

Emploi du téléphone dans les chemins de fer.

La télégraphie

1837 est une date très importante pour l'exploitation ferroviaire car, sans le télégraphe, l'augmentation de puissance des locomotives et, donc, de leur vitesse aurait été utilisée faute d'un échange rapide d'informations de sécurité (début du cantonnement par l'espace) et de régulation entre les gares, échange nécessité également par l'augmentation du trafic.

A la fin de la première moitié du XIX^{ème} siècle, le réseau de chemins de fer poursuit un développement soutenu qui nécessite de mettre en place des dispositifs de sécurité pour réguler le trafic et éviter les collisions. Le télégraphe à cadran mis au point par Louis-Clément Breguet, performant et facile d'utilisation, va rapidement devenir indispensable à l'exploitation de la plupart des lignes européennes

Avant 1845, année où le télégraphe est mis en service pour la première fois dans le monde ferroviaire français entre **Paris et Rouen**, les trains partaient comme des navires en mer, et on n'avait plus aucune nouvelle. Chaque chef de gare, chaque cantonnier, chaque agent, ne sait que ce qui se passe dans son champ de vision immédiat et ne peut anticiper qu'en fermant un signal, et, en cas d'accident, ne peut rien empêcher. La présence du télégraphiste dans chaque gare va donner au chemin de fer des yeux et des oreilles, et une bouche pour parler. La sécurité et la fluidité du trafic vont faire un immense bond en avant.



En France, c'est en 1845, pour la **ligne Paris-Mantes**, qu'est installé le premier système de communication à base d'impulsions électriques (Breguet et Foy). La même année, sur **Paris – Saint-Germain**, un premier **télégraphe Morse** est installé, c'est la naissance des **télécoms ferroviaires français**.

A propos du télégraphe, une anecdote mérite d'être rapportée : en 1844 M. Clarke, ingénieur au PO (Poste Office Britannique), rend compte devant le conseil d'administration de deux informations : Arago a présenté au Collège de France le système **Wheatstone** auquel il est favorable, et lui-même, à l'invitation de Brunel (patron du Great Western, Londres-Bristol), a constaté les progrès considérables faits dans son utilisation pratique pour la régulation et la **signalisation ferroviaire**.

Il propose donc l'équipement de la ligne de Paris à Orléans pour un coût d'environ 2 000 F du km. Le conseil approuve et accorde 3 000 F ! Cet ingénieur d'origine irlandaise a été tué, à son bureau de la place Valhubert, par une balle perdue en 1848.

En France, dès 1847, le télégraphe électromécanique **Régnauld** équipa de nombreux postes de signaux. Il permettait d'annoncer le train à la gare suivante ou de rendre la voie de gare à gare. Parmi les autres appareils et systèmes visant à ce même objectif et qui virent le jour vers le milieu du 19^e siècle, on peut citer certains équipements qui étaient encore en fonction dans les années 50 sur certaines lignes secondaires :

- les cloches électriques. Un code simple était utilisé: deux coups annonçaient un train de sens pair; trois coups pour un train de sens impair;
- les appareils Jousset dérivés du télégraphe Breguet

La transmission d'information se faisait en positionnant une aiguille sur un cadran d'horloge où les heures étaient remplacées par des messages élémentaires. Sur un cadran identique, une aiguille prenait la position homologue, dans le bureau distant. De la sorte, l'information parvenait à son destinataire.

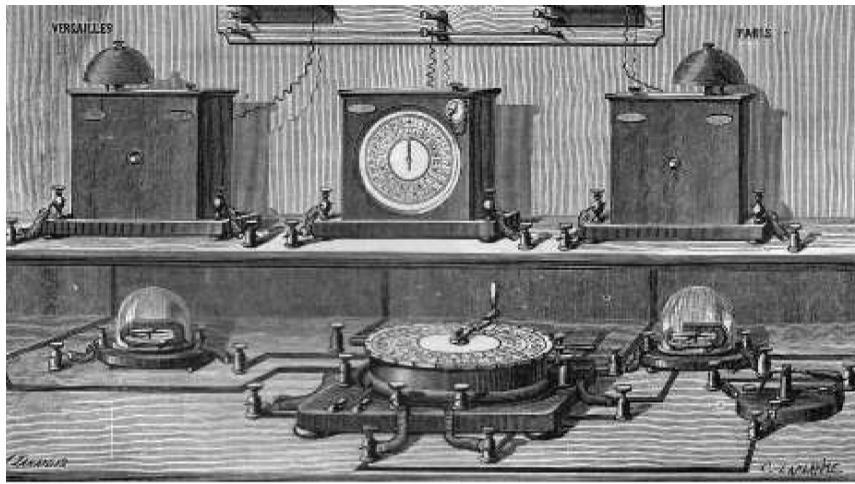
La simplicité des appareils télégraphiques et leur facilité d'utilisation sont primordiales pour que n'importe quel employé ou même un étranger au service puisse envoyer ou recevoir un message en cas de nécessité, en particulier pour prévenir tout risque d'accident sur la ligne.

Chaque station possède son poste de télégraphe qui se compose d'un manipulateur comportant un cadran alphabétique en laiton. Le fonctionnement de l'appareil est dit pas à pas, c'est-à-dire que le message est envoyé lettre par lettre en tournant la manivelle toujours dans le même sens et en s'arrêtant successivement sur chaque lettre à transmettre. Un habile dispositif d'horlogerie associe à chaque lettre un jeu spécifique d'impulsions électriques de telle façon qu'à la lettre indiquée par la manivelle de l'émetteur corresponde à distance la même lettre sur le récepteur. L'employé au poste récepteur reconstitue le message en notant chaque lettre. La vitesse de transmission peut atteindre cent lettres par minute.

Vers 1848 Louis Breguet mettait à son tour un appareil à cadran pas à pas au point.



Télégraphe Breguet pas à pas



Télégraphe à cadran Breguet : poste de gare

Dès les années 1850, le chemin de fer a tellement besoin du télégraphe pour assurer le mouvement des trains, leur sécurité, la fluidité du trafic que dès que la moindre panne du télégraphe se produit, les employés de la compagnie de chemins de fer doivent immédiatement mettre à la disposition du télégraphiste une locomotive prête au départ pour lui permettre d'aller voir ce qui se passe, réparer le fil, et rétablir les communications. Les règlements de 1858 imposent le télégraphe dans toutes les gares, les dépôts, les ateliers, les cabines d'aiguillage, dans tous les bâtiments, dans tous les lieux actifs. Les pouvoirs publics tiennent à régler d'office les techniques mises en œuvre et le rôle de chaque agent. Tout est prévu, jusque dans le moindre détail.

Outre l'équipement télégraphique de chaque station, le conducteur de train est muni d'un système de télégraphe mobile, véritable poste ambulant qu'il peut brancher sur la ligne, pour lui permettre de signaler un fait imprévu, comme un arrêt forcé sur la voie.

Provoquées par le développement rapide des chemins de fer dans le monde entier, les commandes de télégraphes à cadran affluent à la Maison Breguet, venant des pays d'Europe, mais aussi du Brésil et même du Japon...

En 1852, le télégraphe, qui se développe rapidement, est mis à la disposition des voyageurs (le réseau public ne verra le jour qu'en 1856).

La Téléphonie

Après 1845, l'étape importante est l'apparition du téléphone venu des États-Unis (système Bell) et dès 1880 on recense **gare du Nord**, par exemple, **43 postes** reliés à un **commutateur manuel**. Ensuite, et jusqu'à la Deuxième Guerre mondiale, on assiste essentiellement, du point de vue ferroviaire, à la construction de milliers de kilomètres d'artères aériennes.

Pendant un siècle, télégraphie et téléphonie vont modeler le paysage français, marquant le tracé des voies ferrées encadrées généralement par une artère double et une artère simple, **exploitées par les PTT et les chemins de fer**.

Les circuits supportés par ces artères étaient « basse fréquence », sans courants porteurs et sans amplificateurs, d'où l'utilisation de fils de cuivre de section importante et, pour les grandes distances, du télégraphe exclusivement.

L'équilibrage électrique des circuits, par groupe de quatre fils, était très soigné, permettant l'adjonction de circuits dits « fantômes ». À noter que, dès 1911, ces circuits supportaient parfois une distribution centralisée de l'heure.

Les grandes compagnies de chemin de fer

1859, conventions ferroviaires État-compagnies : à l'inspiration du duc de Morny, les lignes concédées sont réparties en **six grandes compagnies** : - Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée - Compagnie d'Orléans - Compagnie du Midi - Compagnie du Nord - Compagnie de l'Est et Compagnie de l'Ouest.

1878, nationalisation des réseaux ferroviaires des Charentes (naissance du réseau de l'État).

17 juillet **1879**, loi adoptant le plan Freycinet qui prévoit un programme de travaux destiné à porter le réseau ferré d'intérêt général de 29 600 kilomètres environ (dont 21 300 en exploitation) à 38 300, en y incorporant 8 800 km de lignes nouvelles à construire (incluant 2 500 km de lignes d'intérêt local déjà concédées). Ce plan qui devait permettre de desservir toutes les sous-préfectures fut quasiment achevé en 1914.

20 novembre 1883, loi portant approbation des conventions avec les six grandes compagnies.

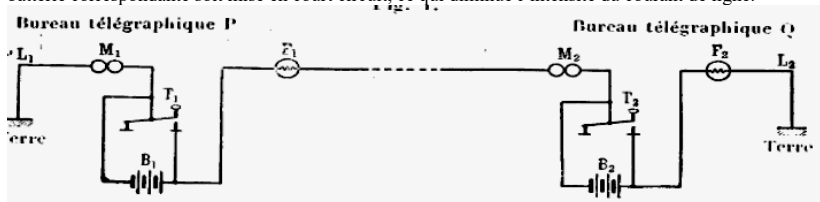
1882 La **PLM** ou Paris-Lyon-Méditerranée (de 1882 à la fin de la 2ème guerre mondiale).

Dès **1870**, c'est-à-dire avant l'apparition du téléphone articulante, **M. Varley** avait imaginé un système destiné à transmettre les sons musicaux concurremment avec les signaux télégraphiques Morse par la superposition d'ondulations électriques rapides et alternées perceptibles à l'oreille, mais n'ayant aucun pouvoir mécanique ou chimique sur les courants télégraphiques.

1877 Le problème de l'appropriation des lignes, soit à la télégraphie et à la téléphonie simultanées, soit à la téléphonie multiple, s'est posé peu de temps après la découverte du téléphone de Bell et fut aussitôt mis à l'étude.

Les premiers essais du professeur Karl Zetzsche, faits à Dresde en 1877, qui déterminèrent la portée d'un appareil téléphonique sur des fils télégraphiques, amenèrent aussitôt à rechercher jusqu'à quel point la téléphonie et la télégraphie simultanées étaient possibles sur un seul fil sans gêne réciproque. Zetzsche s'occupa de ce problème dès cette époque et, pendant l'année 1878 même, il publia plusieurs de ses recherches.

Un des dispositifs de Zetzsche est, dans son principe, indiqué par la figure 1. Aux extrémités d'une ligne télégraphique L1L2, dans les bureaux P et O, se trouvent respectivement les appareils Morse M1 et M2, les batteries télégraphiques B1 et B2 et les postes téléphoniques F1 et F2 ; ces différents organes sont montés en série. Les manipulateurs T1 et T2 sont connectés à la ligne et aux batteries, de telle façon que, par la manipulation, le circuit de ligne ne soit pas interrompu, mais que seulement la batterie correspondante soit mise en court circuit, ce qui diminue l'intensité du courant de ligne.



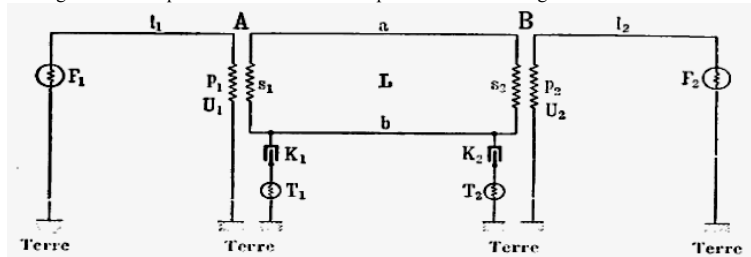
Ce montage est dit à courant différentiel. Zetzsche a donc réalisé pour les courants téléphoniques un circuit fermé avec la terre comme conducteur de retour, et cela indépendamment des appareils télégraphiques, qui peuvent transmettre ou non sur la ligne. Le seul changement qui se produise dans le circuit téléphonique est dû à la résistance intérieure de la batterie, qui disparaît de la résistance totale chaque fois que le manipulateur est abaissé. On n'avait pas encore remarqué que la self-induction des électro-aimants Morse était nuisible à la transmission des courants téléphoniques : alors encore au début de la téléphonie, on s'occupa principalement de montrer qu'il était possible de faire passer simultanément sur un seul fil un courant télégraphique et un courant téléphonique et que l'un et l'autre de ceux-ci était capable d'agir séparément sur un récepteur approprié.

Les recherches de Zetzsche se bornèrent à ce dispositif et à quelques autres qui n'étaient guère plus susceptibles de développement ; il faut cependant dire que, dès cette époque, d'autres dispositifs furent découverts par application des essais d'Elisha Gray sur l'émission et la réception simultanées de courant continu et alternatif. En l'année 1881 encore, Zetzsche exprimait l'espoir de réaliser la transmission simultanée d'un télégramme et d'une conversation sur un conducteur télégraphique par simple mise en

série des appareils télégraphiques et téléphoniques. Après cette époque, Zetzsche, lui-même, ne travailla plus à la solution de ce problème.

Le second problème, la transmission simultanée sur une seule ligne de plusieurs conversations sans troubles réciproques, se présenta, lorsqu'on voulut réunir par des lignes interurbaines plusieurs réseaux téléphoniques locaux. Ce ne furent pas des considérations techniques ou scientifiques qui déterminèrent ces recherches, comme dans le cas des expériences de Zetzsche, mais bien des raisons économiques.

Comme on était alors impuissant à combattre l'induction des courants téléphoniques d'une ligne sur l'autre, on pensait ne pouvoir placer un très grand nombre de lignes mêmes appuies sans qu'il en résultât des troubles dans les conversations : il paraissait donc nécessaire de pouvoir réaliser plusieurs voies de communications avec peu de conducteurs, voire même avec un seul. Afin de réduire les frais d'installations dans une certaine mesure, le conseiller intime supérieur Elsasser, de Berlin, proposa en 1885 un montage à l'aide duquel deux communications pouvaient être échangées simultanément sur chaque ligne. Le premier montage d'Elsasser est représenté par la figure suivante :



Le circuit bifilaire L, allant du bureau téléphonique A au bureau B est fermé ses deux extrémités par les secondaires s1 et s2 des transformateurs téléphoniques U1 et U2. Les enroulements primaires des mêmes transformateurs p1 et p2 sont insérés dans les circuits unifilaires d'abonnés I1 et I2 ; F1, et F2 sont les postes de deux abonnés. Un deuxième groupe d'appareils téléphoniques T1 et T2 est réuni par l'intermédiaire des condensateurs K1 et K2, avec l'une des branches du circuit (dans le cas présent, L.). Avec ce montage, des postes d'abonnés quelconques, F du réseau local A et F, du réseau local B, peuvent entrer en communication ; par les postes T1 et T2, Elsasser proposait de transmettre seulement les communications téléphoniques des bureaux A et B. Les deux couples d'appareils, F1 F2 et T1 T2, ne sont pas indépendants l'un de l'autre. En effet, les courants émis par l'appareil T1 ne sont pas uniquement transmis par le conducteur L mais ils se dérivent aussi par la bobine de U1, le conducteur L et la bobine s2 de U2 vers l'appareil T2 et réciproquement. Il y a par conséquent transmission de ces courants des enroulements s1 et s2 sur les enroulements p1 et p2 et les communications de service peuvent donc être entendues des postes F1 et F2 ; les conversations des abonnés seraient alors troublées par celles du service. De plus, les communications entre T1 et T2 pouvaient être reçues dans les récepteurs de T1 et T2, dès que l'isolement de la ligne ne restait pas très élevé dans les deux fils de la ligne. Les courants émis par T1 et T2 provoquaient également de l'induction sur les circuits téléphoniques doubles, équipés de la même manière et montés sur les mêmes appuis. Enfin, il était possible avec ce montage, malgré un bon isolement et l'emploi des condensateurs K, et K2, d'avoir des bruits provenant de courants telluriques dans le circuit bifilaire; ces bruits gênaient les conversations et rendaient absolument vain l'emploi du double conducteur ... Tel était la situation de la cohabitation du télégraphe et du téléphone.

Vu dans la "Revue générale des chemins de fer" 1er juillet 1880

Nous allons décrire ceux de ces appareils qui sont les plus satisfaisants et nous compléterons cet examen par la description du téléphone qui, quoique d'invention très récente, a déjà pris rang parmi les appareils de correspondance acoustique usités dans les chemins de fer.

... passons sur la partie télégraphes ...

Indépendamment des dépêches que l'on a l'habitude de transmettre à l'aide des télégraphes ordinaires, l'exploitation des chemins de fer nécessite souvent l'échange de communications se composant d'un nombre limité de phrases ou d'indications, qui doivent être rapidement transmises par des agents d'une éducation bornée pour lesquels l'emploi, trop lent d'ailleurs des télégraphes serait assez compliqué.

Quand il ne s'agit d'échanger qu'un nombre très restreint de signaux différents, un, deux ou trois au plus, on peut employer: comme appareils optiques, les disques de correspondance, mûs par des transmissions mécaniques; comme appareils acoustiques, des sonneries dont le tintement répété a une signification qui dépend du nombre et de l'espacement des tintements. Mais, quand le nombre des signaux à transmettre devient un peu grand, tout en restant limité, les disques de correspondance sont insuffisants et les sonneries, incommodes à cause de la confusion qui peut résulter de leur emploi. On a donc été conduit à imaginer des appareils électriques capables de fournir, en nombre assez considérable, des indications à la fois optiques et acoustiques.

Nous allons décrire ceux de ces appareils qui sont les plus satisfaisants et nous compléterons cet examen par la description du téléphone qui, quoique d'invention très récente, a déjà pris rang parmi les appareils de correspondance acoustique usités dans les chemins de fer.

La nécessité d'employer des appareils électriques de correspondance transmettant rapidement un certain nombre de phrases préparées à l'avance date, pour ainsi dire, du moment où l'importance prise par l'exploitation des chemins de fer a motivé le développement des installations qui, comme celles du système Saxby et Farmer, par exemple, ont pour but de concentrer dans un même poste les leviers d'un assez grand nombre de signaux, Aiguilles, etc.

Quoique, dans la plupart de ces installations, l'agent du poste, le signaleur, comme on l'appelle, soit généralement placé dans une cabine surélevée qui lui facilite la surveillance des voies sur une certaine étendue, on comprend que, dans bien des cas, il ait besoin de renseignements plus précis que ceux qu'il peut plus ou moins bien recevoir, ou plutôt percevoir, à distance avec ses yeux et ses oreilles.

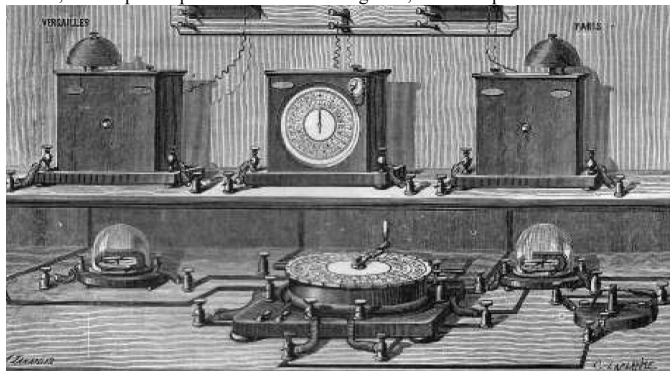
Aussi la plupart des Compagnies de chemins de fer du continent qui, comme le Nord, l'Est, le Paris-Lyon-Méditerranée, l'Etat belge, etc., ont donné un assez grand développement au système Saxby, ont admis que le signaleur recevrait, à l'aide d'appareils spéciaux placés en divers points de la gare, autour de la cabine, des indications optiques et acoustiques remplaçant ou au moins complétant les avis donnés par les mécaniciens et les divers agents préposés aux manœuvres. En mettant ainsi le signaleur en relations avec d'autres agents mieux placés que lui pour se rendre compte de l'arrivée des trains, de leur provenance de la direction à leur donner, des mouvements en avant ou en arrière qu'ils doivent effectuer, des délais que nécessitent leurs divers mouvements, etc., on évite les interprétations erronées d'où peuvent résulter les fausses directions, les pertes de temps, la manœuvre trop hâtive de autres appareils, et par suite leur rupture, etc. On peut aussi faire connaître, à temps, au signaleur, les retards des trains ou lui indiquer sans hésitation ce qu'il a à faire et lui transmettre ainsi des ordres précis donnant lieu à des accusés de réception qui font disparaître toutes les chances d'erreur. Les principaux appareils (1) essayés et mis en service sont les suivants :

L'Appareil à cadran de Bréguet ; Le Train describer de Walker ; L'Appareil Leduc ; L'Avertisseur Jousselin ; L'Appareil Guggemos ; L'Appareil à guichets ou à tableaux ..

(1) Il a de remarquer que, sur les lignes où le Block-system est installé, les signaux électriques qui annoncent d'un poste à l'autre, l'entrée d'un train dans une section ou en sortie de cette section, sont, en réalité, des appareils de correspondance électrique.

Appareil à cadran de Bréguet. (voir le site)

Cet appareil de correspondance est un appareil télégraphique ordinaire dans lequel la roue guillochée du type à vingt-six sinuosités alternatives, employée pour le télégraphe à cadran, est remplacée par une roue du même genre, mais composée d'un nombre de sinuosités égal au nombre de phrases qu'on veut échanger.



Télégraphe à cadran Breguet : poste de gare

Chaque appareil a son manipulateur disposé dans un plan légèrement incliné et son récepteur vertical ; les cadrans de l'un et de l'autre portent, à leur circonférence, un certain

nombre de petits disques en tôle émaillée sur lesquels sont inscrites les phrases servant de signaux de correspondance. En amenant la manivelle du manipulateur vis-à-vis de l'un de ces disques, l'aiguille du récepteur du poste correspondant vient se placer également devant le disque analogue de ce poste ; l'accusé de réception se donne en répétant le signal envoyé. Quand cette double opération est faite, les deux postes ramènent successivement leur appareil à la croix.

Le mécanisme intérieur du récepteur et du manipulateur est analogue celui des appareils à cadran de M. Bréguet; les quelques modifications qui y ont été apportées sont les suivantes : dans le manipulateur, la manivelle est munie d'une pédale de calage qui a pour but d'empêcher la marche en arrière de la manivelle, ce qui ferait avancer l'aiguille du poste correspondant d'une ou de plusieurs cases et donnerait, par suite, une fausse indication ; dans le récepteur, l'aiguille est montée sur un axe muni, à l'une des extrémités, de deux roues dentées. Ces deux roues sont placées vis-à-vis l'une de l'autre de manière que les dents de l'une correspondent aux crans de l'autre ; la pointe d'une tige en cuivre fixée sur la palette de fer doux de l'électro-aimant de l'appareil, imprime, chaque fois que la palette est attirée, un mouvement de rotation à l'une de ces roues, et la seconde fait office de butoir. Cette disposition a pour effet de supprimer l'emploi du barillet, généralement usité dans les appareils Bréguet, et qui demande à être remonté régulièrement. C'est, comme on le voit le principe de l'échappement à ancre, mais un peu plus compliqué et moins sûr, les deux roues dentées devant être construites et placées avec une exactitude presque mathématique.

Le prix d'un seul appareil, manipulateur et récepteur compris, est de 250 fr.

L'installation de deux postes réunis par un seul fil conducteur aérien revient, en moyenne, à 800 francs, y compris la pile, les raccords les fils et accessoires.

Les premiers appareils, commandés à M. Bréguet, étaient renfermés dans une boîte rectangulaire en bois de chêne de 0m50 sur 0m40; ceux que l'on a fait construire depuis sont couverts d'une enveloppe en tôle, arrondie à la partie supérieure du cadran vertical.

La manœuvre de ces appareils exige, de la part des agents, une certaine habitude; si l'on tournait la manivelle avec une trop grande rapidité ou trop brusquement, l'aiguille du récepteur pourrait n'être plus en concordance avec le manipulateur, et il deviendrait nécessaire de ramener les appareils à la croix. D'ailleurs, cette dernière opération ne se fait pas de la même manière que dans les appareils télégraphiques ordinaires et l'aiguille, au lieu d'être actionnée par le mouvement d'horlogerie, est mise en mouvement par l'intermédiaire de l'échappement. En appuyant sur un bouton placé au bas du récepteur, on imprime un mouvement de va et vient à la palette, et on ne peut, par la suite, faire avancer l'aiguille que d'une division à chaque coup. Il faut donc faire cette manœuvre un nombre de fois égal au nombre de signaux qui séparent la croix du point où est restée l'aiguille.

En résumé, cet appareil, malgré sa simplicité, a de sérieux inconvénients ; la manœuvre en est nécessairement lente et les signaux qu'il envoie peuvent être inexacts; aussi n'est-il que peu répandu.

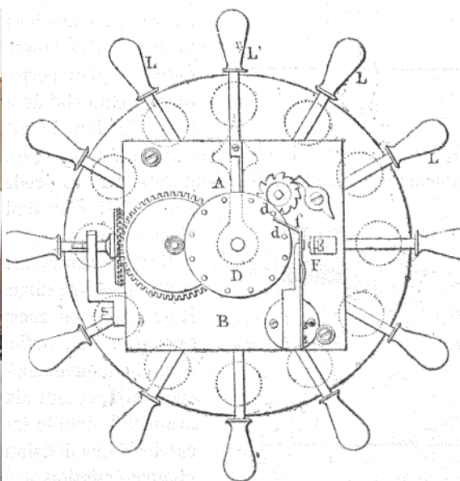
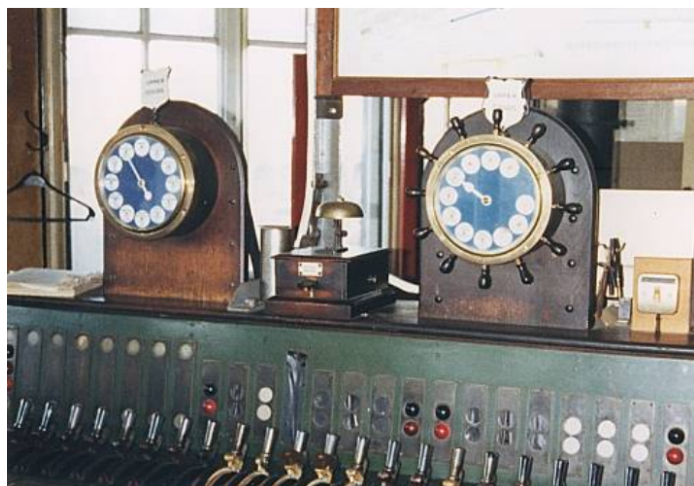
Appareil Walker.

Cet appareil, connu en Angleterre sous le nom de « Train Describer » "Il est employé dans les postes où convergent plusieurs lignes, pour recevoir et pour transmettre l'annonce de l'approche des trains de ces diverses directions. Mais il peut se prêter, sans subir de modifications, à la correspondance électrique entre les agents, telle que nous l'avons définie plus haut.

Comme le précédent, il se compose d'un manipulateur et d'un récepteur, dans ces deux appareils sont distincts et réunis par un seul fil aérien. Ce sont des boîtes cylindriques renfermant un cadran bleu sur lequel des disques entôlés ou en carton, portant les phrases à transmettre, se détachent en blanc d'une manière très-lisible. Mais, au lieu de la manivelle mobile de l'appareil Bréguet, la boîte du manipulateur porte, à sa circonférence, autant de petits leviers qu'il y a de phrases à transmettre (Pl. XXVI, Fig. 1) Et lorsqu'on veut transmettre une de ces phrases, il faut d'abord lever celui des leviers qui correspond à cette phrase et abaisser ensuite celui en face duquel l'aiguille est au repos. A l'intérieur de la boîte du manipulateur se trouve un mouvement d'horlogerie (Fig. 3) sur l'axe duquel est monté le levier A muni, à l'une de ses extrémités, d'un petit butoir a. En soulevant un des leviers dont l'axe est indiqué, à la figure, en traits pointillés, on arrête le butoir a et, par suite le mouvement d'horlogerie. La rotation de l'axe de ce mouvement se transmet en outre, à un petit disque en laiton D (Fig. 2) armé de chevilles en cuivre b qui, lorsque le disque tourne de droite à gauche, frottent contre un ressort 1 et amènent le commutateur o en contact, de manière à donner naissance à un courant qui se transmet au récepteur.

La boîte du récepteur renferme un électro-aimant E (Fig. 4) avec une armature f que commande un échappement à ancre g. Chaque fois qu'il y a émission de courant, l'armature est attirée et fait avancer d'un cran la roue dentée ; en même temps, l'aiguille indicatrice, montée sur le même axe; avance elle-même d'une case sur le cadran. En résumé, si tous les leviers sont abaissés, l'aiguille tournera continuellement ; mais si, au contraire, on relève l'un de ces leviers, elle viendra s'arrêter vis-à-vis la case correspondante à ce levier.

Cet appareil est mieux établi que le précédent ; la manœuvre des leviers est plus simple et moins délicate que celle d'une manivelle. Mais le fonctionnement de l'appareil est plus lent encore : il ne faut pas moins de 30 à 40 secondes pour que l'aiguille fasse un tour entier du cadran. De plus, le mécanisme du manipulateur est assez compliqué et demande à être remonté assez souvent ; enfin, comme dans l'appareil Bréguet d'ailleurs, la mise en relation de deux postes exige quatre appareils : un récepteur et un manipulateur dans chaque poste. Le prix d'une paire d'appareils rendus en France coûtant 550 francs, leur installation, dans les conditions indiquées tout à l'heure, peut être évaluée à environ 1,300 francs, fil conducteur non compris.



Nous ne connaissons guère d'application de l'appareil Walker, que ce qui a été faite au chemin de fer du Nord, entre la gare de la Plaine-St-Denis et la gare aux charbons de La Chapelle, pour relier deux points séparés Par une distance d'un kilomètre environ.

Appareil Leduc.

M. Leduc, ingénieur des télégraphes de Belgique, a imaginé un appareil de correspondance d'une construction simple, qui est appliqué sur les chemins de fer de l'Etat belge. Le récepteur de cet appareil se compose essentiellement d'une crémaillère verticale A (fig. 127), guidée dans une glissière par les galets m. Cette crémaillère est munie d'un nombre de dents égal au nombre des signaux qu'il s'agit de transmettre et qui sont inscrits, en regard de chacune des dents, sur un carton solidaire de la crémaillère.

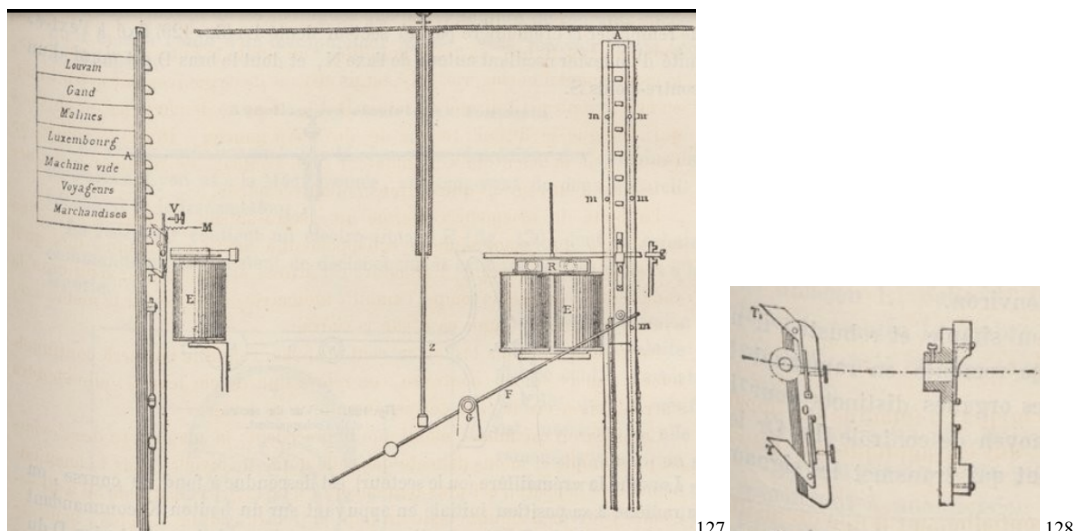
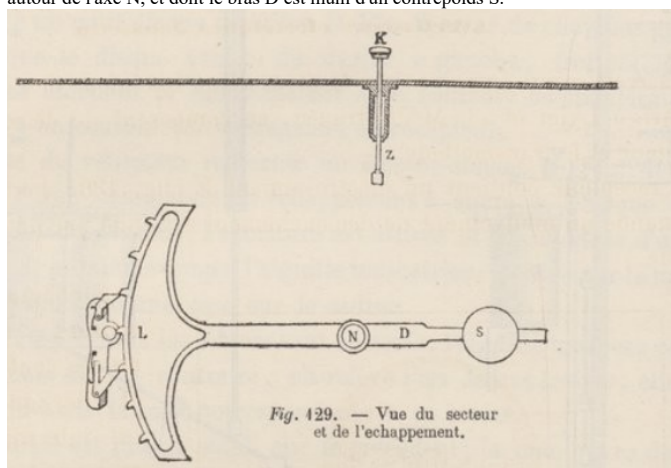


Fig. 127. — Vues intérieures de l'appareil Leduc et Fig. 128. — Détails des taquets.

