 . . . = Commutateur du moteur interrompant le courant à la fin de la course de l'appareil de manœuvre.</p> <p>c_2 . . . = Commutateur du moteur manœuvré au début de la course de l'appareil de manœuvre.</p> | <p>I = Inducteurs.</p> <p>i = Induit du moteur de l'appareil de manœuvre du signal.</p> <p>a = Électro de l'accouplement relié à la palette avertisseur.</p> <p>p_4 . . . = Interrupteur manœuvré par la palette avertisseur intercalé dans le courant de contrôle.</p> <p>v = Électro-aimant dont l'armature manœuvre un voyant répétant les indications de la palette avertisseur.</p> |
|---|---|

Il en résulte que dès que le signal à répéter se met au passage, le contrepois déjà libéré retombe et manœuvre la palette avertisseur par l'intermédiaire de l'accouplement a_2 dont l'électro-aimant est excité par le fait que les interrupteurs p_1 et p_2

dépendant des deux signaux d'arrêt sont fermés, ces signaux étant au passage: La figure 32 représente le schéma des circuits électriques.

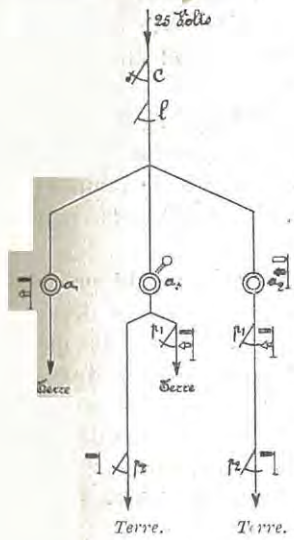


Fig. 32.

LÉGENDE.

- C . . . = Commutateur de secours plombé.
- l . . . = Interrupteur manœuvré par le levier de manœuvre de la palette d'arrêt.
- a₁ . . . = Électro d'accouplement de la palette d'arrêt.
- a₂ . . . = Électro d'accouplement de la palette avertisseur.
- a₃ . . . = Électro d'accouplement du contrepoids.
- P₁ . . . = Interrupteurs manœuvrés par la palette principale du sémaphore.
- P₂ . . . = Interrupteurs manœuvrés par la palette principale du sémaphore.

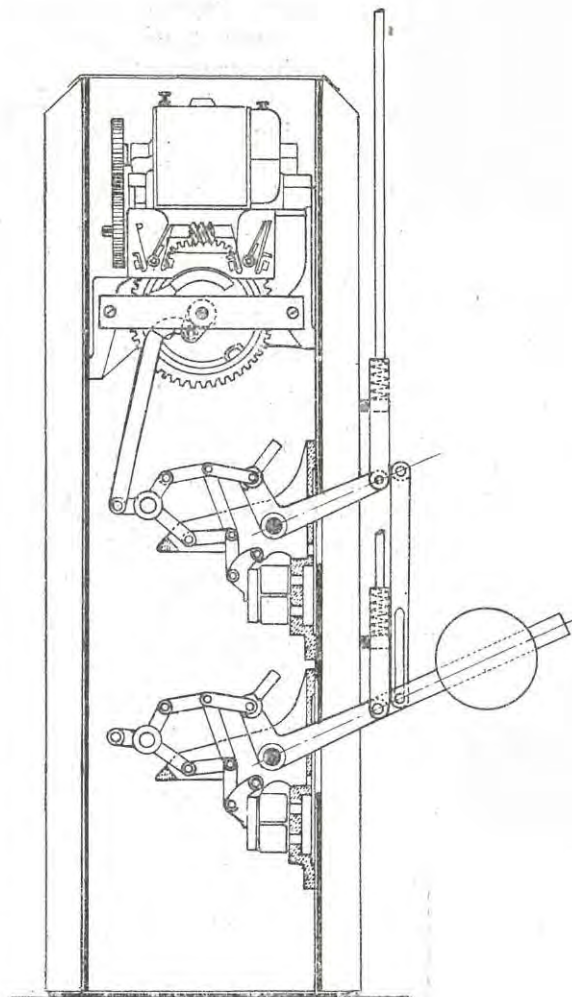


Fig. 33.

2. — Éclairage des répéteurs lumineux.

Ainsi que nous l'avons dit, à l'amont de chaque signal avertisseur sont disposés trois appareils lumineux pouvant donner un feu jaune orange, lorsque la palette

avertisseur est dans sa position horizontale et un feu vert, lorsqu'elle est dans sa position inclinée.

A cet effet, chaque appareil (fig. 38 et 39) est muni de deux lampes électriques qui sont disposées respectivement derrière un verre jaune orange et un verre vert et qui ne peuvent être allumées simultanément.

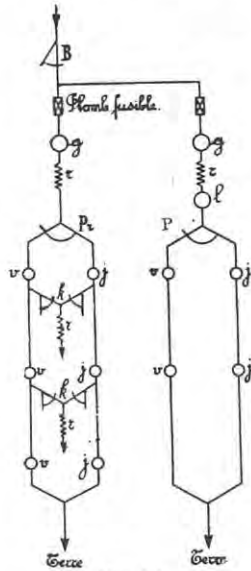


Fig. 34.

LÉGENDE.

- B = Bouton commutateur pour la mise en service des répéteurs lumineux.
- g = Appareil de contrôle à clapet système Lhoest.
- r = Résistance.
- P = Commutateur manœuvré par la palette du signal muni de répéteurs lumineux.
- j = Lampe donnant un feu jaune orange.
- v = Lampe donnant un feu vert.
- k = Interrupteur à ressort permettant de faire l'essai des lampes en cas de dérangement (1).

Le schéma des connexions électriques (fig. 34) est très simple : les lampes de même couleur des trois répéteurs sont montées en série et les deux séries de lampes sont mises en dérivation sur un circuit de 120 volts comportant un appareil de contrôle à clapets g.

Pour les palettes d'arrêt absolu qui ne sont précédées que de deux répéteurs lumineux, le schéma des connexions est identique; pour permettre l'emploi des mêmes lampes sur toute la ligne, il a été intercalé une résistance de compensation égale à celle de la troisième lampe.

Les répéteurs lumineux comportent essentiellement (fig. 37, 38 et 39) une colonne creuse en fonte établie sur une petite fondation en bois formée de vieilles billes et une lanterne double.

La lanterne est divisée en deux parties renfermant chacune une lampe électrique et un puissant réflecteur; l'un des compartiments de la lanterne est muni d'un verre jaune et l'autre d'un verre vert. La figure 35 représente l'appareil servant à essayer chaque lampe séparément en cas de dérangement de l'une d'elles.

Les répéteurs lumineux sont disposés à 1.50 mètre du rail le plus rapproché, de façon à ne pas se trouver dans le gabarit réglementaire; les lampes placées sur un support de 2.50 mètres de hauteur, se trouvent à 2 mètres au-dessus du niveau des rails et la

lanterne est orientée de façon que l'axe des rayons lumineux émis par l'une ou

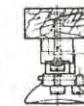
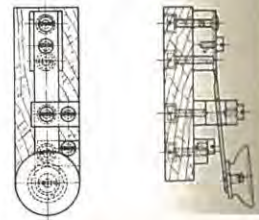


Fig. 35. — Contact électrique pour l'essai des lampes.

(1) Ce dispositif ayant simplement pour but d'éviter de devoir visiter toutes les lampes en cas de dérangement d'une seule d'entre elles est moins utile pour les deux lampes du signal principal; on en a donc fait l'économie.

