

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](http://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

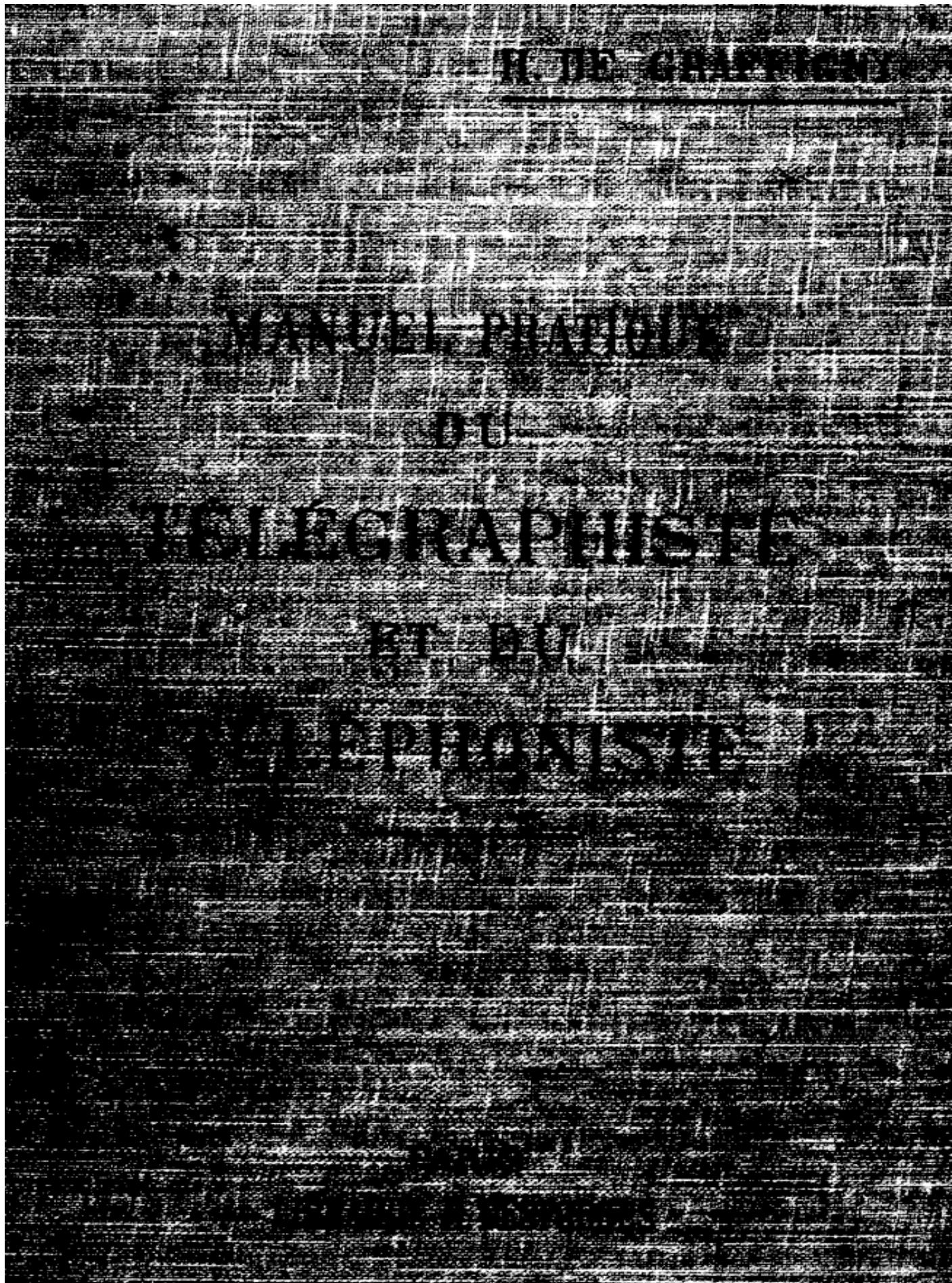
4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

| | |
|---------------------------|---|
| Auteur(s) | Graffigny, Henry de (1863-1934) |
| Titre | Manuel pratique du télégraphiste et du téléphoniste : à l'usage des candidats aux postes de télégraphistes et de téléphonistes civils et militaires, des professionnels ayant à installer des lignes télégraphiques et téléphoniques, et de toutes les personnes ayant à employer la télégraphie optique, électrique, sous-marine, hertzienne, etc. et les téléphones |
| Adresse | Paris : Librairie générale scientifique & industrielle H. Desforges, 1906 |
| Collation | 1 vol. (XII-304 p.) : ill. ; 22 cm |
| Nombre d'images | 323 |
| Cote | CNAM-BIB 8 Ca 341 |
| Sujet(s) | Télégraphe Téléphone |
| Thématique(s) | Technologies de l'information et de la communication |
| Typologie | Ouvrage |
| Langue | Français |
| Date de mise en ligne | 21/01/2021 |
| Date de génération du PDF | 20/01/2021 |
| Permalien | http://cnum.cnam.fr/redir?8CA341 |



8^e éd. 1841.
5.10
19 Juin 1906.

MANUEL PRATIQUE
DU
TÉLÉGRAPHISTE ET DU TÉLÉPHONISTE

OUVRAGES RÉCENTS DU MÊME AUTEUR

En vente à la Librairie H. Desforges

| | | |
|---|----|----|
| <i>L'Ouvrier électricien</i> (2 ^e édition). 1 vol. avec 290 fig. cartonné..... | 6 | » |
| <i>L'Electricité dans l'Automobile</i> . 1 vol. in-16, avec 65 fig., broché..... | 3 | » |
| <i>Manuel pratique du Conducteur d'Automobiles</i> . 1 petit vol. 180 p., broché..... | 0 | 30 |
| <i>Qu'est-ce que l'Electricité?</i> 1 vol. in-16 de 196 pages avec 70 fig..... | 1 | 25 |
| <i>L'Electricité pour tous</i> , 1 vol. in-8 avec 285 fig., cart. | 4 | 25 |
| <i>Manuel pratique de l'Horloger</i> (3 ^e édition), avec 150 fig., br..... | 4 | » |
| <i>Le Conducteur de Machines</i> . 1 vol. in-16 avec 75 fig. relié | 3 | » |
| <i>Les Turbo-moteurs et les machines rotatives</i> . 1 vol. grand in-8, br..... | 10 | » |

SOUS PRESSE

Dictionnaire des Termes techniques employés dans la Science et les diverses industries. 1 vol. in-16 de 850 pag. sur 2 col.

Expériences de Science Amusante, 1 vol. in-18 de 450 pages.

L'éclairage électrique dans les appartements, 1 vol. in-8.

La Lumière Electrique (2^e tome de la Bibl. Pratique d'Électricité).

MANUEL PRATIQUE
DU *8^e Ca 341*
TÉLÉGRAPHISTE
ET DU
TÉLÉPHONISTE

à l'usage

des Candidats aux postes de Télégraphistes et de Téléphonistes
c civils et militaires
des Professionnels ayant à installer des lignes télégraphiques
et téléphoniques
et de toutes les personnes ayant à employer
la Télégraphie optique, électrique, sous-marine, hertzienne, etc.
et les Téléphones.

PAR

H. de GRAFFIGNY

INGÉNIEUR CIVIL

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION DE LA REVUE « L'ÉLECTRICITÉ »

Avec 95 gravures dessinées par l'auteur

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE SCIENTIFIQUE & INDUSTRIELLE
H. DESFORGES
39, Quai des Grands-Augustins, 39

—
1906

A Monsieur

JULES-LOUIS BRETON

Ingénieur-chimiste, Député du Cher
Rapporteur de la loi sur les emplois industriels de la census.

Je dédie ce livre,

*En hommage de la sincère reconnaissance et de
respectueuse amitié d'un ancien collaborateur.*

H. DE GRAFFIGNY.

Paris, Mars 1906.

TABLE DES FIGURES

| Figures | Pages |
|---|-------|
| 1. — Coupe du premier téléphone magnétique..... | 12 |
| 2. — Schéma du fonctionnement du microphone..... | 13 |
| 3. — Coupe en plan d'un appareil à miroir..... | 20 |
| 4. — Appareil télescopique de 0 m. 48..... | 21 |
| 5. — Coupe d'un appareil à lentilles..... | 22 |
| 6. — Manipulateur. 7. — Appareil de campagne..... | 23 |
| 8. — Marche des rayons lumineux dans les miroirs..... | 26 |
| 9. — Appareil de télégraphie optique à enregistreur..... | 30 |
| 10. — Appareil optique Ducretet à enregistreur Morse..... | 31 |
| 11 et 12. — Transmetteur télégraphique Morse..... | 40 |
| 13. — Circuit télégraphique..... | 45 |
| 14. — Autre disposition du circuit..... | 46 |
| 15 et 16. — Interrupteur. 17. — Commutateur inverseur. | 47 |
| 18. — Commutateur à ressort..... | 48 |
| 19. — Sonnerie d'appel à trembleur..... | 50 |
| 20. — Relais télégraphique. 21. — Relais à voyant..... | 51 |
| 22. — Pile Leclanché..... | 58 |
| 23. — Couplage des piles en tension. 24. — En quantité.. | 59 |
| 25. — Couplage des piles en série..... | 60 |
| 26. — Couplage mixte..... | 61 |
| 27. — Couplage des piles en « échelle d'Amsterdam »..... | 62 |
| 28. — Manipulateur Morse..... | 69 |
| 29. — Principe de l'appareil Hughes..... | 71 |
| 30. — Schéma du fonctionnement du Baudot (départ)..... | 72 |
| 31. — Manipulateur Baudot..... | 73 |
| 32. — Figure schématique..... | 81 |
| 33. — Transmetteur Kotyra..... | 82 |
| 34. — Récepteur Morse..... | 89 |
| 35. — Parleur à indice Sambourg..... | 93 |
| 36. — Remontoir hydraulique Roux-Combazier..... | 97 |
| 37. — Régulateur Hughes..... | 98 |
| 38. — Récepteurs Baudot, station d'arrivée..... | 99 |
| 39 et 40. — Plateaux distributeurs à 13 et 19 contacts..... | 100 |