La crémaillère, qui tend à descendre sous l'action de son propre poids, est enclenchée par une ancre d'échappement 0 dont l'axe est fixé sur l'armature de fer doux R de l'électro-aimant E. Un ressort de rappel M ramène, en absence de tout courant électrique, l'armature contre une vis à bouton V. Lorsqu'on envoie un courant électrique dans les bobines de l'électro-aimant E, l'armature R est attirée et déclenche le taquet T: la crémaillère descend alors jusqu'à ce que la dent suivante vienne en prise avec le taquet. Mais pour éviter qu'elle ne descende de plusieurs dents (fig. 128), si le courant électrique se prolongeait, l'ancre 0 porte un deuxième taquet T1 qui, pendant le passage du courant, vient enclencher la dent suivante. Dans une variante de l'appareil précédent, M. Leduc a eu l'idée heureuse de remplacer la crémaillère par un secteur denté L, (fig. 129) fixé à l'extrémité d'un levier oscillant autour de l'axe N, et dont le bras D est muni d'un contrepoids S.



129

Lorsque la crémaillère (ou le secteur) est descendue à fond de course, on la ramène à sa position initiale en appuyant sur un bouton K commandant une tige verticale Z qui agit directement, soit sur le bras de levier D du secteur, soit sur un levier spécial F (fig. 127) dont l'autre extrémité est articulée avec la crémaillère.

L'appareil est renfermé dans une boîte en bois; sur l'une des faces de cette boîte est ouvert un guichet vitré devant lequel viennent successivement apparaître les signaux inscrits sur le carton.

Les courants électriques sont envoyés au moyen d'un manipulateur Morse; une sonnerie trembleuse à relai est intercalée dans le circuit.

Le prix d'un avertisseur est de 300 francs environ; en y comprenant le manipulateur, la sonnerie à relai et les frais accessoires, l'installation de deux postes reliés à un fil aérien revient à 900 francs environ.

Cet appareil ingénieux est d'une construction simple et robuste; il ne comporte pas de mouvement d'horlogerie et se remonte en ramenant le récepteur à la croix. Mais, outre qu'il exige des organes distincts pour la transmission et la réception, il n'offre aucun moyen de contrôle (1).

(1) M. Leduc a depuis reconnu l'inconvénient qu'il y a, pour l'agent qui transmet les signaux, de 'avoir qu'un contrôle', et il a remplacé le manipulateur Morse par un manipulateur analogue à celui de l'appareil à cadran de M. Bréguet.

Or les erreurs sont faciles à commettre lorsque l'agent qui transmet les signalement d'autre moyen de les distinguer que par le nombre de courants successifs qu'il émet à l'aide d'un manipulateur Morse, sans recevoir aucun accusé de réception.

Avertisseurs électriques Joussetin.

Les avertisseurs imaginés par M. Joussetin, Ingénieur des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, se composent de deux appareils: le récepteur et le transmetteur. Le récepteur contient un électro-aimant E (fig. 130) dont la palette P commande un mouvement de déclenchement actionné par un ressort d'horlogerie.

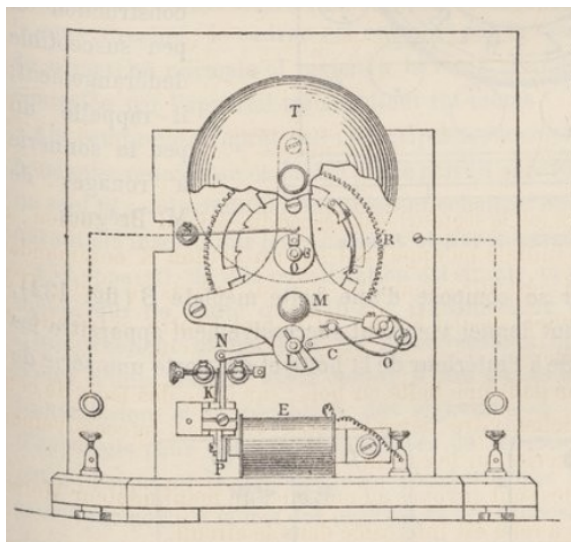


Fig. 130. — Vue intérieure du récepteur Jousselin.

A chaque émission de courant, la palette est attirée contre l'armature et, dès que le courant est interrompu, elle est ramenée à sa position primitive par l'effet d'un ressort antagoniste K. Dans l'intervalle de ces deux mouvements, le doigt de déclenchement N, que retenait une goupille fixée à son extrémité et maintenue par la palette, fait, sous l'action du ressort d'horlogerie, une révolution complète en entraînant une came en forme de limaçon L : celle-ci, agissant à l'extrémité du levier C du marteau M, le lance contre le timbre T et lui fait frapper un coup. Le levier C est ramené, après chaque coup de timbre, à sa position normale par l'action du ressort O. Pendant cette révolution du limaçon, l'arbre sur lequel il est calé et qui porte à son extrémité un pignon, fait avancer d'un intervalle de 13 dents, correspondant à une division du cadran, la grande roue R de commande de Quille, qui est munie de 12 X 13 ou 156 dents. Ce mouvement ne s'effectue qu'à chaque émission de courant. L'aiguille I (fig. 131) est montée sur l'axe O de la roue R laquelle est actionnée directement par le ressort d'horlogerie qui se détend à chaque mouvement de l'aiguille, et il suffit de ramener celle-ci à la croix pour remonter le ressort.

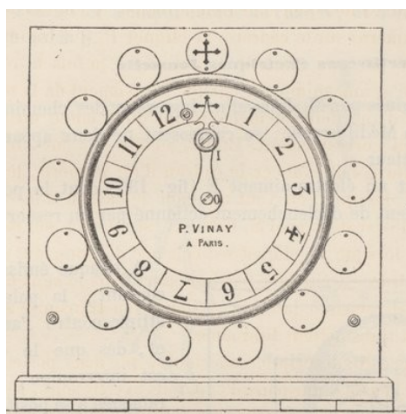


Fig. 131. — Vue extérieure du récepteur Jousselin.

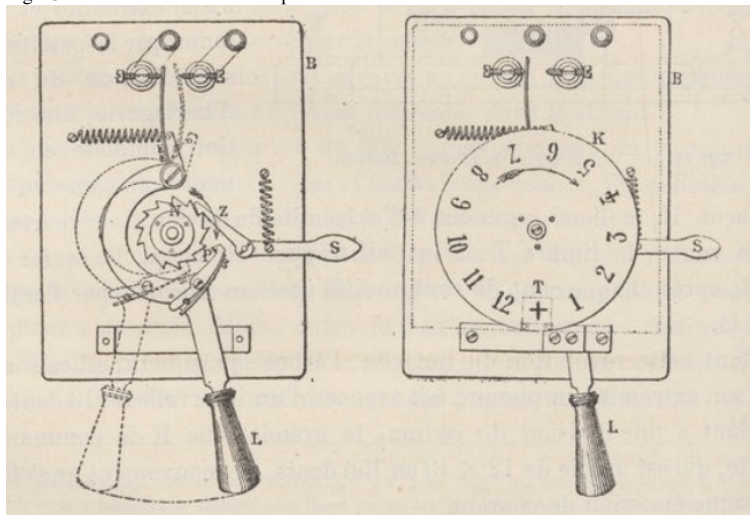


Fig. 132. — Vues intérieure et extérieure du transmetteur Jousselin.

Cet appareil est comme on le voit, très simple de construction et peu susceptible de dérangement; il rappelle un peu la sonnerie à rouages de M. Bréguet. L'appareil transmetteur se compose d'une boîte méplate B (fig. 132) portant un guichet T devant lequel viennent successivement apparaître les cases d'un cadran K, mobile à l'intérieur de la boîte et qui porte une série de numéros de 1 à 12.

Le cadran est monté sur un arbre qui se meut au milieu d'un ressort d'horlogerie. Sur l'arbre est disposée une roue à rochet N, munie d'autant de dents qu'il y a de numéros sur le cadran. Le cliquet P, qui commande la roue à rochet, est porté par une manette L qui joue à la fois le rôle d'un commutateur électrique et mécanique. A chaque mouvement de la manette, il fait avancer la roue d'une dent en même temps qu'il lance un courant électrique dans l'appareil correspondant. Enfin, au fur et à mesure que la Manœuvre de la manette L fait avancer le cadran d'un numéro, le ressort d'horlogerie se bande; dès que l'on veut ramener le cadran à la croix, il suffit d'appuyer sur le levier de rappel S. Celui-ci est muni à son extrémité d'un cliquet d'arrêt Z; lorsque ce cliquet est échappé de l'une des dents de la roue à rochet, le cadran est entraîné par le ressort dans le sens contraire de sa marche normale et revient à la croix. L'indication transmise est donc contrôlée par l'appareil transmetteur lui-même.

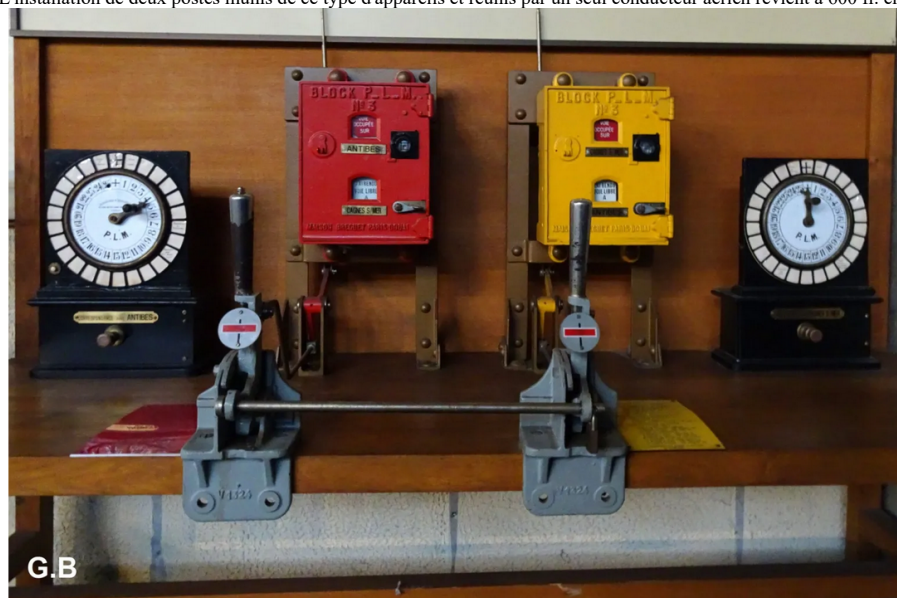
On comprend, d'après cette description succincte, que deux postes correspondants, munis l'un et l'autre d'une paire d'appareils avertisseurs, réunis par un seul fil conducteur

aérien, puissent échanger entre eux tous les signaux qui auront été inscrits sur leurs cadrans et s'accuser réception des dits signaux.

Cet appareil, dont la construction est simple, et peu susceptible de dérangement, qui ne coûte que 170 fr., transmetteur et récepteur compris, est d'un excellent usage. Il a les inconvénients quelquefois un peu sérieux d'être d'une marche assez lente, d'être formé d'organes distincts pour la transmission et la réception des signaux, et de nécessiter deux paires d'appareils pour obtenir des accusés de réception du signal transmis. En outre, l'appareil transmetteur ne comporte que des chiffres, tandis que le récepteur porte à la fois des chiffres et des phrases, les premiers correspondant aux secondes ; il peut en résulter quelque confusion dans son usage.

Enfin l'agent qui transmet est obligé de manœuvrer le commutateur 12 fois de suite, par exemple, si la phrase à transmettre occupe le 12^{em} rang.

L'installation de deux postes munis de ce type d'appareils et réunis par un seul conducteur aérien revient à 600 fr. environ.

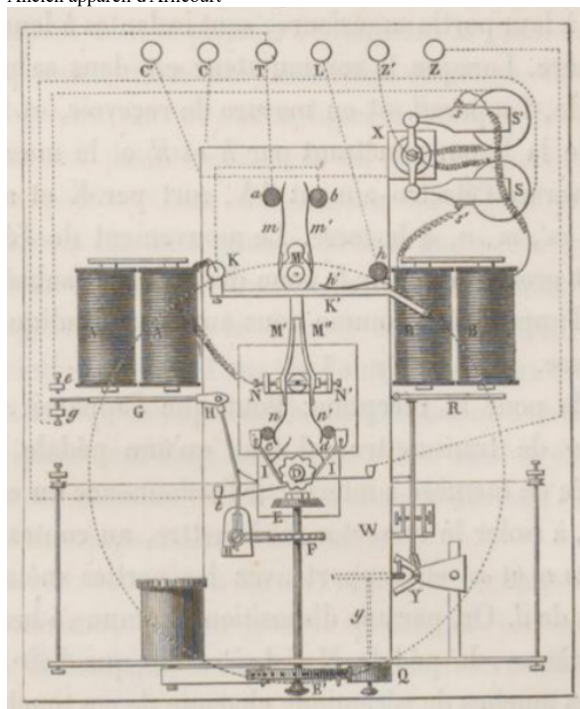


Block PLM N°3, chaque voie comporte une serrure de block, ici jaune pour la voie 1 et rouge pour la voie 2. De chaque côté sont disposés des avertisseurs Jousselein, appareil électrique de correspondance entre les postes. Cité du train Mulhouse.

Appareil d'Arlincourt modifié par M Guggemos.

Guggemos, Inspecteur du service télégraphique de la Compagnie, du Nord, a eu l'heureuse idée de modifier l'ancien appareil d'Arlincourt de manière à en faire un appareil de correspondance électrique.

Ancien appareil d'Arlincourt



La figure ci- contre, représente cet appareil dans ses parties essentielles.

Le manipulateur est un clavier circulaire à vingt-huit touches. Au centre tourne une aiguille indicatrice fixée sur un axe vertical ; on l'arrête en abaissant une touche comme dans l'appareil Wheatstone. Un mouvement d'horlogerie fait tourner l'axe D, et celui-ci entraîne, au moyen d'une roue d'angle E, l'axe horizontal qui porte la roue des types E'...

L'appareil modifié par M **Guggemos** sert à la fois de manipulateur et de récepteur ; le cadran placé dans un plan incliné (Pl. XXVI Fig. XI) est divisé en un certain nombre de secteurs comprenant un bouton placé entre deux cases, l'une circulaire, l'autre de la forme d'un ovale allongé (1).

(1) La disposition primitive du cadran a été un peu modifiée depuis par le constructeur, M. Bréguet sur les indications du Service télégraphique de la Compagnie Les cases circulaires ont été tout à fait isolées des secteurs, de manière à éviter toute confusion, et forment une couronne concentrique au cadran principal.

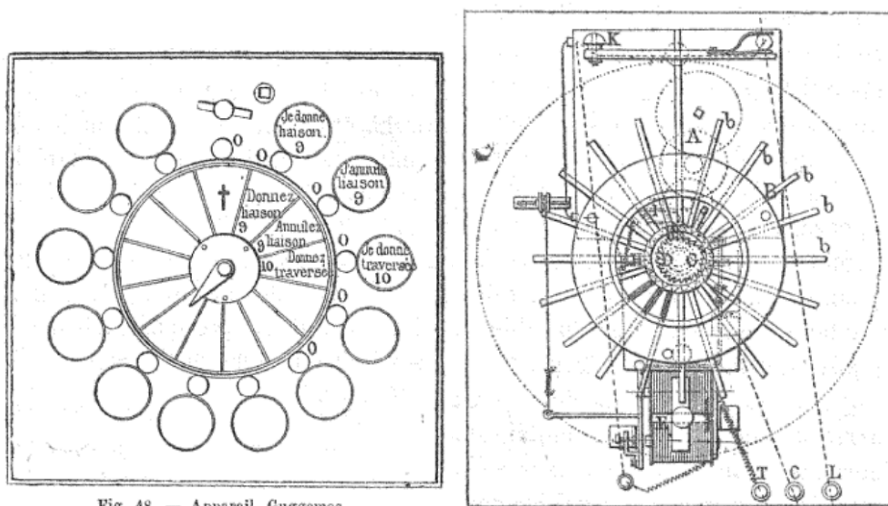


Fig. 48. — Appareil Guggemos.

Au centre se trouve montée une aiguille mobile. Les indications inscrites dans les cases circulaires sont celles que l'on reçoit, et les indications des cases ovales sont celles que l'on transmet. Il en résulte que deux appareils placés l'un, dans la cabine du signaleur, l'autre dans la guérite du poste-correspondant, diffèrent uniquement en ce que les indications des cases circulaires de l'un sont inscrites dans les cases ovales de l'autre.

Lorsque l'agent appuie sur l'un des boutons de son appareil, l'aiguille de ce dernier et celle de l'appareil du poste correspondant viennent toutes deux s'arrêter vis-à-vis du secteur de ce bouton. L'autre agent accuse réception en appuyant sur le même bouton de son appareil : les aiguilles font un tour complet du cadran et reviennent toutes les deux s'arrêter au même secteur ; puis, l'agent qui a donné le premier signal ramène les deux appareils à la croix. Cette triple manœuvre ne demande qu'un temps relativement court. La Figure 12 de la planche XXVI, représente une vue intérieure de l'appareil qui comprend un clavier M N, un électro-aimant B, un mouvement d'horlogerie Q, un échappement S et un interrupteur F G.

Trois bornes servent à établir les communications électriques : L est la borne de ligne, C la borne de pile et T la borne de terre. Un fil télégraphique aérien réunit les deux postes.

La borne C est reliée à la masse de l'appareil et, quand l'interrupteur G F n'interrompt pas la communication, le courant passe de là sur la couronne N du clavier qui est isolée électriquement des autres pièces de ce clavier, à moins que l'un des leviers du clavier ne soit relevé et ne touche la couronne.

Dans ce cas, c'est-à-dire lorsque l'on appuie sur l'un des boutons de l'appareil, le courant cesse d'être interrompu et se dirige, en se bifurquant, en partie dans les bobines de l'appareil transmetteur et de là à la terre, et en partie sur la ligne, c'est-à-dire dans l'appareil du poste correspondant.

Les aiguilles des deux postes se mettent alors en marche simultanément et, si l'on a le soin de cesser d'appuyer quand l'aiguille du poste où l'on manipule est arrivée vis-à-vis du bouton sur lequel on appuie, l'interrupteur cessant lui-même d'agir dès que le levier cesse de buter contre la couronne N, le courant est interrompu et les deux aiguilles s'arrêtent.

Cette disposition exige que l'arrêt H soit, comme le clavier, isolé de la Daasse de l'appareil.

Au-dessus de chaque cadran est placé un bouton spécial K de rappel à la coix qui permet, quelle que soit la position de l'aiguille sur le cadran, envoyer un courant dans l'appareil qui transmet, tout en isolant la ligne. C'est-à-dire, sans que l'aiguille du poste correspondant se mette en marche ell même temps. On peut, de cette façon, rendre aux deux aiguilles la simultanéité de leur marche, dans le cas où elles ne donneraient plus les mêmes indications.

Chaque appareil est, en outre, muni d'une sonnerie placée soit à l'intérieur, Soit à l'extérieur, et dont le fonctionnement est solidaire des mouvements de Aiguille.

En résumé, cet appareil a tous les avantages de l'ancien appareil de M. d'Arlincourt dont la rapidité de fonctionnement a fait longtemps l'admiration des électriciens. M. Guggemos en a supprimé l'imprimeur et, par conséquent, les organes qui s'y rattachaient et le compliquaient; il a remplacé le mécanisme d'horlogerie, qui était actionné par un fort contrepoids, par un barillet moins énergétique et moins régulier, qui demande, il est vrai, à être monté plus souvent, mais qui est bien moins encombrant ; en un mot. Guggemos en a fait un appareil commode et pratique auquel on ne peut reprocher que d'être d'une constitution assez compliquée.

Le prix en est relativement élevé ; chaque appareil coûte en effet 400 francs et la dépense d'installation pour deux postes atteint environ 1,100 francs, fil conducteur non compris.

Appareils à tableaux ou à guichets.

En présence, soit des prix, soit des inconvénients qu'il trouvait aux divers appareils énumérés ci-dessus, le service télégraphique de la Compagnie du Nord a imaginé un appareil qui n'est autre chose qu'une modification ingénieuse de l'appareil à guichets, employé dans les antichambres des grandes administrations et des hôtels, mais qui, tant que les distances ne sont pas grandes, présente, comme prix, comme simplicité et comme rapidité de ^nœuvre, des avantages incontestables.

le système a l'inconvénient d'exiger plusieurs fils conducteurs, mais on peut les réunir dans un seul câble recouvert de gutta-percha et de plomb à l'abri des influences atmosphériques et des ruptures. Aux distances ordinaires de 100 ou 200 mètres où il faut installer ces fils, l'inconvénient n'a aucune gravité. Ces câbles sont déposés dans des caniveaux en sapin goudronné, enfoncés à 0m 50 au-dessous du sol.

En dernier lieu, la Compagnie a fait confectionner par la maison Rattier des câbles recouverts d'une enveloppe de fil de fer et de chanvre goudronné, analogues aux câbles employés en Allemagne, et qu'il n'est plus nécessaire de protéger par des caniveaux, ce qui procure une économie sensible dans leur installation.

La disposition extérieure de l'appareil est la suivante : chaque cadre en chêne (Pl. XXVI Fig. 10) renferme autant de boutons d'appel qu'il y a de correspondances à échanger avec un poste déterminé. Au-dessus de chaque bouton se trouvent des guichets circulaires, de 6 centimètres de diamètre, devant l'ouverture desquels peuvent venir se placer des voyants. Ceux-ci, effacés en temps ordinaire, portent en gros caractères l'inscription de la phrase à recevoir. Entre ces guichets et les boutons d'appels est inscrite sur une plaque rectangulaire la réponse que l'on donne en appuyant sur le bouton du tableau récepteur pour effacer le voyant.

Toutes ces correspondances sont disposées sur deux rangées : celle du bas comprend les phrases appropriées à chaque cas particulier : celle du haut ne renferme que deux signaux qui sont les mêmes sur tous les tableaux : « Erreur, je répète » et « Attendez », Il y a trois types de tableaux, selon que la rangée du bas contient 4, 6 ou 8 cases, ce qui permet en même temps de n a- voir que trois types de câbles à 2, 4 et 7 COU" ducteurs avec lesquels on peut faire toutes les combinaisons.

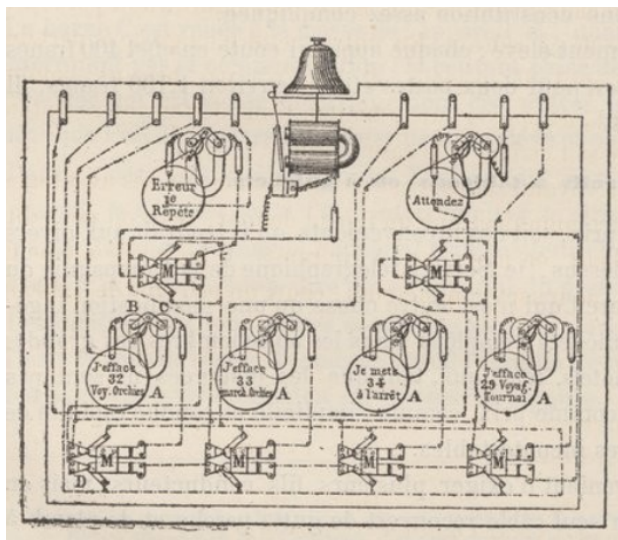


Fig. 133. — Vue intérieure de l'appareil à guichets.

La manœuvre des voyants est due à une modification ingénieuse du principe des électro - sémaphores de MM. Tesse, Lartigue et Prudhomme (Mors constructeur.) Chaque voyant A (fig. 133) est suspendu à une tige en fer doux qui oscille comme un pendule entre les deux pôles BC d'un petit aimant Hughes, dont les bobines sont disposées de manière à ce que le passage d'un courant de même sens a pour effet d'augmenter l'aimantation de l'un et d'affaiblir l'aimantation de l'autre. Il en résulte que l'un des agents, en appuyant sur un bouton, fait tinter une sonnerie et envoie, en même temps, dans les bobines du voyant correspondant à ce bouton, et dans les bobines du voyant symétrique de l'autre poste, un courant qui actionne les deux voyants et les fait apparaître devant l'ouverture des guichets; l'agent du poste appelé accuse alors réception en pressant à son tour sur le bouton situé au-dessous du guichet qui vient d'apparaître, ce qui a pour résultat d'effacer les deux voyants et de faire tinter la sonnerie du Poste transmetteur.

Chaque guichet n'exige qu'un seul fil conducteur, parce que, dans les deux Postes, la ligne est en contact permanent, par un ressort, avec le fil du voyant qu'on isole en appuyant sur le bouton pour envoyer un courant en avant.

La même disposition existe pour la sonnerie qui est commune à tous les Ayants et pour laquelle il faut seulement un conducteur spécial. Les deux ressorts de contact en communication, à chaque guichet, avec la sonnerie et la ligne, sont réunis par une plaque d'ébonite M, au centre de laquelle appuie le bouton.

La manœuvre qui consiste à toucher un bouton, en y appuyant légèrement le doigt, est instantanée et demande, par conséquent, bien moins de temps que celle des appareils à cadran décrits plus haut, où l'aiguille doit parcourir une fraction quelconque de ce cadran. En outre, elle n'exige de la part des agents ni précaution, ni aptitude spéciale, et l'on n'a pas besoin, comme dans l'appareil précédent, d'appuyer sur le bouton transmetteur ou récepteur jusqu'à ce que l'aiguille soit arrivée à la case voulue.

Le prix de l'appareil à voyants, et ce n'est pas le moindre de ses avantages, dépend du nombre des communications qu'il peut donner, mais on peut dire que chaque voyant revient, en moyenne, à 15 francs. Il en est de même de celui qui, par exemple, pour sept conducteurs, coûte un peu plus de 1,400 fr. le kilom. Les prix des câbles recouverts de plomb sont les suivants :

Pour deux conducteurs. 645 fr. le kilomètre. quatre : 966 — sept : 1415

L'hat et la Pose des caniveaux, ainsi que celles des câbles à l'intérieur de ces caniveaux, reviennent de 800 à 1 000 fr. le kilomètre.

— L'emploi tout récent des câbles armés de fer et recouverts de chanvre goudronné, permettra de réliser une économie sensible sur ce dernier chapitre.

Si on admet que la distance moyenne qui sépare deux postes est de 100 mètres, la dépense d'installation complète, pour deux tableaux ayant six guichets, reviendra à environ 450 francs.

L'appareil à tableau réalise, en outre, une disposition qu'il paraît difficile d'obtenir avec les appareils précédents : lorsqu'il est nécessaire d'indiquer l'occupation momentanée d'une voie fréquentée, l'aiguilleur fait apparaître un voyant sur lequel est inscrit cette phrase « Voie no occupée; » ce signal reste apparent aussi longtemps que la voie désignée est occupée et il ne peut être effacé, pour indiquer la voie libre, que par l'agent qui l'a fait apparaître.

Cette disposition est obtenue au moyen des mêmes organes, et les seules modifications qu'on y apporte sont les suivantes : du côté de l'agent qui reçoit l'avis, un seul guichet et pas de bouton; au poste correspondant, seul responsable de la transmission des avis, un guichet, deux boutons et deux inscriptions ; au-dessus du premier bouton, il y a l'inscription : « voie SI. N° .. occupée » au-dessus de l'autre, « voie N° .. libre » : l'un fait apparaître le voyant « voie occupée » devant le guichet du récepteur, l'autre efface ce voyant.

Au point de vue électrique, cette combinaison peut être réalisée de deux manières : soit à l'aide d'un fil conducteur en plus, ce qui ne modifie pas sensiblement la dépense, soit en employant sans conducteur supplémentaire alternativement un courant positif et un courant négatif. Le premier fait apparaître les voyants, le second les fait disparaître. Ces deux systèmes ont été mis en application au chemin de fer du Nord, et ils ont donné, tous deux, des résultats satisfaisants.

En résumé, l'agent qui a fermé la voie peut seul la rendre libre, et c'est là une garantie essentielle de sécurité.

On voit par la description qui précède, que l'appareil à guichets présente de sérieux avantages, au point de vue de la rapidité et de la sûreté de fonctionnement, et aussi au point de vue de l'économie, s'il ne s'agit point de relier des points trop éloignés l'un de l'autre. La Compagnie du Nord applique l'appareil à guichets toutes les fois que la distance qui sépare les deux postes à relier ne dépasse pas 500 mètres. Au-delà, elle donne la préférence à l'appareil Guggemos.

Il ne sera pas, d'ailleurs, sans intérêt de donner le prix comparatif d'une installation faite avec chacun des systèmes que nous venons de décrire, en supposant que la distance séparant les deux points est de 200 mètres, chiffre supérieur à la moyenne ordinaire :

Prix des appareils

— Bréguet, les deux postes 800 fr.

— Walker, — 1400 fr.

— Leduc, — 900 fr.

— Jousselin, — 600 fr.

— Guggemos, — 1200 fr. — à guichets, — 600 fr.

Téléphones.

Nous venons d'examiner sommairement et comparativement les divers appareils qui sont en usage dans les chemins de fer, pour les communications à établir entre les agents des différents postes d'une même gare.

Dans cette énumération, nous n'avons pas indiqué les essais du téléphone que l'on a faits dans ce but. La difficulté que l'on éprouve à percevoir le son dans l'appareil, au milieu des bruits si divers qu'occasionne le service d'une gare, et d'autre part l'inconvénient que présente l'appareil de ne laisser aucune trace optique des communications échangées, restreignent beaucoup l'usage qu'on peut en faire, particulièrement pour mettre en relation un poste Saxby avec divers points d'une gare.

Mais, comme le téléphone peut être et est effectivement employé avec succès dans un assez grand nombre d'autres cas, il est intéressant de donner quelques détails sur cet appareil, qui est encore nouveau, et sur son installation, qui demande un soin tout spécial.

Le téléphone employé, jusqu'à présent, par les Compagnies de chemins de fer est l'appareil de M. **Gower**.

Afin de rendre, dans certains cas, la perception du son plus intense, la compagnie du Nord a essayé l'application d'un téléphone microphonique dont l'invention est due au professeur américain **Blackie**.

Nous allons successivement décrire ces deux appareils.

Téléphone Gower.

Le téléphone de M. Gower, écrit M. le comte du Moncel, dans un intéressant article publié par le journal la Lumière électrique, présente rien de nouveau, comme principe, mais il est un des plus tants perfectionnements apportés au Téléphone Bell.

L'appareil transmetteur et l'appareil récepteur sont identiques; tous deux se composent de trois parties : un grand téléphone, un petit téléphone, dit téléphone montre, et un tube acoustique avec ou sans cornet.

1° Le grand téléphone est formé d'une boîte cylindrique en laiton C (Pl. XXVI, Fig. 6), d'un aimant E de forme spéciale, (Fig. 7), dont les deux pôles sont placés l'un vis-à-vis

de l'autre à une très petite distance, et d'une plaque vibrante D en fer blanc d'environ 7/10 èm de millimètres d'épaisseur, fixé très solidement sur le couvercle de la boîte sonore. L'aimant, dont la force j doit être suffisante pour porter de 4 à 5 kilogrammes, est fixé au fond de la boîte cylindrique; les deux pôles FF', terminés par des noyaux de fer recouverts de fil très fin, sont placés au centre de la plaque vibrante; les extrémités du fil des bobines sortent de la boîte par les boutons a et aboutissent l'une à la terre ou à un fil de retour, l'autre à la ligne et a un appareil identique situé à l'arrivée, mais en passant par le petit téléphone montre.

Au centre du couvercle de la boîte est adapté, au moyen d'un pas de un tube acoustique A (Fig. 5). La plaque vibrante est percée d'une ouverture; devant laquelle est l'anche d (Fig. 6), qui sert d'avertisseur. Quand on souffle dans le tube acoustique, on fait vibrer l'anche qui donne au poste transmetteur et envoie au poste récepteur, un musical analogue à la note donnée par les trompettes d'enfant.

2° Au grand téléphone est relié un petit téléphone, dit téléphone mon (Fig. 8), composé d'une boîte en bois qui présente à peu près la forme de bonbonnière; à l'intérieur de cette boîte est un petit aimant G, contourné en spirale, dont l'un des pôles placé au centre du diaphragme est D d'un noyau de fer portant une bobine d'induction H.

L'une des extrémités du fil aboutit, au moyen d'un cordon souple du grand téléphone et l'autre à la ligne. La plaque vibrante est maintenue sur le couvercle par un cercle en cuivre formant ressort.

En présence des difficultés que présente la construction soignée appareil aussi délicat et d'aussi faible dimension, la Compagnie du Nord, a, dans ses nouvelles installations substitué au téléphone-montre un téléphone ordinaire de Bell, construit par M. Trouvé.

3° Enfin au grand téléphone s'adapte un tube acoustique ordinaire A (Fig.5) dont on peut se servir pour parler et pour entendre concurremment avec le téléphone montre. Le tube acoustique peut lui-même être pourvu, à son extrémité, d'un cornet qui est en général un accessoire peu commode et même, la plupart du temps, inutile.

Examinons maintenant le fonctionnement de l'appareil; on sait que les courants électriques, développés dans un téléphone fonctionnant sans pile, comme le Gower, sont dus à l'action exercée sur l'aimant par la plaque métallique, qui en vibrant sous l'influence de la parole se rapproche et s'éloigne successivement et continuellement des pôles de l'aimant; chacun des mouvements de la plaque vibrante détermine alternativement, dans les bobines des courants de sens contraire que l'on désigne sous le nom de courants d'induction. En d'autres termes, cette action peut s'expliquer de la manière suivante: si, devant les pôles d'un aimant fixe dont le circuit est on approche brusquement une armature, on détermine un courant; au contraire, si on éloigne cette armature, en l'arrachant avec énergie, On produit un courant de sens inverse du premier.

Il en résulte que les alternances de courants induits et d'intensité variable, déterminées dans l'appareil transmetteur, se reproduisent dans l'appareil récepteur en renforçant ou en affaiblissant l'aimantation de l'électro-aimant qui attire ou repousse la plaque métallique et la fait vibrer, avec plus ou moins amplitude, un nombre de fois identique au nombre des vibrations produites point de départ sous l'influence de la parole.