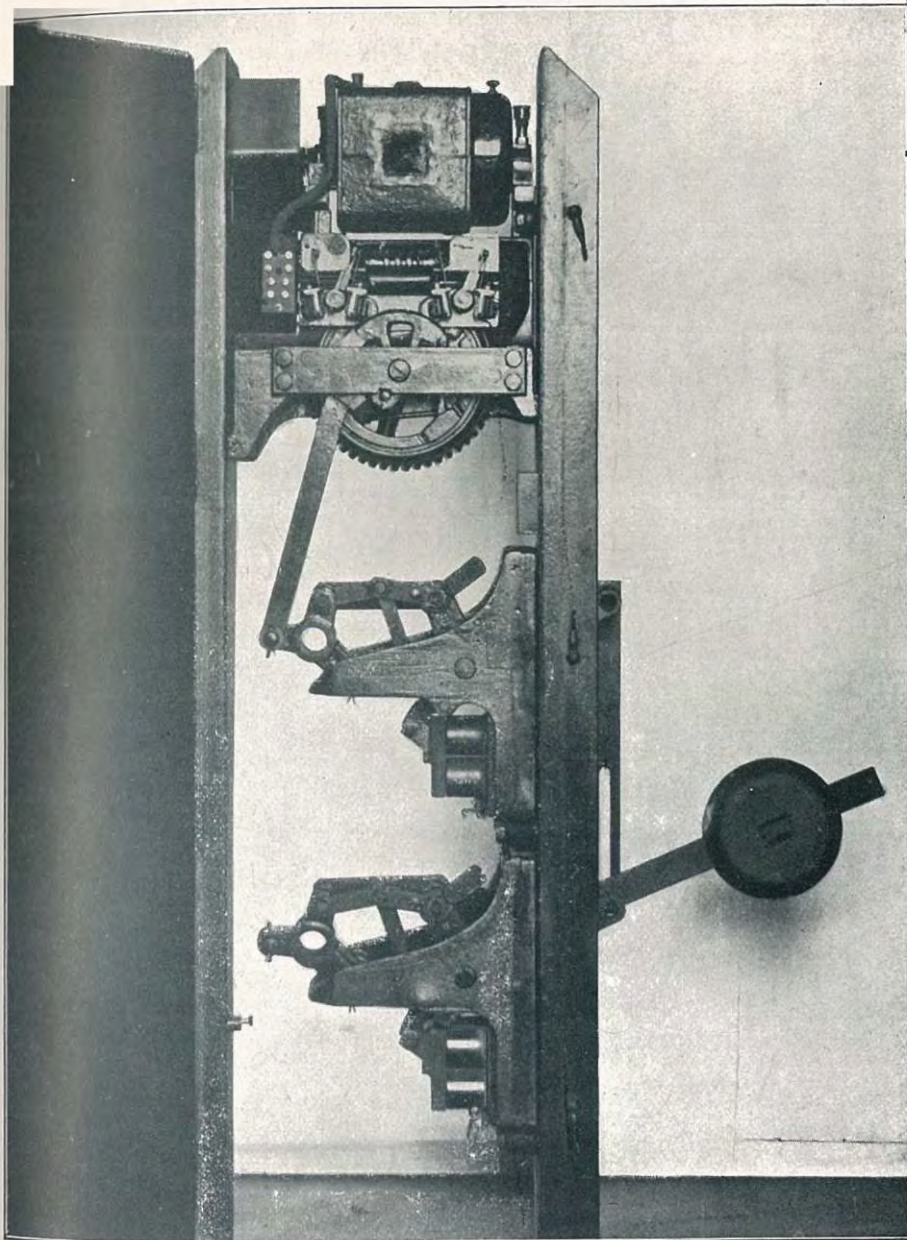


Fig. 36. — Vue de l'appareil de manoeuvre électrique avec contrepoids pour une palette d'arrêt et une palette avertisseur placées sur le même mât.



Fig. 37. — Vue d'un signal avertisseur muni des indicateurs optiques d'approche et des répéteurs lumineux.



Fig. 38. — Répétiteur lumineux vu de face.



Fig. 39. — Vue de la boîte de raccord du Répétiteur lumineux.

l'autre des lampes coupe l'axe transversal du rail le plus rapproché à 15 mètres environ en amont du pied de l'axe de la colonne (voir fig. 40).

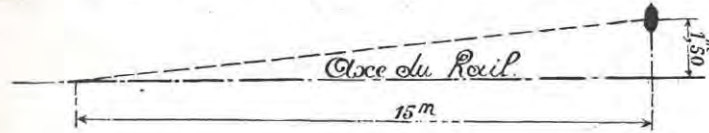


Fig. 40.



Fig. 41.

Lorsqu'ils doivent être placés sur un quai d'une station intermédiaire, les répéteurs sont disposés sur une potence comme l'indique la figure 41.

Tableau de contrôle. — Les appareils de contrôle de fonctionnement des répéteurs lumineux ainsi que le commutateur pour leur mise en service sont réunis dans chacune des loges de bloc dans un tableau représenté par la figure 42.

Cette figure montre la disposition des appareils ainsi que le schéma des connexions générales d'un poste de bloc de pleine voie.

La figure 48 est une photographie de ce tableau.

3. — Fourniture du courant.

Le courant nécessaire pour la manœuvre des signaux et l'éclairage des répéteurs lumineux est fourni, ainsi que nous l'avons dit, par une petite batterie d'accumulateurs composée de 60 éléments Tudor. Sa capacité a été déterminée de façon que la manœuvre régulière des signaux soit assurée pendant trois à quatre jours sans qu'on doive recharger la batterie. En temps de brouillard, elle peut alimenter les appareils de manœuvre des signaux pendant un jour et éclairer les répéteurs lumineux pendant quelques heures. Le nombre de jours pendant lesquels la manœuvre des signaux peut se faire sans que la batterie doive être rechargée a été déterminé en supposant que chaque signal reste au passage pendant trente minutes par heure et qu'il circule journellement cent trains dans chaque sens. Dans ces conditions, le courant nécessaire est de 3.84 ampères-heures par signal et par jour sous une tension de 120 volts.

Les lampes des répéteurs lumineux (fig. 49), d'un pouvoir éclairant de 10 bougies, fonctionnent sous un voltage de 33 volts. Elles sont du type Edison; chaque circuit, composé de trois lampes en série, consomme 0.7 ampère environ. Entre Schaerbeek et Vilvorde, ces lampes ont été remplacées avec succès par des lampes Tantale (fig. 50) de même puissance lumineuse et fonctionnant sous un voltage de 35 à 36 volts; l'intensité du courant a pu ainsi être réduite à 0.4 ampère par circuit; les essais sont également faits au moyen de lampes à filament Z (fig. 51).

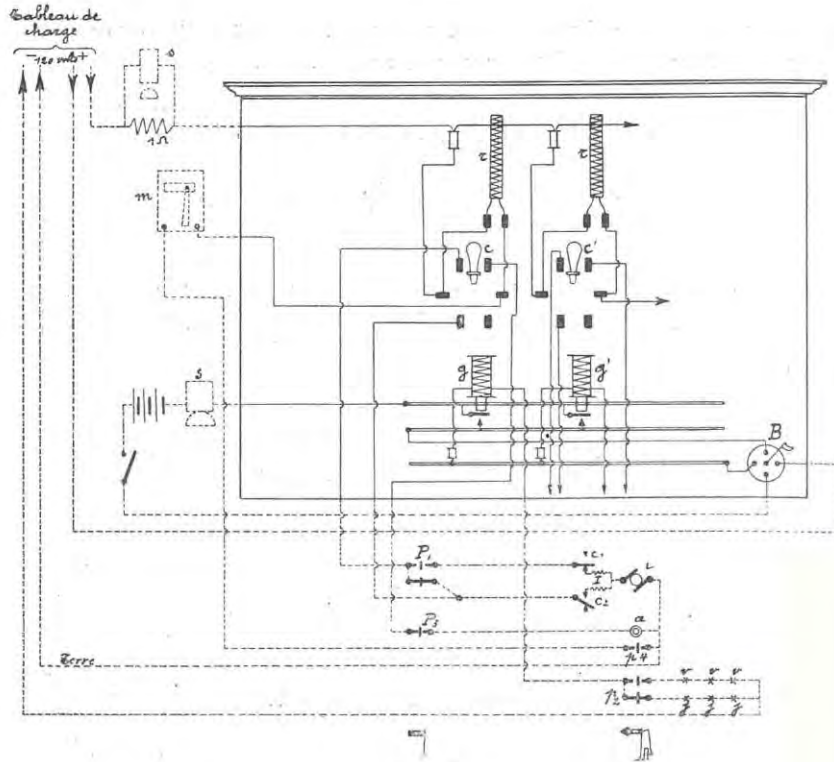


Fig. 42.

LÉGENDE.