— VIII —

| | |
|--|-----|
| 41. — Relais Baudot..... | 101 |
| 42. — Traducteur Baudot..... | 102 |
| 43. — Electro-aiguilleurs..... | 103 |
| 44 et 45. — Appareil phototélégraphique Siemens..... | 111 |
| 46. — Ligature, 47. — Torsade, 48. — Manchon..... | 116 |
| 49, 50 et 51. — Isolateurs..... | 117 |
| 52. — Isolateurs d'entrée de poste..... | 119 |
| 53, 54 et 55. — Consoles, 56. — Tige à scellement..... | 120 |
| 57, 58, 59 et 60. — Différentes formes de poteaux..... | 122 |
| 61. — Potelet en fer d'André..... | 124 |
| 62. — Mâchoire à tendre..... | 128 |
| 63. — Sourdine Caïl-Beau..... | 129 |
| 64, 65 et 66. — Pose des câbles souterrains dans les égouts..... | 133 |
| 67. — Ensemble d'un appareil télégraphique portatif..... | 157 |
| 68. — Commutateur suisse..... | 160 |
| 69. — Schéma d'une communication en duplex..... | 162 |
| 70. — Câble sous-marin..... | 177 |
| 71 et 72. — Jonction de deux câbles, 73 et 74. — Exécution du joint..... | 180 |
| 75. — Siphon-recorder..... | 181 |
| 76 et 77. — Inscription des signaux de télégraphie sous-marine..... | 182 |
| 78. — Manipulateur pour la télégraphie sous-marine..... | 184 |
| 79. — Poste de transmission de télégraphie sans fil..... | 194 |
| 80. — Poste transmetteur Ducretet..... | 197 |
| 81. — Poste transportable de télégraphie sans fil..... | 208 |
| 82. — Coupe d'un téléphone électromagnétique..... | 236 |
| 83. — Transmetteur microphonique Ader..... | 238 |
| 84. — Sonnerie polarisée..... | 241 |
| 85. — Générit micro-téléphonique..... | 242 |
| 86. — Poste téléphonique Ader..... | 244 |
| 87. — Poste à appel magnéto-électrique Bailleux..... | 245 |
| 88. — Appareil Bailleux à circuit secondaire..... | 247 |
| 89. — Magnéto d'appel..... | 248 |
| 90. — Appareil Bailleux à microphone fixe..... | 249 |
| 91. — Modèle de la Société des téléphones..... | 250 |
| 92. — Mécanisme d'un annonciateur..... | 251 |
| 93. — Appareil combiné Bailleux-Ader..... | 253 |
| 94. — Récepteur Ader..... | 255 |
| 95. — Poteau de croisement de fils..... | 270 |
| 96. — Poste téléphonique à monophone..... | 273 |

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE PREMIER

Historique de l'art des signaux.

Télégraphe aérien Amontons, 2. — Claude Chappe, 3. — Premiers télégraphes électriques, 4. — Les ondes hertzien-nes, 8. — Premiers essais de transmission des sons, 11. — Invention du téléphone, 12. — Le microphone, 13. — Les installations de téléphone, 15. — Téléphonie sans fil, 16.

CHAPITRE II

La télégraphie optique.

Principe de la télégraphie optique, 18. — Classification des appareils, 19. — Appareils télescopiques, 20. — Appareils à lentille, 21. — Exécution des signaux, 24. — Emploi de l'héliostat, 25. — Pratique de la télégraphie optique, 27. — Appareils à enregistreurs, 29. — Autres procédés de télégraphie optique, 34.

CHAPITRE III

Principes de télégraphie électrique.

Organes d'une transmission télégraphique, 38. — Sources d'électricité, 39. — Transmetteur, 40. — Lignes de communica-tion, 41. — Récepteur, 42. — Classification des appareils, circuit télégraphique, 43. — Appareils accessoires, 46. — Paratonnerres, 48. — Galvanomètres. Sonneries, 49. — Relais, 50. — Rhéostats, 52. — Poste télégraphique, 53. — Conditions de l'administration, 54.

CHAPITRE IV

Appareils transmetteurs.

Les piles, 56. — Types de Leclanché, 57. — Groupement des piles, 59. — Couplage des piles en tension, 60. — Résistance kilométrique des fils, 62. — Appareils transmetteurs manipulateur à cadran, 65. — Manipulateur Morse, 67. — Appareil Hughes, 69. — Appareil Baudot, 73. — Transmetteur Kotyra, 78.

CHAPITRE V

Appareils récepteurs.

Télégraphe à cadran, 85. — Récepteur Morse, 89. — Parleur ou sounder, 92. — Appareil Estienne, 93. — Appareil multiple Meyer, 94. — Récepteur de l'appareil Hughes, 95. — Remontoir hydraulique, 97. — Distributeurs et récepteurs Baudot, 98. — Télégraphe octoplex Rowland, 105. — Télégraphe Mercadier, 107. — Télégraphe photo-électrique Siemens et Halske, 110.

CHAPITRE VI

Les lignes télégraphiques.

Lignes aériennes, 113. — Liaisons, 115. — Supports et isolateurs, 117. — Diamètre des poteaux, 121. — Plantation des poteaux, 123. — Installation d'une ligne, 126. — Les sourdines, 129. — Lignes télégraphiques souterraines, 130. — Lignes en galerie et en tranchée, 133.

CHAPITRE VII

Pratique de télégraphie électrique.

Appareils à cadran, 136. — Appareil Morse, 138. — Manipulation, 142. — Lecture au son, 143. — Pratique de l'appareil Hughes, 145. — Apprentissage de l'appareil Hughes, 148. — Appareil Baudot, 150.

CHAPITRE VIII

Installation et entretien des postes télégraphiques.

Installation de postes avec appareil à cadran ou Morse, 155.
— Classification des postes, 158. — Postes municipaux, 159.
— Commutateurs et annonceurs, 160. — Montage en duplex, 161. — Installations de postes de télégraphie multiple, 164. — Entretien des appareils, 165.

CHAPITRE IX

La télégraphie sous-marine. — Les câbles sous-marins.

Premiers essais, 170. — Les câbles, 172. — Types divers de câbles, 174. — Fabrication des câbles sous-marins, 175. — Réception des signaux, 179. — Tableau de la flotte télégraphique du monde, 187. — Pose des câbles, 188. — Communications internationales par câbles, 190.

CHAPITRE X

Télégraphie sans fil par ondes hertziennes.

Le mouvement ondulatoire, 191. — Longueur d'onde, 192.
— Production des ondes, 193. — Transmission à l'antenne, 195. — Radio-conducteur, 198. — Rôle de la terre, 201. — Historique de la télégraphie sans fil, 202. — Importance de la télégraphie sans fil et sa portée, 207.

CHAPITRE XI

Organisation du service télégraphique.

Les postes et télégraphes en France, 212. — Ecole supérieure de télégraphie, 214. — Organisation des bureaux, 216.
— Bureaux municipaux, 217.

CHAPITRE XII

Renseignements pratiques sur l'emploi du télégraphe.

Télégraphe urbain, 219. — Tarif des dépêches, 221. —

— XII —

Compte des mots, 223. — Télégrammes en langage chiffré, 224. — Service international, 225. — Taxes télégraphiques pour l'étranger, 226. — Renseignements divers, 228.

CHAPITRE XIII

Le Téléphone.

Débuts du téléphone, 232. — Principe du téléphone, 234. — Téléphones à piles, 236. — Résistance des microphones, 238. — Systèmes d'appel, 239. — Modèles de postes microtéléphoniques, 242. — Annonciateurs et tableaux, 250. — Communications avec le bureau central et les abonnés, 251. — Agencement d'un poste téléphonique, 257. — Téléphone, 258. — Téléphonie sans fil, 259.

CHAPITRE XIV

Installation, pose et entretien des lignes et des postes téléphoniques.

Installation de téléphones magnétiques et de microtéléphones, 263. — Installations privées, 264. — Lignes téléphoniques, 266. — Mise en place des postes téléphoniques, 271. — Vérification des installations, 274. — Dérangements dans les lignes et les postes, 277. — Demande de communication téléphonique, prescriptions de l'administration, 281.

CHAPITRE XV

Usages pratiques du téléphone.

Applications du téléphone, 286. — Manière de se servir du téléphone, 287. — Abonnement au téléphone, 288. — Télégrammes par téléphone, 290. — Messages téléphonés, 291. — Cartes-télégrammes, 292. — Taxe télégraphique pour la France, 293. — Taxes pour le département de la Seine, 294. — Avec les départements, 295. — Avec l'étranger, 296.

Appendice.

Programme déterminant les conditions d'admission aux emplois de surnuméraire des postes et télégraphies.

CHAPITRE PREMIER

Historique de l'art des signaux.

On peut affirmer que l'art des signaux est aussi vieux que le monde, et que ses débuts remontent aux premiers temps de la civilisation. Dès les premiers âges de l'humanité, le besoin de correspondre, de transmettre au loin des avis, des nouvelles urgentes, se fit sentir, et il fallut imaginer des procédés pouvant satisfaire à cette nécessité. Tout d'abord, ces moyens furent des plus rudimentaires et consistèrent pendant une longue suite de siècles en cris convenus et répétés de proche en proche, puis en bûchers élevant leurs flammes sanglantes vers le ciel et avertisant de loin les intéressés soit d'un danger, soit de tout autre événement venant de se produire.

Mais on ne pouvait, par cette méthode, qu'annoncer un fait attendu, autrement le signal n'eût pas été compris de ceux à qui il s'adressait. On chercha donc le moyen de transmettre de véritables messages, et l'on peut faire remonter la première tentative à 435 ans avant notre ère. Ce fut un Grec, Polybe,

qui eut l'idée de combiner un système permettant de communiquer au loin et d'indiquer à un correspondant, par des signes convenus, les différentes lettres composant l'alphabet. Ce télégraphe primitif se composait de deux murailles entre lesquelles le stationnaire prenait place. En faisant apparaître au-dessus de chaque muraille un nombre déterminé de flambeaux allumés, il désignait au poste suivant une lettre particulière de l'alphabet. Cette disposition de flambeaux était répétée par le correspondant et ainsi de suite jusqu'au lieu d'arrivée. C'était donc un embryon de la télégraphie optique, encore employée dans les armées modernes, et si la réalisation était barbare, le principe était fécond, car c'est à le perfectionner que les chercheurs se sont évertués pendant une longue suite de siècles.