La parole se reproduit au poste récepteur avec une exactitude telle qu'on reconnaît parfaitement le timbre de la voix de la personne qui a parlé.

Disons de suite que les savants qui s'occupent de la question des téléphones n'ont pas encore pu se mettre complètement d'accord sur l'action qui se produit dans l'appareil récepteur, et il s'est formé à ce sujet des opinions diverses. Il n'entre pas dans le cadre de cette étude d'exposer les théories émises sur cette question.

Le prix d'un téléphone Gower complet est de 100 francs, soit donc une somme de 200 francs pour deux postes: en ajoutant les sonneries, les sonneries commutateurs et accessoires, propres à l'installation de deux postes complets, la dépense totale est évaluée à 300 francs.

Microphone Blacke.

Nous avons vu plus haut que la Compagnie du Nord avait également employé le téléphone du professeur Blacke, et les résultats ont été assez satisfaisants pour la décider à installer huit postes avec ce type d'appareils.

M. le Comte du Moncel a donné, dans son dernier ouvrage sur les appareils téléphoniques une description très claire du microphone Blacke et nous ne pouvons mieux faire que de la reproduire ici: La partie nouvelle de ce système téléphonique est le transmetteur, qui » n'est autre qu'un parleur microphonique à charbon, combiné d'une manière tellement heureuse que c'est celui auquel la Compagnie Bell, en Angleterre, qui a donné la préférence.

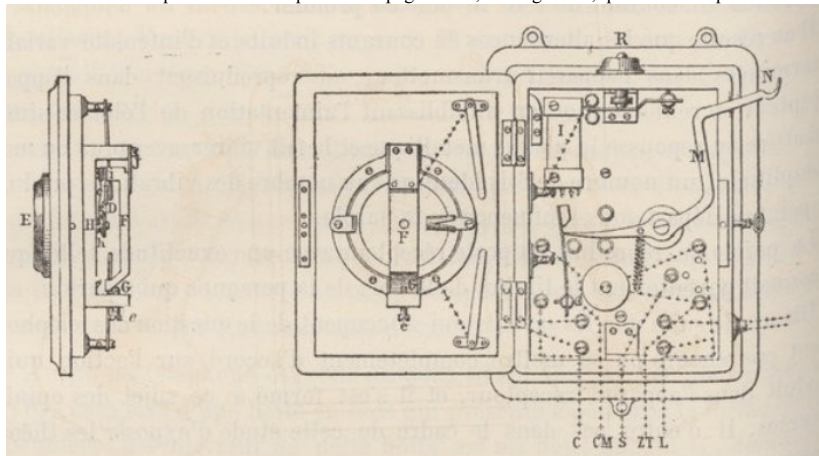


Fig. 134 — Vues de face et latérale de l'intérieur du microphone de Blacke.

Dans ce système, comme dans celui de M. Edison, le contact des » charbons, au lieu d'être effectué par la pression de deux pièces dont l'une est fixe et l'autre mobile, ce qui rend l'appareil impressionnable aux actions physiques extérieures, est constitué par deux organes mobiles, qui sont toujours en contact léger l'un avec l'autre et qui sont complètement indépendants du diaphragme. Pour obtenir cet effet, la pièce D qui n'est pas en rapport directement avec le diaphragme et qui sert de porte charbon, est disposée de manière à présenter à son extrémité libre une » masse pesante (fig. 134) dont l'inertie tient lieu de la rigidité que l'on obtient dans les autres transmetteurs de ce genre en fixant ce charbon sur le support de l'appareil. Comme cette pièce D, du côté de son point d'attache, est terminée par un ressort, le contact est toujours effectué dans les mêmes conditions de pression.

Pour régler la pression du système par rapport au diaphragme, M. Blacke fixe le ressort de la pièce de contact G H, dont il vient d'être question sur une lame métallique F disposée verticalement et soutenue elle-même à une lame de ressort J, et comme elle porte à sa partie inférieure un plan incliné sur lequel appuie la pointe G d'une vis e, il devient facile, au moyen de cette vis, de régler convenablement la pression par rapport au diaphragme. Le second contact, du côté du diaphragme, a lui-même une disposition particulière; c'est un petit grain de platine, d'un millimètre de diamètre sur 1,5 de longueur, qu'un ressort fait presser légèrement contre le charbon H, et c'est sur ce grain qu'appuie le diaphragme pour un réglage convenable de l'appareil. Le charbon lui-même est composé d'une matière particulière non encore divulguée, mais que l'on croit avoir pour base, de noir de fumée.

(il est pas inutile de faire remarquer que la première qualité que doit avoir ce charbon, c'est d'être très dur).

Avec cette disposition, il est facile de comprendre que les crachements si fâcheux dans les microphones ordinaires sont évités en partie, puisque la pression des deux pièces de contact reste toujours la même, quand bien même le diaphragme n'y toucherait pas du tout. Naturellement le courant arrive à cet interrupteur par les ressorts de suspension du grain métallique et de la masse de charbon.

L'appareil est d'ailleurs disposé verticalement et présente devant le diaphragme une embouchure E (fig. 135), comme dans les téléphones ordinaires et le courant qui agit sur le téléphone ne fournit comme dans le système Edison et de beaucoup d'autres par une bobine d'induction I animée par une pile

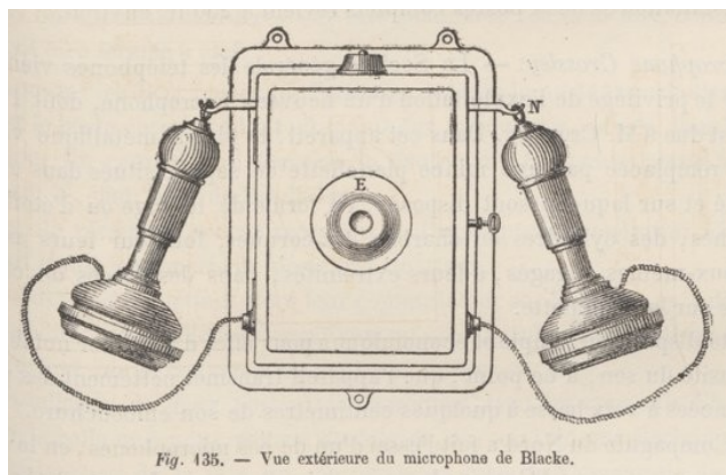


Fig. 435. — Vue extérieure du microphone de Blacke.

Les microphones Blacke, construits par les soins de la [Société Générale des Téléphones](#); comportent dans le même appareil un bouton d'appel R (fig. 134) et Un commutateur automatique M (fig. 134 et 135) terminé par un crochet N auquel on suspend le récepteur Bell pour l'attente.

Ce commutateur est établi de façon à remplir dans les deux positions qu'il occupe, une double fonction; quand il est sur l'attente ou sur sonnerie, il rompt en même temps le circuit de la pile du microphone afin de ne pas l'user inutilement, et dès qu'il est placé sur le circuit du téléphone, il rétablit celui de la pile.

Cette disposition est simple et commode, mais elle complique l'appareil d'organes qui demandent à être parfaitement établis si l'on veut obtenir un bon fonctionnement et des contacts sûrs.

M. Maldant, qui construit également des téléphones Blacke, a adopté une disposition analogue pour le bouton d'appel et le commutateur automatique; mais les organes, bien que fixés sur la même planchette que le téléphone, sont indépendants de ce dernier et sont trop délicats.

Le microphone Blacke est complété par deux récepteurs Bell à réglage gradué, construits avec beaucoup de soins par M. Trouvé.

Le prix d'un microphone Blacke, avec deux récepteurs Bell, est de 105 fr. et l'installation de deux postes complets revient à 250 fr. environ.

Microphone Crossley. —

La Société générale des téléphones vient d'acquiescer le privilège de l'exploitation d'un nouveau microphone, dont l'invention est due à M. [Crossley](#). Dans cet appareil, la plaque métallique vibrante a été remplacée par une mince planchette de sapin, située dans un plan incliné et sur laquelle sont disposés, en forme de losange ou d'étoile à six branches, des cylindres en charbon des cornues, tous sur leurs axes qui sont eux-mêmes engagés, à leurs extrémités, dans des pièces de charbon collées sur la planchette.

Cette disposition simple et économique a pour effet d'amplifier notablement l'intensité du son, à ce point, que l'appareil transmet nettement des paroles prononcées à voix basse à quelques centimètres de son embouchure.

La Compagnie du Nord a fait l'essai d'un de ces microphones, en le combinant avec un appareil Gower placé au poste récepteur. Les résultats ont été très satisfaisants (1).

(1) *Indépendamment des appareils que nous venons de décrire, nous en laissons de côté un certain montant la valeur desquels l'on n'est pas encore entièrement fixé, par exemple : l'Electrophone [Maiche](#), le Gower-cross le Pantéléphone, le Photophone, etc.*

Installation des postes téléphoniques.

— L'un des avantages capitaux de l'emploi du téléphone, c'est que l'on peut à volonté mettre en communication deux postes quelconques d'un même réseau, par l'intermédiaire d'un poste central.

Quelques mots sur l'installation d'un poste téléphonique donneront l'explication de ce fait.

La Figure 9 de la Pl. XXVI représente deux postes téléphoniques Gower, tels qu'ils ont été disposés par le Service télégraphique de la compagnie du Nord. L'installation des deux postes est d'ailleurs identique.

b et a" sont des boutons d'appel, dits à équerre, disposés de façon que la ligne générale puisse toujours être en communication avec la sonnerie ou le téléphone.

e et b' sont des commutateurs à manette et à double contact ; l'un des Contacts est relié avec la sonnerie et l'autre avec le téléphone. Dans la position d'attente, la manette du commutateur est toujours placée sur le plot de sonnerie comme, par exemple, au poste récepteur du croquis.

e et e' sont des sonneries trembleuses ordinaires; elles sont avantageusement remplacées, dans certains cas, par des sonneries avec voyant, système Mors, ou mieux encore avec relai, système Digney.

d et d' est le grand téléphone et f et f' le téléphone-montre.

Tous ces appareils sont fixés sur une planchette ou dans une boîte vitrée qui peut être fermée à clef.

Supposons les deux postes sur l'attente : lorsque le poste transmetteur veut appeler le poste correspondant, il appuie sur le bouton, envoie dans le poste récepteur un courant qui traverse le bouton a', le commutateur b' et la sonnerie e', pour aller de là à la terre.

Le poste récepteur accuse réception de l'appel par une opération identique qui fait tinter la sonnerie du poste transmetteur.

Les deux postes mettent alors leur commutateur sur les plots p p' reliés avec le téléphone ; ils soufflent alternativement dans le tube et font vibrer l'ancre qui prévient que la conversation peut commencer.

L'installation de deux postes téléphoniques avec les appareils Blacke ne diffère de celle que nous venons de décrire, au point de vue électrique, que Par l'adjonction de la pile du microphone ; mais la Compagnie du Nord, suivant l'exemple de la Société des téléphones, a appliqué, comme nous avons dit plus haut, la combinaison du Blacke avec le Gower, que réalise, pour deux postes téléphoniques, en plaçant, dans l'un, un appareil Blacke et, dans l'autre un téléphone Gower, tous deux avec récepteurs Bell; avec cette disposition, l'amplitude de la voix est considérablement augmentée dans les deux postes, et la dépense n'est pas modifiée.

La Compagnie du Nord possède un réseau téléphonique composé actuellement, de 43 postes. Le groupe de Paris et de La Chapelle forme un réseau de 18 postes qui aboutissent au bureau central de l'exploitation, où trouve un commutateur suisse qui permet à tous les postes de communiquer directement entre eux. Les autres postes mettent en relation, en divers postes du réseau, les dépôts de machines avec les gares.

Le croquis ci-dessous (fig. 136) représente un diagramme de la disposition générale de ces communications, pour le groupe de Paris et de la Chapelle.

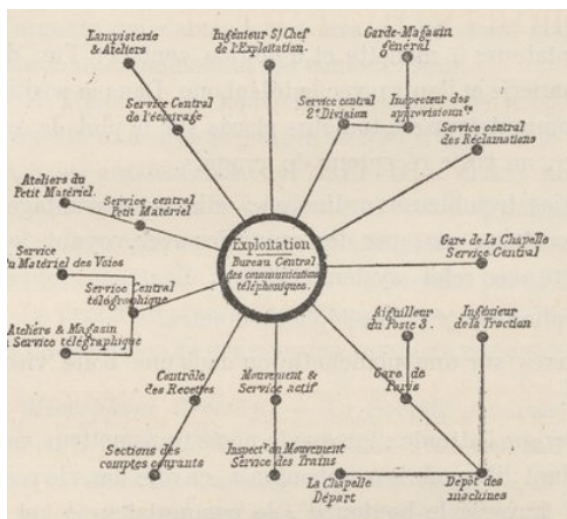


Fig. 136. — Diagramme des communications téléphoniques établies entre les divers bureaux de Paris et de La Chapelle.

Plusieurs de ces postes, ayant eux-mêmes plusieurs directions, peuvent également céder la communication avec ceux auxquels ils sont reliés.

Tous les employés du bureau central savent se servir du téléphone et connaissent la manipulation du commutateur suisse, ce qui évite l'emploi d'un agent spécial.

Au début, la Compagnie avait fait toutes ses installations avec un fil de retour, commun à tous les postes, ce qui évitait l'emploi d'un fil de terre à chaque poste. Mais il en résultait des confusions entre les communications échangées simultanément entre plusieurs postes ; en outre, comme les fils téléphoniques étaient supportés par les mêmes poteaux que d'autres fils télégraphiques, les courants d'induction, développés par les lignes voisines, diminuaient sensiblement l'intensité du son. Pour faire disparaître ces inconvénients, la Compagnie du Nord a pris le parti de mettre le fil de retour à la terre en plusieurs points de la ligne, disposition qui, d'ailleurs, ne nécessitait pas de fil de terre spécial à chaque poste, pour les installations existantes, et qui a diminué notablement les courants d'induction.

Ajoutons, en terminant, que les Compagnies de l'Est et de Paris-Lyon Méditerranée ont aussi appliqué le téléphone à des communications administratives. Elles ont successivement essayé l'appareil Gower, le microphone Blacke et le microphone Edison. La Compagnie de Paris-Lyon- Méditerranée: qui a actuellement 16 postes téléphoniques, paraît avoir définitivement adopté le système Blacke qui a donné de bons résultats.

En 1880 on doit à un ingénieur des télégraphes belges, **M. Van Rysselberghe**, d'importantes recherches pour préserver les fils télégraphiques de l'influence perturbatrice des courants induits, résultant du voisinage des fils télégraphiques. Il conçoit un tel réseau pour toute la Belgique et ce concept a aussi été adopté dans les réseaux de chemins de fer Français comme nous allons le découvrir.

1889-1893 EMPLOI DU TELEPHONE DANS LES CHEMINS DE FER

PAR MM. G. DUMONT et E. BERNHEIM

APPLICATIONS DIVERSES DE TÉLÉPHONE ET INSTALLATIONS

Dès l'invention du téléphone par Graham Bell, en 1876, on pensa que les chemins de fer pourraient utilement employer cet appareil pour la transmission facile et prompt des ordres, des renseignements, des indications de toute nature qui doivent s'échanger constamment entre le personnel des gares et de la ligne.

Il est évident qu'une conversation par téléphone demande beaucoup moins de temps que le passage d'une dépêche parle télégraphe, et que l'usage de cet instrument n'exige aucune éducation spéciale.

Cependant, ce n'est que depuis quelques années que l'emploi du téléphone a été franchement adopté par les Compagnies. Son usage se développe rapidement et tend à se généraliser. Le moment nous semble donc bien choisi pour faire connaître à la Société quels sont les services que le téléphone rend actuellement et quels sont ceux qu'il peut rendre ; dans quelles conditions il doit être installé et, enfin, quels sont les types d'appareils les plus perfectionnés dont la pratique a sanctionné l'emploi.

Nous traiterons les deux premiers points de ce programme, laissant à notre collègue, M. Bernheim, le soin de vous présenter les divers systèmes de téléphone et de vous renseigner sur leur mode de fonctionnement, les particularités de leur construction et les avantages qu'ils présentent pour telle ou telle application.

Il existe deux catégories d'appareils : le téléphone magnétique et le micro téléphone.

Le téléphone magnétique imaginé par Bell est merveilleux de simplicité, mais il ne permet de correspondre distinctement qu'à une distance relativement faible.

En le combinant avec le microphone de Hughes, on a créé le microtéléphone qui, plus compliqué, il est vrai, que le téléphone magnétique, est incomparablement plus puissant et **est le seul à employer pour le service téléphonique des chemins de fer**, à part quelques exceptions, par exemple, sur de petites lignes à trafic restreint et à stations très rapprochées.

Le principal inconvénient que présente le microtéléphone, c'est la nécessité d'employer des piles; le téléphone Bell peut, au contraire, s'installer sans cet accessoire, les appels se faisant alors par sonnerie magnétique.

C'est là un avantage évident qui a paru tellement important que de nombreux inventeurs ont cherché pendant bien des années à modifier le téléphone magnétique de Bell pour le rendre plus puissant. La question a été travaillée sous toutes ses faces et finalement on n'a rien inventé de mieux que l'appareil primitif.

Ces recherches n'ont cependant pas été inutiles, car elles ont fourni une série de renseignements précieux sur l'influence que peut avoir sur le rendement de l'appareil l'épaisseur, la dimension, la forme de la plaque vibrante, la force et les dimensions de l'aimant qui forme le noyau de l'électro, le diamètre et la longueur à donner au fil de la bobine, les dimensions et les formes les plus convenables pour la boîte de résonnance, etc., etc.

Ces renseignements, ces études si patientes et si complètes ont été de la plus grande utilité pour les constructeurs qui sont maintenant arrivés à livrer des téléphones de faibles dimensions, d'une grande légèreté, d'un prix modique et donnant le rendement maximum que l'on est en droit de demander à ces appareils.

Les téléphones magnétiques fabriqués par la Société Générale des Téléphones, généralement employés en France, ne pèsent pas plus de 294 g.

Les téléphones étudiés par M. Mercadier ont un diamètre de 3 cm et pèsent seulement 50 g.

Enfin, on fait des téléphones à boîtes d'aluminium dont le poids est de 113 g.

Tous ces téléphones peuvent servir de récepteurs pour les postes microtéléphoniques dont il nous paraît utile d'indiquer les organes essentiels et le mode de fonctionnement.

Le microphone H (fig. 1, PL 88) est constitué par deux ou plusieurs charbons placés les uns au contact des autres et montés sous une plaque vibrante devant laquelle on parle. Lorsque cette plaque est animée d'un mouvement vibratoire, il en résulte au contact des charbons des pressions variables qui modifient le courant de pile P dans le circuit duquel ils sont intercalés. On a ainsi un circuit primaire (représenté sur la figure par un trait ponctué) dont le régime se trouve modifié par la parole. Dans ce circuit est intercalée une bobine d'induction B dont le gros fil est parcouru par le courant primaire. Les variations d'intensité de ce courant ont pour résultat de produire dans le fil fin de la bobine des courants d'induction qui passent dans la ligne (à simple ou à double fil) aboutissant à un poste récepteur installé d'une façon identique à celle du poste transmetteur. Dans cette ligne, représentée sur la figure par un trait interrompu, sont montés en tension les téléphones magnétiques récepteurs R et RL. Le schéma qui, ne donne pas les organes accessoires tels que commutateurs, sonneries d'appel, etc., permet de se rendre facilement compte de la marche des courants dans les deux postes en correspondance. Les courants induits engendrés dans la bobine B, arrivant dans les téléphones récepteurs de chacun des deux postes y produisent des variations dans l'état magnétique des noyaux aimantés, par suite des modifications dans la force attractive que ces aimants exercent sur les plaques métalliques des téléphones. Ces plaques se mettent à vibrer à l'unisson des plaques microphoniques et reproduisent les sons émis devant celles-ci.

Ce schéma permet de comprendre également que s'il existe parallèlement aux fils téléphoniques un conducteur F, placé à peu de distance et dans lequel passent des courants variables, ces courants produiront dans les fils de la ligne téléphonique des courants d'induction qui, arrivant dans les téléphones récepteurs des deux postes, modifieront l'état magnétique de leurs aimants et donneront lieu à des vibrations plus ou moins intenses dans les plaques ; on percevra donc des sons anormaux qui viendront gêner la transmission, ainsi que nous le verrons plus loin.

La figure de principe que nous avons cru utile de donner pour la compréhension du fonctionnement de deux postes microtéléphoniques en correspondance montre que le

système est simple et que les appareils sont peu compliqués. Leur rendement et leur bon fonctionnement dépendent des proportions données à tous les organes et de la bonne exécution de leurs différentes parties, Notre collègue, M. Bernheim, vous décrira ces organes en détail et vous pourrez constater par l'examen des divers spécimens mis sous vos yeux que les constructeurs sont maintenant arrivés à des types ne laissant rien à désirer et se dérangeant fort rarement.

Il importe maintenant d'examiner l'influence que la longueur, le diamètre des conducteurs et le métal dont ils sont formés exercent sur la perception des sons articulés.

On peut converser téléphoniquement en employant une ligne télégraphique ordinaire, c'est-à-dire une ligne aérienne en fil de fer de 3 ou de 4 mm de diamètre, à un seul conducteur, le retour se faisant par la terre.

C'est ce que l'on a tenté de faire tout d'abord, car il était naturel d'utiliser les lignes existantes.

On trouve dans les ouvrages spéciaux la relation de nombreuses expériences exécutées sur des lignes de cette nature tant en France qu'à l'étranger ; nous pensons qu'il est intéressant de vous faire part du résultat de nos propres expériences.

Nous avons pu téléphoner entre deux stations réunies par un fil télégraphique de 3 mm de diamètre en fer, et de 140 km de longueur sans coupure, avec retour par la terre, en employant des microtéléphones, système Ader, du type ordinaire et des piles Leclanché.

On percevait encore des membres de phrases à 166 km de distance en employant également un conducteur unique en fer de 3 mm de diamètre, au moyen des mêmes appareils.

Nous avons expérimenté dans les mêmes conditions les téléphones de M. Mercadier qui ont donné des résultats un peu plus satisfaisants.

Mais une conversation suivie eût été bien difficile pour des personnes n'ayant pas une bonne oreille ou manquant d'habitude.

De plusieurs essais répétés à diverses époques de l'année et par différents temps, de façon à pouvoir apprécier si l'état atmosphérique (pluie, sécheresse, froid, chaleur, etc.) en modifiait les résultats, il résulte que la transmission téléphonique, à l'aide d'appareils du modèle courant, ne peut se faire pratiquement, au moyen des conducteurs télégraphiques en fer ordinaires, avec retour par la terre qu'à une distance maximum de 25 à 30 km.

Il s'agit ici, bien entendu, de téléphones installés dans des gares, c'est-à-dire dans des endroits forcément bruyants, placés simplement dans des bureaux et non dans des cabines téléphoniques.

On peut donc facilement annexer un appareil microtéléphonique à l'appareil télégraphique dans les postes desservis par les fils omnibus pour permettre à ces postes télégraphiques de converser, si on juge utile de créer ce mode de correspondance supplémentaire ; mais on ne pourrait utiliser les fils directs pour mettre en relation l'administration centrale des grands réseaux des chemins de fer français, situés toutes à Paris, avec le personnel supérieur des sections d'exploitation de ces réseaux, en résidence dans des villes dont la plupart sont à de grandes distances de Paris.

L'impossibilité de correspondre téléphoniquement à grande distance sur les lignes télégraphiques en fer à un seul conducteur tient à plusieurs causes, savoir :

1° A la trop grande résistance électrique du fer qui constitue ces lignes.

Le fil de fer de 3 mm de diamètre a une résistance kilométrique de 18 ohms, tandis qu'un fil de bronze phosphoreux de 1,6 mm de diamètre à 95 0/0 n'a dans les mêmes conditions qu'une résistance de 8,46 ohms.

2° A la trop grande capacité électrostatique du fer.

Cette capacité pour un fil de fer de 3 mm de diamètre est de 0,01 microfarad par kilomètre, tandis que celle du fil de bronze phosphoreux de 1,6 mm de diamètre à 95 0/0 est seulement de 0,005.

3° A la grande self-induction du fer.

Cette self-induction par rapport à celle du cuivre est près de six fois plus grande.

4° A l'emploi de la terre comme fil de retour.

Ce qui a pour conséquence de permettre aux courants telluriques de passer à certains moments dans les conducteurs et de gêner ainsi la propagation des courants téléphoniques.

5° Enfin à l'induction des fils télégraphiques voisins de celui affecté au service des téléphones.

Cette dernière cause a une grande importance.

Nous avons déjà fait remarquer que les courants télégraphiques circulant dans un fil placé parallèlement et à peu de distance d'un fil téléphonique, déterminent dans ce dernier des courants induits qui produisent dans les téléphones/ un crépitement très intense, semblable à celui qui produit la graisse en ébullition, et qui, pour cette raison, a été fort justement désigné sous le nom de friture.

Ce bruit rend fort difficile la perception des paroles transmises et, à certains moments, rend même cette perception absolument impossible.

Il est évident que si l'on parvenait à éliminer ou du moins à atténuer l'induction des fils télégraphiques voisins de celui affecté au téléphone, on pourrait reculer la limite de 30 km assignée ci-dessus pour une bonne transmission sur une ligne à un seul conducteur, en fer, de 3 mm de diamètre.

Tel a été le problème que se sont posé beaucoup d'inventeurs et qui a été résolu avec un certain succès par M. Van Rysselberghe en Belgique et par M. Gwozdeff en Russie.

Le système de M. Van Rysselberghe repose sur le principe suivant :

Lorsqu'on supprime la brusquerie des émissions et des extinctions des courants, ceux-ci deviennent inaudibles au téléphone. Il s'agissait donc de substituer aux courants brusquement émis et brusquement interrompus par les appareils télégraphiques, des courants graduels, c'est-à-dire qui vont crescendo en commençant et decrescendo en finissant.

Cette gradation qui a lieu dans un laps de temps inappréciable s'obtient par l'intercalation dans le circuit de petits électroaimants graduateurs, ou encore en mettant sur la ligne des condensateurs faisant l'office de dérivateurs, ou enfin en combinant des électro-aimants avec des condensateurs afin d'obtenir des résultats plus parfaits.

Condensateurs et électro-aimants agissent alors comme réservoirs d'électricité absorbant une certaine quantité de courant, quantité qu'ils restituent à la rupture du circuit.

A certains moments de la journée la transmission s'effectuait beaucoup plus facilement dans un sens que dans l'autre, tandis qu'à certains autres moments, au contraire les communications devenaient plus faciles dans le sens opposé. Ces différences avaient évidemment une certaine corrélation avec le sens des courants telluriques qui passaient dans les conducteurs reliant les deux postes en correspondance.

L'inventeur a d'ailleurs caractérisé le rôle de ces organes en disant qu'ils agissent à l'égard des courants électriques comme les réservoirs à air dans les pompes d'incendie : ce sont des poches qui se vident et se remplissent graduellement, enlevant ainsi toute brusquerie dans les changements de pression électrique. Sous l'influence de courants graduels de cette façon, la membrane du téléphone fléchit bien encore, mais ne vibre plus, et dès lors ne donne plus de son au passage du courant télégraphique.

En d'autres termes, les courants télégraphiques deviennent complètement silencieux, inaudibles, qu'ils soient directs, induits ou dérivés.

En complétant le système anti-inducteur par une autre catégorie d'appareils, le système Van Rysselberghe permet de téléphoner et télégraphier simultanément sur les mêmes fils. Il est bien entendu qu'on ne peut pas en général se servir des fils télégraphiques existants, les lignes téléphoniques exigeant des conditions particulières de conductibilité.

Donc, l'application du système Van Rysselberghe nécessite, au préalable, l'établissement d'une ligne soit en bronze siliceux, soit en fil d'acier ou de fer galvanisé de diamètre assez important.

Ce système fonctionne : il est appliqué sur une assez grande échelle en [Belgique](#) ; il a été essayé dans d'autres pays, mais il exige, comme on l'a vu, la réfection de la ligne et la modification de tous les postes télégraphiques sans exception, ce qui entraîne à des dépenses fort grandes et d'un ordre comparable à celles que nécessiteraient l'établissement d'une ligne téléphonique spéciale et l'usage de deux lignes, l'un pour le téléphone, l'autre pour le télégraphe ; aussi a-t-on jugé dans bien des cas qu'il vaut mieux avoir recours à ce dernier moyen.

On pourrait encore opposer au système Van Rysselberghe une autre critique assez grave : c'est de retarder la vitesse de manipulation du télégraphe Morse et d'être inefficace pour l'extinction des bruits d'induction produits par la manipulation des appareils multiples (Baudot, Wheatstone, etc.) employés, non sur les réseaux des voies ferrées, mais sur les lignes de l'administration des télégraphes.

Telles sont les raisons pour lesquelles le système après essai entre Paris et Bruxelles sur les lignes de l'État n'a pas été adopté ; ces raisons suffisent également, croyons-nous, pour enlever au système toute chance d'être appliqué sur les lignes du réseau télégraphique des Compagnies de chemins de fer français.

Le système **Gwozdeff** présente quelque analogie avec celui de **M. Van Rysselberghe** ; il est caractérisé également par l'emploi de condensateurs, mais de capacités très différentes alors que ceux du système Van Rysselberghe sont de même capacité.

Ainsi M. Gwozdeff donne au condensateur du microphone une capacité de 1 à 10 microfarads, et à celui du téléphone une capacité de 0,02 à 0,023 microfarad, soit une capacité 40 à 50 fois moindre.

On fait usage aussi de déchargeurs analogues à une clef Morse pour éviter la charge de la ligne pendant le passage des courants téléphoniques, et ensuite sa décharge, ce qui rend moins brusque la diminution de l'oscillation électrique.

Enfin, certains perfectionnements ont été apportés aux microphones dans le but de les approprier aux transmissions à grande distance.

Les premiers essais du système datent de 1888-89 ; ils ont eu lieu sur la ligne télégraphique du chemin de fer Rybinsk-Bologoë. On a pu converser à 294 km sur un conducteur en fer et, pendant le travail sur cette ligne, des appareils télégraphiques étaient continuellement en jeu.

Si nous insistons sur ce système de téléphonie, c'est que les chemins de fer russes de Kozloff-Voronège-Rostov et de Saint-Petersbourg-Varsovie l'ont installé pour les besoins de leur service.

On correspond ainsi téléphoniquement :

De Saint-Petersbourg à Pskov, - à une distance de 284 km,

De Saint-Petersbourg à Louga (138 km),

Entre Saint-Petersbourg et Alexandrowka et à Gatschina.

De plus, entre Saint-Petersbourg et Alexandrowka, on a installé onze postes téléphoniques de pleine voie desservis par un fil unique spécial ; chaque poste comprend un microphone et deux téléphones récepteurs.

Les gardiens sont appelés aux téléphones par un rugissement spécial que produisent ces appareils sous l'influence de courants d'induction lancés à travers la ligne en le circuit secondaire d'une bobine de Rhumkorff au moyen d'interruptions répétées du courant de son circuit primaire. Le gardien ainsi appelé, s'informe quelle est la qui veut correspondre avec lui : Saint-Petersbourg ou Alexandrowka.

Enfin, sur les chemins de fer russes pourvus de ces installations téléphoniques, on peut converser au moyen de postes téléphoniques portatifs d'un point quelconque de la ligne avec les stations voisines.

Ainsi, sur certaines lignes de chemins de fer russes on a réalisé la transmission acoustique à des distances de plusieurs centaines de kilomètres au moyen des conducteurs télégraphiques ordinaires. Pour les conversations à grande distance, on a réuni en boucle deux conducteurs télégraphiques.

Nous ne connaissons aucune installation de ce genre sur les chemins de fer français et, ainsi que nous le faisons remarquer plus haut, l'administration des télégraphes n'a pu cru devoir adopter les systèmes anti-inducteurs pour l'utilisation de son réseau télégraphique lorsqu'elle a eu à créer la téléphonie interurbaine. Elle a préféré poser des lignes spéciales en cuivre de haute conductibilité permettant de correspondre très nettement à des distances considérables (par exemple de Paris à Marseille, distantes de 863 km), et qui ne nécessitent pas la modification de tous les postes télégraphiques.

Nous pensons que cette mesure radicale est en effet la meilleure et qu'elle devra être imitée par les Compagnies de chemins de fer si elles jugent utile de créer un réseau téléphonique.

Mais, comme ces conducteurs téléphoniques sont posés sur les poteaux supportant déjà des fils télégraphiques et sont, par conséquent, à de faibles distances de ces fils, il faut éviter les effets d'induction dont il a été parlé.

Il existe pour cela un moyen fort simple et complètement efficace consistant à constituer la ligne téléphonique de deux conducteurs et de les croiser alternativement à des distances déterminées.

Il est facile de démontrer que dans ces conditions on réussit à annuler l'induction d'un conducteur télégraphique A sur les conducteurs téléphoniques voisins B et G ([fig. 2, PL 88](#)).

Supposons que ce conducteur A soit distant de longueurs d et d' des fils téléphoniques B et G tendus parallèlement. Pendant sa période variable, le courant télégraphique engendre dans chaque fil téléphonique une force électromotrice proportionnelle :

1° A la longueur sur laquelle l'action inductrice se produit ;

2° Au coefficient d'induction mutuelle par unité de longueur des deux fils considérés ;

3° A la vitesse de variation d'intensité du courant inducteur.