- cc1* = Commutateurs de secours normalement plombés intercalés dans les circuits de manœuvre et d'accouplement des signaux à distance avertisseurs.
- gg1* = Appareils de contrôle à clapets.
- B* = Bouton commutateur de mise en service des répéteurs lumineux du poste.
- P1* = Commutateur manœuvré par la palette d'arrêt à répéter.
- P2* = Interrupteur manœuvré par la palette d'arrêt à répéter.
- c1c2* = Commutateurs de l'appareil de manœuvre de la palette avertisseur.
- I* = Inducteurs du moteur de l'appareil de manœuvre.
- i* = Induit.
- a* = Electro-aimant de l'accouplement électrique.
- p2* = Commutateur manœuvré par la palette avertisseur.
- p4* = Interrupteur manœuvré par la palette avertisseur.
- vvv* = Lampes vertes des répéteurs lumineux.
- jjj* = Lampes jaune orange des répéteurs lumineux.
- m* = Appareil à voyant répétant les indications de la palette avertisseur.
- s* = Sonnerie d'alarme.
- S* = Sonnerie tintant en cas d'extinction d'une série de répéteurs lumineux.
- rr* = Résistances de 600 ohms environ pour réduire la tension du courant d'accouplement à 25 volts.

Au point de vue de la perception des répéteurs lumineux le jour, en temps de brouillard, alors que c'est surtout la forme du filament qui apparaît en traits lumineux à l'œil du mécanicien, les lampes à filament métallique sont supérieures aux lampes Edison employées au début. En outre, l'économie de courant assez importante qu'elles permettent de réaliser présente de grandes facilités au point de vue de la fourniture du courant comme nous le démontrerons ci-après. Leur prix de revient plus élevé est donc largement compensé par ces deux avantages (meilleure perception et économie).

Les batteries d'accumulateurs, constituées au moyen d'éléments Tudor, sont disposées à chaque poste dans des locaux isolés convenablement aérés. Les figures 52 et 53 montrent les dispositions adoptées pour ces locaux. En hiver, il a suffi de matelasser les portes et les fenêtres ou de placer des doubles châssis pour garantir les accumulateurs du froid.

Le courant nécessaire pour la charge des batteries est fourni par l'usine d'électricité de Schaerbeek aux batteries des postes 2, 3 et 4; par celle de Malines, à celles des postes 4^{bis}, 5 et 6 d'une part et 7^{bis}, 8, 9 et 10 d'autre part; et par celle de Berchem, aux batteries des postes 16, 15, 14, 12, 11 et 10^{bis}.

Les postes 18 et 19 sont desservis directement par les batteries d'accumulateurs installées pour la manœuvre électrique des aiguillages et des signaux des cabines I et II d'Anvers (G. C.).

Il a été établi dans chacune des usines de Schaerbeek, Malines et Berchem un groupe transformateur, représenté par la figure 54, d'une puissance suffisante pour recharger toutes les batteries en même temps pendant une heure, en admettant la charge quotidienne.

Le courant fourni par les transformateurs de Schaerbeek et de Malines est conduit aux batteries qu'ils desservent au moyen de fils aériens; le réseau de l'usine de Berchem est desservi au moyen de câbles souterrains; la place disponible le long du chemin de fer fait défaut pour l'établissement d'une ligne aérienne dans cette section à cause des nombreux circuits téléphoniques et télégraphiques occupant les deux côtés du railway.

Chaque batterie est reliée au moyen d'un conducteur d'aller et d'un conducteur de retour à l'usine productrice du courant de charge. Il n'est pas possible de charger les différentes batteries en série ou en cascade, par suite de la nécessité d'avoir pour chacune d'elles le pôle négatif à la terre.

Cette condition est nécessaire au point de vue de la sécurité de la manœuvre des signaux, pour éviter notamment leur fonctionnement irrégulier en cas de contact de fils (4). Le tableau I donne, pour chaque poste, la section et la longueur des conducteurs, ainsi que le courant maximum de charge nécessaire.

La charge des batteries se fait journalièrement pendant une heure environ aux

(4) Voir « La manœuvre électrique des aiguillages et des signaux, etc. » (*Bulletin du Congrès des chemins de fer*, n° 4, avril 1904, p. 334.)

heures de chômage des usines productrices. En temps de brouillard, le courant d'éclairage est fourni directement par les batteries pendant les cinq premières heures de fonctionnement des répéteurs lumineux.

Lorsque la durée du brouillard dépasse cinq heures, le courant est fourni par l'usine dont le transformateur est mis en marche ⁽¹⁾. De cette façon, la réserve d'électricité prévue dans les batteries est toujours assurée et il n'est pas à craindre qu'à un moment donné elle ne soit épuisée.

Tableau I.

POSTE.	Section en millimètres carrés du		Distance en mètres de l'usine au poste.	Nombre d'ampères nécessaire pour la charge de la batterie du poste.	Transformateur			
	conduc- teur d'aller.	conduc- teur de retour.			moteur.		dynamo.	
					Ampères.	Volts.	Ampères.	Volts.
2	3.14	3.14	2,410	6.5	Schaerbeek.			
3	13.2	13.2	5,370	16	34	550	51	330
4	20.5	20.5	8,000	16	Malines.			
4bis	10.7	10.7	8,830	8				
5	5.7	5.7	5,345	8				
6	3.14	3.14	1,200	8				
7bis	3.14	3.14	1,200	8	68.5	440	70	330
8	3.8	3.8	3,800	7				
9	12	12	6,545	12				
10	23	23	8,900	16				
10bis	4.3	7	10,780	8	Berchem.			
11	7	9	8,400	12				
12	4.3	9	6,800	12	136	360	70	550
14	4.3	7	4,900	16				
15	1.76	1.76	1,900	8				
16	3.5	3.5	550	16				

Le tableau II indique pour chaque poste la capacité de la batterie ainsi que la durée pendant laquelle elle peut être utilisée sans devoir être rechargée.

(1) Cette durée sera portée à dix heures lorsque les lampes à filament métallique seront partout substituées aux lampes au carbone; il en résulte un avantage très précieux, la durée des brouillards atteignant rarement dix heures d'une façon continue.

Tableau II.

POSTE.	Capacité de la batterie en ampères- heures.	Durée pendant laquelle la batterie peut fournir le courant nécessaire		
		pour la manœuvre des signaux en temps normal.	pour la manœuvre des signaux pendant vingt-quatre heures en même temps que l'éclairage des répéteurs lumineux en temps de brouillard	
			au moyen de lampes au carbone.	au moyen de lampes à filament métallique.
2	30	3 jours.	10 heures.	14 à 15 heures.
3	60	4 —	10 —	14 à 15 —
4	2 × 60 (*)	3 —	12 —	15 1/2 à 16 —
4bis	30	3 3/4 —	8 —	11 à 12 —
5	30	3 3/4 —	8 —	11 à 12 —
6	30	3 3/4 —	15 —	22 à 23 —
7 et 7bis	30	3 3/4 —	15 —	22 à 23 —
8	30	3 3/4 —	8 —	11 à 12 —
9	60	5 —	13 —	16 à 17 —
10	60	4 —	10 —	14 à 15 —
10bis	30	3 3/4 —	8 —	11 à 12 —
11	60	5 —	13 3/4 —	17 à 18 —
12	60	5 —	13 3/4 —	17 à 18 —
13 et 14	60	4 —	10 —	14 à 15 —
15	30	3 —	15 —	22 à 23 —
16 et 17	60	4 —	12 1/2 —	16 à 17 —

(*) La seconde batterie du poste 4 (Vilvorde) sert uniquement à fournir, avec une réserve de trois jours, le courant de 25 volts nécessaire pour le contrôle des aiguillages et l'accouplement des signaux manœuvrés électriquement ainsi que pour la libération des itinéraires de cette station.

La figure 54 montre le transformateur et le tableau de distribution établi dans l'usine.

La figure 43 représente le schéma des connexions du tableau de distribution. On remarquera les dispositions prises pour le remplacement rapide des plombs; dès que l'un des plombs saute, une sonnerie d'alarme tinte dans l'usine et il suffit de manœuvrer un interrupteur pour mettre en circuit un plomb de réserve. Le remplacement du plomb sauté peut donc se faire presque sans interruption dans la

fourniture du courant, ce qui est très utile dans le cas où le courant d'éclairage des répéteurs lumineux est fourni par le transformateur.