Il nous faut arriver immédiatement au XVIII^e siècle pour retrouver la suite de ces essais, car les savants du moyen âge ne se sont pas souciés d'une recherche de ce genre: il leur semblait préférable de porter leurs efforts sur la transmutation des métaux et la découverte de la pierre philosophale, qui devait leur permettre de fabriquer de l'or à volonté! C'est le physicien français Amontons qui, en 1690, imagina le premier *télégraphe aérien*, dans lequel la position donnée aux bras articulés d'une vergue mobile, disposée à l'extrémité d'un mât élevé, indiquait une lettre d'un alphabet convenu. En agençant une suite

d'appareils semblables de distance en distance, aussi éloignés l'un de l'autre que le permettait la vue, chaque signal était successivement répété par tous les postes échelonnés le long de la ligne, et, en fin de compte, une dépêche composée d'un nombre quelconque de signaux séparés, pouvait être expédiée et transmise avec une grande rapidité à une très grande distance de son point d'émission.

Amontons ne parvint pas à faire adopter ses idées par ses contemporains. L'honneur de réaliser ce qu'il n'avait fait qu'entrevoir était réservé à Claude Chappe, qui compléta et perfectionna, grâce à son ingéniosité et à son travail, les inventions de ses devanciers, et créa en 1794 un télégraphe aérien dont l'efficacité et la promptitude furent démontrées. Ce système de transmission fut aussitôt adopté en France, et resta en vigueur pendant près de cinquante ans, il ne fut détrôné que par la télégraphie électrique, fonctionnant avec une rapidité presque instantanée, par tous les temps, et sans être influencée par l'état atmosphérique.

Le premier essai d'application du courant électrique à la reproduction de signaux télégraphiques parait avoir été exécuté en 1811 par le physicien Semmering, qui le décrivit dans un mémoire présenté à l'Académie de Munich. Le procédé reposait sur la décomposition de l'eau par le passage d'un courant provenant d'une pile à auges de quelques

éléments. Il y avait trente-cinq tubes, représentant chacun une lettre ou un signal et, lorsqu'à la station de départ, on envoyait le courant dans l'un ou l'autre de ces tubes, le gaz qui se dégageait indiquait la lettre transmise. Ce système compliqué paraît risible aujourd'hui, cependant ce télégraphe électrolytique fut dépassé encore comme originalité par la conception, due à un nommé Lesage, du télégraphe statique dans lequel des balles de sureau voltigeant autour d'un conducteur métallique, au moment de l'arrivée d'une décharge électrique, devaient indiquer un signal.

Dès que le savant danois Ørsted eut observé, en 1820, le fait fondamental de l'action des courants sur les aimants, Ampère reconnut la possibilité d'utiliser pour la transmission des signaux cette action qui s'effectuait à toute distance. Schweiger ayant alors imaginé le *multiplicateur* ou galvanomètre, dont on connaît l'effet puissant sur l'aiguille aimantée, des essais préliminaires furent exécutés par Ristchie et Alexander en Angleterre et par le baron Schilling en Russie. Toutefois ce n'est qu'en 1837 que le télégraphe électrique revêtit un aspect pratique, grâce aux efforts et aux travaux simultanés de Wheatstone, de Steinheil et surtout du professeur américain Morse, et qu'il put songer sans prétention excessive à se substituer à l'appareil Chappe, qui agitait ses longs bras décharnés dans l'espace et

exigeait de nombreux postes intermédiaires pour fournir des résultats dépassés de loin du premier coup par son rival.

Le premier appareillage de télégraphie électrique se composait de trois parties distinctes : une source d'électricité, composée de quelques éléments de pile au sulfate de cuivre ; un transmetteur, formé d'un levier interrupteur permettant de faire passer à volonté, et pendant des durées plus ou moins longues, le courant dans les fils conducteurs reliant ce transmetteur au récepteur qui était un galvanomètre ou un électro-aimant agissant sur une armature. Au fur et à mesure, cet appareillage se perfectionna, se compléta sous l'effort continu des inventeurs. En premier lieu, on supprima l'un des deux fils constituant la ligne, la terre ayant été reconnue comme capable de remplacer le fil de retour du courant. Ensuite on ajouta une sonnerie d'appel à trembleur pour prévenir l'employé du bureau d'arrivée de l'expédition d'une dépêche, et enfin l'alphabet Morse, dans lequel chaque lettre était représentée par une combinaison de points et de traits, fut complété par des signaux conventionnels pour les indications de service. Les appareils récepteurs, tout en conservant l'électro-aimant comme organe fondamental, présentèrent des dispositions variées. Dans le système optique de Breguet, une aiguille indicatrice se mouvait devant un cadran portant à sa circonference les

lettres de l'alphabet que l'employé épelait à mesure que l'aiguille s'arrêtait devant l'une ou l'autre de ces lettres. Dans le système Morse, les points et les traits constituant chaque lettre étaient imprimés par une roulette à encrage automatique sur une étroite bande de papier que faisait dérouler un mouvement d'horlogerie. Enfin, par des combinaisons mécaniques particulières, on parvint à imprimer à l'arrivée les dépêches en caractère d'imprimerie ordinaires, et même à reproduire le fac-similé exact de la dépêche envoyée.

Mais ces perfectionnements ne satisfaisaient point encore les chercheurs, qui estimaient trop lente la transmission des signaux. C'est alors que Wheatstone imagina de préparer à part les dépêches sur un papier perforé spécial, et rendre ainsi beaucoup plus rapide que par la manipulation manuelle, l'expédition des signaux, et que, successivement on mit en vigueur les méthodes de transmission dites en *duplex* ou en *quadruplex*, par lesquelles deux ou quatre employés placés à chaque bout de la ligne peuvent transmettre simultanément des dépêches dans les deux sens. Enfin parurent les appareils multiples à grand travail, dont le télégraphe Baudot est le type, et qui ont été encore dépassés dans ces derniers temps par ceux de Siemens et Halske, Mercadier, Pollak et Virag, Rowland, entre autres.

On ne se contentait plus de correspondre à des

centaines de kilomètres par un simple fil de fer tendu sur des poteaux ; on voulut relier les continents les plus éloignés l'un à l'autre, malgré l'immensité et la profondeur des Océans. A force de ténacité et de persévérance, les innombrables difficultés du problème furent surmontées l'une après l'autre : des câbles furent immergés au fond des vallées sous-marines ; des appareils d'une merveilleuse sensibilité furent combinés pour déceler, à des milliers de lieues de distance, les plus faibles variations du courant, et la télégraphie transatlantique fut fondée. Aujourd'hui, le globe terrestre est cerclé d'un réseau serré de fils et de câbles conducteurs qui s'entrecroisent et portent dans toutes les directions, avec la rapidité de l'éclair, la pensée humaine, qui vole invisible sur le fil de métal.

Ce n'était cependant pas encore suffisant pour l'ambition du savant du xx^e siècle. Le lien de métal réunissant les appareils d'expédition et d'enregistrement des télégrammes était une sujexion, surtout pour les cas où ces appareils doivent être mobiles et changer constamment d'emplacement, comme c'est le cas pour les armées en campagne. De même que l'on était parvenu à supprimer un fil conducteur sur deux, on a cherché le moyen de supprimer ce conducteur unique lui-même, et c'est à quoi on est arrivé d'une façon satisfaisante.

Déjà on était en possession, depuis une vingtaine

d'années, d'appareils optiques transportables, permettant d'établir des communications à des distances atteignant 100 kilomètres et davantage, pendant la nuit comme durant le jour. Ce résultat, si avantageux qu'il fût, ne contentait pas encore les esprits avides du toujours mieux, et c'est alors qu'a surgi la télégraphie sans fil par ondes hertziennes, qui a fourni les résultats les plus encourageants et promet de se perfectionner encore.

Ce procédé d'intercommunication est basé sur le phénomène de l'ébranlement de ce que l'on est convenu d'appeler *ether*, ce milieu vibratoire qui transmet aux molécules matérielles le mouvement qui lui est communiqué. Un savant allemand, Henri Hertz, ayant démontré en 1887 que, dans certaines circonstances, l'énergie électrique se comportait comme la lumière et le son, en donnant naissance à des ondes vibratoires, de longueur, d'amplitude et de fréquence mesurables, se propageant à de grandes distances, il s'agissait de découvrir une substance sensible à ces ondulations, capable de déceler le passage invisible de l'ébranlement produit à la station de départ.

Or, cette substance influençable aux ondes hertziennes existait : c'était la limaille de fer qui, non conductrice à l'état de repos, devenait subitement conductrice dès que l'on faisait éclater dans les environs une étincelle de haute tension. Ce phénomène avait été observé avec beaucoup de patience et de

sagacité par un professeur français M. Branly, qui avait communiqué en 1890 à l'Académie des sciences le résultat de ses recherches. Ce fut un jeune savant italien, Marconi, qui songea à utiliser cette propriété des limailles pour en constituer le récepteur des ondes expédiées par un transmetteur formé d'une puissante bobine d'induction et d'un éclateur. A peu près en même temps que lui, d'autres savants, tels que Lodge en Angleterre, Popoff en Russie, Ducretet en France, publièrent le résultat des travaux entrepris dans un ordre d'idées analogue. En peu d'années, de très grands progrès furent accomplis, surtout au point de vue de la portée des transmissions. De un à deux kilomètres à peine, au début, on atteignit successivement, 5, 10, 20, 50, 400 kilomètres, et Marconi parvint même, en 1902, à recevoir des signaux à plus de 2000 kilomètres de distance du transmetteur, dont la puissance était très considérable.

Dans ce procédé de télégraphie, tout lien matériel entre les appareils devient inutile. Au poste de départ, un mât élevé soutient une antenne, constituée par un fil conducteur relié à un des rhéophores de la bobine. Chaque fois que l'expéditeur abaisse le levier de son manipulateur et laisse passer le courant, une onde est produite et s'éloigne, concentriquement à l'antenne, avec une vitesse de trois cent mille kilomètres par seconde. A l'arrivée, cette onde oriente,

*cohèr*e, suivant le terme adopté, la limaille contenue dans le tube désigné sous le nom de radio-conducteur, et permet à un circuit local de se fermer sur un appareil télégraphique récepteur, du type ordinaire. Aussitôt après, un frappeur automatique donne un choc léger au radio-conducteur, et *décohèr*e la limaille, qui redevient ainsi propre à enregistrer le passage d'une nouvelle onde. Ce procédé a d'ailleurs reçu ces derniers temps, plusieurs variantes et améliorations dans le but d'augmenter la sensibilité de l'organe récepteur, et par suite la portée ainsi que la vitesse de transmission.