Si donc nous appelons :

E_b et E_c les forces électromotrices d'induction du fil télégraphique A avec chacun des fils B et G ;

L la longueur de ces fils depuis l'origine jusqu'au premier point de croisement ;

M_b et M_c les coefficients d'induction mutuelle par unité de longueur de chacun des fils B et C ;

di/dt la vitesse de variation d'intensité du courant inducteur ; Nous aurons ([fig. 3, PL 88](#))

$$E_b = M_b L \frac{di}{dt} \quad \text{et} \quad E_c = M_c L \frac{di}{dt}.$$

Ces deux forces électromotrices sont de même sens dans les deux brins B et C, mais le courant total parcourant la boucle entière L sera la différence de ces deux forces :

$$E_b - E_c = (M_b - M_c) L \frac{di}{dt}.$$

Si on croise les fils et si on considère la boucle suivante de longueur L₁, on aura de même :

$$E'_b = M_c L_1 \frac{di}{dt} \quad \text{et} \quad E'_c = M_b L_1 \frac{di}{dt}.$$

La force électromotrice résultante sera, dans cette boucle :

$$E'_b - E'_c = (M_c - M_b) L_1 \frac{di}{dt}.$$

La force électromotrice agissant sur l'ensemble des deux boucles sera donc la somme des deux valeurs calculées ci-dessus, et égale, par conséquent, à :

$$E_b - E_c + (E'_b - E'_c) = (M_b L - M_c L + M_c L_1 - M_b L_1) \frac{di}{dt},$$

ou

$$E_b + E'_b - (E_c + E'_c) = [M_b(L - L_1) + M_c(L_1 - L)] \frac{di}{dt}.$$

Cette équation montre que la force électromotrice résultante sera nulle lorsque, les longueurs L et L₁ seront égales, étant bien entendu que d'un bout à l'autre de la ligne les deux brins du circuit induit se trouvent dans les mêmes conditions électriques, c'est-à-dire ont le même isolement, la même capacité et la même self-induction.

L'isolement et la résistance kilométrique seront sensiblement les mêmes pour les deux fils, ainsi que leur capacité, puisque ces fils sont généralement à une distance de 6 à 8 m du sol et de 0,40 m à 0,50 m l'un de l'autre.

Il suffit donc d'équilibrer le coefficient de self-induction dans les deux fils induits ; c'est à quoi on arrive facilement en intercalant convenablement dans chacun d'eux les postes téléphoniques.

Si on considère par exemple une ligne à deux conducteurs f et f' ([fig. 4, PL 88](#)) desservant deux postes téléphoniques intermédiaires entre ses deux postes terminus, soit au total quatre postes, et si on suppose que cette ligne téléphonique soit placée à côté de deux conducteurs télégraphiques, l'un AB, continu sur tout le parcours, l'autre CD, prenant terre en D, ou divergeant en ce point, on devra disposer les choses comme l'indique le croquis.

En croisant les fils téléphoniques au milieu de CD on annulera l'induction du fil CD et de la partie AE du fil AB ; en les croisant de nouveau à mi-distance des points D et B, on équilibrera le restant de la ligne téléphonique par rapport à la partie EB du fil AB.

En pratique il est prudent de multiplier les croisements et on a obtenu de bons résultats en les installant tous les 500 m. En admettant ce dernier chiffre, connaissant le nombre de sections délimitées par l'arrivée, le départ ou la mise sur terre de fils télégraphiques, et remarquant enfin que sur chaque section partielle on devra avoir un nombre impair de croisements afin de pouvoir les espacer sur des longueurs égales dans chaque section, on pourra connaître immédiatement la distance approximative de chacun de ces croisements en divisant la longueur de la section par 500.

Si le quotient est un nombre impair, le chiffre pourra être admis, s'il est pair on l'augmentera d'une unité et le nombre de croisements étant ainsi déterminé, une nouvelle division par ce nombre de la longueur linéaire de la section donnera leur distance (1).

(1) Exemple : On a une ligne téléphonique à deux conducteurs parallèles à trois fils télégraphiques ayant respectivement 2 300, 3 800 et 8 400 m de longueur. ([fig. 5, PL 88](#)). On devra installer entre A et B un nombre de croisements égal à $230/500 = 4,6$, soit 5

Si on avait parallèlement à ce circuit téléphonique un deuxième circuit téléphonique, on considérerait celui-ci comme formant un circuit télégraphique de sections égales à celles déterminées par les croisements et on agirait à l'égard de ce circuit comme on l'a fait à l'égard du circuit téléphonique ABCD.

Le croisement se fait très simplement à l'aide d'isolateurs ordinaires, ainsi que le montre la figure [fig. 6, PL 88](#).

Ainsi, pour les installations téléphoniques des chemins de fer, quelle que soit d'ailleurs l'importance de l'installation, nous pensons qu'il est de beaucoup préférable de recourir

à des lignes à deux conducteurs en bronze de 0,0015 m de diamètre, dans le cas où on ne peut se servir de poteaux existants et dans celui où on utilise les poteaux d'une ligne télégraphique existante. Les tableaux suivants permettent de se rendre compte de la différence des prix qui existent dans ces deux cas entre la ligne téléphonique à deux conducteurs et celle à un seul conducteur.

1° Prix par kilomètre d'une ligne téléphonique n'utilisant pas des poteaux existants.

LIGNE A UN SEUL CONDUCTEUR			LIGNE A DEUX CONDUCTEURS		
POTEAUX	12 de 6 m à 5,78 f . . .	90,18 f	12 de 6 m à 5,78 f . . .	90,18 f	
	2 de 8 m à 10,41 f . . .		2 de 8 m à 10,41 f . . .		
FIL . . .	1 000 m de fil de 0,0015 m de diamètre.	50 » f	2 000 m de fil de 0,0015 m de diamètre.	100 » f	
ISOLATEURS	12 cloches ordinaires à 1,46 f.	17,52 f	24 cloches ordinaires à 1,46 f.	35,04 f	
	2 cloches à longue tige à 1,70 f.	3,40 f	4 cloches à longue tige à 1,70 f.	6,80 f	
TOTAUX . . .		161,10 f		232,02 f	

2° Prix par kilomètre d'une ligne téléphonique posée sur poteaux existants.

LIGNE A UN SEUL CONDUCTEUR			LIGNE A DEUX CONDUCTEURS		
FIL . . .	1 000 m de fil de 0,0015 m de diamètre.	50 » f	2 000 m de fil de 0,0015 m de diamètre.	100 » f	
ISOLATEURS	12 cloches ordinaires à 1,46 f.	17,52 f	24 cloches ordinaires à 1,46 f.	35,04 f	
	2 cloches à longue tige à 1,70 f.	3,40 f	4 cloches à longue tige à 1,70 f.	6,80 f	
TOTAUX . . .		70,92 f		141,84 f	

Avec le fil en bronze phosphoreux ou silicieux on peut admettre des portées de 90, 100 et même 120 m.

Il est utile de faire remarquer cependant que ce fil présente un inconvénient : il a une grande affinité pour le givre et se recouvre en hiver d'une couche de glace atteignant parfois plusieurs centimètres de diamètre, ce qui occasionne une surcharge anormale et cause la rupture du conducteur. (Cette affinité est probablement due à la grande conductibilité calorifique du cuivre, qui atteint presque sept fois celle du fer.)

Cet inconvénient, grave dans les pays froids (et qui est encore augmenté par ce fait que la contraction du fil de bronze est plus grande que celle du fil de fer) peut être atténué en prenant du fil ayant seulement 30 0/0 de conductibilité électrique (au lieu de 95 0/0 qui est la conductibilité ordinairement admise), ce qui permet d'employer un bronze dont la résistance mécanique est double de celle du bronze à 95 0/0.

Ceci posé, nous allons passer en revue les emplois du téléphone :

- 1° Dans les grandes Compagnies de chemins de fer ;
- 2° Dans les Compagnies secondaires.

I. — EMPLOI DU TÉLÉPHONE DANS LES GRANDES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER

Depuis quelques années, les grandes Compagnies de chemins de fer emploient le téléphone dans une assez large mesure et sont disposées, croyons-nous, à l'étendre encore davantage.

On peut classer ces applications en cinq catégories, savoir :

- 1° Application du téléphone pour les communications intérieures ;
 - 2° Relations avec les réseaux urbains et les particuliers ;
 - 3° Relations dans les gares et leurs dépendances ;
 - 4° Relations de gares à gares ;
 - 5° Relations des agents de la voie et des trains avec les gares, ou des agents de la voie entre eux.
- 4° Application du téléphone pour les communications intérieures

1° Le téléphone existe maintenant, pour les relations intérieures, dans les bâtiments d'administration des grands réseaux français, à Paris, et dans les principales gares, siège d'inspections régionales. Il y rend d'incontestables services au point de vue de la célérité et de la commodité .

Le réseau intérieur comprend généralement un poste central desservi par un employé mettant en relation les bureaux qui ont besoin d'entrer en communication. Cette organisation n'offre rien de particulier ; il n'y a donc pas lieu d'insister.

2° Relations avec les réseaux urbains et les particuliers

Les Compagnies de chemins de fer ont intérêt à se relier aux réseaux urbains. A Paris notamment, les différents services des administrations centrales sont en relation, par le téléphone, avec les abonnés du réseau et peuvent traiter rapidement les affaires, en évitant souvent une correspondance écrite et des courses d'agents.

Certaines gares sont également reliées au réseau urbain de la localité qu'elles desservent et peuvent, par conséquent, recevoir directement de leurs clients les demandes de wagons ou de renseignements qui leur sont faites.

Ici, le téléphone facilite singulièrement les relations entre les Compagnies et les expéditeurs ou destinataires de marchandises ; aussi le système est-il largement employé à l'étranger. En France, on ne peut citer que des applications beaucoup plus restreintes, dans des villes d'une certaine importance, car le taux beaucoup trop élevé des abonnements impose aux Compagnies l'obligation de restreindre le nombre des installations.

Dans certains cas, de grands usiniers font, à leurs frais, l'installation d'appareils entre leurs bureaux et la gare avec laquelle ils sont journellement en rapport. Les Compagnies de chemins de fer se prêtent à ces sortes d'installations qui sont très utiles aux industriels.

3° Relations dans les gares et leurs dépendances

Dans les gares, on fait usage actuellement du téléphone pour relier le chef de service avec les bureaux de la gare aux marchandises, les différents postes d'aiguilleurs, le dépôt des machines, les ateliers, etc., et pour mettre en relation directe ces différents postes entre eux.

Certaines gares sont donc maintenant pourvues d'un véritable réseau téléphonique, avec un poste central et quelquefois des postes secondaires à plusieurs directions, permettant d'échanger une foule de renseignements utiles et même de donner des ordres intéressants pas directement la sécurité de l'exploitation.

Les dépêches téléphonées qui peuvent engager la responsabilité de ceux qui les transmettent et de ceux qui les reçoivent doivent être inscrites sur un registre spécial qui tient lieu du procès-verbal télégraphique et elles sont, de plus, collationnées.

Dans les installations téléphoniques ayant pour but d'établir une correspondance entre les divers postes d'une même gare, il s'agit de faire une distinction nette entre ceux de ces postes qui servent à l'échange de dépêches proprement dites, c'est-à-dire à demander des renseignements ou à transmettre des ordres ou des explications relatifs aux détails du service, et ceux qui sont exclusivement destinés à transmettre phoniquement des ordres relatifs à l'entrée ou à la sortie des trains et à la manœuvre des signaux et des aiguilles.

Dans ce dernier cas qui se présente, par exemple, lorsqu'on crée une relation entre une cabine Saxby et un poste d'aiguilleurs, le téléphone remplace un appareil à voyants ou à signaux acoustiques et doit être considéré comme tel. Il n'est donc pas à proprement parler un appareil télégraphique lorsqu'il est affecté à cet usage spécial.

4° Relations de gares à gares

Les Compagnies du Nord et de l'Est ont été les premières, en France, à remplacer les appareils télégraphiques Bréguet à signaux fugitifs, seuls en usage autrefois sur les chemins de fer, par des télégraphes Morse écrivants, dans le but d'augmenter la sécurité en établissant nettement les responsabilités de ceux qui transmettent des ordres importants et de ceux qui les reçoivent.

Cet exemple a été suivi depuis par la Compagnie de P.-L.-M. et par la Compagnie de l'Ouest qui a actuellement opéré cette transformation dans les deux tiers de ses postes télégraphiques. Seule, la Compagnie de Paris à Orléans a persévéré dans l'emploi, exclusif du télégraphe à cadran.

Cette condition de responsabilité, dans l'expédition des dépêches intéressant la sécurité, a donc paru suffisamment importante pour justifier des dépenses assez considérables et pour passer sur les difficultés résultant de l'obligation d'enseigner aux agents la manipulation du télégraphe Morse.

A vrai dire, cette manipulation, qui peut paraître plus difficile au premier abord que celle du télégraphe Bréguet, s'apprend assez, promptement, ainsi que l'expérience l'a démontré ; d'autre part, la lecture des bandes Morse qui portent les signaux transmis est incomparablement plus aisée que celle du télégraphe à cadran, puisque l'aiguille de ce dernier appareil s'arrêtant sur chaque lettre ou sur chaque chiffre pendant un temps extrêmement court, le lecteur doit, pour ainsi dire, saisir au vol le signal qui lui est transmis et se rappeler les lettres qui ont passé. D'où, une contention d'esprit et une attention fort grande qui sont une cause de fatigue. Enfin, avec le télégraphe à cadran il serait certainement impossible d'assurer un service aussi tendu que l'exige actuellement l'activité de la circulation des trains sur certaines lignes.

Ainsi se trouverait justifié l'usage du télégraphe Morse, abstraction faite de la question de sécurité.

Il est naturel que les Compagnies qui font exclusivement usage du télégraphe à cadran à signaux fugitifs et qui considèrent ce mode de transmission comme présentant suffisamment de sécurité, songent à y substituer le téléphone qui est un moyen de correspondance incontestablement plus rapide. Toutefois, le téléphone présente un inconvénient qu'il est bon de signaler et qui peut avoir son importance dans le cas qui nous occupe : certains sons se transmettent mal et peuvent prêter à équivoque ou même à fausse interprétation ; certains nombres, notamment, ont même consonance, par exemple 10 et 6,1 et 20, et il est à craindre que même en collationnant la dépêche on ne relève pas l'erreur.

Malgré cela, il y a actuellement une tendance de la part de certaines administrations à généraliser l'emploi du téléphone, même lorsqu'il s'agit de transmettre des ordres importants. En faisant abstraction des petites lignes d'intérêt local, où le service se fait en navette et où, à la rigueur, on pourrait se passer de tout système de correspondance, on peut citer des lignes à faible trafic, il est vrai, mais sur lesquelles il peut y avoir des changements de croisement, où on a adopté le téléphone.

Au point de vue purement technique, la substitution du téléphone au télégraphe sur les grandes lignes rencontrerait des difficultés de plusieurs ordres : les conducteurs à fil unique, en fer, servant actuellement au télégraphe sont insuffisants à assurer une bonne communication téléphonique entre des gares assez éloignées les unes des autres, d'abord à cause des différentes raisons que nous avons données au début de cette note, et ensuite à cause de la proximité de nombreux conducteurs servant aux appareils de contrôle de toutes natures, qui sont posés la plupart du temps sur les mêmes poteaux. Il faudrait donc établir des lignes spéciales à double fil pour assurer, dans de bonnes conditions, les communications téléphoniques et la dépense qui résulterait de l'établissement de ces conducteurs serait grande.

Sans préjuger de l'avenir, notre opinion personnelle est donc que sur les lignes à grand trafic, le téléphone peut être une annexe très utile du télégraphe Morse, mais ne saurait le remplacer entièrement.

Nous pouvons citer un cas où le téléphone, considéré comme auxiliaire du télégraphe, rend des services importants, en décrivant l'installation réalisée sur la ligne de Vincennes, dans chacune des gares comprises entre Paris-Bastille et La Varenne.

On fait usage des fils télégraphiques existants et l'installation est caractérisée par ce fait que les postes doivent constamment rester sur télégraphe. La relation téléphonique n'est établie que sur un signal conventionnel passé au Morse. Dans ces conditions, les appareils d'appel du téléphone n'ont plus raison d'être, puisque l'appel se fait par la sonnerie du poste télégraphique.

La disposition d'un poste intermédiaire quelconque, représentée par le schéma (fig. 7, Pl. 88), est la suivante :

La borne du manipulateur et la borne de réception du commutateur de lignes, au lieu d'être reliées directement, sont mises en communication par l'intermédiaire du téléphone, lorsque son récepteur de droite maintient le crochet commutateur abaissé. Les relations télégraphiques peuvent donc avoir lieu comme si rien n'avait été changé au dispositif primitif du poste télégraphique.

Si le poste de gauche Pt veut parler avec le poste P, il demande à ce dernier de se placer au téléphone ; cette demande étant faite par télégraphe, la fiche du commutateur de lignes de chacun de ces postes est sur réception. Les choses restant dans cet état, l'agent se porte au téléphone et décroche les deux récepteurs ; il isole par ce seul fait l'appareil Morse et peut engager la conversation avec son voisin. Pendant ce temps, le poste de droite P2 peut néanmoins attaquer le poste P dont la sonnerie déclenche. La conversation terminée, les récepteurs sont replacés sur leurs crochets et l'appareil Morse rentre dans le circuit, le téléphone se trouvant à son tour isolé. L'agent n'a plus qu'à remettre la fiche du commutateur sur sonnerie, absolument comme s'il venait de recevoir une dépêche par télégraphe.

L'installation faite dans ces conditions ne change en rien les habitudes du personnel, ce qui est important, et, dans aucun cas, la communication télégraphique ne peut être interrompue, puisque les récepteurs téléphoniques doivent forcément être replacés sur leurs crochets.

La mise en service d'appareils téléphoniques concurremment avec le Morse a donné d'excellents résultats sur la ligne de Vincennes, où les stations sont très rapprochées les unes des autres (1 500 m en moyenne). Il arrivait, en effet, qu'une dépêche transmise par télégraphe exigeait pour parvenir d'une gare voisine, un temps plus long que n'en mettait un train pour effectuer le trajet. Aussi, dans la pratique, les communications urgentes qui n'intéressaient pas directement la sécurité ou qui n'engageaient pas la responsabilité de la Compagnie étaient-elles faites par correspondance écrite.

Depuis que l'on dispose du téléphone, on s'en sert pour passer les dépêches concernant :

Les demandes de matériel,

Les avis de prises de route,

La répartition du matériel,

Les renforcements de trains,

Les compartiments à réserver,

Les colis en plus ou moins,

Les demandes de remplacements d'agents,

Les interruptions ou les défauts dans le fonctionnement des appareils télégraphiques, signaux, aiguilles, horloges, etc. (dépêches au chef de district, au contrôleur du télégraphe, ou aux ouvriers de l'entretien),

Et généralement toutes les dépêches n'intéressant pas la sécurité ou la circulation des trains.

Toutes ces dépêches sont collationnées et inscrites sur un registre spécial.

Toutes les dépêches ayant un caractère officiel ainsi que les télégrammes privés sont, comme par le passé, transmis télégraphiquement.

En cas d'urgence, par exemple pour signaler des wagons en dérive ou un accident quelconque, pour demander le secours, pour annoncer un retard de train, la mise en marche d'un train facultatif ou extraordinaire, on peut faire usage du téléphone ; mais la dépêche téléphonique doit être confirmée dans le plus bref délai possible par le télégraphe.

Bien entendu, en cas d'interruption momentanée du service sur une des voies, toutes les dépêches relatives soit à l'organisation d'un service de voie unique, soit à la circulation des trains ou machines sur voie unique, ne sont exécutoires qu'autant qu'elles ont été transmises par le télégraphe. Toutes les prescriptions que nous venons d'énoncer ont été consignées dans un ordre de service adressé à toutes les gares intéressées,

5° Relations des agents de la voie et des trains avec les gares ou des agents de la voie entre eux

Certaines Compagnies ont installé, depuis longtemps déjà, des postes télégraphiques en pleine voie, de distance en distance, pour permettre aux agents des trains de demander du secours aux stations voisines en cas d'accident ; mais ce système implique l'obligation d'avoir des agents de trains sachant se servir du télégraphe.

Dans certaines autres Compagnies, on a utilisé dans le même but des postes télégraphiques portatifs ; mais ce système n'est pas pratique parce qu'il exige pour son installation des agents spéciaux et que cette installation cause, dans la plupart des cas, une interruption dans la transmission des dépêches.

On a alors songé à remplacer le télégraphe par le téléphone et à employer, soit des postes de secours répartis de distance en distance le long de la voie, soit des postes téléphoniques portatifs.

Nous trouvons un exemple du premier système à la Compagnie du Nord, qui emploie, à titre d'essai, sur certaines de ses grandes lignes, des postes téléphoniques de secours permanents, et qui en a, également installé sur plusieurs lignes à faible trafic. Cette installation nécessite, Bien entendu, l'annexion aux postes télégraphiques des stations, de récepteurs téléphoniques. On s'est servi, pour ces essais, de récepteurs et de transmetteurs du type Ader, modèle réduit.

La Compagnie d'Orléans a également installé, sur certaines sections, des téléphones aux postes des gardes-barrières, pour permettre à ces derniers de communiquer avec les gares voisines.

Ces installations, faites jusqu'à présent au double fil, comprennent :

1° Pour la gare, un poste magnétique fixe composé d'un téléphone transmetteur, de deux téléphones récepteurs, d'un appel magnétique à manivelle et d'un paratonnerre à pointes (modèle spécial étudié par la Compagnie d'Orléans) portant une manette pour mettre la ligne à la terre en cas d'orage. Le tout est monté sur un panneau avec crochet commutateur et crochet fixe, ainsi que le montre la figure 8, Pl. 88.

La sonnerie magnétique est toujours actionnée au départ par l'appel magnétique, ce qui permet de constater le départ du courant à la sortie du poste.

Le tableau central (système Sieur) est muni d'annonceurs et de commutateurs du modèle ordinairement employé pour les installations bourgeoises.

2° Au poste de garde-barrière, l'installation est en tout point semblable à la précédente (1).

Les transmetteurs magnétiques sont munis d'une sorte d'embouchure dans laquelle il faut parler, ce qui donne lieu à quelques plaintes, surtout quand plusieurs agents doivent se servir de l'appareil.

Pour les faibles distances, le téléphone purement magnétique donne de bons résultats ; mais pour les grandes distances, la perception des sons devient difficile, les transmetteurs ayant une puissance insuffisante.

Les postes téléphoniques portatifs sont en usage sur certaines petites lignes exclusivement exploitées par téléphone, ainsi que nous le verrons plus loin ; mais nous trouvons

également un exemple de cette application sur les grandes lignes du réseau des chemins de fer autrichiens.

On emploie sur ces lignes un téléphone de campagne du système Gattinger qui, paraît-il, peut être installé en quelques minutes sur un point quelconque de la voie, même par des agents ne possédant aucune instruction technique. Son emploi n'interrompt pas la communication télégraphique entre les stations. Enfin, il paraît que ce téléphone dont nous regrettons de ne pouvoir donner une description détaillée, ni les dessins, permet, dans des conditions favorables, de correspondre même à 50 km de distance à l'aide des fils télégraphiques directs.

Nous avons dit qu'on employait des postes téléphoniques portatifs sur certaines petites lignes : le poste en essai sur la petite ligne d'Anvin à Calais par exemple, se compose d'un bouton d'appel, d'un microphone, d'un téléphone d'une sonnerie à grande résistance, d'un commutateur de dérivation pour la sonnerie et le téléphone, et de dix éléments de pile Leclanché. Le tout est contenu dans une boîte de 0,33 m de hauteur, de 0,30 m de largeur, de 0,20 m de profondeur, du poids total de 10 kg.

Il est d'autres applications que l'on peut signaler comme pouvant peut-être rendre service dans certaines circonstances.

(1) La figure 8, PL 88 donne le schéma de montage d'un poste de gare à trois directions, en relation avec des postes de gardes-barrières.

C'est la mise en relation temporaire de deux points donnés soit sur la voie, soit d'une partie d'une gare avec une autre de cette même gare.

Le problème peut être résolu de deux façons : soit par l'emploi d'un câble volant, soit par l'emploi d'un fil posé à l'avance et auquel il suffit de se relier pour communiquer.

Nous pensons qu'il est intéressant de relater ici une expérience que nous avons faite dans le courant de l'année 1892, et qui prouve que la première solution du problème n'offre aucune difficulté.

Nous avons téléphoné avec une grande netteté à l'aide de téléphones magnétiques Ader, à 1 000 et à 1 500 m de distance, en employant un conducteur unique formé d'un fil bi-métallique nu de 0,0006 m de diamètre simplement posé sur le sol. Le retour se faisait par la terre prise au rail. Les appels se produisaient à l'aide de sonneries magnétiques. On ne pouvait d'ailleurs songer à faire usage, dans cette circonstance, de sonneries actionnées par des courants de pile ; un fil posé sur le sol étant évidemment dans des conditions d'isolement des plus défavorables et ne pouvant servir à la transmission de signaux électriques qu'à la condition d'employer des courants de haute tension.

On avait placé à chaque extrémité de la ligne deux récepteurs Ader n° 3, en dérivation sur la sonnerie magnétique, de façon à s'exonérer de toute manœuvre de commutateur ; l'un de ces téléphones servait de transmetteur, l'autre de récepteur.

Dans ces conditions, l'installation était d'une grande simplicité.

Le fil bi-métallique est constitué d'une âme en acier entourée de cuivre pur, ce qui permet d'obtenir à la fois une grande conductibilité électrique et une grande résistance à la traction (75 à 80 kg par millimètre carré).

Ce fil était enroulé sur un dévidoir muni d'une poignée ; le déroulement sur le sol se fait à la vitesse d'un homme marchant au pas. Pour le relèvement du fil, à l'issue de l'expérience, la poignée du dévidoir était assujettie, à l'aide de crochets spéciaux, à un plastron, et l'enroulement s'opérait rapidement par l'homme qui cheminait en donnant un mouvement de rotation à l'arbre de la bobine, à l'aide d'une manivelle montée sur cet arbre.

Le relèvement d'une ligne de 1 km a été effectué par un homme inexpérimenté en quinze minutes.

On possède ainsi un moyen simple et peu coûteux d'établir une communication temporaire par sonneries magnétiques et par téléphone entre deux chantiers espacés sur la voie de 1 à 3 km, ce qui peut présenter, dans certains cas, un intérêt réel.

Notre regretté collègue, M. de Branville, qui s'est beaucoup occupé des applications de la téléphonie au service militaire et qui, avec M. Aubry, a construit des postes magnétiques portatifs très pratiques, s'était préoccupé de l'établissement de lignes volantes pour créer des communications temporaires. Il avait fait construire à cet effet un câble à un conducteur composé d'une torsade de sept fils de bronze, recouverte d'une couche isolante de caoutchouc pur, d'une enveloppe protectrice formée de deux guipages en sens contraire, de fils de coton et d'un enduit hydrofuge.

Il existe deux modèles de câbles ainsi constitués, dont le tableau ci-après donne les principales dimensions, les poids, les résistances et la conductibilité

MODÈLES			
		A	B
DIMENSIONS.....	Diamètre extérieur du câble.....	0,00150	0,00200
	Diamètre du fil de bronze employé.....	0,00024	0,00030
	Section totale du conducteur en millimètres carrés.....	0,3164	0,4948
RÉSISTANCE.....	Résistance du câble à la rupture.....	11,40 kg	17,30 kg
	Résistance du bronze par millimètre carré.....	35 kg	35 kg
	Résistance électrique en ohms par kilomètre.....	54	40
CONDUCTIBILITÉ.....	Conductibilité électrique.....	0,80	0,80
POIDS.....	Poids du câble par kilomètre.....	5 kg	6,14 kg

Ces câbles sont légers, comme on le voit, et un seul opérateur peut facilement dévider une bobine de 500 m de ce conducteur. On réunit les extrémités de chaque longueur de câble de 500 m, au moyen d'un serre-fils à deux bornes.

S'il s'agit maintenant de communiquer temporairement entre deux points désignés d'avance, il est plus simple d'établir une ligne à conducteur unique entre ces deux points et de faire aboutir ce conducteur, à ses deux extrémités, à une prise de contact. On peut ainsi installer rapidement un poste portatif et établir la communication dans un espace de temps très court.

La principale condition à remplir, c'est d'avoir un poste portatif peu coûteux et d'un poids très restreint. C'est dans ce but que nous avons combiné l'appareil dont la figure 9, PL 88 donne les vues en coupes et en plan.

Il se compose d'une boîte renfermant un appareil double Berthon-Ader, une sonnerie trembleuse de petite dimension, un bouton-poussoir, une bobine d'induction et un commutateur. Le tout ne pèse que 2,400 kg. Eu dehors de la boîte sont fixés, d'une part, deux crochets-conjoncteurs servant à prendre communication avec la ligne et la terre au moyen d'une clef spéciale attachée à un cordon souple ; d'autre part, trois autres crochets de même forme servant à relier la pile à l'appareil.

La pile est complètement indépendante et peut être composée d'éléments secs facilement transportables ou d'éléments Leclanché ordinaires que l'on trouve dans toutes les gares.

On possède, comme on le voit, le moyen de réaliser tous les genres de communication possibles entre les divers postes des gares, de gare à gare, et d'un point quelconque de la voie avec un autre point de la voie ou avec les postes télégraphiques voisins.

En terminant cette revue des principaux emplois du téléphone aux grands réseaux des chemins de fer, nous ferons remarquer que les applications sont peut-être plus étendues à l'étranger qu'en France. Ainsi, en Angleterre, les différents postes de block-system sont reliés téléphoniquement et peuvent ainsi échanger des avis du genre de ceux dont nous donnons la liste :

Annnonce de la nature du train qui a passé devant le poste.

Avis d'arrêter un train signalé par le poste en amont comme ayant une portière ouverte, un signal de queue éteint, un chargement dérangé et offrant du danger, etc.

Rectification d'une erreur dans l'indication de la nature d'un train donnée par la sonnerie du bloc.

Notification au signaleur d'avant de garer un train pour laisser passer un train plus important.

Indication préalable à une cabine placée en avant d'une bifurcation de la direction à donner au train arrivant, afin d'éviter tout retard dans la préparation de la voie.

Secours à demander aux stations en cas d'accidents de toute nature.

Demande, au dépôt de machines d'une machine de secours.

Transmission de l'heure aux postes situés en pleine voie.

Annnonce d'un dérangement survenu dans les appareils du block-system, etc., etc.

1887 Pour la première fois un réseau téléphonique vient d'être établi en France pour relier entre elles les stations d'une ligne de chemin de fer. Il s'agit de la ligne à voie étroite de **Valmondois**, inaugurée récemment. Voilà un premier pas qui en appelle d'autres.

1889-1893 État actuel de la téléphonie sur les grands réseaux français.

Ainsi que nous venons de le montrer, par l'examen des principales applications déjà réalisées sur les grands réseaux français et par l'énoncé de celles qui pourront être réalisées plus tard, le téléphone est destiné à jouer un rôle important dans l'exploitation des voies ferrées. Le nombre des appareils actuellement en service a considérablement augmenté depuis quelques années. Ainsi, à l'occasion d'une communication faite en 1889 à la Société Internationale des Électriciens sur les applications de l'électricité à l'exploitation des voies ferrées, nous avons recherché quels étaient, à cette époque, les nombres de postes télégraphiques et de postes téléphoniques,

Nous avons trouvé qu'il existait sur les sept grands réseaux français environ :

5 000 postes télégraphiques ;
700 postes téléphoniques.

Le nombre de ces derniers était, par conséquent, sept fois moindre que celui des postes télégraphiques.

Depuis 1889 le nombre des postes télégraphiques en service n'a pas sensiblement augmenté ; il n'en est pas de même de celui des postes téléphoniques, et la situation actuelle est approximativement la suivante :

5 200 postes télégraphiques ;
1 210 postes téléphoniques.

Ces derniers ne sont plus qu'en nombre 4,3 fois moindre que les postes télégraphiques.

On a généralement reconnu la nécessité du double fil. Les Compagnies du Nord, de P.-L.-M., de l'Est et d'Orléans qui avaient tout d'abord installé leurs téléphones au simple fil, ont adopté les lignes à deux conducteurs en fil de bronze silicieux ou phosphoreux de 1,5 à 2 mm de diamètre, à 98 0/0 de conductibilité, sauf dans le cas où ces postes sont placés sur les sections de ligne à faible trafic, dans les stations, haltes, etc., auquel cas ils sont reliés sur le fil télégraphique omnibus généralement constitué d'un seul conducteur en fer de 3 mm de diamètre. Il en est de même de ceux de ces postes placés en pleine voie et qui servent de postes de secours, et enfin des postes téléphoniques annexés au télégraphe, ainsi que nous en avons donné un exemple en décrivant les installations réalisées sur une partie de la ligne de Vincennes.

La Compagnie de l'Ouest et celle du Midi ont conservé pour toutes leurs communications téléphoniques de gares le simple conducteur en fer de 3 mm de diamètre avec retour par la terre.

II — EMPLOI DU TÉLÉPHONE DANS LES COMPAGNIES SECONDAIRES

Nous avons vu que, sur les grands réseaux, l'emploi du téléphone est soumis à certaines restrictions et ne peut être substitué au télégraphe Morse pour assurer la transmission de tous les ordres et avis intéressant la sécurité de l'exploitation.

Il n'en est pas de même pour les petites lignes. Il est maintenant admis que, dans ce cas particulier, le téléphone peut remplacer complètement le télégraphe, l'exploitation de ces lignes se faisant dans des conditions spéciales.

Le télégraphe à cadran et encore moins le télégraphe Morse, qui exigent des installations coûteuses, ne conviennent aux lignes à faible trafic ne desservant que des localités peu importantes, où les stations ne sont que de simples haltes situées souvent en face d'estaminets dont les tenanciers doivent assurer le service de l'échange des marchandises. Il fallait quelque chose de plus simple, de plus expéditif que le télégraphe, d'un fonctionnement sûr et néanmoins à la portée des agents peu instruits appelés à en faire usage.

Le téléphone répond seul à ces exigences.