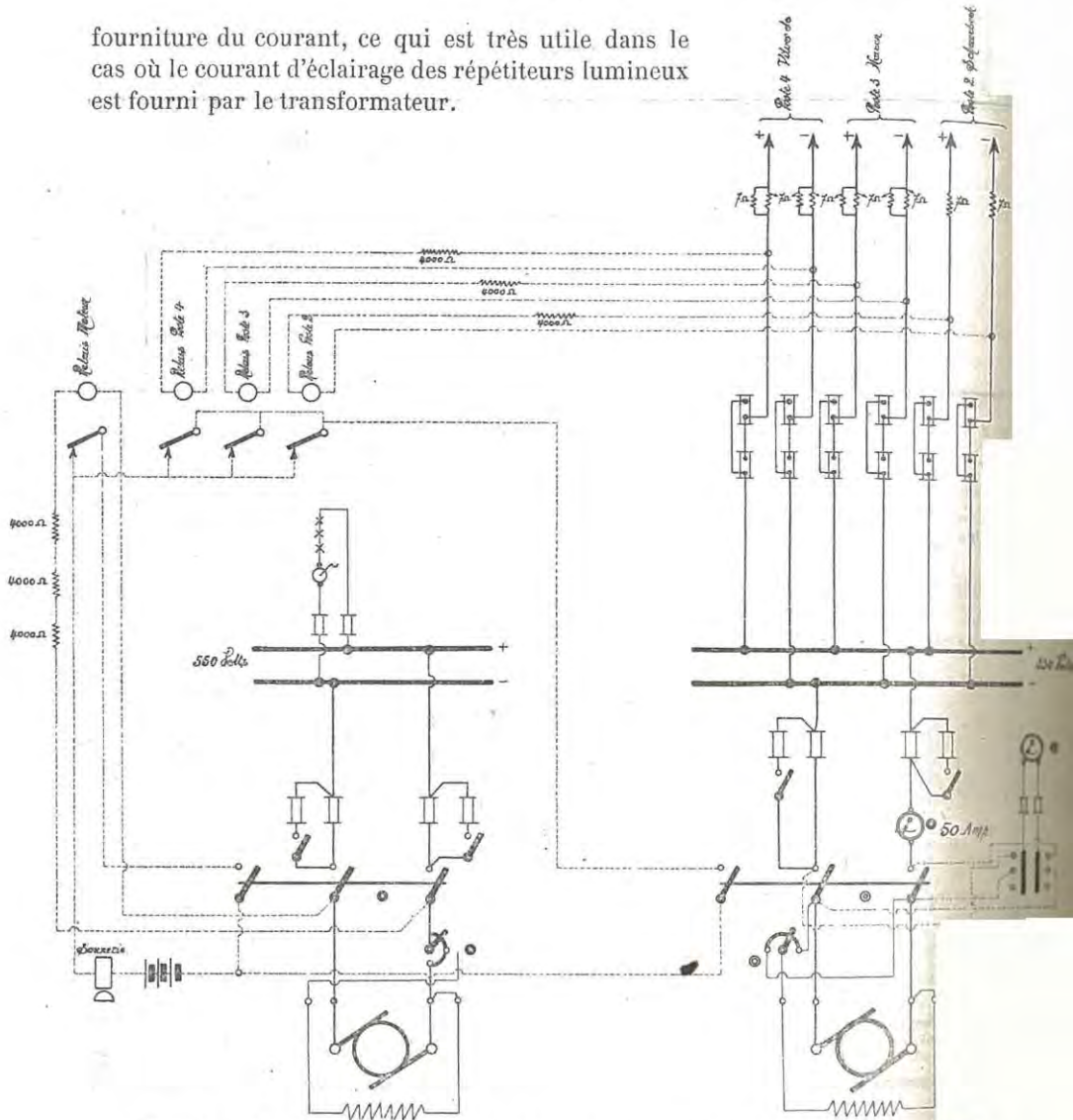


Fig. 43. — Schéma pour les connexions du transformateur (usine électrique de Schaerbeck)

La ligne aérienne est supportée par des poteaux métalliques (fig. 53), établis le long du chemin de fer. A cause de l'urgence des travaux, les poteaux d'angle et les poteaux d'arrêt ont été exécutés en bois créosoté, le temps ayant fait défaut pour réaliser ces poteaux en fer. Les isolateurs sont du type Etat belge à double cloche (fig. 44).

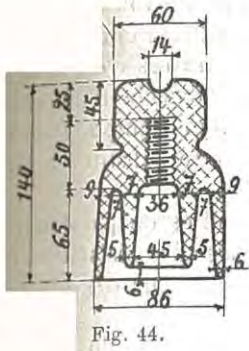


Fig. 44.

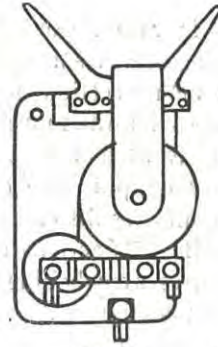


Fig. 45.

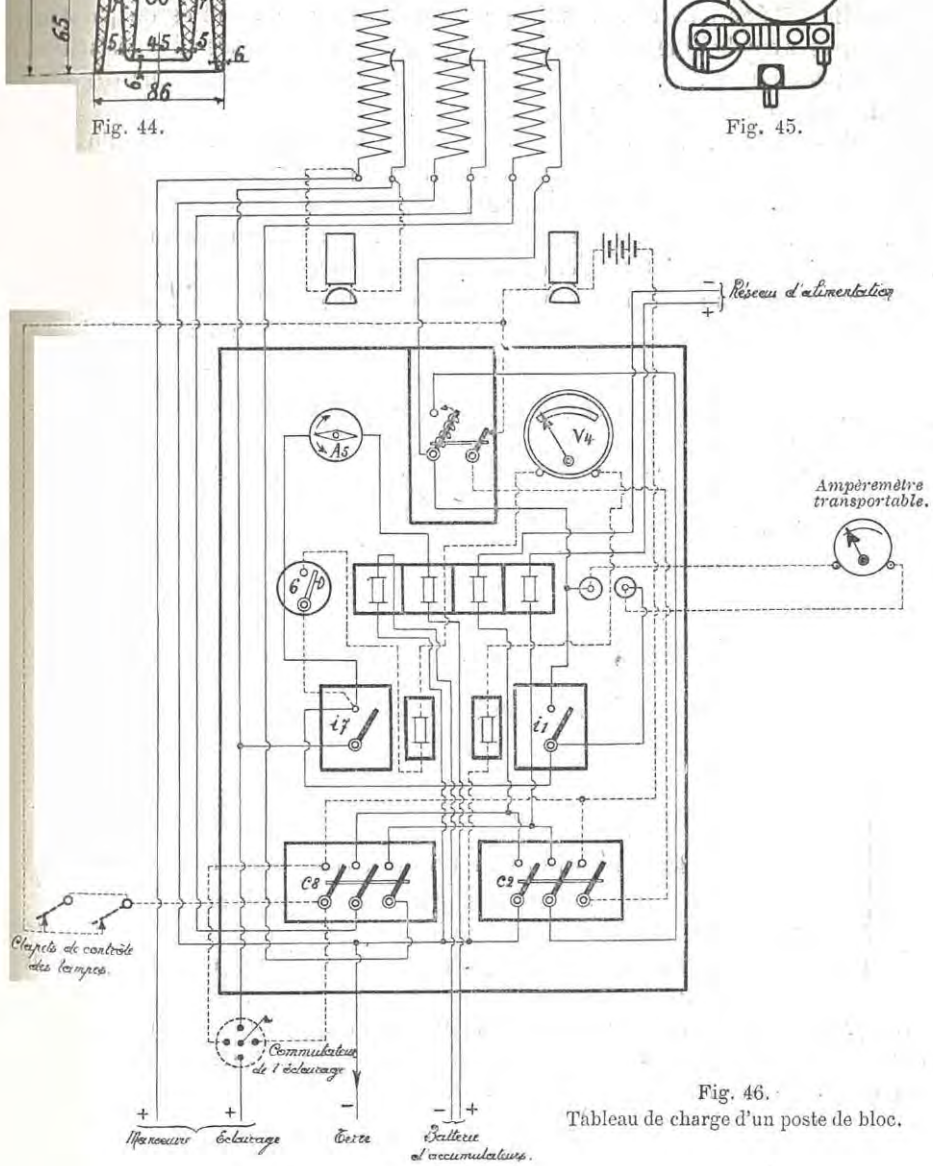


Fig. 46.
Tableau de charge d'un poste de bloc.