La télégraphie sans fil par ondes hertziennes a reçu déjà de très nombreuses applications, et cependant elle ne date que de quelques années à peine. Aussi peut-on augurer un brillant avenir pour cette méthode de communication à laquelle il ne manque, pour être parfaite, que de devenir plus difficile à intercepter.

Mais il ne suffisait pas encore à l'homme d'être parvenu à transmettre sa pensée, aussi vite que l'éclair même, tout autour du globe. Les signaux enregistrés par le télégraphe ne sont compréhensibles qu'à l'initié, à celui qui s'est astreint à étudier tous les secrets du langage conventionnel que parle à une oreille exercée l'armature de l'électro-récepteur. Il fallait que le premier venu pût correspondre à toute distance, avec quiconque, sans l'intermédiaire

d'une tierce personne indispensable pour la traduction des signaux. C'est alors que surgit cette invention merveilleuse, aujourd'hui banale, qui transporte la parole même d'un interlocuteur à un autre et leur permet de discourir, malgré la distance, comme s'ils étaient à côté l'un de l'autre : le téléphone.

On peut faire remonter les premiers essais de transmission de la parole à l'année 1783, alors que le bénédictin dom Gauthey utilisait, pour le transport des ondes sonores, la canalisation métallique de la pompe à feu de Chaillot qui mesurait plusieurs kilomètres de longueur. Mais c'était là de la téléphonie acoustique, dans laquelle les phénomènes électriques n'intervenaient aucunement, et l'on peut en dire autant du *téléphone à ficelle*, jouet enfantin dans lequel deux diaphragmes de parchemin, reliés par une ficelle tendue, vibrent à l'unisson. Il faut en arriver à l'année 1877 pour trouver le véritable téléphone électrique, ou mieux, à effets électromagnétiques, transmettant la parole au loin par un simple fil.

Le principe de cet appareil, qui a été inventé simultanément par deux savants américains, Graham Bell et Elisha Gray, est le suivant : une rondelle de tôle mince est disposée à une très faible distance des pôles d'un électro-aimant entouré de fil fin. Les vibrations de cette rondelle, déterminées par les diverses inflexions de la voix, développent dans les

spires de la bobine des courants induits qui vont impressionner la rondelle vibrante du téléphone récepteur, laquelle reproduit ainsi, à l'arrivée, par les variations d'intensité du courant circulant dans la bobine, les sons reçus par le transmetteur de la

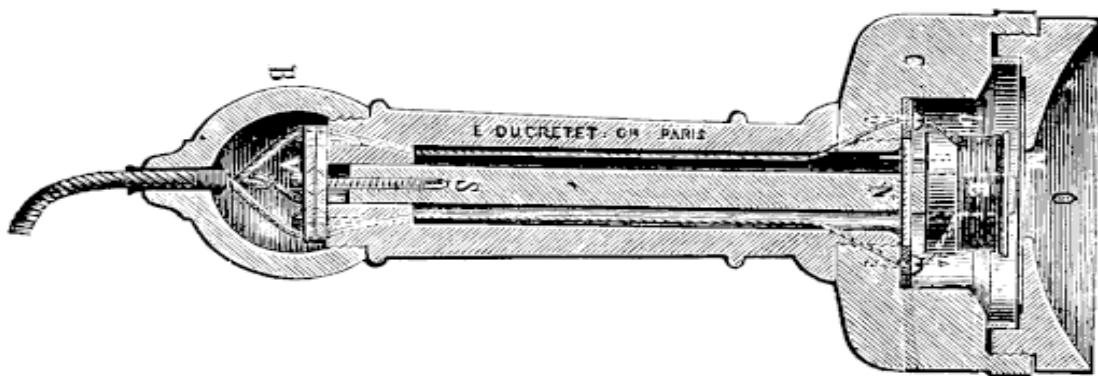


Fig. 1. — Coupe du premier téléphone magnétique de Graham Bell.

station de départ. Les appareils transmetteur et récepteur sont donc identiques dans ce système et n'exigent aucune source étrangère de courant, mais leur portée est faible, et la première amélioration que l'on s'est efforcé de leur apporter a consisté dans l'augmentation du rayon de transmission de la parole.

En 1856, M. du Moncel avait remarqué le fait, qui devait être gros de conséquences dans l'avenir, de la variation de résistance présentée au passage du courant par le charbon de cormue, suivant que le contact opéré à la surface de ce charbon était plus ou moins parfait. En 1877, Edison tirait parti de ce

phénomène pour la disposition d'un nouveau type de téléphone, auquel il adjoignait une pile et une bobine d'induction ayant pour but de renforcer la puissance des courants transmis et leur permettre de

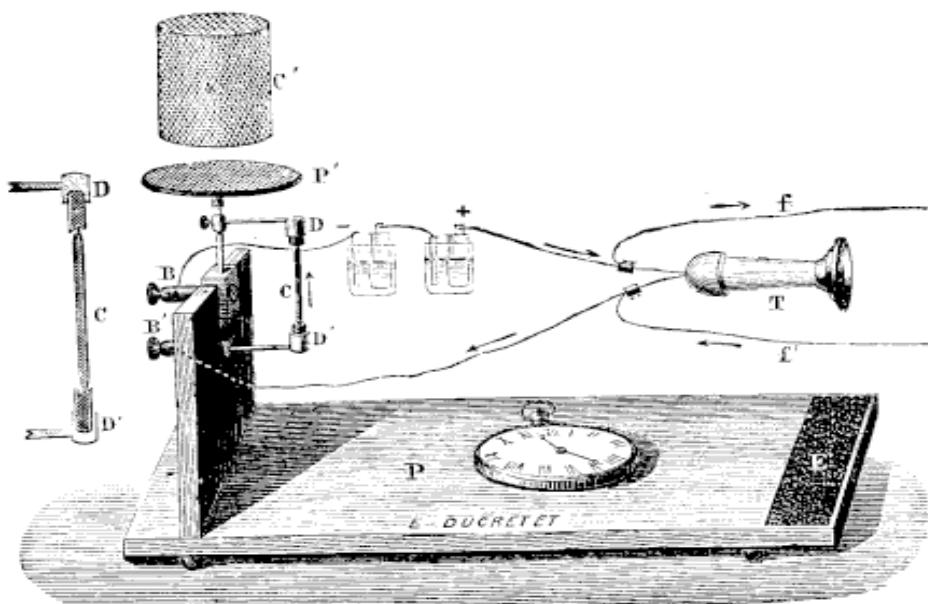


Fig. 2. — Schéma du fonctionnement du microphone Hughes.

franchir une distance beaucoup plus considérable. Enfin, l'électricien anglais Hughes inventa le *microphone*, basé sur le même principe des contacts imparfaits en charbon, et, de la combinaison de ces divers procédés, naquit le microtéléphone à pile, universellement adopté depuis cette époque (fig. 2).

Une ligne téléphonique se compose donc, en général, de deux postes exactement pareils l'un à l'autre et comportant un transmetteur, un ou deux récepteurs, une pile locale et une sonnerie d'appel.

Ces postes sont reliés par deux fils soigneusement isolés à la gutta et recouverts d'un guipage de soie ou de coton. Le transmetteur est un microphone à crayons ou à pastilles de charbon, que l'on met automatiquement en circuit quand on décroche les récepteurs de leurs supports. Quand la distance à franchir est grande, le microphone est complété par une bobine d'induction, petit transformateur qui élève la tension des courants développés dans la rondelle par le bruit de la voix. Au poste d'arrivée, ces courants agissent sur la rondelle du téléphone récepteur qui reproduit fidèlement les sons articulés, au poste de départ, devant la planchette vibrante du microphone. Le rôle de la pile est d'agir sur la sonnerie pour appeler l'attention du correspondant.

Nous n'avons pas besoin de rappeler le développement immense, et qu'on n'aurait pu soupçonner au début, pris en peu de temps par ce mode de transmission de la parole, qui n'exige pas, comme le télégraphe, l'intermédiaire d'un employé pour s'effectuer. Les réseaux téléphoniques ont reçu, dans tous les pays du monde, une extension extraordinaire, et les distances de transmission ont atteint des proportions incroyables. Tous les grands centres de civilisation, les moindres agglomérations possèdent maintenant leur réseau urbain de distribution de la parole, et sont même reliées les unes aux autres par le même procédé d'intercommunication.

Pour faciliter les correspondances entre les abonnés d'un même groupe, on relie chacun d'eux à un bureau central où aboutissent toutes les lignes. C'est à ce bureau que l'abonné qui désire correspondre demande la communication, et l'employé relie les lignes des deux interlocuteurs par un conducteur intermédiaire, qu'il enlève aussitôt la conversation terminée. Les bureaux centraux d'une même ville qui en renferme plusieurs, comme c'est le cas à Paris par exemple, sont reliés ensemble par des lignes particulières, de telle façon qu'un abonné quelconque peut entrer en relation avec un autre dépendant d'un autre bureau central de la même ville ou d'une ville éloignée.

Le téléphone est entré, il faut le reconnaître, dans les mœurs, et l'on ne saurait plus s'en passer, bien que l'on peste souvent contre les lenteurs et les irrégularités du service. Mais la perfection n'est, hélas ! pas de ce monde, et dans les villes où le matériel et le personnel sont en rapport avec l'importance du réseau et le nombre des abonnés, on entend plus rarement ces plaintes et ces critiques contre l'insuffisance de ce merveilleux moyen de communication.

De même qu'on s'est efforcé de simplifier les méthodes et l'outillage en matière de télégraphie, notamment en supprimant radicalement tout lien matériel entre les stations en rapport, on a cherché

à transporter la parole non plus sur un double fil ou un fil unique, la terre servant alors de conducteur de retour, mais bien sur l'invisible et impondérable éther, qui transmet fidèlement au loin les ondes dont il est ébranlé. On a donc fait de la téléphonie sans fil.