Nous donnerons comme exemples l'application faite :

- 1° En Belgique, sur les chemins de fer à petite section ;
- 2° En France, sur le réseau de la Compagnie Meusienne de chemins de fer.

Application du téléphone sur les chemins de fer belges à petite section.

M. Piérard, Ingénieur des télégraphes, à Bruxelles, a publié une étude intéressante sur l'application du téléphone aux chemins de fer belges à petite section ; c'est de cette étude que nous avons extrait les renseignements qui suivent :

Cet Ingénieur fait remarquer que le téléphone a été appliqué systématiquement, pour la première fois, le long des voies ferrées à l'usage exclusif des besoins du service de ces voies, en Belgique.

La figure 10, PL 88 donne le tracé des lignes téléphoniques desservant les tramways du Nord d'Anvers et du Sud de Bréda.

Sur les chemins de fer économiques belges, les stations sont généralement de simples haltes, sans bâtiment ou locaux spéciaux. Un café voisin de la halte constitue la station.

C'est donc généralement dans une salle réservée du café, qu'est installé le téléphone. Ce dernier est enfermé dans une boîte munie d'une serrure.

Chaque poste comporte un microphone, deux téléphones récepteurs et une sonnerie magnéto-électrique pour les appels.

Tous les postes d'une même ligne sont montés en série sur un seul circuit, ce qui présente plus d'avantages qu'un montage en dérivation, car avec ce système on n'a besoin d'avoir qu'un seul type d'appareils.

L'expérience a montré qu'il était possible d'[embrocher](#) jusqu'à 12 postes dans le même circuit sans rendre la réception téléphonique trop précaire et que l'on pouvait même converser pratiquement entre les postes terminus d'une ligne de 59 km de longueur comprenant 18 postes.

Quand les circuits sont fortement chargés, les postes intermédiaires communiquent entre eux dans de très bonnes conditions ; la communication devient d'autant moins bonne qu'on approche davantage des extrémités.

Les signaux d'appel des divers postes embrochés ont été constitués par des roulements de sonnerie combinés suivant le code Morse, c'est-à-dire par une succession de sonneries brèves et longues.

Les préposés se rendent à leur appareil seulement quand c'est leur poste qu'on appelle.

La trop grande complication des appels n'est pas à craindre, puisque avec deux signaux (une brève et une longue) et une seule répétition on a 2 signaux ; avec deux répétitions, on a 4 signaux ; avec trois répétitions on a 8 signaux, soit en tout $2+4+8 = 14$ signaux, ce qui est largement suffisant puisque le nombre des postes embrochés atteint au plus 12.

En résumé, on peut traiter une succession de postes téléphoniques comme des postes télégraphiques desservis par un fil omnibus, et on peut, dans certains cas, réunir par des fils directs les postes principaux, ce qui a pour double avantage d'améliorer la transmission entre ces postes principaux et de permettre des communications au cas où l'un des circuits viendrait à être interrompu.

On peut objecter à ce système qu'il permet à tous les postes d'écouter les communications qui s'échangent entre deux d'entre eux, mais comme il ne s'agit ici que de messages de service sans intérêt pour les tierces personnes, cet inconvénient n'est pas grave.

Les appareils sont montés au simple fil par mesure d'économie ; on emploie le double fil seulement quand la chaussée empruntée par le chemin de fer vicinal est longée par des fils télégraphiques ; on évite alors l'induction en croisant les deux conducteurs, comme nous l'avons expliqué plus haut.

On avait fait usage, dès le début, de fils de fer de 0,003 m de diamètre, mais on emploie maintenant le fil de bronze phosphoreux de 0,0016 m de diamètre à 95 0/0 de conductibilité, avec lequel on peut avoir des portées de 90 à 120 m. Nous avons signalé l'inconvénient que présente ce fil dans les pays froids ; pendant l'hiver, il se recouvre d'une couche épaisse de glace qui amène sa rupture ; aussi, en Belgique, l'a-t-on remplacé par du fil de bronze à 30 0/0 seulement de conductibilité électrique, ayant une résistance mécanique double de celle du fil à 95 0/0 de conductibilité électrique.

Un autre inconvénient du fil de bronze, qu'il est intéressant de signaler, c'est qu'il tente les voleurs ; ceux-ci n'hésitent pas à couper les lignes pour s'approprier un métal qui vaut 2,50 f le kilogramme ; aussi a-t-on imaginé d'oxyder le bronze pour lui donner l'apparence de l'acier.

Il est également assez curieux de noter que des personnes malveillantes cassent, à coups de pierre, les isolateurs des lignes téléphoniques, lesquels étant en porcelaine blanche se voient facilement et constituent un but facile à atteindre. On a donc remplacé ces isolateurs par d'autres colorés en gris au moyen d'un silicate approprié faisant partie de l'émail des cloches. On a constaté que ces nouveaux isolateurs étaient bien moins fréquemment brisés que ceux en porcelaine blanche. Sur les lignes où cette substitution ne suffit pas à empêcher les bris, on en est réduit à employer des isolateurs blindés, constitués par une simple cloche en porcelaine recouverte extérieurement par une cloche en fonte malléable galvanisée, fixée au moyen de plâtre.

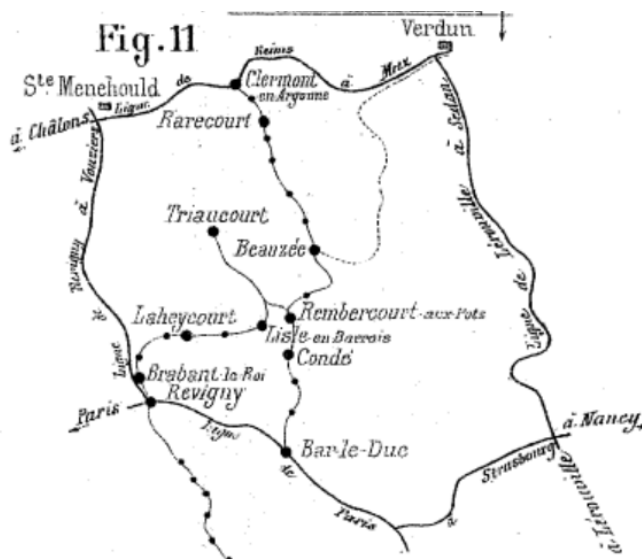
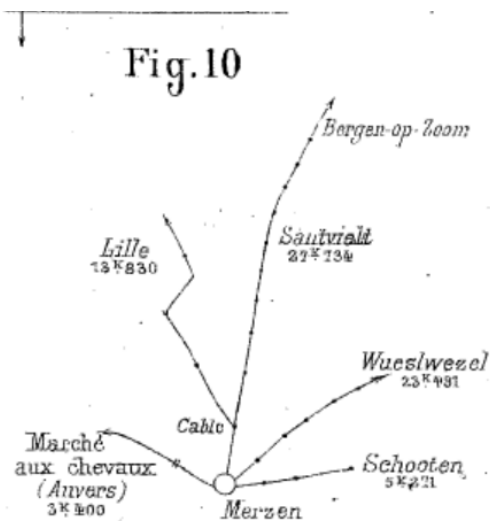
Les quatre lignes téléphoniques du réseau aboutissent toutes à Merxhem, où est installé un poste central ; la ligne de Lillo se détache de celle de Bergen op Zoom, à la première station après Merxhem, ainsi que le montre la carte.

La station de Merxhem, ainsi que la station tête de ligne de la ligne de Lille sont pourvues de postes téléphoniques à plusieurs directions, ayant par conséquent un tableau avec annonceurs et commutateurs.

Il est inutile de donner ici une description détaillée des organes de ces postes, notre collègue, M. Bernheim, devant vous montrer tout à l'heure les dispositions à l'aide desquelles on réalise la mise en communication de diverses lignes aboutissant à un poste central.

Sur les voies ferrées pourvues de postes téléphoniques en Belgique, les distances de ces postes sont en moyenne de 3 250 m.

Le nombre total des postes existant sur les chemins de fer économiques belges est de 97 ; la longueur totale des lignes est de 1 088,318 km, dont 275,397 km en fils de fer et 812,921 km en fils de bronze.



Application du téléphone sur les chemins de fer à voie étroite de la Meuse (France).

Un deuxième exemple d'application du téléphone à l'exploitation des petites lignes nous est fourni par la Compagnie Meusienne de chemins de fer, dont le siège social est à Bar-le-Duc.

Cette Compagnie a un réseau de 155 km, comprenant trois lignes :

- 1° La ligne de Bar-le-Duc à Vaubecourt et Clermont, en Argonne;
- 2° La ligne de Beauzée à Verdun (en construction) ;
- 3° La ligne d'Haironville à Triaucourt, dont la figure 11, Pl. 88 donne le tracé.

Les lignes actuellement en exploitation ont une longueur totale de 117 km. '

Le téléphone est exclusivement employé sur ces lignes, sauf sur la section de Revigny à Haironville, d'une longueur de 27 km.

Le siège de l'administration est relié à l'ensemble du réseau. Les gares principales (marquées sur la carte par un gros point noir) possèdent, seules des postes; ceux-ci au nombre de onze pour un développement de lignes de 91 km.

Les postes téléphoniques, exclusivement magnétiques, sont montés en série sur un seul conducteur constitué d'un fil de fer de 3 mm de diamètre. *

La figure 12, PL 88 donne le schéma de montage d'un poste intermédiaire auquel aboutissent les deux lignes de droite et de gauche. Le poste intermédiaire se compose d'un téléphone transmetteur, de deux téléphones récepteurs, et d'un appel mixte, c'est-à-dire d'un appel phonique et d'un appel par sonnerie magnétique. Ces deux sortes d'appel se font en imprimant un mouvement de rotation rapide, à l'aide d'une manivelle, à une petite machine magnéto dont le courant réagit sur une sonnerie polarisée, située dans le poste correspondant, lorsqu'on appuie sur un bouton. Si, au contraire, on imprime le mouvement de rotation à la magnéto en pressant sur un autre bouton, comme on fait tourner en même temps une roue à interruptions, on provoque dans le récepteur du poste correspondant une série de vibrations qui sont amplifiées par un cornet.

Le poste intermédiaire, auquel aboutissent les deux lignes, susdites, est également muni de deux annonciateurs à sonnerie de pile ordinaire. Ces annonciateurs sont disposés de telle sorte que le poste intermédiaire ayant mis "en communication les deux postes qui aboutissent à son -appareil puisse écouter la conversation qu'ils échangent, en mettant ses récepteurs en dérivation.

Tous les appareils d'un poste sont enfermés dans un coffre transportable.

Dans certaines gares non pourvues de logement, il existe non seulement un poste à la gare, mais aussi au domicile du chef de gare.

Enfin, outre les postes téléphoniques installés à demeure dans les stations, tous les trains portent dans leur fourgon un appareil téléphonique mobile permettant, en cas de détresse, d'établir une communication entre les deux postes voisins, en moins de trois minutes.

Le schéma de la figure 12, PL 88 donne la vue de ce poste mobile composé des mêmes appareils qu'un poste terminus. La boîte qui contient ces appareils mesure 0,22 x 0,17 X 0,19 et pèse 6,120 kg. Les deux récepteurs sont montés sur une courroie agencée pour que l'application puisse être faite aux oreilles sans qu'on ait besoin de se servir de ses mains pour les maintenir. (Voir fig. 43, PL 88.)

Les dessins de la figure 13, PL 88 donnent les vues en élévation, en plan et en coupe de ce poste portatif qui est relié au fil de ligne au moyen d'un conducteur fixé à une perche en bambou démontable, munie d'une pince en cuivre. Cette pince, à laquelle est attaché le fil, sert à le suspendre au conducteur aérien. La terre est prise au rail par une pince en cuivre ou en enfonçant dans le sol une fiche métallique.

Avec le poste de secours, on peut envoyer un courant d'induction qui actionne la sonnerie magnétique des postes voisins. Ce poste de secours ne peut lui-même recevoir que des appels phoniques.

Le téléphone est employé sur le réseau meusien des chemins de fer à la transmission des dépêches intéressant la circulation et la sécurité des trains.

Les dépêches de cette nature sont inscrites sur un carnet et collationnées par répétition. Il n'est pas tenu note des autres dépêches de service ou des avis de départ des trains qui sont donnés de gare en gare.

L'appel phonique adopté pour certains postes de ces petites lignes de la Meuse serait, croyons-nous, insuffisant dans la plupart des applications du même système qui pourraient être faites sur les lignes de chemins de fer, car il faut prêter une oreille attentive pour percevoir le bruit produit par les vibrations du téléphone récepteur, malgré le renforcement dû au cornet placé sur le téléphone.

ÉTUDE TECHNIQUE DES APPAREILS Par Edmond. BERNHEIM

(les figures citées dans ce document ne sont pas communiquées)

Dans la première partie de cette communication, M. G. Dumont Ingénieur, chef des Services techniques de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, a parlé de l'emploi des téléphones dans les chemins de fer ; nous allons maintenant donner quelques détails sur les postes employés et sur les différents accessoires destinés à les compléter.

Les appareils téléphoniques employés dans les Chemins de fer sont de deux sortes : les appareils microphoniques et les appareils magnétiques.

Les appareils magnétiques sont peu employés, étant donné qu'ils ne peuvent pas être utilisés sur les lignes d'une certaine-étendue ; nous n'en dirons donc que quelques mots à la fin de cette communication.

Les appareils microphoniques, au contraire, sont très employés et, parmi eux, celui dont l'usage est le plus courant, est le transmetteur Ader. Nous donnerons donc une description très complète du transmetteur Ader, et nous passerons rapidement en revue les autres types de transmetteurs, car les principes sur lesquels repose leur construction sont les mêmes et ils n'en diffèrent que par des détails.

En téléphonie comme en télégraphie on emploie, pour relier deux postes, des lignes directes et des lignes omnibus.

Les premières ont pour but de relier deux postes, sans intermédiaire entre eux; les autres de relier un certain nombre de postes par la même ligne ou des lignes différentes de leur permettre de communiquer à volonté l'un avec l'autre et, au besoin, de mettre ces postes en communication directe l'un avec l'autre.

Ligne directe. — Lorsque deux postes sont reliés par une ligne téléphonique directe, il faut à chaque poste établir un poste simple. Comme nous l'avons dit plus haut, nous prendrons comme type de poste simple, le transmetteur Ader.

Le Transmetteur Ader comprend trois circuits bien distincts :

- 1° Le circuit microphonique ou circuit inducteur;
- 2° Le circuit de transmission ou circuit induit ;
- 3° Le circuit d'appel.

Avant de parler de ces trois circuits, nous donnerons quelques explications sur les organes principaux qui les constituent et qui sont :

Le microphone Ader proprement dit ;

La bobine d'induction ;

Le récepteur Ader ;
Et accessoirement, la sonnerie d'appel.

Microphone Ader (fig. 44). — Il se compose d'une planchette en sapin fixée sur un pupitre en bois et inclinée d'environ 10° sur l'horizon; sur la face interne de cette planchette, sont fixées dans un plan vertical trois réglettes de charbon de cornue, B, G, D, comprenant entre elles dix crayons horizontaux également en charbon de co et groupés en deux séries de cinq. Les réglettes et les crayons ne sont pas assemblés d'une manière rigide ; ils jouent les uns dans les autres et constituent ainsi une série de contacts imparfaits. On conçoit que si on ferme le circuit d'une pile à travers ce microphone et si on vient à faire vibrer la planchette, on modifiera les contacts et, par suite, la résistance électrique du microphone ; par conséquent, le circuit se trouvera traversé par des courants d'intensité variable.

Bobine d'induction. - Elle se compose d'une bobine en bois dont le noyau est formé par un faisceau de fils de fer doux, et sur laquelle sont enroulés deux fils, l'un assez court et peu résistant, qu'on désigne sous le nom de gros fil ou fil inducteur, l'autre très long et très résistant qu'on désigne sous le nom de fil fin ou fil induit. Le gros fil est placé dans le circuit fermé par la pile et le microphone Ader. Chaque fois que le courant traversant le circuit dont nous avons parlé à propos du microphone change d'intensité, le gros fil se trouve parcouru par des courants tantôt croissants tantôt décroissants ; par suite des phénomènes de l'induction, le fil fin sera parcouru par des courants beaucoup plus courts, mais aussi beaucoup plus puissants que les premiers.

Récepteurs Ader. (Description du récepteur Ader n° 3, le plus communément employé.) — Le récepteur Ader n° 3 se compose d'un électro-aimant à deux bobines, dont les noyaux sont fortement aimantés. L'armature est formée d'une plaque de fer doux. Si le fil de l'électro est parcouru par des courants variables, le champ magnétique des noyaux va se trouver modifié et, par suite, le degré d'attraction de l'armature, ce qui donnera lieu à des attractions et des répulsions, c'est-à-dire à des vibrations de cette armature. Si les courants variables correspondent aux vibrations du son, l'armature reproduira les mêmes vibrations.

Sonneries d'appel. — Elle est, pareille aux sonneries d'appartement que tout le monde connaît, avec cette différence que les bobines ont une certaine résistance, variable selon la longueur de la ligne et le groupement des appareils.

Disposition de l'appareil (fig. 45) — L'appareil comporte: un microphone Ader, une bobine d'induction, deux récepteurs Ader.

(A partir de la figure 45 consulter le fichier à ce lien)

Ces organes sont montés dans une boîte qui est disposée de manière à constituer les trois circuits distincts dont nous avons parlé plus haut. L'appareil porte en outre huit bornes : les deux bornes L dites de ligne, que l'on vient relier aux deux fils de ligne ; les deux bornes S, dites de Sonnerie, que l'on relie aux fils allant à la sonnerie d'appel ; les deux bornes PT de pile microphonique reliées à la pile microphone ; enfin, les bornes PS reliées à la pile d'appel. M'

Circuit microphonique. — Il comprend la pile microphone, le microphone et le gros fil de la bobine d'induction. Au repos, ce circuit est coupé, ce n'est qu'au moment de la transmission qu'il se ferme ainsi que nous le verrons plus loin.

Circuit de transmission. — De même que le précédent, ce circuit n'est fermé que pendant la durée de la transmission ; il part d'une des bornes de ligne, traverse le fil fin de la bobine d'induction,

On conçoit que si, par les bornes de ligne arrivent des courants vibratoires, et si le circuit de transmission est fermé; ces courants se trouveront reproduits par l'armature des récepteurs. Si, au contraire, le fil fin de la bobine d'induction se trouve parcouru par des courants de cette nature (engendrés eux-mêmes par le circuit microphonique), les fils de ligne seront également parcourus par ces courants vibratoires.

Circuit d'appel. — Ce circuit n'est fermé qu'à l'état de repos de l'appareil. Il part de l'une des bornes de ligne et se rend de là à l'axe d'un petit commutateur, appelé bouton d'appel, qui est analogue à un bouton de sonnerie ; au repos, ce commutateur se trouve en communication avec un contact qui ferme le circuit à travers la sonnerie d'appel et la seconde borne de ligne. On voit que dans cette position, s'il arrive un courant par la ligne, ce courant traversera la sonnerie et la fera résonner, ce qui produira l'appel. Si, au contraire, on vient à appuyer sur le bouton d'appel, le circuit se ferme de la manière suivante : une borne de ligne, l'axe du bouton d'appel, le contact inférieur du même bouton, la pile d'appel et la seconde borne de ligne. Donc tout le temps qu'on maintiendra le bouton d'appel abaissé, on fermera la pile d'appel à travers la ligne.

Commutateur automatique. — Il faut maintenant montrer quel a été le moyen employé pour fermer les circuits microphonique et de transmission et couper le circuit d'appel au moment où on passe de la position d'appel à la position de transmission. On a, à cet effet, utilisé le commutateur automatique. Il se compose d'un levier métallique divisé en deux parties par une lame isolante I; il est terminé à l'une de ses extrémités par un crochet sortant de la boîte du téléphone et auquel on vient au repos accrocher un des récepteurs, ce qui a pour effet de faire basculer le levier ; si on décroche le récepteur, le levier est déplacé en sens inverse par un ressort antagoniste.

L'axe du commutateur est relié en permanence à l'une des bornes de ligne ; la partie antérieure du levier, qui est en communication constante avec l'axe, vient dans sa position de repos buter contre un contact qui vient compléter le circuit d'appel ; au contraire, si on décroche le récepteur, le commutateur se relève, vient buter contre un autre contact et fermer ainsi le circuit de transmission. En même temps, la partie du levier isolée par la lame isolante I vient buter contre deux paillettes, dont l'une est reliée à l'une des bornes de la pile microphone, l'autre à l'une des extrémités du gros fil de la bobine d'induction. Ces deux paillettes se trouvant en contact viennent ainsi, par l'intermédiaire du commutateur automatique, fermer le circuit microphonique.

Lignes au simple fil. — On peut, au lieu de relier les deux bornes de ligne chacune à un fil de ligne, n'employer qu'un seul fil de ligne et relier la seconde borne à la terre, de manière à faire le retour commun par la terre comme dans les lignes télégraphiques.

Pourtant, dans ce cas, on a à vaincre une difficulté qu'on ne rencontre pas en télégraphie : ce sont les perturbations apportées au courant de ligne par suite des effets d'induction des fils voisins. En télégraphie, ces effets sont négligeables, la durée des courants induits n'étant jamais assez longue pour agir sur les appareils télégraphiques ; en téléphonie, au contraire, où on ne transmet que des courants induits, le passage dans le voisinage de la ligne du plus petit courant, courant de lumière, courant télégraphique ou simplement courant d'une autre ligne téléphonique, est absolument nuisible à la bonne transmission.

On est donc conduit, dans la plupart des cas, à employer des *lignes au double fil*, car alors les courants induits prenant naissance dans chacun des fils sont égaux et de sens contraire, et par conséquent se détruisent l'un l'autre. Dans la première partie de cette communication, M. Dumont a montré quelles étaient les dispositions adoptées pour obtenir l'égalité des deux courants de sens contraire.

D'ailleurs, même au cas où on n'aurait pas à craindre le voisinage d'autres conducteurs électriques, l'induction tellurique, pour des lignes d'une certaine étendue, serait suffisante pour troubler la transmission.

Installation d'un transmetteur Ader (fig. 47).

Le poste s'installe de la façon suivante :

1° L'appareil est fixé au mur par trois vis passant dans les champignons en caoutchouc disposés sur l'appareil.

Si le local est humide, il faut interposer entre les murs et l'appareil une planchette en bois ;

2° La pile est enfermée dans une boîte qui doit être placée dans un endroit sec, à l'abri de la chaleur et de l'humidité et à portée des appareils ;

3° La sonnerie est placée dans un endroit quelconque du local, en tenant compte cependant de celui le plus commode pour en entendre le son.

La ligne, la sonnerie et la pile sont reliées à l'appareil par des fils de cuivre recouverts de gutta et coton communément appelés fils de sonnerie.

Les deux bornes de la sonnerie sont reliées directement aux deux bornes marquées S de l'appareil.

Ces deux bornes se trouvent à droite et en haut de l'appareil.

La pile est reliée à l'appareil de la façon suivante :

L'appareil possède quatre bornes à la partie inférieure ; la première à gauche se relie au premier zinc de la pile ; la deuxième se relie au troisième charbon de la pile de façon à ce que, entre ces deux bornes de l'appareil, se trouve intercalée une pile de trois éléments. On relie par un petit fil de cuivre sous gutta-coton la première borne à la troisième et on relie la quatrième au dernier charbon de la pile. De cette façon, entre la première et la quatrième borne se trouve toute la pile, de même qu'entre la troisième et la quatrième. Il faut toujours entre la première et la deuxième borne mettre trois éléments, ni plus, ni moins. Ces deux bornes correspondent en effet aux extrémités du circuit microphonique, qui est un circuit local et qui, par suite, nécessite un nombre d'éléments ne variant pas avec la résistance de la ligne.

La pile totale comprend un nombre d'éléments variable avec la résistance du circuit extérieur et avec la distance ; on compte en général trois éléments pour 50 ohms de résistance.

Les deux bornes supérieures de gauche sont destinées à relier l'appareil avec le circuit extérieur.

Si on a une ligne au double fil, chacun de ces fils vient aboutir à l'une de ces bornes indifféremment.

Si le circuit extérieur n'a qu'un fil, on relie ce fil à la première borne de gauche, la deuxième est reliée au fil de terre.

Prise de terre. — Lorsque les appareils sont mis en relation les uns avec les autres, au moyen d'une ligne au simple fil, le circuit se complète, en mettant chaque appareil en communication avec la terre, qui fait alors office de fil de retour.

D'autre part, on préserve généralement les appareils téléphoniques reliés entre eux par des lignes aériennes, contre le danger d'un coup de foudre, à l'aide de paratonnerres (voir plus loin la description des paratonnerres les plus employés). Ges paratonnerres, lorsqu'ils sont frappés par la foudre, sont disposés de telle sorte qu'à ce moment la décharge, au lieu de traverser les appareils, va directement à la terre. Les paratonnerres doivent donc être tous reliés à la terre.

Dans un cas comme dans l'autre, la terre doit être prise avec beaucoup de soin, car si elle ne l'était pas, avec les lignes au simple fil, la communication serait mauvaise, et, dans le cas d'emploi de paratonnerres, la protection serait inefficace et même dangereuse. ,

Dans les endroits où se trouvent des conduites d'eau ou de gaz en plomb, on se sert de ces conduites pour prendre terre (fig. 48); Dans ce cas, le fil conducteur venant l'appareil (ligne au simple fil), soit du paratonnerre (lignes aériennes), est généralement un petit câble composé de trois fils de cuivre nu tressés ensemble.

On enroule plusieurs fois ce conducteur autour de la conduite d'eau ou de gaz après avoir eu soin de décaper cette conduite à l'endroit où vient s'enrouler le petit câble. Lorsque le fil de terre est ainsi enroulé, on le fixe solidement sur la conduite à l'aide de soudure d'étain.. Il faut avoir soin de bien serrer les spires d'enroulement sur une longueur de conduite d'environ 10 cm. Si on veut souder sur une conduite d'eau, il faut avoir soin de la vider, sans quoi la soudure devient impossible. Si on. ne peut pas la vider, on remplace la soudure par un fort serrage du fil autour de la conduite .

Si on a à sa disposition une conduite d'eau et une conduite de gaz, il y a intérêt à prendre deux terres, l'une sur l'eau, l'autre sur le gaz (fig. 49).

Si on n'a à sa disposition qu'une conduite d'eau en fer, on desserre un boulon de la conduite, on la nettoie sérieusement et on vient y insérer l'extrémité du fil de terre. On resserre ensuite fortement le boulon.

Si on se trouve dans un endroit où il n'y a ni conduite d'eau, ni conduite de gaz, on opère ainsi :

1° Si on est à proximité d'un cours d'eau, on vient y plonger l'extrémité, du fil de terre, en laissant au fond de l'eau une longueur d'environ 2. ou 3 m de fil. Mais il est nécessaire que la partie immergée se trouve toujours dans l'eau, quelle que soit la hauteur des eaux du cours d'eau (fig. 20).

2° Si on n'a pas de cours d'eau, on creuse un puits, et si on rencontre une couche de terre humide, on y place une plaque de cuivre rouge d'environ 1 m de long sur 30 cm de large et 1 ou 2 mm d'épaisseur. On soude l'extrémité du fil de terre après la plaque et on comble le puits autant que possible avec de la terre humide (fig. 24).

3° Enfin si l'on n'a pas de terrain humide à sa disposition, on enfonce en terre une barre de fer appointie d'environ 1,50 m de longueur sur 6 à 10 cm2 de section. Si la barre de fer est ronde, un diamètre de 3 cm est suffisant. Si elle est carrée, elle doit avoir 3 cm de côté. On enroule le fil de terre autour de cette barre et on l'y soude après avoir, au préalable, étamé la partie de la barre qui doit recevoir la soudure. Il est bon de temps en temps d'arroser l'endroit où cette barre est enfoncée (fig.- 22).

En résumé, on ne saurait prendre trop de précautions pour assurer le contact intime du fil de terre avec le sol.

Il faut avoir soin également de bien fixer ce fil, de manière à ne pas risquer sa rupture. Généralement, on le fait descendre le long d'un mur où il est fixé à l'aide de crochets à gaz.

Paratonnerres.— Nous avons vu plus haut que, dans les lignes aériennes, il était indispensable de protéger les appareils contre les coups de foudre qui peuvent tomber en un point quelconque de la ligne, la suivre et venir traverser, en y détruisant les appareils, le poste téléphonique.

Il existe de nombreux modèles de paratonnerres qui peuvent d'ailleurs tous se ramener à trois types principaux, savoir :

1° Les paratonnerres à pointes ;

2° Les paratonnerres à fil fin ;

3° Les paratonnerres à papier.

Paratonnerres à pointes. — Le principe de ces paratonnerres est le pouvoir des pointes, phénomène bien connu en électricité statique. La ligne, avant de se rendre dans l'appareil, traverse une plaque dont Tune des faces est munie de pointes ; vis-à-vis de ces pointes s'en trouvent d'autres, reliées à une seconde plaque qui,, elle-même, est en communication avec la terre.

En temps ordinaire, les courants traversant la ligne sont à un potentiel trop faible pour être influencés par le voisinage des pointes en communication avec la terre; au contraire, au cas du passage d'une décharge atmosphérique, le potentiel croît subitement en passant dans la plaque munie de pointes, la ligne se décharge par une série d'étincelles sur les pointes placées en regard, en sorte que les appareils se trouvent préservés.

Le paratonnerre de ce type le plus employé est le paratonnerre Bertsch, dont on construit deux types, l'un renfermé dans une boîte en bois, pour être placé à l'intérieur des constructions ; l'autre, absolument étanche, destiné à l'extérieur (fig. 23).

Paratonnerres à fil fin. — Le paratonnerre à fil fin comprend un fil de cuivre couvert de soie que le courant de ligne doit traverser avant de se rendre aux appareils. Si un courant trop intense arrive par le fil fin de ligne, le fil fin fond et coupe toute communication avec les appareils. Un commutateur à manette permet, d'ailleurs, à l'approche d'un orage, de mettre directement les fils de ligne à la terre, le fil fin ne servant ainsi qu'en cas d'orage imprévu.

Nous représentons figure 24 un paratonnerre à fil fin et commutateur de mise- à la terre. Nous citerons encore parmi ces appareils les paratonnerres à lames et à fil fin préservateur, qui se construisent pour un nombre de directions quelconque.

Paratonnerres à papier. — Le principe de ces paratonnerres est le même que celui des condensateurs d'électricité. Ils se composent d'une plaque métallique que le courant de ligne traverse; cette plaque se trouve vis-à-vis d'une seconde plaque reliée à la terre et n'en est séparée que par une feuille de papier paraffiné.

En temps ordinaire, le courant passe normalement: dans les appareils ; mais si le courant est tel que le condensateur est chargé au delà de ce que permet sa capacité, une décharge se produit entre les deux plaques, brûle le papier et établit la communication de la ligne avec la terre (fig. 25).

On construit également des paratonnerres à lame d'air.

Ce sont des paratonnerres à papier dans lesquels on a perforé la feuille de papier; ce qui en reste sert simplement à maintenir l'écartement des deux plaques. On constitue ainsi un véritable condensateur à lame d'air, qui se décharge brusquement au passage d'un courant trop puissant.

Gomme nous l'avons dit, il existe de nombreux types de paratonnerres, se rapprochant plus ou moins des types décrits, ou encore formés du groupement de plusieurs de. ces types entre eux. Nous citerons notamment le type de paratonnerre adopté par la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, et qui est à pointes, à fil fin préservateur, à papier et à commutateur de mise à la terre (fig. 26).

Transmetteurs autres que le transmetteur Ader.

Il existe un grand nombre de différents types de transmetteurs ; mais les seuls que l'on emploie un peu couramment dans les chemins de fer sont les transmetteurs Ader, Breguet et Berthon.

Nous venons de parler du transmetteur Ader; nous dirons quelques mots des deux autres.

Le montage des différents éléments entre eux est le même que dans le transmetteur Ader, précédemment décrit ; les seules modifications résident dans le microphone.

Le microphone du transmetteur Breguet se compose d'une planchette en sapin, sous laquelle sont fixés des charbons cylindriques montés entre trois Blocs de charbon, comme l'indique la figure 27. Les communications sont les mêmes que dans le transmetteur Ader.

Le microphone Berthon est basé sur un principe tout différent : il se compose de deux plaques circulaires en charbon, entre lesquelles se trouvent des petites billes de charbon ; les bornes de la pile microphone communiquent avec les plaques de charbon et le circuit se ferme à travers les billes. On obtient ainsi une série de contacts dont la perfection est variable et qui, par suite, laissent passer le courant avec plus ou moins d'intensité (fig. 28).

Ce microphone est monté dans un boîtier en ébonite. Un grand avantage de ce modèle est qu'il se monte très facilement sur une poignée portant également un récepteur Ader. Cette poignée se tient de la main gauche, et on peut, tout en suivant la conversation, prendre des notes avec la main droite (fig. 29).

Outre le type de transmetteur Ader mural que nous avons décrit plus haut, il existe un type pouvant se placer sur une .table et dont les connexions se font au moyen d'un cordon souple à sept conducteurs (fig. 30 et 31).

Il existe également de ce type des transmetteurs Breguet et Berthon (7=fig.32 et 33) .

Lignes omnibus.

Il existe en téléphonie deux sortes de lignes omnibus :

I — Les réseaux téléphoniques dont toutes les lignes aboutissent à un même poste central :

a) Pouvant donner des communications directes entre les divers postes reliés;

b) Ne pouvant pas donner de communications directes.

II— Les réseaux téléphoniques dont tous les postes se trouvent situés le long d'une même ligne et où :

a) Chaque poste peut communiquer seulement avec ses deux. voisins;

b) Chaque poste peut mettre en communication ses deux voisins, et, par suite, en répétant cette manoeuvre de proche en proche, deux postes quelconques peuvent communiquer entre eux..

c) Chaque poste peut appeler directement l'un quelconque-des autres de la ligne.