Dans la traversée de Schaerbeek ainsi que pour le passage sous les voies à Weerde et à Eppeghem, les fils aériens ont été remplacés par des câbles armés dont les âmes ont la même section que les fils aériens correspondants. La traversée du canal à Malines est faite au moyen d'un câble spécial sous-fluvial échoué dans le lit du canal.

Outre le fil d'aller et le fil de retour de chaque poste, la ligne comporte un fil omnibus du plus gros diamètre disposé de façon à pouvoir être substitué à l'un quelconque des fils en cas de bris.

Tous les fils aériens sont munis à chacune de leurs extrémités de parafoudres unipolaires avec bobine de soufflage et shunt mis en série avec des résistances en carbone; ces appareils, représentés par la figure 45, sont montés sur des plaques isolantes et protégés par une caisse en zinc.

Le câble d'alimentation de l'usine de Berchem comporte 37 fils entre l'usine et le poste 14, 30 fils entre les postes 14 et 12, 21 fils entre les postes 12 et 11 et 9 fils entre les postes 11 et 10^{bis}. Il est enterré à 0.80 mètre de profondeur sous le niveau des rails et recouvert de vieilles traverses métalliques. Des indicateurs disposés le long de son emplacement permettent de le repérer facilement.

Chaque poste comportant une batterie d'accumulateurs est muni d'un tableau de charge dont les connexions sont représentées figures 46, 47 et 56.

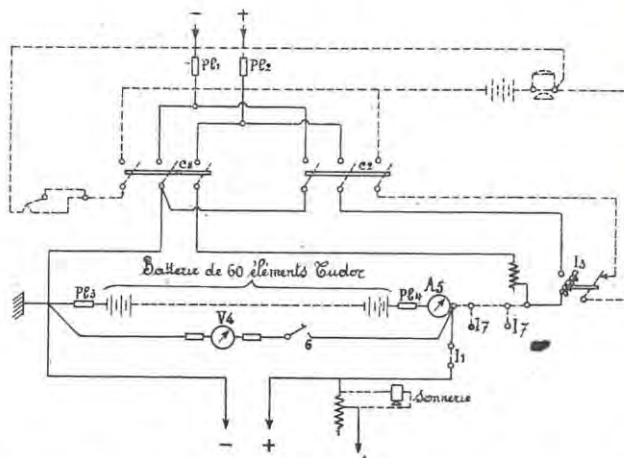


Fig. 47. — Schéma des connexions du tableau de charge d'un poste de bloc.

Nous reproduisons ci-après les instructions données aux signaleurs des postes de bloc pour la mise en service des répéteurs lumineux (annexe I) et pour la charge des accumulateurs (annexe II).

L'entretien de tous les appareils électriques de la ligne de Schaerbeek-Anvers est assuré par trois monteurs électriciens, au salaire moyen de 6 fr. 50 c., résidant respectivement à Vilvorde, à Malines et à Vieux-Dieu.

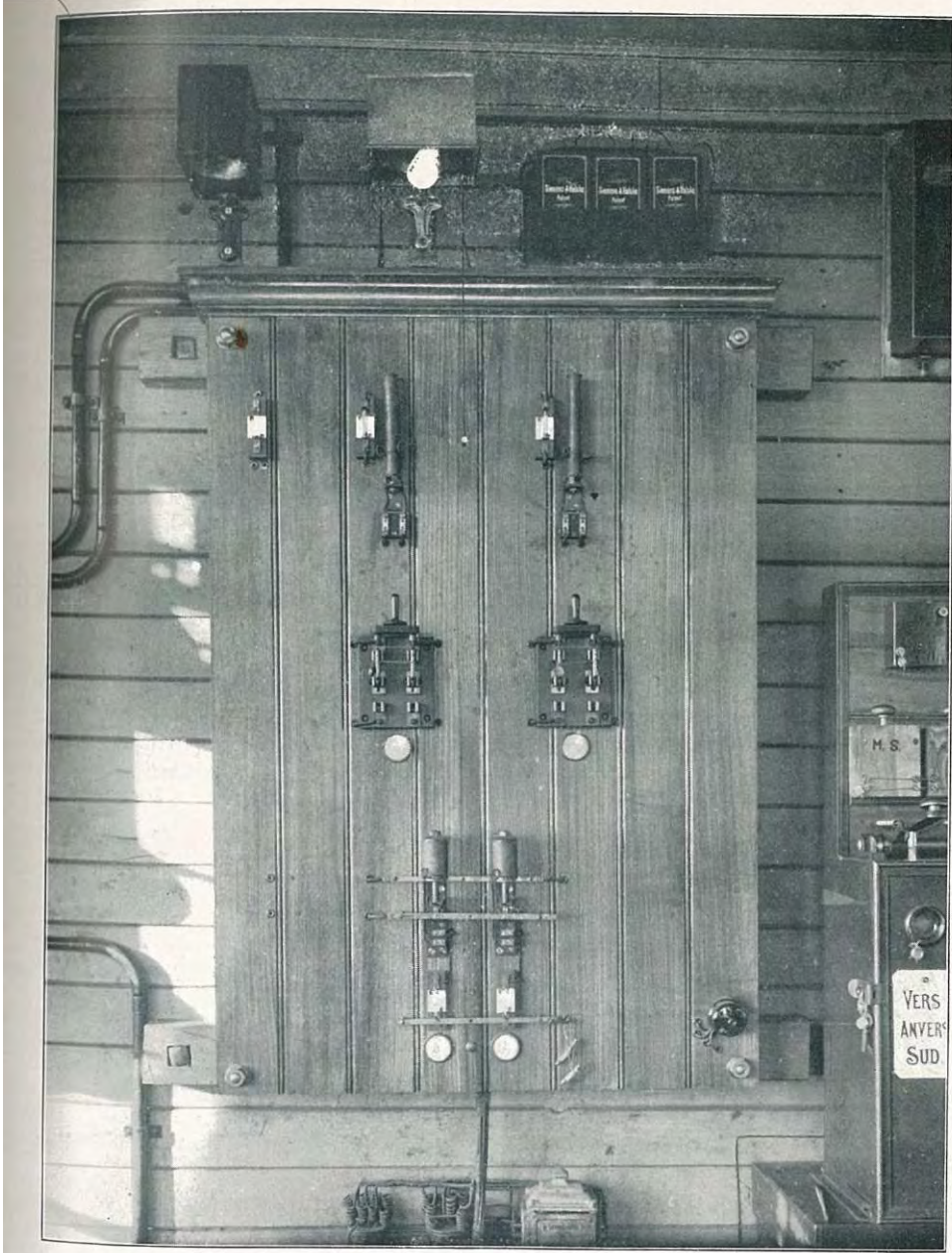


Fig. 48.

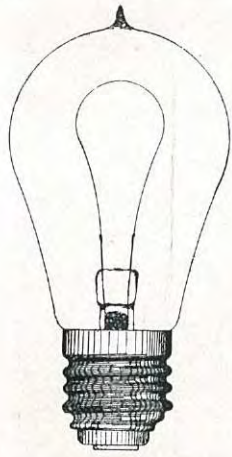


Fig. 49.

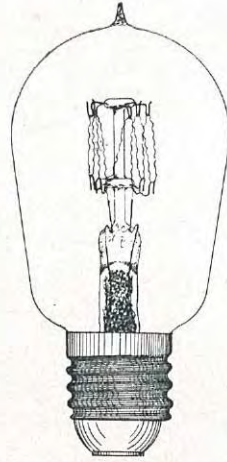


Fig. 50.