Plusieurs moyens ont été préconisés dans ce but : la plupart sont basés sur les variations de conductibilité que présente un métal, le sélénium, frappé par la lumière. L'inventeur du téléphone, le professeur Graham Bell, a fait connaître un appareil fondé sur ce principe et appelé *photophone* ou *radiophone*, et, depuis quelques années, un autre savant, M. Ruhmer, poursuit les mêmes recherches, à l'aide d'une puissante lampe à arc servant de transmetteur, et de piles au sélénium perfectionnées. Avec ce dispositif, on serait parvenu à téléphoner à une douzaine de kilomètres de distance.

Tel est le résumé succinct de l'histoire des signaux et des communications télégraphiques et téléphoniques, depuis ses débuts jusqu'à la période actuelle. Cet aperçu permet de se rendre compte de l'ingéniosité dépensée, du travail accompli, des efforts persévérandts réalisés par les inventeurs et les savants pour nous doter des appareils admirables, des réseaux compliqués, des distributions multiples et simultanées, aujourd'hui indispensables à la vie. Il peut donc être utile à tout le monde de

connaitre le fonctionnement de tous ces appareils devenus, par la force des choses, d'emploi journalier et constant: il est bon de savoir, d'une part, comment on doit agir pour tirer le meilleur parti possible de ces moyens de communication instantanés que la science a mis à notre disposition, et, d'autre part, comment on peut s'en servir quand les circonstances obligent à en faire usage. Chacun doit devenir, par la force même des choses, peu ou prou électricien et connaître, au moins sommairement, le mode d'action et d'emploi de cet appareillage. Le présent livre ne sera donc pas seulement le manuel du praticien, mais aussi le guide de tous ceux qui ont à utiliser le télégraphe et le téléphone, — c'est-à-dire, en réalité, celui de tout le monde, car tout le monde désormais a besoin de ces admirables moyens de transmission de la pensée et de la parole.

CHAPITRE II

La télégraphie optique.

La télégraphie « optique », c'est-à-dire par ondes lumineuses, est surtout employée pour les communications militaires, soit entre les différentes fractions d'une armée en manœuvre ou en temps de guerre, soit entre une place forte investie avec l'extérieur, par-dessus la tête des assiégeants. Nous devons consacrer, pour être complet, un chapitre dans cet ouvrage, à ce mode particulier de correspondance, qui emprunte d'ailleurs plus d'un de ses procédés à la télégraphie électrique usuelle.

Le principe de la télégraphie optique peut se formuler brièvement comme suit: « Projeter à distance un faisceau homogène de rayons lumineux et produire sur ce faisceau, au moyen d'un obturateur interposé, des interruptions alternantes correspondant aux signaux de l'alphabet Morse. » Par conséquent, avec une bougie placée devant un réflecteur et enfermée dans une boîte percée d'un trou en regard du centre de ce réflecteur, on pourrait répéter dans

un appartement les signaux de la télégraphie optique militaire.

C'est à Leseure, inspecteur des lignes télégraphiques, que l'on doit le premier appareil de communication à distance au moyen de la lumière solaire, reçue et renvoyée dans la direction voulue par le miroir d'un héliostat de Gauss. Ce système fut perfectionné par le colonel Laussedat en 1873, et amélioré encore quelques années plus tard par le colonel Mangin. Les résultats ayant été satisfaisants, ce dernier modèle fut définitivement adopté par l'armée, et il n'a subi, depuis cette époque, que des modifications de détail.

Il existe deux catégories d'appareils de télégraphie optique actuellement en usage : ce sont les appareils *télescopiques*, à miroir, pour les places et forteresses, et les appareils *à lentille* pour les armées en campagne. Ces instruments peuvent fonctionner avec des sources lumineuses différentes, et qui sont ordinairement le soleil, la lumière électrique ou oxydrique et le pétrole.

Les appareils à miroir, qui sont les plus puissants, sont composés d'une caisse rectangulaire en tôle rivée, contenant deux miroirs : l'un parabolique, ou mieux *aplanétique*, de grande dimension, disposé au fond de la caisse, l'autre, beaucoup plus petit, situé à l'autre extrémité et regardant le premier. Ces deux réflecteurs sont donc parallèles et concentri-

ques : le plus grand est percé en son centre d'une ouverture circulaire donnant passage au faisceau de lumière produit par la source et condensé par un assemblage de lentilles. Ce faisceau, reçu et concentré par le petit miroir, et renvoyé par lui sur le miroir du fond qui le projette alors dans une direction rectiligne, ainsi que l'indiquent les flèches de la figure 3.

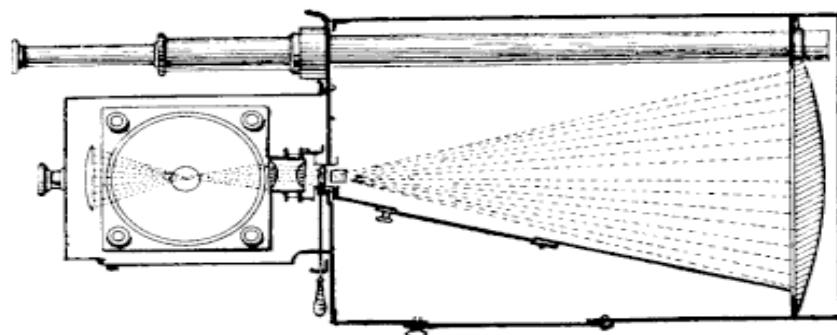


Fig. 3. — Coupe en plan d'un appareil télescopique à miroir.

Il existe trois grandeurs d'appareils télescopiques : le plus petit modèle, mesurant 0 m. 35 de diamètre, a une portée de 50 à 60 kilomètres la nuit avec une lampe à pétrole, cette portée s'abaissant à 15 kilomètres pendant le jour. Le deuxième type, mesurant 0 m. 48 d'ouverture (fig. 4), porte à 25 kilomètres le jour et 80 la nuit, avec éclairage au pétrole ; enfin le troisième type, de 0 m. 60, a une portée pouvant atteindre jusqu'à 120 kilomètres la nuit par temps clair. La distance à laquelle le faisceau lumineux projeté par un appareil télescopique peut encore être per-

ceptible à l'aide d'une bonne lunette, est sensiblement augmentée quand on fait usage d'une source de lumière intense, telle que l'arc voltaïque ou le chalumeau oxhydrique. C'est ainsi qu'en Algérie, où l'atmosphère est d'une grande transparence, les généraux Perrier et Ibanez ont pu correspondre pendant la nuit à près de 300 kilomètres de distance.

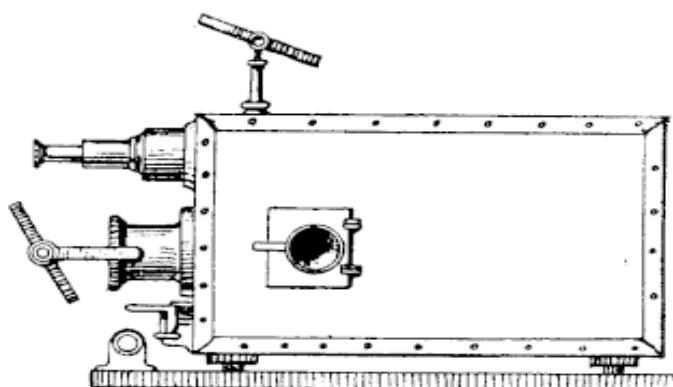


Fig. 4. — Appareil télescopique de 0 m. 48.

Les appareils à *lentilles* (fig. 3 et 7) sont des modèles portatifs pour les armées en campagne. Leur utilité a été démontrée pendant les dernières guerres, notamment au Transvaal, alors que les procédés de la télégraphie par ondes hertziennes étaient encore dans l'enfance. Il a été nécessaire de leur donner des dispositions particulières pour faciliter leur réglage, cette opération se répétant constamment pour eux, tandis que, pour les appareils de place à miroirs, le repérage entre les deux postes correspon-

dants est effectué une fois pour toutes et n'a pas besoin d'être recommencé. Ces appareils comportent donc, au lieu de miroirs aplanétiques en verre argenté, une lentille bi-convexe à échelons, semblable aux lentilles en usage pour les phares, ou une lentille bi-convexe et une lentille plano-convexe accolées. Le but de cet agencement optique est de

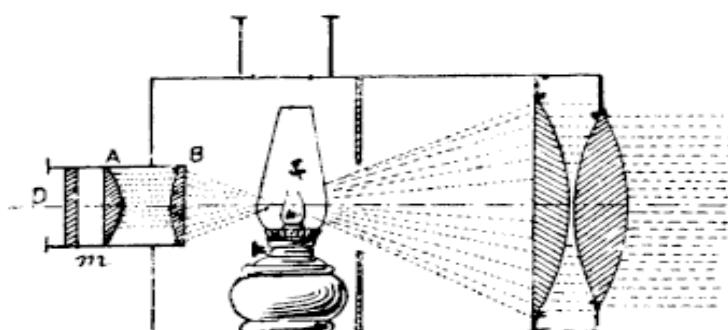


Fig. 5. — Coupe d'un appareil à lentilles.

concentrer en un faisceau cylindrique le faisceau conique de rayons produits par la source de lumière. L'appareil, qui affecte la forme d'une boîte rectangulaire en tôle mince, est complété par une lunette servant à distinguer les signaux formés par le poste correspondant. Il possède un *manipulateur* particulier pour la formation des signaux (fig. 6) et une source lumineuse qui est un héliostat, chaque fois que le soleil brille et qu'on peut utiliser ses rayons, ou une lampe à pétrole à mèche plate pour la nuit et pour le cas, où, pendant le jour, le soleil est caché derrière les nuages (fig. 5). Cette lampe est enfermée

dans une boîte spéciale en tôle qui s'accroche en arrière de la caisse contenant le système optique.

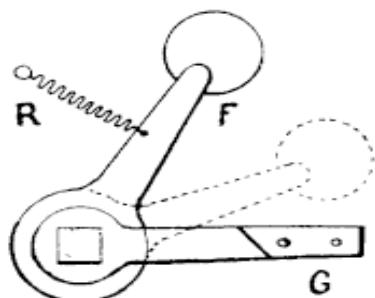


Fig. 6. — Manipulateur. *F*, Ecran. *G*, Levier de commande. *R*, Ressort de rappel.