II— Réseaux téléphoniques dont toutes les lignes aboutissent à un même poste central.

a. — Le poste central peut donner des communications directes.

Il faut distinguer deux sortes de postes: les postes simples et. le poste central.

Postes simples. — Ils sont en tout analogues à ceux dont nous avons parlé plus haut et dont le type est le transmetteur Ader. Ils peuvent, grâce au poste central, communiquer soit avec ce poste, soit avec l'un des autres postes simples qui y sont reliés ; mais d'eux-mêmes, ils ne peuvent se mettre en communication qu'avec le poste central.

Poste central. — Le poste central est relié à un certain nombre de postes simples, avec lesquels il doit pouvoir se mettre en communication.

Il doit de plus pouvoir mettre en communication entre eux deux des postes simples auxquels il est relié.

En outre du transmetteur analogue à ceux décrits plus haut, le poste central comprend :

1° Des indicateurs d'appel ;

2° Des commutateurs.

1° Indicateurs d'appel. — Ils ont pour but de faire connaître au poste central quel est le poste simple désirant lui parler ou demandant à être mis en communication avec un autre poste simple.

Les principaux dispositifs, indicateurs d'appel, sont : la convention. de sonnerie, les sonneries spéciales, les annonceurs.

Convention de sonnerie. — Elle consiste en une sonnerie unique placée au poste central ; chaque poste appelle d'une façon particulière : par exemple, l'un par un appel bref, le second par un appel prolongé, le troisième par deux appels brefs, etc...

Sonneries spéciales. — Un autre procédé consiste en une sonnerie spéciale affectée à chaque poste simple.

Annonceurs (fig. 31.) — C'est le plus employé de tous les dispositifs indicateurs d'appel, car c'est celui dont l'usage est le plus sûr et le plus commode. L'annonceur se compose d'un électro-aimant A, fixé à l'intérieur d'une boîte. Sur la face antérieure de cette boîte, se trouve placé un volet P, mobile autour d'une charnière placée à sa base, et maintenu. appliqué contre la boîte par un crochet terminant l'armature de l'électro. Si on vient à faire passer un courant dans l'électro, l'armature se trouve attirée et le crochet abandonne le volet qui tombe, laissant à découvert un numéro (fig. 34).

En tombant l'annonceur peut faire résonner une sonnerie qui, selon le cas, peut être intermittente ou continue.

La sonnerie est intermittente, lorsqu'elle ne résonne que quand le poste simple appuie sur son bouton d'appel ; dans ce cas c'est l'armature même de l'annonceur qui vient fermer un circuit local comprenant une sonnerie et une pile, en butant contre un contact.

La sonnerie est continue, si elle résonne tout le temps que l'annonceur est tombé ; dans ce cas, qui est celui de la figure, c'est le volet de l'annonceur qui ferme le circuit local, en butant contre un contact G fixé sur la boîte de l'annonceur.

Enfin, on emploie fréquemment le commutateur I. O. G qui est un petit commutateur à manette et à trois plots; si ce commutateur se trouve sur le plot I, la sonnerie est intermittente ; s'il est sur le plot O, la sonnerie ne résonne pas du tout et l'attention de l'employé n'est attirée que par la vue de l'annonceur dont le volet est tombé ; enfin si le commutateur se trouve sur le plot G la sonnerie est continue.

Une vis de réglage replacée sur la boîte de l'annonceur permet de modifier la tension du ressort antagoniste de l'armature de l'électro-aimant A et, par suite, de faire varier le courant minimum nécessaire pour faire tomber le volet.

2° Commutateurs. — Les commutateurs ont pour but de permettre au poste central de se mettre en communication avec un poste simple quelconque, ou de mettre en communication entre eux deux postes simples.

Ils doivent en outre être disposés en sorte que le poste central puisse, à un moment quelconque, reconnaître si les deux postes simples reliés peuvent avertir le poste central de la fin de leur conversation.

En effet, dans les lignes télégraphiques où un poste intermédiaire a à mettre en communication deux autres postes, le galvanomètre du poste intermédiaire continue à dévier tant que les postes simples communiquent, et le poste intermédiaire se trouve ainsi averti qu'il ne doit pas rompre la communication. Les courants téléphoniques, au contraire, sont de beaucoup trop faible durée pour agir sur un galvanomètre, et il faut un dispositif de fin de Conversation spécial.

Les commutateurs employés en télégraphie sont :

Les commutateurs usités en télégraphie ;

Les commutateurs jack-knives ;

Les commutateurs à leviers.

Commutateurs usités en télégraphie. — Ce sont les commutateurs à maffette et à plots, les commutateurs suisses et les commutateurs bavares.

Tous ces commutateurs sont connus et ne demandent, pas de description spéciale,

Les commutateurs à plots ne sont employés que dans quelques cas particuliers, car ils ne permettent généralement pas de monter facilement les indicateurs d'appel, ce qui permet bien au poste central d'appeler les postes simples, mais empêche les postes, simples d'appeler le poste central (fig. 35).

Les commutateurs suisse et bavares, très employés au début de la téléphonie, sont aujourd'hui complètement abandonnés par suite de l'invention de commutateurs plus parfaits, et en raison de la complication de leur manœuvre et de leur prix de revient assez élevé.

Commutateurs jack-knives. — Nous décrirons d'abord les commutateurs jack-knives employés dans les lignes au simple fil, et nous dirons ensuite quelques mots de ceux employés dans les lignes au double fil.

Le commutateur jack-knife simple fil se compose simplement d'une plaque métallique P, percée de deux trous 1 et 2 (fig. 36). Chacune des lignes L reliées au poste central communique avec une telle plaque. Le commutateur est complété par des cordons à un conducteur C, recouverts de soie tressée et munis à chacune de leurs extrémités d'une fiche métallique F (fig. 37).

En outre, la borne de ligne du transmetteur du poste central, qui, dans le cas d'une installation de ligne directe, serait reliée au fil de ligne, se trouve reliée à un cordon sous soie muni d'une fiche FI (fig. 38).

On comprend que, si on vient à enfoncer cette fiche dans l'un des trous d'un jack-knife, on établit la communication entre le poste central et le poste simple correspondant au jack-knife où l'on a placé la fiche; si, au contraire, on vient à enfoncer les deux fiches d'un cordon à deux fiches dans deux jack-knives différents, on relie électriquement les deux postes correspondants.

On voit que, quand on a ainsi mis deux postes en communication, il reste à chaque jack-knife un trou disponible; le poste central peut, en mettant sa fiche dans ce trou, se placer en dérivation sur la ligne et écouter si les deux postes parlent encore entre eux. En outre, un dispositif spécial permet de laisser en permanence un annonceur en dérivation sur la ligne reliant les deux postes simples, qui peuvent l'un ou l'autre faire tomber le volet de cet annonceur, en envoyant dans la ligne le courant d'appel; et, de cette manière, on sera, averti de la fin de la conversation..

A cet effet, au-dessus de la plaque métallique P de chaque jack-knife, se trouve un contact G, relié à l'annonceur correspondant A et isolé de la plaque P. Une lame de ressort R est en communication avec la plaque P et le contact C, en sorte qu'elle vient fermer le circuit de ligne à travers l'annonceur. Si on enfonce la fiche du cordon dans le trou de gauche 1 du jack knife, rien n'est changé aux connexions et l'annonceur reste en dérivation sur la ligne; si, au contraire, on vient l'enfoncer dans le trou 2. une pièce isolante B repousse la lame de ressort et rompt son contact avec l'annonceur A. L'annonceur est donc ainsi mis hors circuit.

Donc, quand un poste, intermédiaire met en communication deux postes simples, il lui suffit d'enfoncer une des fiches dans le trou de droite du premier jack-knife; l'autre, dans le trou de gauche de l'autre; l'annonceur correspondant au jack où le trou de gauche est occupé reste en dérivation, et son volet tombe si l'un des postes simples, appuyant sur le bouton d'appel, envoie un courant assez énergique dans la ligne.

Le commutateur jack-knife double fil est absolument analogue à celui au simple fil, avec cette différence qu'au lieu d'une plaque percée de deux trous, il y en a deux, fixées l'une sur l'autre et séparées par une matière isolante ; chaque plaque est reliée à l'un des fils de ligne du poste correspondant; la fiche est elle-même formée de deux parties concentriques, isolées entre elles, qui, quand on vient enfoncer la fiche dans le jack, viennent chacune un contact avec l'une des plaques, c'est-à-dire avec l'un des fils de ligne (fig. 41 à 44).

Comme précédemment, l'une des plaques est munie d'une lame de ressort, permettant de laisser un annonceur en dérivation.

Le type de commutateur jack-knife que nous venons de décrire est le plus communément employé ; il existe outre cela d'autres types, tels que les commutateurs jack-knife système Bailleux : les commutateurs Sieur, les commutateurs de multiple, etc., que nous citons pour mémoire.

Ces commutateurs ne sont pas forcément à deux trous, mais ils sont toujours disposés pour permettre d'intercaler un annonceur de fin de conversation.

Commutateurs à leviers (fig. 45). — Deux lames de ressort RI, R2 sont reliées chacune à l'un des fils de ligne allant au poste simple ; au repos, chaque lame bute contre un contact relié à l'annonceur correspondant A, ce qui permet au poste simple considéré d'appeler; si, au contraire, on vient à abaisser un levier fixé sur la boîte contenant les deux lames de ressort, ces dernières, solidaires de son mouvement (grâce à des pièces isolantes interposées), viennent buter contre deux contacts reliés aux bornes de ligne de

l'appareil du poste central, ce qui permet à ce poste de communiquer avec le poste simple.

Pour mettre en communication deux postes simples, il suffit d'abaisser les leviers correspondant à ces deux postes; le poste central reste en dérivation. Pour que ce dernier soit averti de la fin de la conversation, les deux bornes de sonnerie de ce poste sont reliées à un annonciateur spécial F, qui tombera si l'un des postes simples reliés vient à envoyer un courant assez puissant dans la ligne.

Les commutateurs à leviers permettent de faire de nombreuses combinaisons entre divers postes reliés, telles, par exemple, avec un seul levier, de relier deux postes si avec le poste central.

Pour ces combinaisons, on augmente naturellement le nombre de lames ou de contacts des commutateurs. On se sert également des commutateurs à leviers dans les commutateurs multiples, actuellement d'un usage si répandu.

L'inconvénient des commutateurs à leviers est qu'on ne peut généralement pas donner plus d'une communication à la fois par un même tableau, car tous les contacts inférieurs des lames de ressort sont en communication, en sorte que si on abaissait plus de deux leviers, tous les postes correspondants seraient en communication. Généralement, quand on veut pouvoir donner plusieurs communications, on établit plusieurs séries de leviers correspondant chacune à un circuit distinct.

M. Pinel, contrôleur du service télégraphique des Chemins de fer de P.-L.-M., a inventé récemment un système de tableaux à leviers à positions multiples, appelé à rendre les plus grands services. Chaque levier peut prendre un certain nombre de positions différentes.

Dans le type à quatre positions, si les leviers sont dans leur première position, les annonciateurs se trouvent en communication avec les lignes correspondantes, en sorte que, si un poste vient à appeler, son annonciateur tombe; la seconde position permet au central de se mettre en communication avec l'un quelconque des postes simples; si on place deux leviers dans la troisième position, on met les deux postes correspondants en communication et on laisse un annonciateur en dérivation; enfin, la quatrième position permet de mettre en même temps deux autres postes en communication et de laisser également un annonciateur en dérivation.

Réseaux téléphoniques comprenant plusieurs postes centraux. — On peut, en groupant ensemble un certain nombre de réseaux téléphoniques à poste central, obtenir des combinaisons facilitant notablement la mise en communication.

Supposons, par exemple, qu'on ait à relier entre eux six postes A, B, G, D, E, F (fig. 46).

On place à chaque poste un poste central à cinq directions permettant à ce poste d'appeler chacun des cinq autres.

On peut ainsi, sans déranger personne, se mettre soi-même en communication avec le poste qu'on désire.

Il peut également arriver que chaque poste n'ait pas besoin de communiquer avec chacun des autres. C'est le cas de l'installation représentée figure II y a sept postes à desservir, A, B, C, D, E, F, G. Le poste A est à six directions et communique avec chacun des autres postes.

Le poste B n'est qu'à cinq directions; il ne peut communiquer avec G que par l'intermédiaire de A.

E et G sont chacun à trois directions; ils peuvent communiquer entre eux et avec A et B.

D et F sont chacun à deux directions; ils ne peuvent communiquer qu'avec A ou B.

Enfin le poste G ne peut communiquer qu'avec A.

Ce système est fréquemment employé pour relier entre eux les bureaux d'une même administration, car dans ce cas les frais de construction des lignes ne sont pas très importants à cause de leur faible étendue. Il serait tout à fait impraticable si la longueur des lignes augmentait, car les frais de premier établissement deviendraient immenses s'il fallait relier tous les postes deux à deux.

— Le poste central ne peut pas donner de communications directes.

Il peut être très utile, particulièrement dans les chemins de fer, d'empêcher un poste de donner des communications directes. On évite ainsi qu'un agent, chargé de transmettre un ordre, ne se décharge de sa responsabilité en permettant aux deux postes entre lesquels il sert d'intermédiaire de communiquer directement entre eux.

On emploie généralement les mêmes types d'appareils que ceux décrits plus haut, aussi bien aux postes simples qu'au poste central.

Commutateur jack-knife. — La seule modification qu'on ait fait subir à ces appareils consiste dans la suppression des cordons à deux fiches dont est muni le poste central. Ce dernier n'a alors qu'un cordon à une fiche, lui permettant bien de se mettre en communication avec l'un quelconque des postes simples reliés, mais empêchant toute communication directe.

Commutateurs à leviers. — Les figures 48 et 49 montrent différentes combinaisons de ces commutateurs.

La figure 48 montre la disposition d'un poste central à trois directions, ne pouvant pas donner de communications directes.

Si un poste appelle, le courant passe par l'annonciateur, le fait tomber et avertit le poste central. L'employé de ce dernier poste abaisse son levier et se met en communication avec le poste appelant; supposons que ce poste soit le poste 2. Le poste central abaisse alors le levier et on peut voir, en suivant les communications, que les bornes de ligne du poste central sont directement reliées aux fils de ligne allant au poste 2. Si maintenant le poste central vient à abaisser un autre levier, par exemple le levier 3, il restera toujours en communication avec le poste 2; mais il ne reliera pas 2 et 3.

La figure 49 montre la disposition d'un seul levier commandant deux postes.

Le levier étant levé, le poste central se trouve en communication avec le poste 2; le levier étant au contraire abaissé, le poste central se trouve en communication avec le poste 1. De plus, une sonnerie spéciale est affectée à chacun des deux postes reliés, en sorte que le central peut reconnaître quel est celui qui l'appelle; on pourrait d'ailleurs remplacer les deux sonneries par des annonciateurs et une seule sonnerie fonctionnant en local.

II. — Réseaux téléphoniques dont tous les postes sont situés le long d'une même ligne.

a. — Chaque poste peut communiquer seulement avec ses voisins..

Ce cas revient à placer en chaque poste un poste central à deux directions ne pouvant pas donner de communications directes. Les ordres peuvent ainsi être transmis de proche en proche, d'un bout à l'autre de la ligne.

Un dispositif qui est tout indiqué pour ce cas particulier est celui d'un seul levier commandant deux postes.

b. — Chaque poste peut mettre en communication ses deux voisins.

La disposition est encore la même, avec cette différence que le poste central peut en chaque point donner des communications directes.

La figure 50 représente la disposition d'un poste, constitué de cette manière. C'est un poste central à deux directions avec annonciateurs jack-knives et cordon à deux fiches.

c. — Chaque poste peut appeler directement l'un quelconque des autres de la ligne.

Il existe un assez grand nombre de dispositifs permettant de réaliser cette combinaison.

Nous en décrivons cinq pris parmi les plus employés.

Ce sont :

1° L'appel direct ;

2° Les annonciateurs polarisés ;

3° Le rappel par inversion ;

4° Les relais Ader ;

5° Le rappel omnibus Bréguet.

1° Appel direct.

Considérons trois postes A, B, C placés sur une même ligne et reliés par les fils 1 et 2 (fig. 54).

Au poste B se trouve un relais composé d'un électro-aimant, dont les deux extrémités de l'enroulement sont reliées, l'une a, au fil 1; l'autre b, au fil 2.

Au poste C se trouve également un relais formé d'un électroaimant. Ce relais n'est pas monté de la même façon que celui du poste B. La bobine porte deux enroulements, cd et ef; cd est relié en c au fil 4, emd à la terre; et est relié, en e au fil 2, enfin la terre.

Supposons qu'en A se trouve une pile et que nous reliions le pôle positif de cette pile au fil 3, son pôle négatif au fil 1. Le circuit se ferme d'une part par le relais de B, le courant traversant l'enroulement ba; ce courant aimante l'électro et le relais fonctionne en faisant retentir une sonnerie locale. Au poste G, le courant arrive «n e, parcourt cet enroulement suivant ef, puis le second suivant de: donc le courant entoure deux fois la bobine de l'électro-aimant du poste C, et les deux fois en sens contraire; il est donc sans action sur le noyau, car les deux effets s'annulent.

Si donc on relie chacun des pôles de la pile A à l'un des fils 1 ou 2, le relais de B fonctionnera seul et A pourra de cette façon appeler B sans déranger C.

Si maintenant on relie chacun des fils 1 et 2 au pôle positif de la pile en A et le pôle négatif de la même pile à la terre, le courant parcourra chacun des fils 1 et 2 dans le sens A, B, G. Aucun courant ne passera par ab, car, pour que le circuit puisse se fermer, il faut y interposer une terre. Au contraire, au poste C, le courant traversera -simultanément les deux enroulements suivant cd et ef, c'est-à-dire dans le même sens, et s'écoulera ensuite à la terre en d et f.

Donc, de cette manière, A pourra appeler C sans déranger B.

On construit donc une clef double d'appel pour le poste A; cette clef permet, soit de relier le fil 1 au zinc et le fil 2 au cuivre et d'émettre ainsi ce qu'on est convenu d'appeler

un courant d'appel métallique, parce que le circuit se ferme entièrement par les fils sans traverser la terre, soit de relier les fils 1 et 2 tous les deux au cuivre et le zinc à la terre ; on émet alors un courant dit d'appel direct. Cette clef double est représentée figure 51.

2° Annonceurs polarisés.

Ce dispositif est basé sur l'emploi des électro-aimants à armature polarisée et actionnés, tantôt par un courant positif, tantôt par un courant négatif.

Le principe de ces appareils est le suivant :

Si on considère un électro-aimant A (fig. 52) et si on envoie un courant d'un certain sens dans les bobines de cet électro-aimant, le passage du courant orientera les molécules magnétiques du noyau et engendrera à l'extrémité des noyaux deux pôles magnétiques de nom contraire. Soit 1 le pôle austral engendré, 2 le pôle boréal. Si maintenant on vient à faire passer dans les bobines un courant de sens contraire au premier, le pôle 1 deviendra pôle boréal et le pôle 2 pôle austral.

Si devant les pôles de l'électro se trouve une armature de fer doux et si on fait passer un courant dans les bobines, l'armature sera attirée, quel que soit le sens du courant, c'est-à-dire quelle que soit la nature de l'aimantation de chacun des pôles. Si, au contraire, l'armature est un barreau d'acier aimanté, elle ne sera attirée que tant que ces pôles magnétiques se trouveront en regard de pôles de nom contraire.

Si les pôles de l'armature se trouvent en regard de pôles de même nom de l'électro-aimant, il n'y aura aucune attraction et tout se passera comme si l'on n'avait pas envoyé de courant dans les bobines.

Les annonceurs polarisés sont des annonceurs ordinaires, dont l'armature est constituée par un barreau aimanté, au lieu d'une barre de fer doux.

Supposons un poste G (fig. 53) comportant un tableau et desservant deux postes montés sur une même ligne A et B. La ligne arrive au tableau du poste C par deux bornes, de la passe dans deux jack-knives croisés, comme l'indique la figure, et enfin se rend à deux annonceurs polarisés a et b montés en dérivation et disposés : a pour fonctionner par le courant positif, b par le courant négatif.

Les sonneries des postes A et B ont leurs armatures également polarisées et fonctionnent : celle de B par le courant positif, celle de A par le courant négatif.

Enfin, les piles d'appel de A et B sont montées également pour émettre, celle de A, un courant positif, celle de B, un courant négatif. On voit donc que si A appelle, l'annonceur a fonctionnera seul ; si c'est B qui appelle, l'annonceur b seul fonctionnera seul. Enfin, le poste G, en plaçant sa fiche dans le jack-knives ja ou dans le jack-knives jb émettra dans la direction des deux postes A et B des courants de sens contraire et, par suite, seule la sonnerie correspondant au courant émis fonctionnera. On aura ainsi très simplement résolu l'intercommunication des trois postes.

Il existe bien d'autres façons d'utiliser les annonceurs polarisés ; ils permettent toujours de monter deux postes sur une même ligne. On peut d'ailleurs éviter la disposition des jack-knives croisés en munissant le poste G d'un inverseur de courant.

Inverseur de courant. — C'est un commutateur disposé de manière à permettre, rien que par la manœuvre d'une manette, de changer le sens du courant d'une pile (fig. 54).

Il se compose de deux commutateurs manœuvrés par la même manette. Les axes des deux commutateurs sont reliés respectivement aux pôles cuivre et zinc de la pile, A la partie supérieure sont deux bornes reliées aux fils de ligne 1 et 2.

Les commutateurs peuvent prendre deux positions différentes ; lorsqu'ils se trouvent dans celle représentée en traits pleins, on voit que le zinc de la pile est relié à la borne 1 de la ligne et le cuivre à la borne 2. Si on tourne les commutateurs dans la position pointillée, le zinc de la pile est relié à la borne 2 et le cuivre à la borne 1 ; on a donc ainsi changé le sens du courant émis par la pile.

En intercalant cet appareil entre la pile d'appel et ses bornes au point G, on voit qu'on peut émettre vers A et B un courant, soit positif, soit négatif.

Annonceurs polarisés système Aulagne.

M. Aulagne, agent de la Société générale des Téléphones, a combiné le système de l'appel direct et celui des annonceurs polarisés pour grouper entre eux trois postes, leur permettre de s'appeler deux à deux, sans déranger le troisième et faire connaître en même temps au poste appelé quel est celui qui appelle (fig. 55 et 56).

Les deux postes extrêmes comportent chacun une clef d'appel direct, et deux annonceurs polarisés disposés pour fonctionner par l'appel direct, l'un par le courant positif, l'autre par le courant négatif.

Le poste milieu comporte également deux annonceurs mais montés pour fonctionner par appel métallique, l'un positivement, l'autre négativement. Enfin à ce poste se trouvent deux jack-knives, permettant au poste de se mettre en communication soit avec le poste de droite, soit avec celui de gauche.

Le poste de gauche appelle le poste milieu par un courant métallique positif, et le poste de gauche par un courant d'appel direct positif.

Le poste milieu appelle chacun des postes extrêmes par un courant d'appel direct négatif, mais il a soin auparavant de relier son cordon à une fiche au jack-knife correspondant au poste, qu'il veut appeler.

Enfin, le poste de droite appelle le poste milieu par un courant métallique négatif et le poste de gauche par un courant d'appel direct positif.

On obtient ainsi d'une manière très simple l'intercommunication des trois postes.

M. Aulagne a fait construire des types spéciaux d'annonceurs pour ces appareils. Nous en donnons ci-joint le croquis (fig. 56 j).

Les deux annonceurs composant un même poste sont commandés directement par un noyau commun à deux bobines se déplaçant devant deux armatures fixes.

Ce noyau bascule à droite ou à gauche suivant le sens du courant traversant les bobines, et déclenche ainsi le volet de l'un ou l'autre des deux annonceurs qu'il commande.

3° Rappel par inversion. — Le principe de ce dispositif est le suivant :

Un électro-aimant polarisé en fer à cheval est relié par les deux extrémités de son enroulement aux deux fils de ligne (fig. 51).

Un barreau aimanté présente entre les deux pôles de l'électro l'un de ses pôles, le pôle austral a par exemple. Le barreau aimanté est mobile autour d'un axe et peut se porter vers l'un ou l'autre des pôles de l'électro-aimant. Si on envoie un courant dans les bobines de l'électro, les noyaux s'aimanteront et le barreau se portera vers le pôle boréal engendré, c'est-à-dire vers la bobine B ou la bobine Bt selon le sens du courant.

Dans ce mouvement le barreau bute contre l'un des deux contacts c ou cv. En butant contre le contact ct rien n'est changé aux conditions existantes ; au contraire en butant contre c, le barreau vient fermer un circuit local de sonnerie, et produit ainsi l'appel.

Les postes à rappel par inversion ont pour but, étant donnée une ligne au simple fil sur laquelle on a à placer trois postes ABC, de permettre à chacun d'eux d'appeler l'un des deux autres sans déranger le troisième (fig. 58 et 59).

Les postes A et G sont les postes terminus ; ils comprennent chacun : un rappel par inversion, fonctionnant par le courant positif, un commutateur inverseur, un appareil téléphonique.

Le poste B est le poste intermédiaire ; il comprend : un rappel par inversion fonctionnant par le courant négatif, un appareil téléphonique avec cordon à une fiche.

Les postes sont reliés au simple fil. Dans les deux postes terminus, le rappel par inversion remplace la sonnerie dans le poste milieu ; il est relié aux deux jack-knives comme le seraient des annonceurs dans un poste central ordinaire.

On conçoit que si le poste A par exemple émet un courant d'appel positif, il fera agir le rappel par inversion de chacun des postes B et G ; mais le rappel du poste G seul est disposé pour fonctionner par le courant positif : donc, seule, la sonnerie de ce poste retentira. Si, au contraire, il émet un courant négatif, c'est la sonnerie du poste B qui retentira.

Pour changer le sens du courant d'appel les postes A et G n'ont qu'à agir sur leur inverseur de courant. Le poste B, au contraire, appelé toujours positivement ; il dirige son appel vers A. ou vers G en plaçant la fiche de son cordon dans l'un ou l'autre des deux jack-knives a ou c.

Enfin, si un poste est appelé, il lui suffit de décrocher son récepteur pour se mettre en communication ; le poste B peut en outre, en mettant sa fiche dans le jack a, couper toute communication avec le poste G et en la mettant dans le jack c couper toute communication avec le poste A. B pourrait d'ailleurs toujours parler avec l'un ou l'autre des deux postes G ou A sans utiliser la fiche du cordon ; mais l'autre pourrait dans ce cas suivre la conversation.

4° Relais Ader. — Le principe du relais Ader est inverse de celui des annonceurs polarisés et du rappel par inversion. Il se compose d'un circuit mobile entre les pôles d'un aimant fixe (fig 60)

Le courant arrive dans le circuit mobile et, selon son sens, le fait dévier vers le pôle austral ou le pôle boréal de l'aimant.

Le circuit mobile G est porté par une tige métallique T formant commutateur. L'une des extrémités d'un circuit local de sonnerie est relié à l'axe de la tige T ; cette dernière en déviant peut venir buter soit contre le contact a, soit contre le contacté ; le contacta est relié à la seconde extrémité du circuit local de sonnerie. Il en résulte que si la tige T bute contre le contact a, elle vient fermer le circuit local et la sonnerie retentit. Si, au contraire, elle bute contre le contact b, le circuit reste ouvert et la sonnerie ne retentit pas.

On voit donc que le relais Ader est susceptible de remplacer le rappel par inversion car, comme lui, il permet de faire fonctionner une sonnerie soit par un courant positif soit par un courant négatif.

En outre, la masse à déplacer dans le relais Ader est très petite et, par suite, le relais Ader fonctionne sous l'action de courants très faibles.

La figure 61 représente cette disposition pour une série de quatre postes A B G D.

Les bornes de sonnerie de chaque appareil sont reliées à un relais Ader actionnant en local une sonnerie d'appel. Si un poste, le poste' B par exemple, appelle, tous les relais Ader vont fonctionner et faire marcher les sonneries locales ; si, en outre, on a établi une convention de sonnerie basée par exemple sur les signaux de l'appareil Morse (coups brefs et coups prolongés), le poste B indiquera quel est le poste auquel il désire parler. Ce poste n'aura alors qu'à décrocher son récepteur pour se trouver en ligne ; le poste B

en fera autant et les deux postes pourront communiquer ensemble.

On peut encore utiliser avantageusement ce dispositif dans les installations où il faut pouvoir aviser en même temps toute une série de postes. Il suffit alors d'avoir un signal d'appel général ; dès qu'ils entendent ce signal, les employés de tous les postes se portent à leur appareil, décrochent les récepteurs et se trouvent tous en ligne ; ils peuvent ainsi avoir une conversation générale .

Le relais Ader peut, d'ailleurs, être construit de très faible résistance, ce qui lui permet de remplacer avec avantage même les relais ordinaires.

C'est ainsi qu'il est appliqué sur les lignes de Paris à Marseille pour donner le signal de fin de conversation. De même la Société générale des Téléphones l'a installé sur le commutateur multiple pour 1 200 lignes à circuit entièrement métallique qu'elle vient de monter à Lille.

La *Société générale des Téléphones* a en outre combiné un système de postes basés sur le même principe que les postes à rappel par inversion, mais permettant d'augmenter notablement le nombre de postes reliés et s'appelant directement entre eux.

A chaque poste se trouvent deux relais Ader au lieu d'un, et il est nécessaire que chacun des deux relais composant un poste vienne buter contre un contact pour que la sonnerie fonctionne. Les relais sont disposés comme l'indique la figure 62.

L'installation comprend deux lignes complètement indépendantes et comportant chacune un relais pour chaque poste.

Si dans le fil 1 on envoie un courant -, tous les relais s'inclineront vers la gauche ; si c'est un courant négatif, ils s'inclineront vers la droite. De même pour le fil 2.

Si maintenant on envoie dans chaque fil un courant -f-, les relais du fil 1 des postes I, II, VII viendront buter contre leurs contacts ; de même les relais du fil 2 aux postes I, III, V, VII. On voit donc qu'il n'y a qu'aux postes I et VII que les deux contacts ferment les circuits locaux et par suite que les sonneries puissent retentir,

Mais on voit que si, par exemple, l'appel est émis par le poste T, il suffira de disposer les communications à ce poste pour que le courant qu'il émet ne passe pas par les relais Ader qui s'y trouvent, et alors, en sonnant positivement dans chaque fil, le poste I appellera simplement le poste VII ; si, au contraire, c'est un poste intermédiaire qui appelle, pour éviter qu'il n'appelle simultanément I et VII, il suffit de disposer un commutateur permettant de, couper la ligne dans la direction où on ne veut pas sonner.

On voit que certains postes ont un de leurs relais qui vient au repos buter contre leurs contacts : donc leur sonnerie ne retentira qu'à condition qu'il ne passe pas de courant dans le fil correspondant à ce relais.

Dans ces conditions, l'appel se fera suivant le tableau ci-après :

I		II		III		IV		V		VI		VII		
APPELLENT														
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I . . .	»	»	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
II . . .	+	0	»	»	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0
III . . .	—	0	—	0	»	»	—	0	—	0	—	0	—	0
IV . . .	0	—	0	—	0	—	»	»	0	—	0	—	0	—
V . . .	0	+	0	+	0	+	0	+	»	»	0	+	0	+
VI . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	»	»	—	—
VII . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	»	»

A chaque poste se trouvent six leviers chacun correspondant à l'un des autres postes. En abaissant par exemple le levier 5, on établit les communications entre la pile et la ligne par l'intermédiaire de la clef d'appel, de telle façon qu'en appuyant sur cette clef la ligne soit parcourue par le courant voulu pour actionner le poste 5. (Voir le croquis du poste5, fig. 63.)

Outre ces applications des relais Ader pour remplacer les rappels par inversion, on les a encore utilisés pour remplacer les relais ordinaires, et cela en raison de leur faible résistance, ce qui permet d'en monter une grande quantité en tension, sans augmenter sensiblement le nombre d'éléments nécessaires.

6° Rappel omnibus Breguet. — Ce système a pour but de permettre l'appel direct d'un poste quelconque à un autre poste également quelconque, en n'exigeant qu'un seul fil en tout, si la terre sert de retour, et deux fils si le retour doit se faire par fil isolé ; ces résultats étant obtenus quel que soit le nombre de postes à relier.

Le principe du système est celui du télégraphe à cadran Breguet. Tous les postes sont semblables (fig. 64).

Chacun d'eux comprend un poste simple ordinaire et en outre :

- 1 indicateur à cadran ;
- 1 bouton d'appel spécial ;
- 1 tableau sur lequel sont montés les appareils.

Les postes sont successivement réunis l'un à la suite de l'autre depuis le premier jusqu'au dernier par un seul fil, comme l'indique le croquis donné plus haut pour la disposition par relais Ader.

Si la terre sert de retour, le premier et les derniers postes sont reliés à la terre. Si le retour doit avoir lieu par fil spécial, le premier et le dernier postes sont reliés directement par un second fil parallèle au premier.

Soient 13 postes 1, 2, 3, ..., 13 à mettre en communication téléphonique. Supposons un fil spécial de retour.

L'indicateur à cadran de chacun des postes comprend quinze cases numérotées, les 13 premières de 1 à 13 ; la quatorzième est marquée « occupée » et la quinzième est marquée « libre ».

Lorsque l'aiguille de l'indicateur du poste 1 est sur la case 1, elle ferme le circuit local de la sonnerie de ce poste. Lorsque l'aiguille de l'indicateur du poste 2 est sur la case 2, elle ferme le circuit de la sonnerie de ce poste sur la pile locale et ainsi de suite pour tous les postes.

Cela posé, supposons que le poste 10 veuille appeler le poste 3.

L'opérateur du poste 10 pousse trois fois sur le bouton d'appel de son appareil.