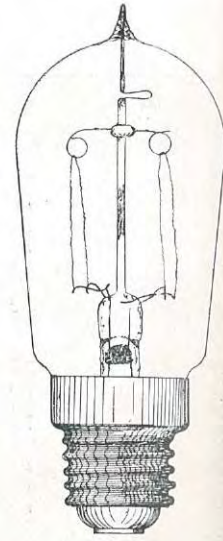


Fig. 51.

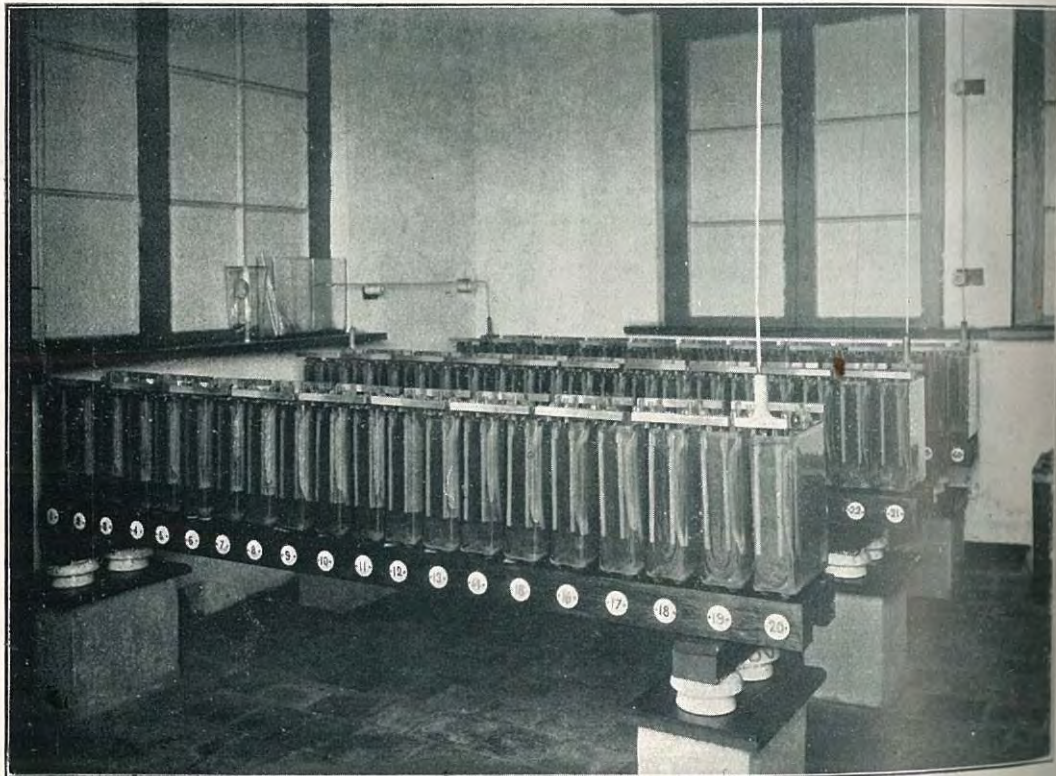


Fig. 52. — Vue d'une batterie d'accumulateurs.



Fig. 53. — Vue du local abritant les accumulateurs.

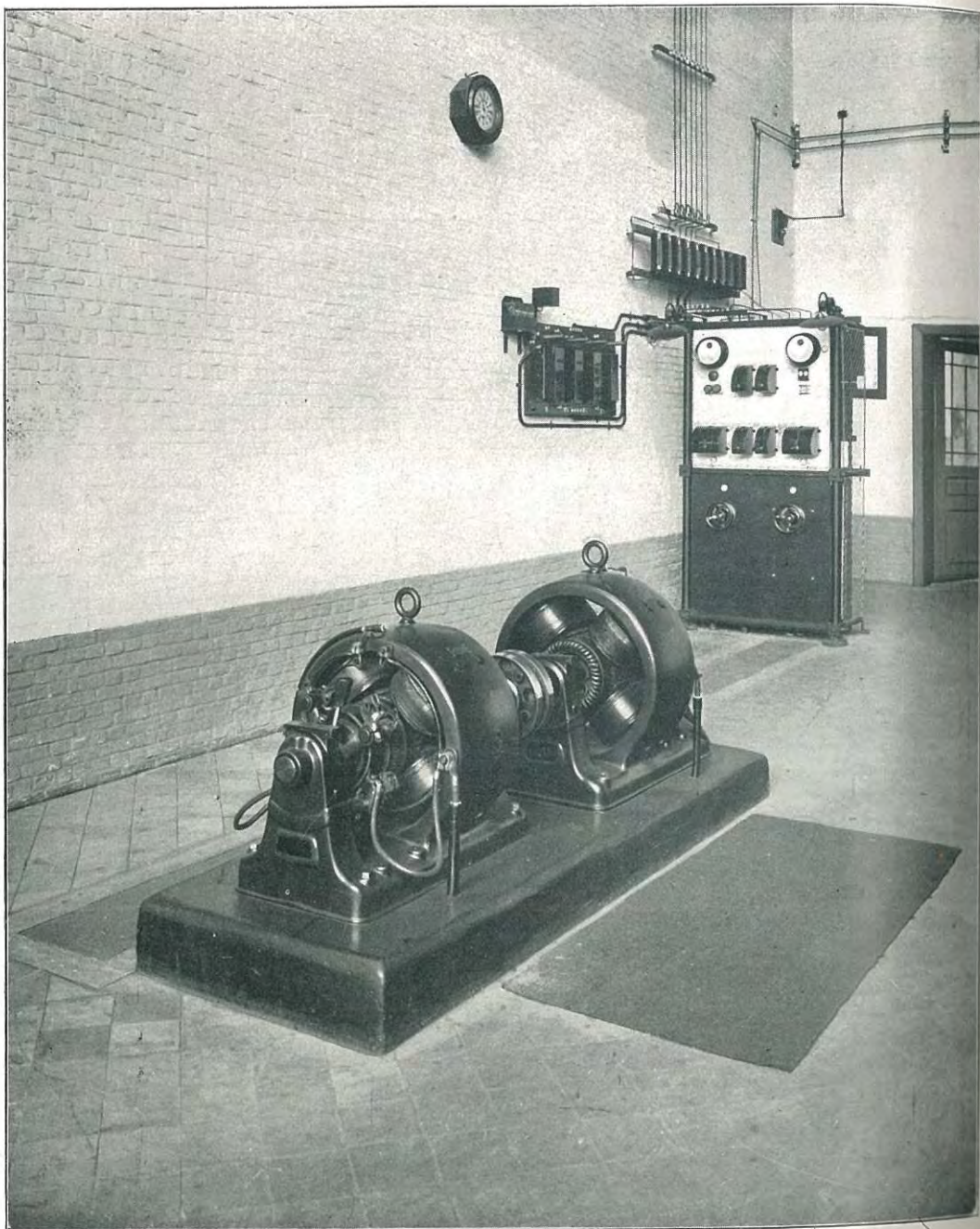


Fig. 54. — Vue du transformateur de l'usine de Berchem.