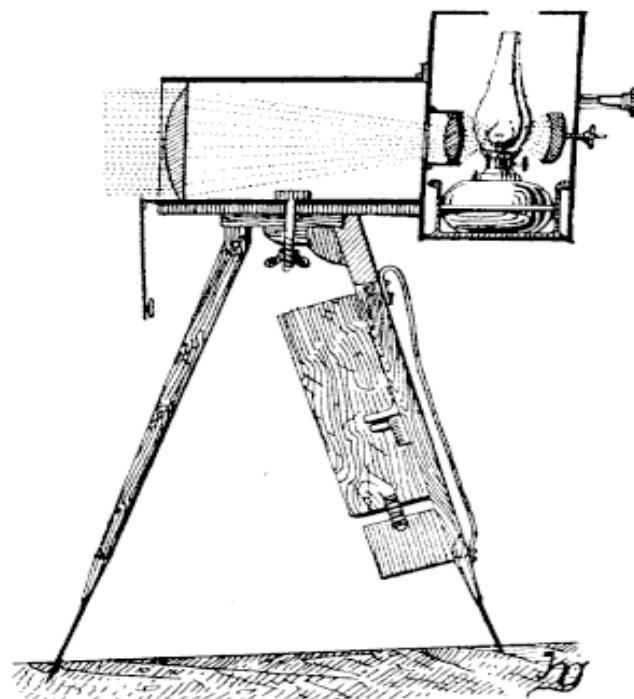


Fig. 7. — Appareil de télégraphie optique de campagne.

Le tout est porté par un support à trois pieds articulés, analogue au trépied des chambres noires des photographes (fig. 7).

Les appareils de campagne sont catégorisés d'après le diamètre de leur objectif d'émission qui mesure 14, 24, 30, 40 et 50 centimètres, et présente des portées successives de 8 à 40 kilomètres pendant le jour avec éclairage au pétrole, et de 30 à 120 kilomètres, le jour avec le soleil, ou la nuit avec le pétrole.

A 40 centimètres environ en avant du foyer lumineux formé par la lampe ou le miroir reflétant le soleil, se trouve une cloison en tôle séparant la caisse en deux parties, et qui est percée d'une ouverture circulaire dont le diamètre est calculé de façon à être un peu supérieur à celui du faisceau lumineux émis par le foyer, et qui est conique en ce point.

Entre cette cloison et le fond de la caisse, se trouve l'obturateur, constitué par un écran en aluminium strié, commandé par un petit levier à pédale sur lequel on appuie pour le faire mouvoir et qui est rappelé à sa position de repos par un ressort antagoniste. En pressant sur le levier, on démasque l'ouverture circulaire de la cloison et on laisse passer le rayon lumineux ; quand on relève la main, l'écran rappelé par le ressort vient de nouveau obturer cette ouverture et l'obscurité se produit. On peut ainsi réaliser, en signaux lumineux de durée plus ou moins étendue, les brèves et les longues composant l'alphabet télégraphique Morse. Un petit verrou disposé

sur le levier permet de maintenir l'obturateur abaissé en permanence et de faire *feu fixe*, suivant l'expression consacrée.

La lunette réceptrice est établie parallèlement à l'axe optique, et un dispositif micrométrique permet de rétablir ce parallélisme, lorsque, pour une cause quelconque, il s'est trouvé dérangé.

Quand on fait usage du soleil pour les communications, on peut se servir soit de miroirs plans conjugués, soit d'un héliostat. Dans le premier cas (fig. 8), les rayons sont reçus sur un miroir plan incliné, supporté par la caisse ; ils sont réfractés sur un autre miroir plan incliné, lequel est porté par une douille dont l'axe coïncide avec l'axe optique de l'appareil. Le faisceau des rayons ainsi concentrés est rendu convergent par une lentille contenue dans la douille : puis dirigé sur l'objectif d'émission. Sur son trajet, il rencontre l'écran mobile dont nous avons parlé et qui l'intercepte à volonté. En raison du déplacement continu de l'image du soleil dans ce dispositif, la position du premier miroir doit être modifiée toutes les trois minutes environ, ce qui s'obtient en faisant tourner à la main d'un petit angle, la douille avec le miroir qu'elle supporte.

Dans le but d'éviter à l'opérateur la sujexion de ce déplacement continu, on donne la préférence le plus souvent à un appareil automatique appelé *héliostat*, lequel consiste en deux miroirs circulai-

res d'égal diamètre l'un et l'autre, exactement centrés sur l'axe d'un mouvement d'horlogerie renfermé à l'intérieur d'une sorte de petit tambour cylindrique. Son axe est disposé de façon à faire, avec le plan horizontal, un angle égal à la latitude du lieu où

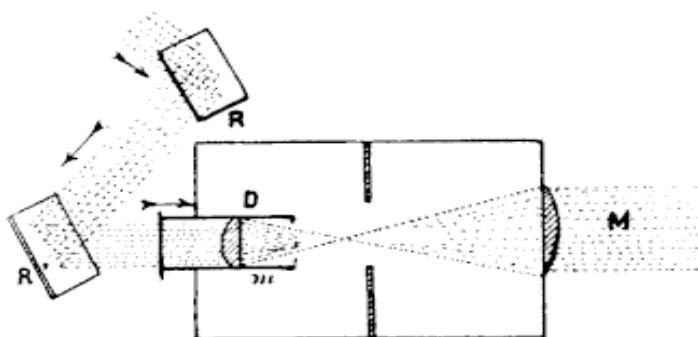


Fig. 8. — Marche des rayons lumineux dans les miroirs et les lentilles.

l'on opère. Une règle divisée sert de base et de support à l'héliostat et doit être orientée à l'aide d'une boussole suivant le méridien. Il en résulte que l'axe du miroir se trouve, par suite de ces deux déterminations, parallèle à l'axe de la terre. Le mouvement d'horlogerie étant construit et réglé de façon que l'héliostat fasse exactement un tour en vingt-quatre heures, il en résulte que cet appareil possède la même vitesse angulaire que le soleil, et qu'il conserve toujours la même position par rapport à cet astre. Le rayon solaire incident est donc constamment réfléchi d'un miroir à l'autre de l'héliostat, puis sur le miroir plan rectangulaire renvoyant le

faisceau dans une direction parallèle à l'axe de l'objectif d'émission de façon à projeter au loin ce faisceau.

La télégraphie sans fil, par les procédés que nous venons d'énoncer, est donc fondée essentiellement sur la projection à distance de vibrations lumineuses recueillies, au poste d'arrivée, simplement par le sens visuel que ces vibrations impressionnent. Elle présente donc le fâcheux inconvénient d'être entravée par la brume, le brouillard ou une fumée même légère. Aussi le fonctionnement de la lampe à pétrole, qui sert le plus souvent pour l'échange des signaux, demande-t-il des soins particuliers, la fumée qu'elle peut émettre pouvant former un léger nuage qui suffit cependant à empêcher ou à interrompre la communication. On doit donc veiller avec soin sur le tirage et la coupe de la mèche, et régler la hauteur de la flamme ainsi que la position du miroir réflecteur de la lumière, pour avoir une lumière vive et claire.

Deux télégraphistes sont nécessaires pour desservir un appareil de télégraphie optique. L'un lit les signaux à haute voix, au fur et à mesure que, l'œil à la lunette réceptrice braquée sur le poste correspondant, il les reçoit ; l'autre enregistre ces signaux et les écrit. Deux postes de campagne se trouvant en présence à distance commencent tout d'abord par établir dans l'espace une ligne d'intercommunica-

tion ; ce n'est pas toujours chose facile, et, pour un service de ce genre en face de l'ennemi, il faut un sang-froid et un courage dont les équipes de télégraphistes français ont donné de nombreuses preuves dans nos dernières campagnes. Lorsque les deux postes se sont rencontrés dans l'espace et que, par suite, la communication se trouve établie, chacun d'eux fait *feu fixe*, c'est-à-dire que l'écran du manipulateur est maintenu baissé d'une façon permanente au moyen du verrou dont nous avons parlé en décrivant le manipulateur. Le poste qui désire communiquer fait alors les attaques réglementaires de l'alphabet Morse jusqu'à ce que le poste en correspondance ait répondu en masquant son feu. La manipulation doit être lente et saccadée, les intervalles entre les mots sont volontairement exagérés. Lorsqu'une erreur se produit, le poste récepteur interrompt la communication de son correspondant en faisant un feu fixe d'une durée d'environ 10 secondes. Le correspondant, qui, tout en manipulant, tient l'œil à la lunette, s'arrête lorsqu'il voit le feu fixe et reprend immédiatement le mot interrompu. Dès que la transmission est terminée, le poste qui a reçu le télégramme en donne réception en collationnant, suivant l'usage, le numéro, les chiffres, les noms propres et les mots les plus importants. La transmission une fois terminée, les correspondants font de nouveau feu fixe. Aussitôt que l'un d'eux masque

son feu, il indique qu'il a un télégramme à transmettre : le second poste répond en masquant à son tour son feu et le travail recommence. Après chaque lettre, ce dernier envoie un éclat lumineux qui indique qu'elle a été bien lue. Si l'une d'elles lui échappe, il coupe son correspondant en envoyant un faisceau lumineux. Le télégraphiste du poste transmetteur, ayant l'œil à la lunette, s'interrompt et répète le dernier mot transmis. Ces règles de service, ainsi que quelques autres de moindre importance, permettent d'éviter toute confusion et tout retard.