La première fois, les aiguilles de tous les postes du réseau se portent sur la case 1, et au poste 1 seul la sonnerie tinte un coup. La seconde fois, toutes les aiguilles se portent sur la case 2, et au poste 2 seul la sonnerie tinte un coup.

La troisième fois, toutes les aiguilles se portent sur la case 3, et au poste 3 seul la sonnerie tinte aussi longtemps qu'aucune modification ne sera apportée à l'ensemble, c'est-à-dire jusqu'à ce que le poste 3 étant prévenu, la personne appelée se porte à l'appareil et pousse sur son bouton d'appel autant de fois qu'il faut pour amener les aiguilles de tous les postes indicateurs sur la case « occupée ». Dans le cas présent, onze fois ; puis la conversation peut s'engager entre les postes 3 et 10.

Tous les postes sont ainsi avertis que deux postes sont en conversation et qu'ils doivent attendre pour communiquer eux-mêmes.

Dès que la conversation est terminée, le poste qui a appelé (ici le poste 10) pousse une fois sur son bouton d'appel et les aiguilles de tous les indicateurs reviennent sur la case '« libre » ; la ligne est ainsi rendue libre à tous les postes.

-Ce système de communications téléphoniques a déjà été établi, notamment aux chemins de fer du Sud de la France.

Outre les dispositifs décrits, il en existe un grand nombre d'autres basés soit sur le principe du télégraphe à cadran, soit sur l'emploi des courants électriques de différents sens et des armatures polarisées ; nous citerons par exemple le rappel Claude, la pendule américaine, etc., etc.

Enfin on emploie, quand on a une ligne directe téléphonique ou télégraphique au simple fil qu'on désire couper en un point intermédiaire pour la rendre omnibus, des planchettes de coupure. Ces appareils laissent toujours la faculté, à un moment donné, de rétablir la ligne directe en supprimant le poste intermédiaire par une simple manœuvre de commutateurs.

Appareils à sonnerie magnétique.

Lorsque les distances séparant deux postes sont assez grandes, le nombre d'éléments à employer pour la pile d'appel augmente très rapidement ; on se trouve donc en présence d'une difficulté assez sérieuse. On ne peut en effet songer à augmenter beaucoup le nombre des éléments, en raison de la grande place qu'ils nécessitent et, en outre, des frais d'installation et d'entretien assez élevés qu'ils comportent. On a donc eu l'idée d'utiliser les générateurs mécaniques d'électricité.

On emploie à cet effet des petits magnétos, dits magnétos d'appel. Ces magnétos fonctionnent au moyen d'une manivelle et engendrent un courant alternatif de très haute tension (50 volts à la vitesse ordinaire de rotation).

On emploie alors des sonneries spéciales polarisées fonctionnant par courant alternatif. Ce sont simplement des électroaimants dont l'armature est polarisée et est mobile autour d'un axe situé entre les deux bobines ; cette armature porte une tige qui vient frapper alternativement sur les deux timbres. La figure 65 (1) montre la disposition d'un transmetteur Ader à sonnerie magnétique ; et la figure 66 (2) représente un magnéto d'appel destiné à être relié à un transmetteur Ader ordinaire.

Les magnétos d'appel font parfaitement tomber les annonceurs des postes centraux, et dans ce cas, pour obtenir un appel acoustique, il suffit d'utiliser le dispositif de sonnerie continue dont nous avons parlé plus haut.

Dans certains cas, les postes à sonnerie magnétique ont à communiquer avec des postes centraux où l'appel est fait par des piles ; on ne peut donc pas à ce poste central, pour un seul poste à appel magnétique relié, établir un magnéto d'appel; il existe donc des magnétos d'appel spéciaux permettant au poste où ils sont montés d'appeler par appel magnétique et d'être appelés par piles (fig. 67) (3).

Les appareils à sonnerie magnétique ont reçu une application très utile dans les chemins de fer: c'est le téléphone portatif (fig. 68) (4).

(1) *A sonnerie magnéto-électrique. — B bobine d'induction. — C commutateur automatique. — D contact s'interrompant quand on tourne la manivelle. — E pôle relié à la masse du magnéto. — F second pôle du magnéto. — M' microphone. — R récepteurs. — T paratonnerre. — l bornes de ligne. — t borne de terre. — P bornes de la pile microphone.*

(2) *A. magnéto. — B contact s'interrompant quand on tourne la manivelle. — C pôle relié à la masse du magnéto. — D second pôle du magnéto.*

(3) *A contact s'interrompant quand on tourne la manivelle. — B contact se formant quand on tourne la manivelle. — C pôle relié à la masse du magnéto. — D second pôle du magnéto. — L fils de ligne.*

(4) *A sonnerie magnétique. — B bobine d'induction. — C commutateur. — D contact s'interrompant quand on tourne la manivelle. — E pôle relié à la masse du magnéto. — F second pôle du magnéto. — M microphone. — R récepteur. — P piles sèches. — L bornes de ligne. — r bornes du récepteur. — m bornes du microphone. — S plot de sonnerie. — N plot du microphone.*

Il se compose d'un transmetteur Berthon, d'un récepteur Ader, d'une bobine d'induction, de trois éléments secs à l'agar agar pour le circuit microphonique, d'un magnéto d'appel avec commutateur pour mettre l'appareil sur sonnerie ou transmission ; ce commutateur peut, soit être complètement indépendant, soit être porté par la poignée reliant le transmetteur Berthon et le récepteur Ader. Le tout est renfermé dans une boîte en chêne et prend place dans le fourgon du chef de train. Il est complété par une longue canne en bambou, dite canne de prise de ligne, portant une borne qu'on relie à l'une des bornes de l'appareil et un crochet à la partie supérieure communiquant avec cette borne ; l'autre borne est reliée à la terre par l'intermédiaire d'un piquet métallique.

En cas d'accident, le chef de train descend du fourgon avec son téléphone portatif, relie les bornes comme il vient d'être dit et, avec sa canne de prise de ligne, vient saisir un des fils téléphoniques courant le long de la voie; puis il appelle au moyen du magnéto et parle en réclamant le secours nécessaire.

Cet appareil a encore été employé très fréquemment pour la construction des lignes de chemins de fer, notamment dans le cas du chemin de fer de Paris à Arpajon. Au fur et à mesure que les travaux avançaient, on avançait également l'appareil portatif et on restait en communication constante du chantier de construction avec la direction des travaux. Actuellement, la ligne est terminée et les fils posés servent à l'intercommunication des gares.

Dans certains chemins de fer où les gares sont reliées téléphoniquement et où l'appel se fait par piles, on a modifié l'appareil ci-dessus en remplaçant le magnéto d'appel par une batterie de quatre éléments placée dans le fourgon.

PILES. EMPLOYÉES EN TÉLÉPHONIE

Les piles employées en téléphonie sont les mêmes que celles employées dans les installations intérieures de sonneries domestiques. Pourtant on recherche plus de constance et une meilleure construction.

Il était nécessaire d'avoir un élément d'assez bonne qualité, de prix pas trop élevé et ne contenant pas de liquide corrosif, les installations téléphoniques se faisant généralement dans les intérieurs. La pile Leclanché remplit ces différentes conditions. Sa polarisation assez rapide n'est guère un inconvénient, le circuit restant rarement fermé plus de quelques minutes.

Comme types d'éléments Leclanché, nous citerons :

Les éléments ordinaires à vase poreux et à tête plomb (fig. 69);

Les éléments ordinaires à vases poreux et à tête munie d'une pince cuivre ;

Les éléments Leclanché à plaques agglomérées, où le mélange de manganèse et charbon, au lieu d'être contenu dans un vase poreux, est comprimé sous forme de plaques, qui se fixe sur une lame de charbon par un bracelet en caoutchouc (fig. 70);

Les éléments Leclanché à agglomérés cylindriques, où le mélange, au lieu d'être comprimé sous forme de plaque, est en forme de vase (fig. 74);

Les éléments Goodwin à vase poreux charbon;

Les éléments secs à l'agar-agar, où tout le liquide est absorbé par une sorte de pâte gélatineuse obtenue par une herbe japonaise appelée agar-agar (fig. 72 et 73).

Les éléments secs, d'ailleurs peu employés dans les débuts, à cause de leur mauvaise construction, prennent de jour en jour une plus grande importance depuis qu'on est arrivé à les rendre aussi sûrs que les éléments à liquides. Leur maniement est, d'ailleurs, beaucoup plus commode, et ils ont leur place tout indiquée dans tous les appareils portatifs.

Parmi les meilleurs, nous citerons encore, outre les éléments à l'agar-agar dont nous avons parlé plus haut, la pile Bloc (fig. 74).

La pile Bloc est contenue entièrement dans une caisse en bois; l'agglomérant est de la cellulose extraite de la noix de coco. Cet élément, de forme commode, se prête admirablement aux différents montages qui peuvent être nécessaires.

Sa force électromotrice moyenne est de 1 volt 50 et sa résistance intérieure ne dépasse pas, dans certains types,

SONNERIES A RELAIS

Nous avons vu plus haut que, dans les tableaux de postes centraux, on pouvait disposer la sonnerie de manière à la faire fonctionner d'une manière soit intermittente, soit continue. Il peut être utile, dans les endroits où se trouvent installées des sonneries quelconques, d'avoir également une sonnerie continue. C'est le but que remplissent les sonneries à relais.

Il existe deux types bien différents de sonneries à relais : les sonneries à annonceurs et les sonneries à lapins.

Sonneries à annonceurs. — On en fait de différents modèles les unes, montées comme des sonneries cubiques ordinaires, portent sur une de leurs faces des annonceurs en nombre égal à celui des lignes aboutissant au poste (fig. 75).

L'annonceur en tombant forme un circuit local qui vient faire résonner la sonnerie.

Dans d'autres types tel que celui adopté par la Compagnie des chemins de fer du Nord ; la sonnerie a la forme d'une sonnerie ordinaire d'appartement ; un annonceur placé sur la boîte ferme le circuit local en tombant (fig. 76).

Sonneries à lapins. — Les lapins sont des sortes d'annonceurs actionnés de même que les précédents par l'armature d'un électro-aimant. Le lapin est constitué par une lame triangulaire, qui, au passage du courant, vient faire saillie hors d'une ouverture longitudinale placée sur l'un des côtés de la boîte de la sonnerie.

Les figures 77 et 78 en montrent différentes dispositions :

APPAREILS MAGNÉTIQUES

Si on considère deux récepteurs A et B reliés par un double fil de ligne, les vibrations de l'armature de A produites par la voix, modifient le champ magnétique de l'électro-aimant polarisé constituant le récepteur A (fig. 79).

Par suite des phénomènes de l'induction, la variation de l'intensité d'aimantation détermine des courants induits dans l'enroulement des bobines; ces courants se reproduisent au poste B par l'intermédiaire des fils de ligne et agissent sur l'armature de B. On obtient ainsi une transmission excellente, et on a constitué aux postes A et B deux appareils magnétiques. Malheureusement dès qu'on cherche à augmenter un peu la longueur de la ligne, la transmission ne se fait plus ou se fait mal. On a donc pu appliquer seulement ce procédé pour des lignes très courtes.

La plupart du temps, au lieu de monter à chaque poste un seul récepteur, on en monte deux ou trois accouplés en tension ; l'un d'eux sert alors pour la transmission et reçoit le nom de transmetteur magnétique ; l'autre ou les autres servent pour la réception.

Les appareils magnétiques les plus employés sont les appareils Aubry. Il s'en construit plusieurs modèles, selon les usages auxquels ils sont destinés.

L'appareil dit type des chemins de fer, employé sur la ligne de Grande-Ceinture, se compose d'un transmetteur magnétique, de deux récepteurs magnétiques, d'un magnéto d'appel et d'une sonnerie fonctionnant par appel magnétique. Dans la position d'appel, la sonnerie, le magnéto et les lignes sont montés en série, en sorte que si on vient à tourner la manivelle du magnéto, la sonnerie du poste appelant et celle du poste appelé retentissent toutes deux. On peut d'ailleurs, en appuyant sur un bouton à trois contacts, mettre la sonnerie hors circuit et augmenter ainsi l'intensité du courant traversant la ligne.

En décrochant les récepteurs, on actionne un commutateur automatique, qui coupe la sonnerie et met le transmetteur et les récepteurs en ligne.

D'autres types sont employés comme postes portatifs.

On se sert alors fréquemment du même appareil pour la transmission et la réception. Il suffit donc d'un récepteur avec deux bornes se reliant aux deux fils de ligne pour effectuer le service. L'appel se fait au moyen d'une corne d'appel dans laquelle on souffle en la plaçant devant l'appareil.

Ces appareils sont contenus soit dans des pochettes en cuir qu'on fixe au ceinturon, soit dans des boîtes en bois qu'on porte en bandoulière. Les pochettes contiennent un seul récepteur Aubry, avec cordon à deux conducteurs et fiche à deux bornes ; la boîte en bois porte les deux bornes extérieurement; deux récepteurs accouplés en tension y sont reliés par des cordons à deux conducteurs.

1907 Aux Etats-Unis, le système de répartition téléphonique diffère toutefois fondamentalement des systèmes utilisés dans le domaine commercial et constitue en fait un

système de [lignes partagées](#) hautement spécialisé, conçu pour la sonnerie sélective et de nombreuses stations .

Le premier du type a été installé par le New York Central and Hudson River Railroad en octobre 1907, entre Albany et Fonda, New York, sur une distance de 40 miles. Cette section de la route se trouve sur la ligne principale et comporte quatre voies contrôlées par des signaux de cantonnement.

Le Chicago, Burlington and Quincy Railroad fut le deuxième à installer des circuits de répartition des trains. En décembre 1907, une partie de la ligne principale d'Au Mendota, dans l'Illinois, sur une distance de 46 miles, fut équipée. Cette opération fut suivie rapidement par divers autres projets d'autres circuits dont la longueur dépasse généralement 100 miles. À cette date, il existe plus de 20 circuits de répartition des trains sur le Chicago, Burlington and Quincy Railroad, couvrant 125 miles de voie double, 28 miles de voies multiples et 1 381 miles de voie unique, et reliant 286 gares.

D'autres chemins de fer sont entrés dans ce domaine rapidement après les installations initiales, et presque tous les grands réseaux ferroviaires des États-Unis sont équipés de plusieurs circuits de répartition des trains par téléphone et tous semblent étendre leurs systèmes.

En 1910, plusieurs chemins de fer, dont le Delaware, le Lackawanna et le Western, ont équipé l'ensemble de leur réseau de circuits de répartition téléphonique.

Le Atchison, Topeka and Santa Fe Railroad équipe l'ensemble de son réseau aussi rapidement que possible et est déjà le plus grand utilisateur de ce matériel dans ce pays.

Alors plus de 55 chemins de fer se sont lancés dans ce domaine, ce qui fait que le téléphone est désormais utilisé dans le service ferroviaire sur plus de 29 000 miles de lignes.

Causes de son introduction.

Les raisons qui ont conduit à l'introduction du téléphone dans le domaine de la répartition étaient de la nature suivante :

- Premièrement, et la plus importante, était la promulgation de lois fédérales et d'État limitant à neuf heures la journée de travail des employés des chemins de fer transmettant ou recevant des ordres relatifs au mouvement des trains.
- La deuxième raison, qui dépend directement de la première, était l'incapacité des chemins de fer à obtenir le nombre supplémentaire d'opérateurs télégraphiques requis par les dispositions des nouvelles lois.

On estimait que 15 000 opérateurs supplémentaires seraient nécessaires pour maintenir le service de la même manière après l'entrée en vigueur des nouvelles lois en 1907.

L'augmentation des dépenses annuelles occasionnée par l'emploi de ces opérateurs supplémentaires était estimée à environ 10 000 000 \$.

- Une troisième raison est trouvée dans la diminution de l'efficacité de l'opérateur télégraphique moyen des chemins de fer et des entreprises commerciales. Il y a aujourd'hui une plainte très générale parmi les chemins de fer à propos de ce point particulier, et beaucoup d'entre eux accueillent favorablement le téléphone, ne serait-ce que parce qu'il les rend indépendants du télégraphiste. Il n'est pas facile de déterminer les causes de cette diminution de l'efficacité, mais on a tendance à l'attribuer en partie à l'attitude de l'organisation des télégraphistes à l'égard de l'opératrice étudiante. Il est également vrai que les limites imposées par ces organisations aux étudiants, les opérateurs étaient directement responsables du manque d'hommes disponibles lorsqu'ils étaient nécessaires.

Avantages.

En procédant à ce changement radical, les responsables des chemins de fer ont fait preuve de la plus grande prudence, et pourtant nous ne connaissons aucun cas où l'introduction du téléphone ait été suivie de son abandon, la tendance ayant été dans tous les cas à de nouvelles installations et à davantage d'équipements de type moderne. Les raisons en sont claires : là où le téléphone est utilisé, il n'exige pas un homme hautement spécialisé comme opérateur de gare et, par conséquent, les chemins de fer disposent d'un champ beaucoup plus large pour recruter des opérateurs. C'est là, à notre avis, l'avantage le plus important.

La méthode téléphonique est également plus rapide.

Sur un circuit ordinaire de régulation des trains, il faut maintenant entre 0,1 et 5 secondes pour appeler une station. Si plusieurs appels sont nécessaires, le régulateur appelle une station après l'autre, obtient la réponse de l'une d'elles pendant que la suivante est appelée, et ainsi de suite. En parlant au téléphone, on peut transmettre beaucoup plus de mots en un temps donné que par télégraphie Morse. Il est possible d'envoyer cinquante mots par minute en Morse, mais cette vitesse est exceptionnelle. Moins de la moitié est la règle. Le gain de vitesse obtenu est donc évident et il a été constaté que c'est une caractéristique très importante dans les services à forte activité. Il est vrai que pour donner des « ordres », la vitesse, dans la régulation téléphonique des trains, est limitée à celle nécessaire pour écrire les mots à la main. Mais toutes les instructions de nature collatérale, la réception d'informations importantes et les descriptions instantanées de situations d'urgence peuvent être données et reçues à une vitesse limitée seulement par celle de la parole humaine.

Le répartiteur est également amené à établir une relation personnelle plus étroite avec les agents de gare et les agents de train, et cette caractéristique de communication personnelle directe s'est avérée importante pour favoriser un degré plus élevé de coopération et une meilleure discipline dans le service.

Le système de répartition téléphonique présente des caractéristiques qui lui sont propres et qui sont importantes pour améliorer la qualité du service. L'une d'entre elles est la « réponse » donnée automatiquement au répartiteur par la sonnerie de la station intermédiaire. Cela informe le répartiteur si la sonnerie de la station a sonné ou non, et les excuses des opérateurs pour ne pas avoir sonné sont éliminées.

N'importe qui peut répondre à un appel téléphonique en cas d'urgence. L'opérateur de la station est souvent aussi un agent et ses fonctions l'éloignent souvent du signal du télégraphe. La sonnerie du sélecteur utilisée avec le téléphone peut être entendue à une distance de plusieurs centaines de pieds. De plus, il est fort probable que n'importe qui dans le voisinage reconnaîtrait que la station est recherchée et avertirait l'opérateur ou répondrait à l'appel.

En cas d'urgence, les équipes de train peuvent communiquer directement avec le répartiteur au moyen de téléphones portables embarqués dans les trains. Il est bien connu que chaque minute où une ligne principale est bloquée par un accident peut être considérée comme une perte importante pour la compagnie de chemin de fer.

Il est également possible d'installer des postes téléphoniques de voie de garage situés soit dans des cabines, soit sur des poteaux le long de l'emprise. Ces postes sont aujourd'hui en service sur les voies de garage, les passages à niveau, les ponts-levis, les réservoirs d'eau et autres endroits où il peut être essentiel pour l'équipe d'un train d'atteindre la station de chemin de fer la plus proche pour donner ou recevoir des informations.

Les avantages de ces lignes de voie de garage sont de plus en plus évidents. Avec la méthode de répartition par télégraphe, un train reçoit l'ordre de dépasser un autre train sur une voie de garage donnée, par exemple. Il atteint ce point et, pour reprendre une expression ferroviaire, « se retrouve dans le trou ». Si un autre train subit un retard, le premier reste bloqué sur cette voie de garage sans possibilité d'atteindre le répartiteur ou d'être contacté par lui. Grâce au poste téléphonique de la voie de garage, qui ne nécessite pas d'opérateur, ce problème est évité. Si un train se retrouve en attente trop longtemps, le conducteur se rend au téléphone de la voie de garage et parle au répartiteur, ce qui lui permet peut-être d'obtenir des ordres qui lui permettront de gagner plusieurs kilomètres qui auraient été perdus autrement.

Il n'est plus nécessaire pour un opérateur de station intermédiaire d'appeler le répartiteur. Lorsqu'un de ces opérateurs souhaite parler au répartiteur, il lui suffit de décrocher son combiné téléphonique, d'appuyer sur un bouton et de parler au répartiteur.

Avec le téléphone, il est facile de prendre des dispositions pour que le chef répartiteur, le surintendant ou tout autre fonctionnaire puisse écouter à volonté un circuit de train pour observer le caractère du service. Le fait que cela soit possible et que les opérateurs le sachent contribue fortement à améliorer la discipline.

Les répartiteurs sont tellement soulagés par l'élimination de la tension liée à la télégraphie continue et peuvent effectuer leur travail beaucoup plus rapidement grâce au téléphone, que dans de nombreux cas, il a été possible d'augmenter la longueur de leurs divisions de 30 à 50 pour cent.

Conditions des chemins de fer.

L'une des principales raisons qui a retardé pendant tant d'années l'entrée du téléphone dans le domaine de la répartition est que les conditions dans ce domaine ne ressemblent à rien de ce qui a été rencontré jusqu'à présent dans la téléphonie commerciale. Aucun système n'a été développé pour y faire face, bien que les éléments étaient à portée de main. Un chemin de fer est divisé en un certain nombre de divisions ou districts de répartiteurs de longueurs variables. Ces longueurs dépendent de la densité du trafic sur la division. Dans certains cas, un répartiteur ne gère pas plus de 25 miles de ligne. Dans d'autres cas, ce district peut avoir 300 miles de longueur. Sur la longueur d'une de ces divisions s'étend le circuit téléphonique, et ce circuit peut comporter 5 ou 50 stations, qui peuvent toutes être obligées d'écouter la ligne en même temps .

On voit que le circuit de répartition téléphonique ressemble quelque peu à un circuit commercial longue distance par sa longueur et qu'il ressemble aussi à une ligne rurale dans la mesure où il comporte un grand nombre de téléphones. En ce qui concerne trois autres caractéristiques, à savoir que plusieurs de ces stations doivent être connectées simultanément au circuit, qu'elles doivent toutes être signalées de manière sélective et qu'il doit également être possible de parler et de signaler simultanément sur le circuit, un circuit de répartition téléphonique ne ressemble à rien dans le domaine commercial. Ce sont ces exigences qui ont nécessité le développement d'équipements spéciaux.

Transmission des ordres.

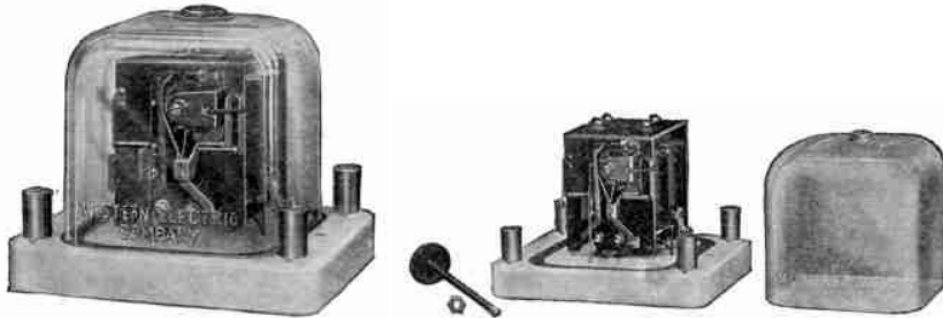
La méthode de transmission des ordres est la même que celle utilisée pour le télégraphe, à une exception près. Lorsque le répartiteur transmet un ordre de train par téléphone, il écrit l'ordre au fur et à mesure qu'il le prononce dans son émetteur. De cette façon, la vitesse à laquelle l'ordre est donné est réglée de manière à ce que tous ceux qui le reçoivent puissent facilement le noter, et le répartiteur conserve une copie de l'ordre transmis. Tous les chiffres et les noms propres sont épelés. Ensuite, après qu'un ordre a été donné, il est répété au répartiteur par chaque personne qui le reçoit, et il souligne chaque que le message est transmis au fur et à mesure qu'il arrive. Cette procédure est

maintenant si rapide qu'un homme peut répéter une commande plus vite que le répartiteur ne peut la souligner. Le doute quant à la précision avec laquelle il est possible de transmettre des informations par téléphone a été dissipé grâce à cette méthode de procédure, et la sécurité de la transmission par téléphone a été pleinement établie.

Appareils.

Les appareils utilisés dans les stations peuvent être divisés en deux groupes : les sélecteurs et les téléphones.

Le sélecteur est un dispositif électromécanique qui permet de faire sonner une cloche dans une station lorsque le répartiteur actionne une touche correspondant à cette station. Au début, comme dans la télégraphie, les aimants du sélecteur étaient connectés en série sur la ligne, mais aujourd'hui tous les systèmes relient les sélecteurs au circuit téléphonique de la même manière et pour les mêmes raisons que pour les lignes partagées. Il existe actuellement trois types de sélecteurs en usage général, et le kilométrage parcouru au moyen de ceux-ci est probablement bien supérieur à 95 pour cent du kilométrage total ainsi parcouru dans le pays.



Sélecteur Western Electric

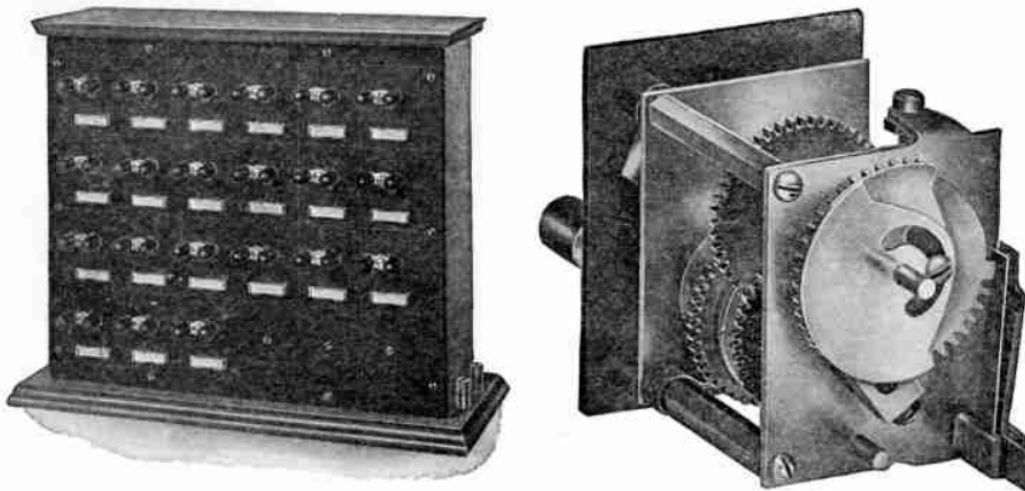
Le sélecteur Western Electric.

Ce sélecteur est le plus récent et peut-être le plus simple. Les deux figures le montrent avec et sans son couvercle anti-poussière en verre. Ce sélecteur est adapté pour fonctionner à grande vitesse, les stations étant appelées à raison de dix par seconde.

Le mécanisme de commande, qui est monté à l'avant du sélecteur de manière à être facilement accessible, fonctionne selon le principe de l'énergie centrale : la batterie pour son fonctionnement, ainsi que pour le fonctionnement de la cloche utilisée en relation avec celui-ci, sont toutes deux situées au bureau du répartiteur. La batterie de la cloche peut cependant être placée au poste de secours si cela est souhaité.

Le sélecteur est constitué de deux électroaimants reliés en série au circuit téléphonique et présentant une impédance très élevée. Il est possible de placer autant de ces sélecteurs que l'on souhaite, sur un circuit sans affecter sérieusement la transmission téléphonique. Les impulsions de courant continu envoyées par le répartiteur actionnent ces aimants, dont l'un est lent et l'autre rapide. La première impulsion envoyée est une impulsion longue et tire vers le haut les deux armatures, ce qui provoque l'engagement des cliquets situés au-dessus et au-dessous de la petite roue à rochet, représentée sur la figure, avec cette roue. Les impulsions restantes actionnent l'aimant à action rapide et font avancer la roue autour du nombre approprié de dents, mais n'affectent pas l'aimant à action lente qui reste maintenu par eux. Le cliquet relié à l'aimant à action lente sert simplement à empêcher la roue à rochet de revenir en arrière. Fixé à la roue à rochet est un contact dont la position du sélecteur peut être modifiée par rapport au contact fixe situé à gauche du sélecteur avec lequel il s'engage. Ce contact est réglé de telle sorte que lorsque la roue a tourné du nombre de dents souhaité, les deux contacts se ferment et la cloche sonne. N'importe quel sélecteur peut ainsi être réglé pour n'importe quelle station, et les sélecteurs sont donc interchangeables. Lorsque le courant est coupé de la ligne au bureau du répartiteur, les armatures retombent et tout est rétabli dans l'ordre normal. Un signal de "réponse" est fourni avec ce sélecteur en fonction du fonctionnement de la cloche. Lorsque le sélecteur d'une station fonctionne, la cloche sonne normalement pendant quelques secondes. Le répartiteur, cependant, peut maintenir cette sonnerie pendant la durée souhaitée.

Les touches utilisées au bureau du répartiteur pour actionner les sélecteurs sont représentées sur cette figure gauche.



Clés du répartiteur et Mécanisme de clé du répartiteur.

Il y a une touche pour chaque station intermédiaire de la ligne et le répartiteur appelle n'importe quelle station en faisant simplement tourner la touche correspondante d'un quart de tour vers la droite. La figure droite montre le mécanisme de l'une de ces touches et les moyens utilisés pour envoyer des impulsions de courant sur le circuit. La touche est réglable et peut être disposée pour n'importe quelle station souhaitée au moyen des cames mobiles représentées à l'arrière de la figure, ces cames, lorsqu'elles occupent différentes positions, servent à couvrir différents nombres de dents de la roue d'impulsion qui actionnent les contacts d'impulsion.

Le sélecteur Gill.

Le deuxième type de sélecteur largement utilisé aujourd'hui dans tout le pays est connu sous le nom de Gill, du nom de son inventeur. Il est fabriqué pour les types à batterie locale et à énergie centrale, ce dernier étant le dernier développement de ce sélecteur. Avec le type à batterie locale, la cloche de la station sonne jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée par le répartiteur. Avec le type à énergie centrale, elle sonne pendant une durée définie et peut être maintenue plus longtemps comme c'est le cas avec le sélecteur Western Electric.

Le sélecteur est actionné par des combinaisons d'impulsions de courant continu qui sont envoyées sur la ligne par des touches dans le bureau du répartiteur.

Le répartiteur dispose d'une armoire à clés et appelle de la même manière que celle décrite précédemment, mais ces clés, au lieu d'envoyer une série d'impulsions rapides, envoient une succession d'impulsions dont les intervalles correspondent à la disposition particulière des dents de la roue de sélection de la station correspondante. Chaque clé appartient donc définitivement à un certain sélecteur et ne peut être utilisée en liaison avec aucun autre. Un exemple concret peut rendre cela plus clair.

Le répartiteur peut actionner la touche n° 1421. Cette touche met en marche un mécanisme d'horlogerie qui imprime à intervalles réguliers, sur la ligne téléphonique, des impulsions de courant continu, avec des intervalles comme suit : 1-4-2-1. Il y a sur la ligne un sélecteur correspondant à cette combinaison et seul, de tous les sélecteurs du circuit, fera tourner sa roue de manière à établir le contact et à faire sonner la sonnette. Dans tous les autres, les cliquets auront glissé à un moment donné de la révolution et les roues seront revenues à leur position normale.



Sélecteur de branchies

Le sélecteur Gill est représenté sur la figure ci dessus. Il contient un relais à double bobinage qui est ponté sur le circuit téléphonique et qui actionne le sélecteur. Ce relais a une résistance de 4 500 ohms et une impédance élevée, et actionne le mécanisme du sélecteur qui est une modification spéciale du principe du cliquet et du cliquet. Les caractéristiques essentielles de ce sélecteur se trouvent la roue de sélection « step-up » et une roue de temps, normalement maintenue au bas d'une piste inclinée.

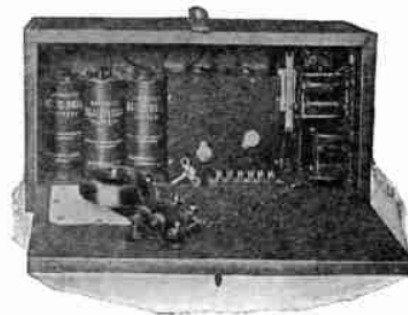
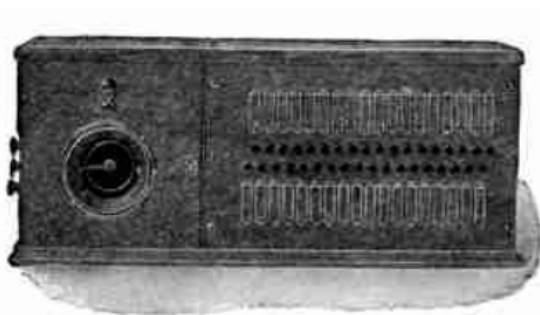
L'aimant sélecteur actionne la roue du temps vers le haut de la piste et lui permet de descendre. Si l'aimant est actionné rapidement, la roue ne descend pas complètement avant d'être repoussée. Une petite goupille sur le côté du cliquet, qui engage normalement la roue du sélecteur, s'oppose aux dents de la roue du sélecteur près de leurs points extérieurs. Cependant, lorsque la roue du temps roule vers le bas de la piste, le cliquet peut tomber au bas de la dent. Certaines dents de la roue du sélecteur sont formées de manière à s'engager efficacement avec le cliquet uniquement lorsque ce dernier est en position normale, tandis que d'autres ne s'engageront que lorsque le cliquet est en position basse ; ainsi, d'innombrables combinaisons peuvent être réalisées qui répondront à certaines combinaisons d'impulsions rapides avec des intervalles entre elles. La combinaison correcte d'impulsions et d'intervalles fait avancer la roue du sélecteur de manière à établir un contact. Les roues du sélecteur à toutes les autres stations ne parviennent pas à atteindre leur position de contact car à un ou plusieurs points de leur révolution, les cliquets ont glissé, permettant aux roues du sélecteur de revenir "à la maison".