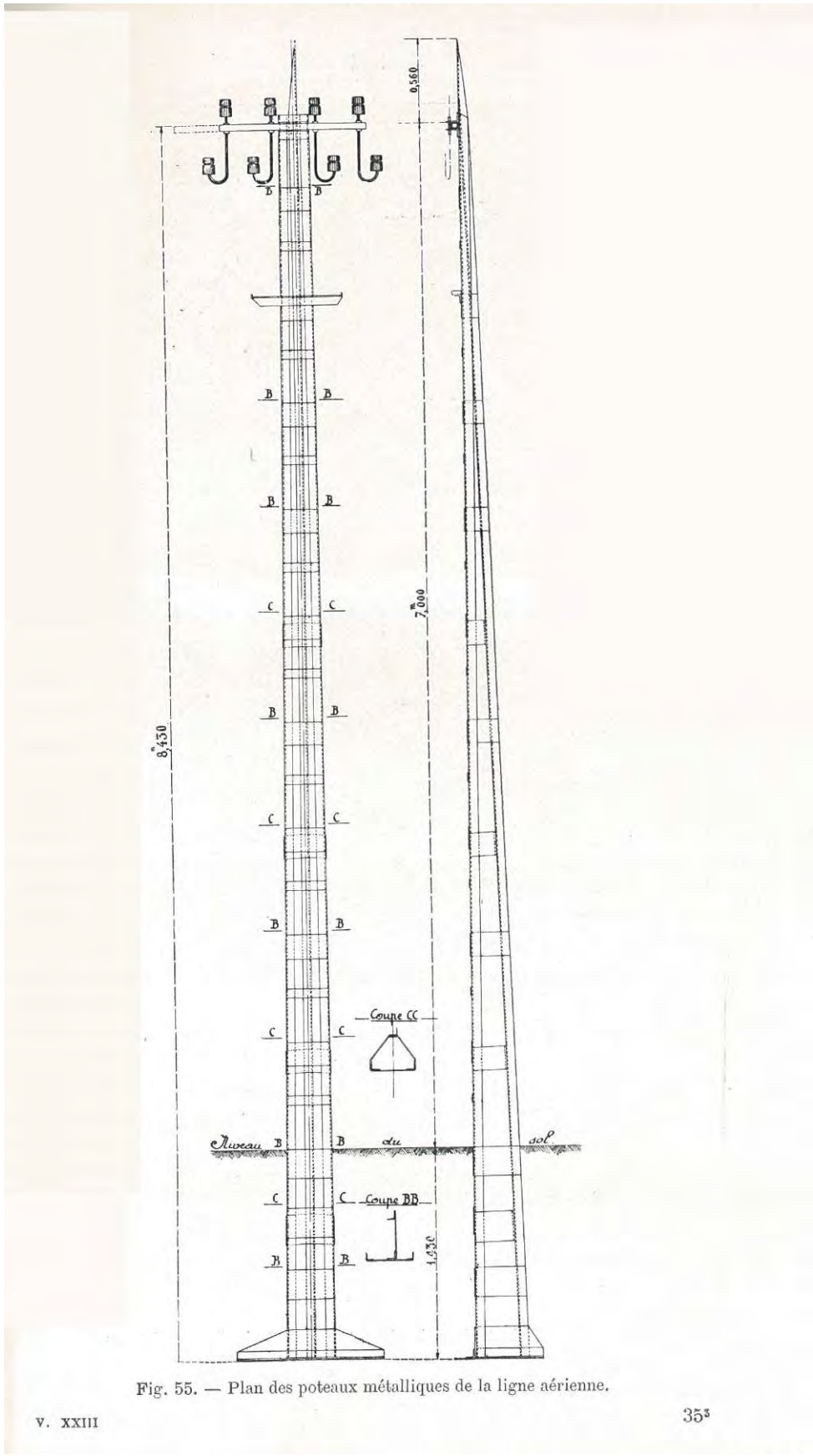


Fig. 55. — Plan des poteaux métalliques de la ligne aérienne.

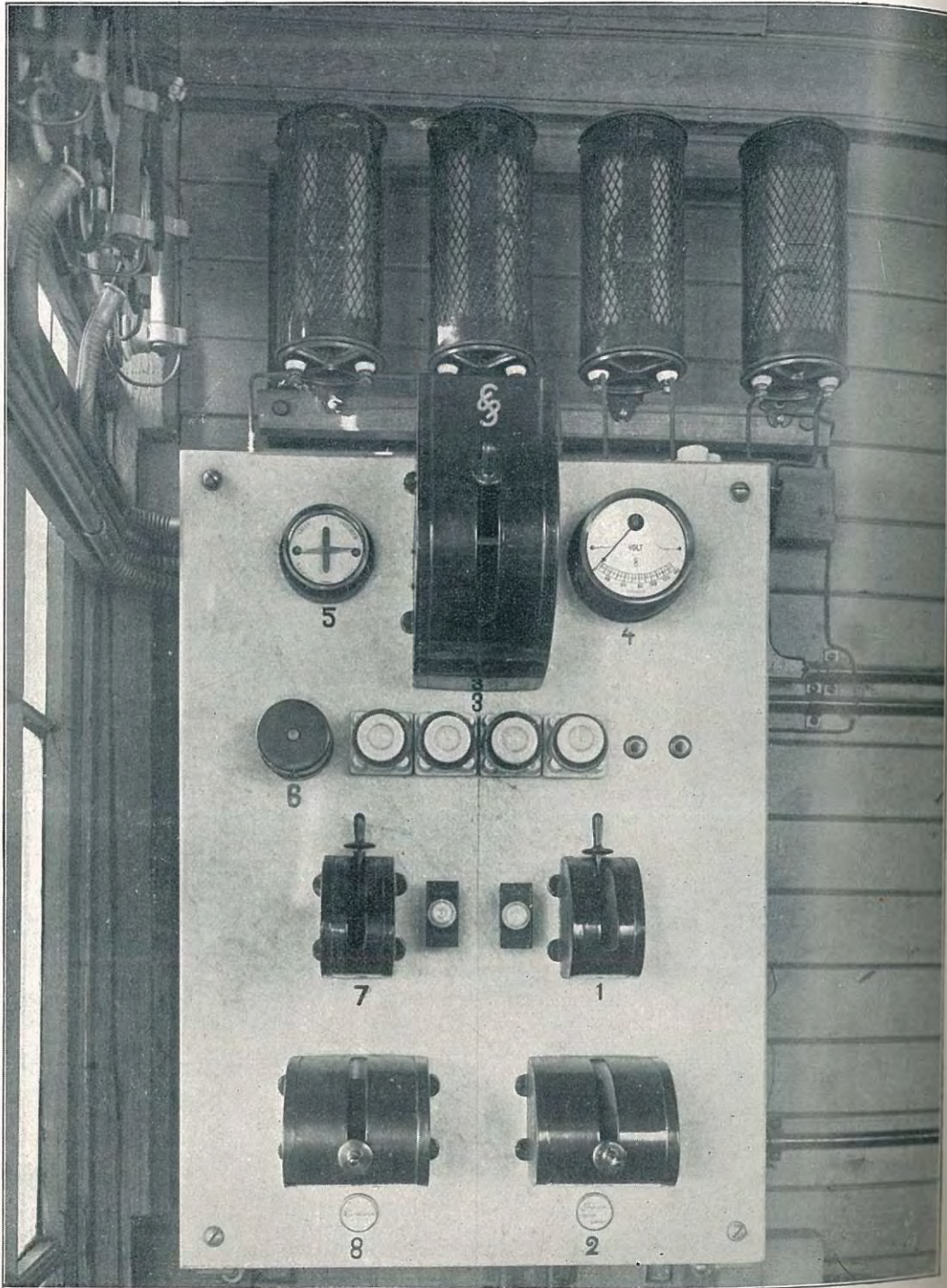


Fig. 56. — Vue du tableau de charge de la batterie d'accumulateurs.

ANNEXE I.

Instruction locale pour la mise en service des répéteurs lumineux
sur la ligne Anvers (G. C.)-Schaerbeek.

STATION DE DUFFEL.

POSTE DE BLOC N° 10.

1. — Sous les termes « *temps de brouillard* » employés dans cette instruction locale, il faut comprendre tout moment où les circonstances atmosphériques (brouillard, forte neige, etc.) ne permettent pas d'apercevoir distinctement un feu rouge de signal à une distance de 100 mètres (1).

2. — Si d'initiative ou sur les ordres du chef de station, le signaleur du poste 10 allume ses répéteurs lumineux, il en prévient immédiatement les agents des postes voisins 10^{bis} et 9.

Lorsque le signaleur du poste 10 reçoit information d'un des agents des postes 9 ou 10^{bis} que les répéteurs lumineux d'un de ces postes sont allumés, il en accuse réception et allume les répéteurs lumineux de son poste.

Dans le cas où un brouillard règne à un de ces postes et qu'il en a reçu l'information, il avertit en outre, suivant le cas, l'agent du poste 10^{bis} ou 9 que ses répéteurs sont allumés.

Le signaleur annoté dans son livre des trains, l'heure à laquelle les répéteurs ont été allumés et celle à laquelle ils ont été éteints.