Les dépêches mal transmises ou mal interprétées, par suite de l'inattention ou de la fatigue des télégraphistes, ne peuvent être corrigées, puisqu'elles ne laissent aucune trace matérielle de leur envoi ou de leur réception. On conçoit donc qu'il y a un intérêt capital à combiner un dispositif enregistrant automatiquement, au départ et à l'arrivée, les télégrammes transmis. Plusieurs systèmes ont été proposés pour favoriser ce résultat, et tout d'abord celui consistant à relier la clé du manipulateur de l'appareil optique à un manipulateur d'appareil Morse ordinaire, ce qui permet de conserver sur une bande de papier, en caractère Morse, le texte de la dépêche envoyée. Il est certain que l'étendue occupée sur le papier par une dépêche serait considérable, mais cet inconvénient n'est que de médiocre importance ; l'objection principale réside dans le surcroit de tra-

vail musculaire imposé au télégraphiste par ce dispositif. Obligé d'avoir l'œil à l'oculaire de la lunette réceptrice avec une attention soutenue, en même temps qu'il manœuvre le levier ou qu'il épèle les

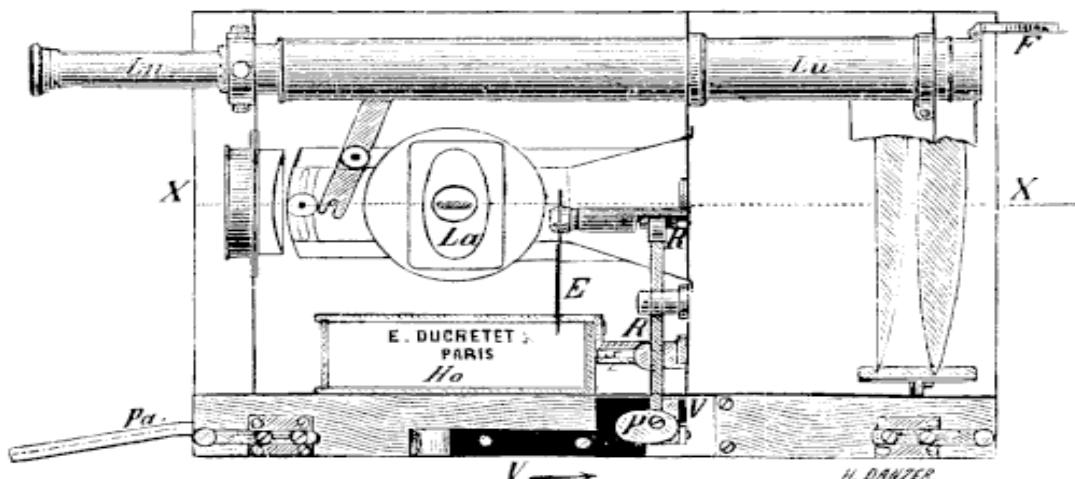


Fig. 9. — Appareil optique à enregistreur.

signaux à haute voix, l'opérateur a besoin de trouver ce manipulateur très sensible et d'échapper à toute surcharge extérieure morale ou physique. Aussi n'existe-t-il qu'un seul système basé sur ce principe et qui ait fourni des résultats satisfaisants : celui construit par Ducretet, dans lequel le Morse supplémentaire est relié à celui de l'optique par des conducteurs de longueur convenable (fig. 9).

Une autre disposition consiste à placer un électro-aimant sous le levier du manipulateur commandant l'écran de l'appareil optique ; cet électro est alimenté, et par suite le levier attiré et l'écran déplacé en même temps que l'électro-aimant d'un appareil enregistreur

Morse par le jeu d'un manipulateur Morse ordinaire. Mais c'est encore là une complication qui a pu être supprimée, ce qui constitue un avantage pour les postes de campagne qui doivent rester très portatifs ;

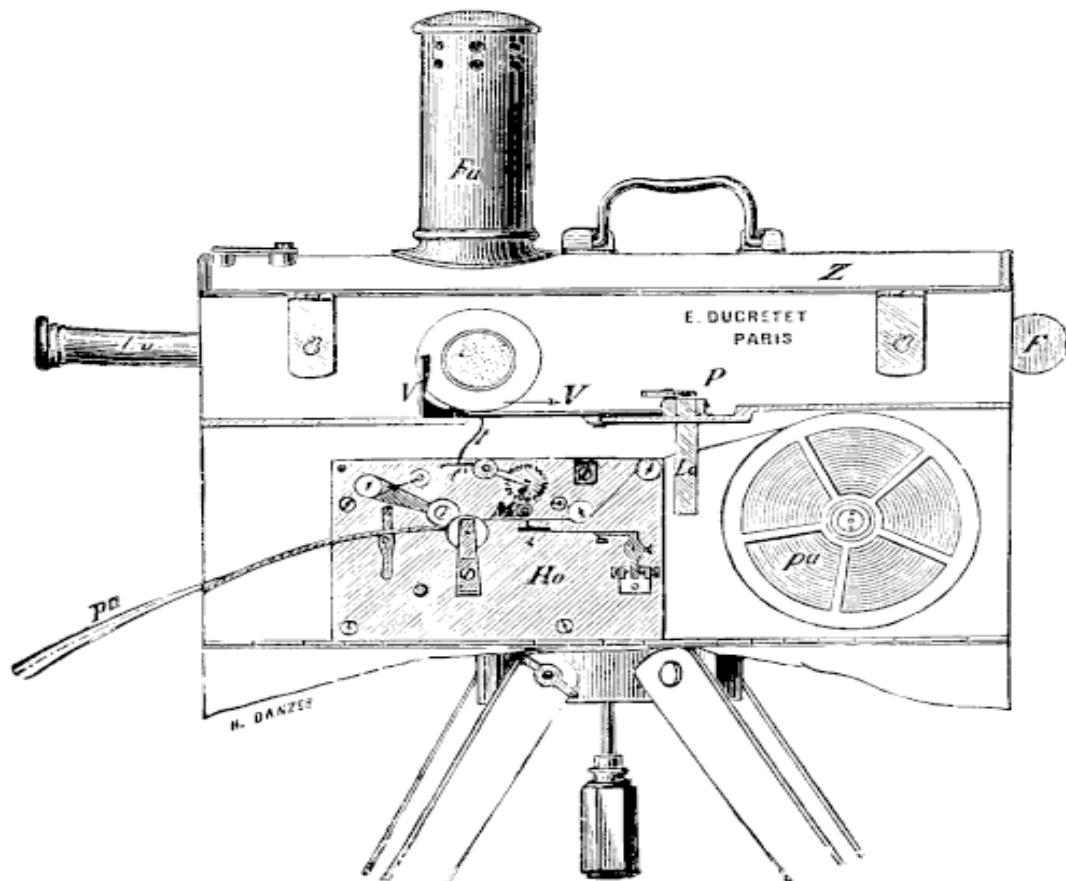


Fig. 10. — Ensemble de l'appareil optique à enregistreur Morse, de E. Ducretet.

aussi a-t-on employé des moyens mécaniques et un dispositif automatique.

Dans ce système que représente notre figure 10, la pédale manipulatrice p agit, par l'intermédiaire d'une tige articulée sur une combinaison de leviers

produisant automatiquement le déclenchement du mouvement d'horlogerie qui entraîne le ruban de papier ; en même temps elle démasque la lumière et produit l'impression du signal bref ou long (point ou trait).

Tous ces organes sont solidaires ; ils sont commandés automatiquement d'un seul coup, par le jeu d'une pièce en forme de verrou V, amenant la mise en marche ou l'arrêt. Au repos, l'appareil est toujours dans la position du feu fixe, c'est-à-dire que la source lumineuse est constamment démasquée. Le verrou est alors poussé à fond, enrayant le mouvement d'horlogerie H_0 ainsi que la pédale manipulatrice p . De plus, par l'action de la tige t sur t' , le tampon encreur du Morse se trouve éloigné de la manette imprimeuse.

Pour transmettre un télégramme après le signal convenu, on tire le verrou V et, comme pour l'arrêt, ce seul mouvement provoque automatiquement la mise en marche de l'appareil ; il actionne l'écran E qui ferme l'ouverture X et intercepte par suite l'émission des rayons lumineux ; en même temps, le mouvement d'horlogerie se trouve débrayé et laisse défiler la bande de papier ; enfin, la pédale p est rendue libre et le tampon encreur se met en contact avec la molette M_0 .

Tous les signaux, brefs ou longs, communiqués à la pédale manipulatrice p et par suite à l'écran E,

sont alors imprimés sur la bande de papier destinée à les recevoir. Une fois le télégramme complètement transmis, on pousse à nouveau le verrou V et tout rentre dans la position du repos.

Aux deux postes, transmetteur et récepteur, tout se réduit donc à un seul mouvement pour l'arrêt et la mise en marche.

Le mécanisme se trouve entièrement renfermé, et seul, le ruban de papier dans sa partie non imprimée est visible et donne exactement les signaux transmis, ce qui constitue un contrôle des plus importants.

L'inscription avec cet appareil ne s'effectue, on le comprend, qu'au poste transmetteur. Pour l'insérer également au poste récepteur, là où cette inscription présente le plus d'utilité, il faut que ce poste récepteur répète les signaux reçus, qui sont alors observés par le poste transmetteur. Cette répétition constitue alors un excellent moyen de contrôle, et la perte de temps qu'elle entraîne est largement compensée par la sécurité et l'exactitude qui en résultent.

Tels sont les procédés et appareils actuellement en usage pour les transmissions d'ordres entre les différentes fractions d'une armée en campagne. Ajoutons que ces méthodes d'intercommunication sont également usitées dans la marine pour la correspondance entre une flotte et la terre ou à grande distance, l'échange de signaux entre unités d'une même escadre étant effectué, le jour avec de petits

drapeaux ou flammes, agencés suivant un ordre déterminé, la nuit avec des chapelets de lampes à incandescence de diverses teintes, allumés par groupes distincts indiquant tel ou tel signal d'un code particulier.

Les projecteurs à miroirs et à lentilles, servant à éclairer au loin l'étendue de la mer, sont utilisés pour la télégraphie optique, lorsque les deux postes sont séparés par un obstacle les empêchant de braquer leurs appareils l'un vers l'autre. On met à profit le principe suivant : lorsque le projecteur a son axe dirigé vers les nuages, et dans la direction d'un autre poste correspondant, également muni d'un projecteur, les occultations de la source lumineuse placée au foyer de l'appareil produisent sur le nuage, lequel constitue une sorte d'écran opaque, une série d'éclairements et d'extinctions alternées. On peut donc, en ayant recours comme précédemment aux signes conventionnels de l'alphabet Morse, établir ainsi une communication optique à grande distance. L'usage du projecteur, dont le seul inconvénient est de supposer pour cette application l'existence d'un ciel couvert, permet à deux observateurs dont le relief du sol empêche la vue directe, de correspondre ainsi à 60 ou 80 kilomètres de distance.