La « réponse » est assurée dans ce sélecteur au moyen de quelques spires inductives du circuit de sonnerie qui sont enroulées sur le relais sélecteur. Le fonctionnement de la sonnerie à travers ces spires induit un courant alternatif dans l'enroulement du sélecteur qui circule sur la ligne et est entendu comme un bruit de bourdonnement distinctif par le répartiteur.

Le sélecteur Cummings-Wray.

Les deux sélecteurs déjà décrits sont d'un type connu sous le nom de sélecteurs d'appels individuels , ce qui signifie qu'une seule station à la fois peut être appelée. Si plusieurs appels sont souhaités, le répartiteur appelle une station après l'autre. Le troisième type de sélecteur utilisé aujourd'hui est celui connu sous le nom d' appel multiple , dans lequel le répartiteur peut appeler simultanément autant de stations qu'il le souhaite.

Le sélecteur Cummings-Wray et celui de la Kellogg Switchboard and Supply Company sont de ce type et fonctionnent sur le principe des horloges synchrones. Lorsque le répartiteur souhaite faire passer un appel, il lance les touches de toutes les stations qu'il désire, puis actionne une touche de démarrage. Les cloches de toutes ces stations sont sonnées par une seule opération.



Cummings-Wray

L'équipement d'envoi du répartiteur du système Cummings-Wray est représenté sur la figure gauche ci dessus et le sélecteur de station sur la figure droite . Avec ce système, il est nécessaire que les horloges de toutes les stations soient remontées tous les huit jours.

Dans le poste central du répartiteur, le mécanisme d'horlogerie actionne un bras de contact qui apparaît sur la face du poste dans la figure 480. Il y a un contact pour chaque station de la ligne. L'horloge de ce bureau et les horloges de tous les bureaux de relais démarrent en même temps, et c'est par ce moyen que les stations sont signalées, comme nous le décrirons plus loin, lorsque nous aborderons le fonctionnement détaillé des circuits.

Équipement téléphonique.

L'appareil téléphonique n'est pas moins important que les dispositifs sélectifs. Celui qui est illustré ici est le produit de la Western Electric Company, à qui nous sommes redevables de toutes les illustrations de ce chapitre.

Transmetteur du répartiteur.

Le répartiteur utilise dans la plupart des cas un transmetteur de poitrine semblable à celui utilisé par les opérateurs de standard dans le service quotidien. Il est connecté en permanence au circuit téléphonique, et pour cette raison, un équipement facile à porter est essentiel pour lui. Dans les endroits très bruyants, il est équipé d'un double transmetteur de poitrine. Le répartiteur étant connecté en permanence à la ligne et devant parler une grande partie du temps, la batterie de l'émetteur est fortement sollicitée. C'est pour cette raison que l'on utilise généralement des batteries de stockage.



Téléphones de gare.

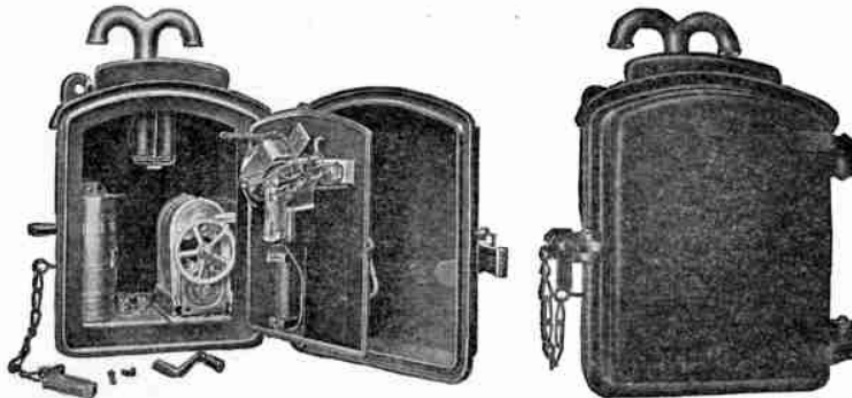


Téléphone de bureau Waystation

Dans les gares, on peut utiliser différents types d'équipements téléphoniques. Le plus courant est peut-être le support de bureau bien connu illustré à la figure ci dessus, qui, pour le service ferroviaire, est équipé d'un levier de commutation spécial à utiliser avec un récepteur principal. Souvent, on utilise des supports téléphoniques à bras pivotants bien connus, en liaison avec des récepteurs de tête, mais certains types spéciaux développés spécialement pour l'utilisation ferroviaire sont avantageux, car dans de nombreux cas, l'opérateur qui traite les ordres de train se trouve dans une tour où il doit également s'occuper des signaux d'enclenchement, et pour ce service, il est nécessaire qu'il puisse s'éloigner du téléphone et y revenir rapidement. Le bras téléphonique Western Electric développé pour usage . Dans ce cas, l'émetteur et le récepteur sont disposés de manière à épouser approximativement la forme de la tête de l'opérateur. Lorsque le bras est rejeté en arrière, il ouvre le circuit de l'émetteur au moyen d'un commutateur situé à sa base.

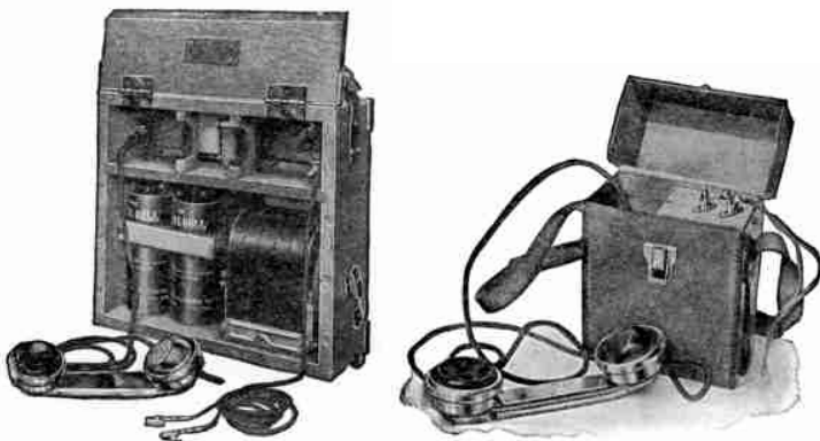
Téléphones de voie de garage.

Deux types d'appareils sont utilisés pour les voies de garage. Le premier est un appareil mural magnéto ordinaire, qui comprend les appareils et les circuits spéciaux utilisés dans les appareils de voie de garage standard. Ces appareils ne sont utilisés que lorsqu'il est possible de les placer à l'intérieur ou dans des cabines le long de la ligne. Ces appareils sont connectés en permanence au fil du train et, comme il y a peu de chances que plusieurs d'entre eux soient utilisés à la fois, ils sont sonnés par le répartiteur, au moyen d'un générateur manuel ordinaire, lorsqu'il lui faut signaler une commutation.



Téléphone résistant aux intempéries. Dans certains cas, il n'est pas possible d'installer ces postes téléphoniques de parement à l'intérieur, et pour répondre à ces conditions, un poste en fer résistant aux intempéries est utilisé. L'appareil de ce poste est traité avec un composé anti-humidité, et le boîtier lui-même est imperméable aux conditions météorologiques.

Coffrets de train portables. Des téléphones portables sont régulièrement transportés dans les trains de démolition et leur utilisation devient de plus en plus courante. L'utilisation de ces appareils est plus générale sur les trains de marchandises et de voyageurs.



La figure gauche montre un de ces appareils équipé d'un générateur à cinq barres pour appeler le répartiteur. L'autre figure montre un petit appareil sans générateur destiné aux conducteurs et aux inspecteurs sur les lignes où le répartiteur est en permanence connecté au circuit.

Ces ensembles sont connectés au circuit téléphonique en tout point de la ligne au moyen d'un poteau portatif léger disposé avec des bornes à son extrémité extérieure pour le raccordement sur les fils de ligne, et avec des câbles flexibles. Les câbles conducteurs qui mènent au poste portatif. L'utilisation de ces postes par les fonctionnaires dans leurs voitures particulières, par les équipes de construction et de ponts travaillant sur la ligne, et par les inspecteurs et les réparateurs de téléphone pour signaler les problèmes, devient de plus en plus générale.

Circuits Western Electric.

Comme nous l'avons déjà dit, un circuit de répartition de trains téléphoniques peut avoir une longueur de 25 à 300 miles, et il peut y avoir autant de stations que peut en gérer un seul répartiteur. Le plus grand nombre connu de stations sur un circuit existant de ce type est de 65.

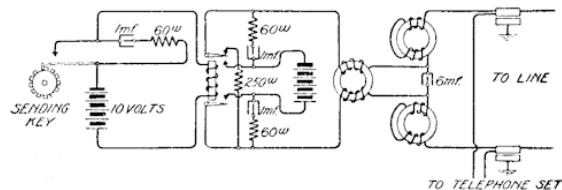


Fig. 488. Dispatcher's Station—Western Electric System

Circuit du répartiteur.

Les circuits du poste du répartiteur dans le système Western Electric sont représentés sur la figure ci dessus, dont le fonctionnement est brièvement le suivant : lorsque le répartiteur souhaite appeler un poste particulier, il fait tourner la touche correspondant à ce poste d'un quart de tour. Cela envoie une série d'impulsions rapides de courant continu sur la ligne téléphonique à travers le contact d'un relais télégraphique spécial qui est actionné par la touche dans un circuit local. Le relais télégraphique est équipé de condensateurs anti-étincelles autour de ses contacts et est de construction robuste dans son ensemble afin de transporter correctement le courant d'envoi.

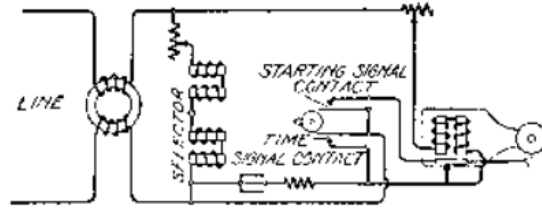
La tension de la batterie émettrice dépend de la longueur de la ligne et du nombre de stations qui la composent. Elle varie de 100 à 300 volts dans la plupart des cas. Lorsque des tensions plus élevées sont nécessaires pour faire fonctionner le circuit avec succès, il est généralement d'usage d'installer un circuit répéteur télégraphique au centre de la ligne, afin de maintenir la tension dans des limites sûres. L'une des raisons pour lesquelles on limite la tension utilisée est que les condensateurs utilisés dans le circuit ne

supportent pas des potentiels beaucoup plus élevés sans risquer de griller. Il est également possible de réduire de moitié la tension en plaçant le répartiteur au centre de la ligne, d'où il peut envoyer des signaux dans deux directions au lieu d'une seule extrémité.

Conversation et signalisation simultanées. Des bobines et condensateurs de retardement seront visibles en série avec le circuit à travers lequel le courant de signalisation doit passer avant de sortir sur la ligne. Ils ont pour but d'absorber le bruit causé par la batterie haute tension, permettant ainsi au répartiteur de parler et de signaler simultanément. La résistance de 250 ohms connectée au circuit par l'intermédiaire d'un contact arrière du relais télégraphique absorbe la décharge du condensateur de 6 microfarads.



Sélecteurs Western Electric



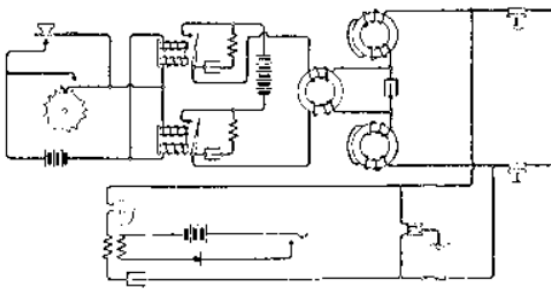
Circuit de relais.

L'ensemble complet de sélecteurs pour les relais est représenté sur la figure ci dessus et le schéma de câblage de son appareil sur la figure suivante.

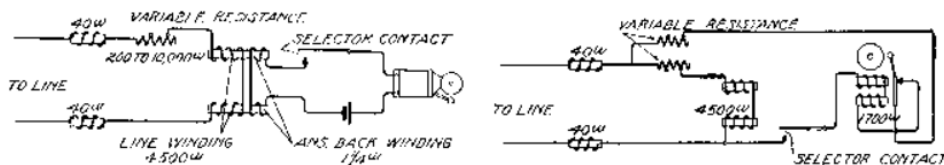
La première impulsion envoyée par la clé dans le bureau du répartiteur est une longue impulsion de courant continu, la première dent étant trois ou quatre fois plus large que les autres dents. Cette impulsion actionne les deux aimants du sélecteur et attire leurs armatures, qui, à leur tour, font s'engager deux cliquets dans la roue à rochet, tandis que les impulsions rapides restantes actionnent le cliquet "d'augmentation" et font tourner la roue du nombre de dents requis. Des bobines de retardement sont placées en série avec le sélecteur afin d'étouffer les décharges de foudre qui pourraient arriver sur la ligne. Le contact du sélecteur, lorsqu'il est actionné, ferme un circuit de sonnerie, et on notera que le sélecteur et la sonnerie sont actionnés par le courant de batterie arrivant sur la ligne principale à travers des résistances variables. Il existe bien sûr un certain nombre de sélecteurs pontés sur le circuit, et la résistance variable à chaque station est ajustée de manière à donner à chaque station environ 10 milliampères, ce qui permet un facteur de sécurité important pour les fuites de ligne par temps humide. La chute de tension à travers les bobines à 10 milliampères est de 38 volts. Si ces bobines n'étaient pas utilisées, il est clair que les sélecteurs les plus proches du répartiteur recevraient la majeure partie du courant et ceux les plus éloignés très peu.

Un contact de signal horaire est également indiqué sur le schéma du circuit sélecteur de la figure droite. Il est commun à tous les bureaux et peut être actionné par une clé spéciale dans le bureau du répartiteur, lui permettant ainsi d'envoyer des signaux horaires sur le circuit téléphonique.

Circuits Gill.



La figure montre le schéma de circuit du répartiteur du système Gill. Il est semblable à celui du système Western Electric qui vient d'être décrit. Le mode de fonctionnement est également similaire, le principal point de différence étant le moyen mécanique de sélection. La figure 492 montre le câblage du sélecteur Gill dans une station intermédiaire pour le service de batterie locale. Le contact du sélecteur ferme le circuit de sonnerie dans la station et quelques enroulements de ce circuit sont situés sur les aimants du sélecteur, comme indiqué. Ceux-ci fournissent la « réponse » par des moyens inductifs.



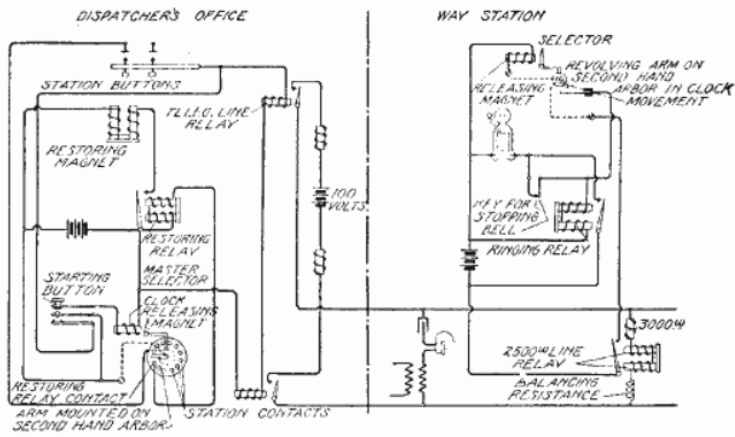
Câblage du sélecteur pour Batterie locale et pour Énergie centrale.

Les touches d'envoi de ces deux types de circuits diffèrent en ce que, dans le cas du sélecteur à batterie locale, le contact de la touche est ouvert après l'actionnement du sélecteur et la sonnerie doit être interrompue par le répartiteur en appuyant sur un bouton ou en appelant une autre station. L'une ou l'autre de ces opérations envoie une nouvelle impulsion de courant qui libère le sélecteur et ouvre son circuit.

Avec le sélecteur d'énergie centrale, les contacts de la touche d'envoi au bureau du répartiteur restent fermés après l'opération pendant une durée définie. Cela est évidemment nécessaire pour que la batterie puisse rester sur la ligne pour le fonctionnement de la sonnerie. Dans ce cas, les contacts restent fermés pendant une certaine partie du tour de la touche, et la sonnerie cesse de sonner lorsque cette partie du tour est terminée. Si, cependant, le répartiteur désire donner une sonnerie plus longue à une station, il peut le faire en maintenant les contacts de la touche fermés au moyen d'une touche auxiliaire dès qu'il entend le signal de "réponse" de la station appelée.

Circuits Cummings-Wray.

Le système Cummings-Wray, comme indiqué précédemment, est du type à appels multiples, fonctionnant avec des horloges synchrones. Au lieu d'actionner une touche après l'autre dans l'ordre pour appeler plusieurs stations, on actionne toutes les touches à la fois et une touche de mise en marche met en marche le mécanisme qui appelle toutes ces stations d'un seul coup.



Pour faire sonner une ou plusieurs stations, le répartiteur appuie sur la ou les touches correspondantes puis actionne la clé de démarrage. Cette clé de démarrage maintient son contact pendant une durée appréciable pour permettre au mécanisme de l'horloge de se mettre en marche et de se libérer de l'embrayage à aimant de déclenchement. La fermeture de la clé de démarrage actionne l'aimant de déclenchement de l'horloge et actionne également les deux relais de ligne télégraphique. Ceux-ci envoient une impulsion de batterie sur la ligne actionnant les relais de ligne pontés de 2 500 ohms et, à leur tour, les aimants de déclenchement du sélecteur ; ainsi, toutes les horloges de stations démarrent à l'unisson avec l'horloge maîtresse. L'arbre de la seconde aiguille de chaque horloge porte un bras qui, à chaque station, est réglé à un angle différent par rapport à la position normale de celui de toute autre station. Chacun de ces bras entre en contact précisément au moment où le bras de l'horloge maîtresse passe sur le contact correspondant à cette station.

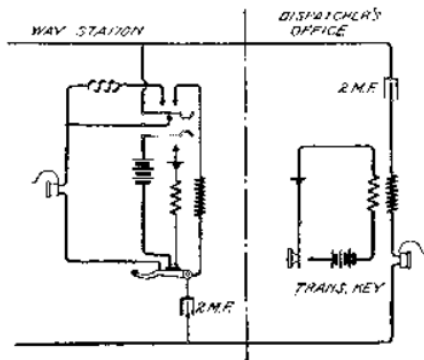
Si l'on appuie sur une touche de station donnée dans l'émetteur principal, les relais de la ligne télégraphique fonctionneront à nouveau lorsque le bras de l'horloge principale atteindra ce point, envoyant une autre impulsion de batterie sur la ligne. Le contact sélecteur de la station intermédiaire est fermé à ce moment-là. Ainsi, la fermeture du contact du relais actionne le relais de sonnerie par l'intermédiaire d'un circuit local, comme illustré. Le relais de sonnerie est immédiatement verrouillé par son propre contact, ce qui maintient le circuit de sonnerie fermé jusqu'à ce qu'il soit ouvert par la clé et que la sonnerie soit arrêtée.

Lorsque le bras de l'horloge maîtresse passe le dernier point du cadran de contact, le courant circule dans le relais de rappel qui actionne l'aimant de rappel qui libère toutes les touches. Un bouton-poussoir est prévu au moyen duquel les touches peuvent être libérées manuellement, si on le souhaite. Il est utilisé au cas où le répartiteur appuie sur une touche par erreur. Des bobines de retardement et des résistances variables sont prévues au poste de relais, tout comme dans les autres systèmes de sélection qui ont été décrits et pour les mêmes raisons.

Les circuits de l'équipement téléphonique de l'opérateur, représentés sur la figure 495, sont également pontés sur la ligne.

Cet appareil est à haute impédance et d'une conception spéciale adaptée au service ferroviaire. Il peut y avoir un nombre quelconque de téléphones à l'écoute d'un train en même temps, et souvent un répartiteur en appelle cinq ou six à la fois pour donner des ordres.

Ces conditions ont nécessité l'agencement de circuit spécial représenté sur cette figure :



Circuits téléphoniques

Les récepteurs utilisés dans les stations de cheminement sont à haute impédance et sont normalement connectés, par l'intermédiaire du commutateur à crochet, directement sur la ligne en série avec un condensateur. Cependant, lorsque l'opérateur, dans une station de cheminement, souhaite parler, il appuie sur la touche indiquée. Cela met le récepteur sur la ligne en série avec la bobine de retardement et en parallèle avec le secondaire de la bobine d'induction. Cela ferme en même temps le circuit de la batterie de l'émetteur par l'intermédiaire du primaire de la bobine d'induction.

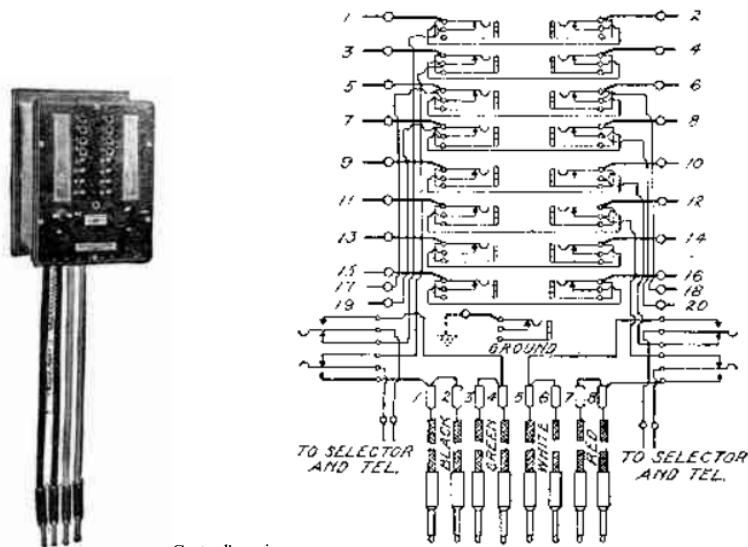
La bobine de retardement a pour but d'empêcher une tonalité latérale excessive et augmente également l'impédance du circuit récepteur, qui est un shunt sur la bobine d'induction. Cette dernière bobine, cependant, est d'une conception spéciale qui permet à juste assez de courant de circuler à travers le récepteur pour permettre au répartiteur d'interrompre un opérateur de station intermédiaire lorsqu'il parle.

La clé utilisée pour fermer la batterie de l'émetteur est actionnée à la main et n'est pas verrouillable. Dans certains cas, lorsque les opérateurs sont très occupés, un interrupteur à pédale est utilisé à la place de cette clé. L'utilisation d'une telle clé ou d'un tel interrupteur dans la pratique s'est avérée parfaitement satisfaisante et les opérateurs ne mettent que peu de temps à s'y habituer.

Les circuits du bureau du répartiteur sont disposés de la même manière, et sont conçus spécialement pour faciliter leur fonctionnement. En d'autres termes, comme le répartiteur effectue la majeure partie du travail sur le circuit, son récepteur est de type à faible impédance, ce qui lui donne une transmission légèrement meilleure que celle des stations intermédiaires. La clé de son circuit émetteur est de type verrouillable, de sorte qu'il n'a pas besoin de la maintenir enfoncée pendant qu'il parle. C'est parce que le répartiteur fait la plupart des conversations sur ce circuit. Les répartiteurs utilisent également des interrupteurs à pédale dans certains cas.

Tableaux d'essai.

Il est devenu courant pour les chemins de fer d'installer plusieurs circuits téléphoniques le long de leurs emprises. Dans de nombreux cas, en plus du fil de train, un circuit de messages est également installé et, assez fréquemment, un fil de bloc également exploité par téléphone est installé en parallèle des deux. Il est souhaitable que ces circuits puissent être utilisés pour effectuer des essais simples et pour pouvoir également raccorder un circuit à un autre en cas d'urgence.



Carte d'essai

Circuits de la carte de test

Des cartes de test ont été conçues pour faciliter ce travail. Elles se composent de simples boîtiers à fiches et à prises, dont l'aspect général est illustré à la figure ci dessus. Le schéma de circuit de l'une d'entre elles est illustré à la figure droite. Chaque fil entre dans une prise individuelle, comme on le remarquera sur un côté de la carte, et passe par le contact intérieur de cette prise, pour ressortir par une prise similaire sur le côté opposé. Le sélecteur et le téléphone d'un bureau sont retirés de ces contacts intérieurs par l'intermédiaire d'une clé, comme indiqué. Les contacts extérieurs de cette clé sont câblés sur deux paires de cordons. Supposons maintenant que le fil du train de communication arrive sur les prises 1 et 3 et le fil de message sur les prises 9 et 11. En cas d'accident du fil de train entre deux stations, il est souhaitable de raccorder cette connexion avec un fil de message afin de maintenir en fonctionnement le fil de train si important. Le répartiteur demande à l'opérateur de la dernière station qu'il peut obtenir d'insérer les fiches 1 et 2 dans les prises 1 et 10 et les fiches 3 et 4 dans les prises 3 et 12, en même temps qu'il lance la clé de gauche. Puis, obtenant un opérateur au-delà de la coupure par n'importe quel moyen disponible, il lui demande également d'insérer les fiches 1 et 2 dans les prises 9 et 2 et les fiches 3 et 4 dans les prises 11 et 4, en même temps qu'il lance la clé de gauche. En suivant ce tracé, on observera que le fil du train est raccorder sur la section désactivée au moyen du circuit de messages, et que le sélecteur et l'équipement téléphonique sont coupés sur les connexions raccordées; en d'autres termes, pontés sur les cordons de raccordement. On verra également qu'avec cette carte, il est possible d'ouvrir n'importe quel circuit simplement en le branchant sur une prise. Deux fils peuvent être court-circuités ou une boucle peut être réalisée en branchant deux cordons de même tension. Les couleurs sont connectées aux deux prises. Une prise de terre est prévue pour la mise à la terre de n'importe quel fil. De cette façon, on obtient un agencement de circuits très flexible et il est possible d'effectuer n'importe lequel des tests simples qui sont les seuls qui sont habituellement nécessaires sur ce type de circuit.

Blocage des lignes. Comme nous venons de le mentionner, il arrive assez fréquemment qu'en plus des lignes de train et des circuits de messages, les lignes de blocage soient également exploitées par téléphone. Dans certains cas, des appareils téléphoniques distincts sont utilisés pour le service de blocage, mais dans d'autres cas, le même opérateur gère les trois circuits via le même téléphone. Le fil de blocage est généralement un fil télégraphique transformé entre les stations, généralement en fer et généralement relié à la terre. Sa longueur dépasse rarement six milles.



Ensemble de blocage

Lorsque les fils de blocage sont utilisés comme des unités individuelles avec leurs propres instruments, il n'est pas nécessaire d'avoir un appareil auxiliaire à utiliser en relation avec eux. Cependant, lorsqu'ils sont utilisés comme partie d'un système et que le même téléphone est utilisé sur ceux-ci que sur le fil de train et le fil de message, un appareil supplémentaire, appelé ensemble de blocage, est nécessaire. Cet ensemble de blocage, a été développé spécialement pour ce service par la Western Electric Company. Comme on le remarquera, une bobine répétitive au sommet et une touche à l'avant de l'ensemble sont câblées en connexion avec une paire de cordons de fil de train. Cette bobine répétitive est destinée à être utilisée pour connecter un circuit mis à la terre à un circuit métallique, comme par exemple pour connecter un fil de blocage au fil de train, et est, bien entendu, dans le but d'éliminer le bruit. Sous la touche se trouvent trois prises combinées et des signaux. Un fil de bloc arrive dans chacune d'elles et une ligne privée peut être amenée dans celle du milieu. Lorsque le bloc suivant sonne, un signal visuel s'affiche qui actionne une sonnerie dans le bureau au moyen d'un circuit local. L'opératrice répond en branchant le cordon téléphonique qui part du bas de l'appareil dans la prise appropriée. Cela rétablit automatiquement le signal et arrête la sonnerie. Sous ces signaux apparaissent quatre prises. L'une est reliée au fil du train, l'autre au fil des messages et les deux autres sont reliées aux deux paires de cordons de raccordement de chaque côté du poste. L'opérateur répond à un appel sur n'importe quel circuit en branchant son cordon téléphonique dans la prise appropriée.

Si une station de cheminement n'est pas ouverte le soir, ou si l'opérateur la quitte pour une raison quelconque et la ferme à clé, il peut relier deux blocs ensemble au moyen de câbles de raccordement. Ceux-ci sont disposés simplement pour relier deux circuits mis à la terre et servent à relier deux blocs adjacents, éliminant ainsi une station. Une prise est câblée sur ces câbles, de sorte que l'opérateur de la station de cheminement peut écouter la connexion s'il le souhaite.

Dans certains cas, non seulement les circuits téléphoniques sont amenés dans le tableau de test, mais deux fils télégraphiques sont également bouclés à travers ce tableau avant d'arriver au tableau de distribution. Cette pratique devient assez fréquente et, en cas d'urgence, elle permet de réparer les fils télégraphiques ainsi que les fils téléphoniques.

La répartition sur les chemins de fer électriques.

Les chemins de fer électriques interurbains s'étendant de plus en plus et leur trafic devenant plus lourd, ils se rapprochent de plus en plus des méthodes d'exploitation à vapeur. Il n'est pas rare qu'un chemin de fer électrique répartisse ses wagons exactement comme dans le cas d'une route à vapeur. Il existe cependant une tendance de cette classe de travail, vers des méthodes légèrement différentes, et celles-ci seront brièvement décrites.

Sur les lignes de chemin de fer électriques où le trafic n'est pas particulièrement intense, on utilise souvent une ligne téléphonique magnéto ordinaire avec des instruments

magnéto standards. Dans certains cas, les postes téléphoniques sont placés dans des salles d'attente ou des cabines le long de la voie. Dans d'autres cas, il n'est pas possible d'installer le téléphone à l'intérieur et des postes en fer résistant aux intempéries, tels que ceux représentés sur les figures 484 et 485, sont alors montés directement sur les poteaux le long de la voie ferrée. Avec une ligne de ce type, il existe généralement un point central d'où les ordres sont donnés et les agents de train appellent ce numéro lorsqu'ils arrivent sur les voies de garage ou partout où ils peuvent avoir besoin de le faire.

Une autre méthode d'installation d'un système téléphonique sur les chemins de fer électriques est la suivante : au lieu d'installer des instruments dans des cabines ou si poteaux le long de la ligne, des postes téléphoniques portables sont transportés dans les wagons et des prises sont placées à intervalles réguliers le long de l'emprise sur les poteaux. L'équipage du wagon qui souhaite entrer en contact avec le bureau central ou le répartiteur se branche sur l'une de ces prises et utilise le poste téléphonique portable. Dans les gares intérieures, dans les bureaux ou les bâtiments appartenant au chemin de fer, les postes magnéto classiques peuvent être utilisés, comme dans le premier cas décrit.

Sur les réseaux ferroviaires électriques où le trafic est intense, les mouvements des trains ou des wagons peuvent être gérés par un répartiteur, tout comme sur le chemin de à vapeur. Il y a cependant généralement une différence. Sur une ligne à vapeur, les opérateurs qui donnent leurs ordres aux équipes de train et manipulent les signaux sémaphoriques sont situés à intervalles réguliers dans les différentes stations. On ne trouve généralement pas de tels opérateurs sur les chemins de fer électriques, sauf peut-être à des points très importants, et il est donc nécessaire que le répartiteur puisse signaler les wagons à n'importe quel point et entrer en communication avec les équipes de ces wagons. Il le fait au moyen de sémaphores actionnés par des sélecteurs téléphoniques sur la ligne téléphonique. Le circuit téléphonique peut être équipé de n'importe quel nombre de sélecteurs souhaités, et le répartiteur peut en actionner un en particulier sans en actionner aucun autre sur le circuit. Chaque sélecteur, lorsqu'il est actionné, ferme une paire de contacts. Cela complète un circuit local qui met le bras du sémaphore en position « danger », en même temps que le répartiteur émet un bourdonnement distinctif dans son oreille, l'informant que le bras a effectivement été actionné. Il est déplacé vers cette position. Il ne peut obtenir ce signal que par l'actionnement du bras.

Chaque sémaphore est situé à côté d'une cabine téléphonique dans laquelle est également placé le levier de rétablissement, au moyen duquel le sémaphore est mis en position « libre » par l'équipage de la voiture qui a été signalée. Le poste téléphonique mural est généralement utilisé pour ce type de service, mais si on le souhaite, des supports de bureau ou l'un des différents bras émetteurs peuvent être utilisés.

Il est nécessaire que l'équipage du wagon qui s'approche en premier d'un sémaphore réglé sur « danger » sorte, communique avec le répartiteur et rétablisse le signal en position « libre ». Le répartiteur ne peut pas rétablir le signal. Le signal est réglé uniquement pour que l'équipage du train puisse entrer en communication téléphonique avec le répartiteur, et pour ce faire, il est nécessaire qu'il entre dans la cabine dans tous les cas.

On retrouve plus en détails sur les document de la Western Electric :

["Railway Train Dispatching Telephone Systems"](#).de 1924

["Railway Train Dispatching Telephone Systems"](#).de 1934