Il inscrit également les communications qu'il fait ou qu'il reçoit des postes voisins.

Lorsque le brouillard s'est suffisamment dissipé, le signaleur en avise les agents des postes 10^{bis} et 9; si à ces postes il ne règne plus de brouillard, ce dont les agents de ces postes doivent l'informer, il éteint, après avoir reçu ordre du chef de station, ses répéteurs lumineux.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire si à un des postes 9 ou 10^{bis} il règne encore du brouillard, il laisse ses répéteurs allumés.

3. — Lorsque le brouillard se produit après la fermeture des bureaux de la station de Duffel, l'allumage et l'extinction des répéteurs lumineux sont laissés à l'initiative du signaleur qui devra en faire mention dans son livre des trains et en prévenir le chef de station ou son délégué dès la réouverture des bureaux.

4. — Si pendant le jour la durée du brouillard dépasse quatre heures et demie, l'agent du poste 10 sera avisé de la mise en marche du transformateur de Malines au moyen de

(1) Cette distance sera ultérieurement portée à 200 ou à 350 mètres.

deux salves de trois coups de sonnerie dont le dernier est long. Au reçu de l'annonce, l'agent du poste 10 manœuvre le commutateur tripolaire 8 du tableau de la charge des batteries et accuse ensuite réception de l'annonce.

Si, après la fermeture des bureaux de la station de Duffel, la durée du brouillard dépasse quatre heures et demie, le signaleur du bloc 10 en avise son collègue du poste 9.

Ce commutateur tripolaire est remis dans sa position normale, dès que les répéteurs lumineux sont mis hors de service.

L'annonce dont il est question ci-dessus de la mise en marche des transformateurs est transmise de poste en poste depuis le poste origine 7, quel que soit le poste d'où émane la demande.

Il est entendu qu'au reçu de cette annonce l'agent du poste 10 doit manœuvrer le commutateur tripolaire, quelle que soit la durée du fonctionnement des répéteurs lumineux de son poste.

5. — En cas de dérangement d'un circuit d'éclairage, ce dont l'agent est averti par le tintement d'une sonnerie, il remplace le plomb situé sous l'appareil de contrôle du circuit dérangé. Si la sonnerie continue à tinter, il avertit immédiatement du dérangement le chef de station de Duffel ou le signaleur de la cabine II de Vieux-Dieu, si ce dérangement se produit pendant la nuit.

MODÈLE DES TÉLÉGRAMMES A LANCER.

Annexe à l'instruction locale pour la mise en service des répéteurs lumineux de la ligne de Schaerbeek à Anvers (G. C.).

MODÈLE a.

Chef de station à
Répéteurs lumineux allumés à . . . heures.
Prière avertir monteur électricien.

MODÈLE b.

Chef de station à
Répéteurs lumineux éteints à . . . heures.
Prière avertir monteur électricien.

MODÈLE c.

Chef de station à
Répéteurs lumineux ont été allumés cette nuit à . . . heures et éteints à . . . heures.
Prévenir monteur électricien.

MODÈLE d.

Chef de station à
Répéteurs lumineux ont été allumés cette nuit à . . . heures et sont encore allumés en ce moment.
Prévenir monteur électricien.

MODÈLE *e.*

Chef de station à
Suite mon télégramme (modèle *a*) d'hier.
Répétiteurs lumineux ont été éteints cette nuit à . . . heures.
Prévenir monteur électricien.

MODÈLE *f.*

Chef de station à
Répétiteurs lumineux du poste de bloc n° . . . dérangés.
Prévenir monteur électricien.
Prévenir également les machinistes et chefs-gardes des trains se dirigeant vers ce poste.

MODÈLE *g.*

Chef de station à
Répétiteurs lumineux du poste de bloc n° . . . dérangés.
Prévenir monteur électricien.

MODÈLE *h.*

Chef de station à
Répétiteurs lumineux du poste de bloc n° . . . dérangés.
Prière en avertir machinistes et chefs-gardes des trains se dirigeant vers le poste dérangé.

ANNEXE II.

Ligne de Schaerbeek à Anvers.

(Instruction locale pour la charge des batteries d'accumulateurs.)

L'annonce de mise en marche du transformateur se fait au moyen de trois coups de sonnerie, dont le troisième est long.

Cette annonce se fait :

- 1° De l'usine de Schaerbeek au poste 2, du poste 2 au poste 5, du poste 5 au poste 4;
- 2° De l'usine de Malines au poste 7, du poste 7 aux postes 6 et 7^{bis}, du poste 6 au poste 5 et 7^{bis} au poste 8, du poste 5 au poste 4^{bis}, du poste 8 au poste 9, du poste 9 au poste 10;
- 3° De l'usine de Berchem au poste 16, du poste 16 au poste 15, du poste 15 au poste 14, du poste 14 au poste 15, du poste 15 au poste 12, du poste 12 au poste 11, du poste 11 au poste 10^{bis}.

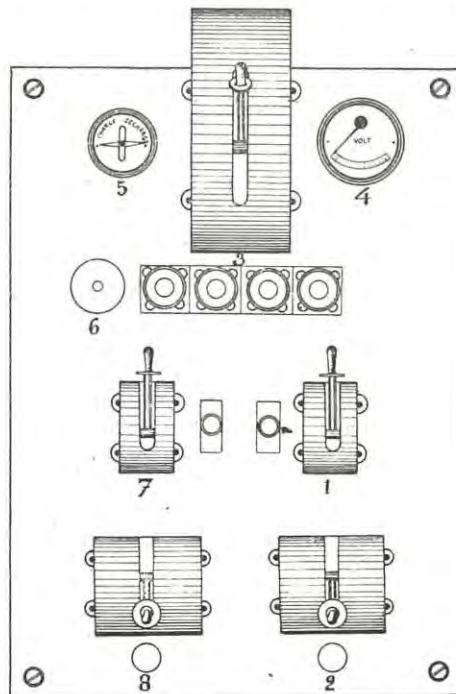


Fig. 57.

Immédiatement après avoir reçu l'annonce, l'agent du poste la transmet au poste suivant.

manœuvre le commutateur 2 et après avoir entendu tinter la sonnerie, manœuvre l'interrupteur automatique 5. Il accuse ensuite réception de l'annonce en répétant les trois coups de sonnerie.

L'agent s'assure ensuite de ce que l'aiguille du cadran 5 a dévié et est tournée vers la gauche et que la sonnerie de contrôle a cessé de tinter.

Dans le cas où l'aiguille du cadran 5 n'a pas dévié et où la sonnerie continue à tinter, l'agent remet le commutateur 2 dans sa position normale et recommence la manœuvre des appareils après avoir attendu deux minutes.

Dès que la charge est terminée, l'interrupteur 5 s'ouvre automatiquement et la sonnerie de contrôle tinte. L'agent doit alors remettre immédiatement le commutateur 2 dans sa position normale.

Recommandations spéciales. — Il est particulièrement recommandé aux signaleurs :

1° De manœuvrer les appareils du tableau de charge des batteries dans l'ordre indiqué ci-dessus ;

2° De surveiller pendant la charge la position de l'aiguille du cadran qui doit rester déviée vers la gauche ;

3° De veiller à ce que les clefs 4 et 7 se trouvent toujours dans leur position normale et à ce que cette dernière soit normalement plombée (1).

Ils s'assureront de temps à autre pendant leur service que la batterie est en bon ordre de fonctionnement en appuyant sur le bouton 6 et en constatant que l'aiguille du cadran 4 dévie complètement vers la droite.

Ils tiendront un carnet spécial sur lequel ils inscriront tous les jours l'heure à laquelle la charge est commencée et celle à laquelle elle est terminée

Ils indiqueront également dans ce carnet, si le courant a été interrompu pendant la charge et pendant combien de temps. Dans ce cas, il leur est prescrit — si la durée de charge n'a pas atteint quarante-cinq minutes au minimum — de recommencer la manœuvre des appareils après deux minutes ou sur une nouvelle annonce si l'interruption du courant est plus longue.

(1) La manœuvre de ces clefs ne peut être faite que par le monteur-électricien ou par le chef de station en cas d'absolue nécessité.