On a encore songé à tirer parti, pour les transmissions optiques par signaux lumineux, de ballons captifs éclairés, soit par une puissante source de

lumière placée à terre, soit par une lampe électrique suspendue au centre même de la sphère d'étoffe. Dans le premier cas, l'aérostat est illuminé par réflexion comme le serait un nuage ou tout autre écran ; autrement il est éclairé par transparence, par le foyer placé en son centre. En réglant les éclats successifs de lumière à l'aide d'un manipulateur Morse ordinaire, on peut établir des communications à distance, mais ces signaux peuvent être aperçus par l'ennemi comme par le correspondant lui-même, aussi est-on dans l'obligation de faire usage d'une méthode cryptographique pour dissimuler aux indiscrets le texte exact du message expédié. Les expériences de ce système ont eu lieu vers 1883, et ont eu pour promoteurs l'aéronaute Gabriel Mangin en France, et M. Bruce en Angleterre ; elles n'ont, d'ailleurs, jamais reçu aucune sanction officielle.

Il en est de même pour le procédé de télégraphie optique basé sur le phénomène bien connu de la polarisation de la lumière. Le transmetteur, dans ce système, est constitué par une source lumineuse intense projetant ses rayons au travers d'un polariseur supporté par un cadran mobile portant à sa circonference les lettres de l'alphabet et le récepteur un cadran identique muni d'un analyseur. Lorsque le polariseur et l'analyseur se trouvent dans la position voulue pour éteindre les rayons lumineux les traversant, des index indiquent alors la

même lettre sur les deux cadrans. Si l'on change ensuite cette lettre au poste transmetteur en tournant le disque portant le polariseur, il est nécessaire de faire tourner d'un angle exactement pareil le disque portant l'analyseur, afin d'obtenir de nouveau l'extinction des rayons lumineux, mouvement ramenant par suite, en face de l'index du récepteur, la même lettre indiquée au poste expéditeur. On peut ainsi indiquer successivement les différentes lettres composant un mot ou une phrase. Malheureusement la distance à laquelle cet ingénieux dispositif permet de correspondre est extrêmement faible, défaut radical qui a empêché l'adoption de cette méthode, maintenant oubliée.

Tous ces procédés d'intercommunication à distance à l'aide de signaux optiques et de radiations lumineuses occultées suivant un rythme particulier dérivé du système Morse, ont d'ailleurs beaucoup perdu de leur importance depuis la découverte et la mise en pratique de la télégraphie sans fil par ondes électriques, prolongement de la télégraphie électrique usuelle pouvant être réalisée avec beaucoup plus de certitude, ainsi que nous le verrons plus loin au chapitre consacré à l'examen de ce procédé.

Il serait donc superflu de nous étendre outre mesure sur ces méthodes, qui n'ont, d'ailleurs, pas l'importance de la télégraphie proprement dite, et l'étude sommaire qui vient d'en être faite paraît

suffisante pour permettre de se rendre compte des services rendus, dans des conditions particulières par la transmission optique des dépêches, directement dérivée des anciens télégraphes aériens, abandonnés depuis longtemps en raison de leur lenteur et de leur incertitude de fonctionnement.

CHAPITRE III

Principes de télégraphie électrique.

Tout système de télégraphie comprend quatre parties essentielles qui sont : 1^o une source d'électricité; 2^o un organe de transmission ou transmetteur; 3^o un organe de réception ou récepteur; et 4^o un organe de communication réunissant le transmetteur, placé à la station de départ, au récepteur placé au poste d'arrivée. Cet organe de communication est la ligne télégraphique proprement dite.

Nous examinerons donc sommairement, dans le présent chapitre, les conditions primordiales auxquelles doivent répondre ces divers organes dans une exploitation, et quelles dispositions générales présentent les différents types d'appareils suivant les besoins.

SOURCE D'ÉLECTRICITÉ. — Le télégraphe n'étant autre chose qu'un genre particulier de moteur électrique, la cause primordiale du fonctionnement de son récepteur est un courant électrique, qui lui parvient à intervalles variés, suivant que l'appareil

transmetteur laisse passer ou interrompt la circulation du courant dans la ligne reliant les deux postes. Ce courant est produit par des piles primaires ou des accumulateurs que charge un générateur mécanique d'électricité (dynamo).

Jusqu'à ces dernières années, et tant qu'il n'était besoin que d'alimenter des réseaux de longueur moyenne, les piles hydro-électriques suffisaient pour le service. Mais avec l'augmentation du nombre et de la longueur des lignes, il a fallu, dans les bureaux centraux des grandes villes, employer des générateurs plus économiques que les piles chimiques, et c'est alors que l'on a adopté les accumulateurs chargés par des dynamos dans une station de charge analogue à une station isolée de distribution d'électricité pour l'éclairage.

Pour les bureaux moyens, les piles suffisent et sont toujours en service. On emploie surtout les piles au sulfate de cuivre genre Daniell, soit avec ballon contenant une provision de cristaux assurant un long fonctionnement, soit sans vase poreux interne (modèles Callaud, Minotto, Meidinger, etc.). Les piles au chlorure d'ammonium sont également très estimées pour cette application, et les modèles Leclanché à vase poreux, à agglomérés à sacs, ou à cylindre aggloméré (type disque Leclanché-Barbier), fournissent les meilleurs résultats.

Sans entrer dans des détails techniques qui trou-

veront surtout leur place un peu plus loin, nous pouvons rappeler que toutes ces piles possèdent une force électromotrice variant entre 0,9 volt et 1,5 volt. Il est donc nécessaire d'en grouper un nombre en rapport avec la résistance à vaincre dans les trans-

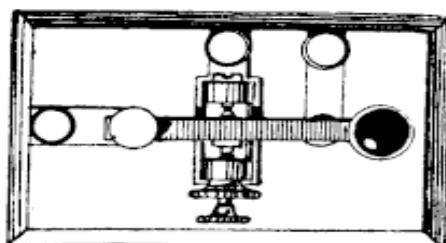
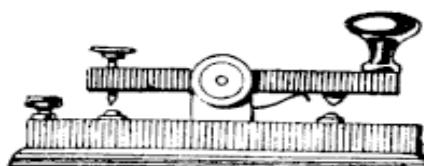


Fig. 11. — Transmetteur Morse.

Fig. 12. — Plan.

missions, et ce couplage s'effectue soit en tension, en reliant les éléments l'un à l'autre par leurs pôles contraires, soit en tension et en quantité en disposant ces éléments en séries multiples, de manière à avoir aux bornes de la batterie la tension et l'intensité de courant nécessaires pour desservir la ligne dans les meilleures conditions.

TRANSMETTEUR. — L'organe de transmission des signaux télégraphiques, désigné sous le nom générique de *manipulateur*, est une sorte d'interrupteur à l'aide duquel l'employé expéditeur règle les émis-

sions et interruptions de courant suivant des règles déterminées correspondant à un langage spécial. Ce transmetteur est donc un organe mécanique : le modèle le plus simple est un levier muni d'un bouton (fig. 14 et 42) sur lequel il suffit d'appuyer la paume de la main pour rétablir la communication, toujours interrompue à l'état de repos, et laisser passer le courant de la pile dans le fil de ligne. Dans les systèmes perfectionnés à grand travail, ce levier est remplacé par une manette ou par un clavier dont le jeu est plus ou moins compliqué.

LIGNE DE COMMUNICATION. — Cette ligne est composée d'un conducteur métallique, servant de véhicule au courant émis par la pile et distribué sur ce conducteur par le jeu du manipulateur transmetteur.

Suivant le cas, le fil télégraphique est nu ou recouvert d'un isolant. Dans les deux cas, ce fil doit satisfaire à deux conditions primordiales : continuité du conducteur et bon isolement.

Les lignes en fil nu sont toujours *aériennes* : les conducteurs sont fixés à des cloches en porcelaine assurant leur isolement et qui sont elles-mêmes vissées sur des poteaux en bois ou boulonnées sur des appuis métalliques plantés dans le sol ou scellés de distance en distance dans le mur des maisons. Les lignes en câbles sont souterraines ou sous-marines ; cependant les lignes militaires en câble isolé sont aériennes.

Au début de la télégraphie, les conducteurs étaient formés d'un fil de cuivre, métal adopté en raison de sa grande conductibilité, mais on pouvait lui reprocher avec raison une insuffisance de ténacité marquée, en même temps que son prix élevé. C'est pourquoi on ne tarda pas à l'abandonner pour lui préférer le fer galvanisé, c'est-à-dire recouvert d'une légère couche de zinc, et pour avoir la même conductibilité, il suffit d'augmenter un peu le diamètre de ces conducteurs. Dans ces dernières années, cependant, on est revenu à l'usage du cuivre, ou mieux du bronze, allié au silicium ou au phosphore, et que l'on étire en fils très tenaces permettant d'espacer les appuis, c'est-à-dire d'augmenter la portée, en leur conservant un diamètre très réduit, la conductibilité restant toujours sensiblement la même.

RÉCEPTEUR. — L'organe de réception des signaux, ou *récepteur*, reçoit les courants émis par la source d'électricité transmis par le manipulateur, et transportés par la ligne. Ces émissions, réglées suivant un ordre conventionnel par le manipulateur, sont rendues sensibles et apparentes par le récepteur qui les enregistre, soit par les mouvements d'une aiguille indicatrice se mouvant devant un cadran, divisé à sa circonférence en autant de cases que l'alphabet adopté comporte de signes, soit en les imprimant au fur et à mesure de leur arrivée, en langage conventionnel ou en caractères d'imprimerie.

L'organe essentiel du récepteur est un électro-aimant ou un galvanomètre. Dans le premier cas, cet électro est le moteur qui commande le mécanisme souvent très compliqué qui sert à produire l'inscription des signaux.

CLASSIFICATION DES APPAREILS. — Suivant la nature de ces signaux, on peut ranger les systèmes de télégraphes électriques en plusieurs catégories distinctes :

à *signaux fugitifs*, comme dans l'appareil à cadran, qui n'est plus guère en usage maintenant que sur les lignes de chemins de fer et pour les besoins du service intérieur ; *enregistreurs*, à *langage conventionnel*, comme dans les systèmes Morse, Wheatstone, Thomson ; *imprimeurs*, comme le Hughes ou le Baudot. On pourrait encore ajouter à cette liste les appareils *autographiques* basés sur le synchronisme du transmetteur et du récepteur.

CIRCUIT TÉLÉGRAPHIQUE. — Par les mots *circuit télégraphique*, on entend l'ensemble constitué par un générateur de courant électrique, un manipulateur, une ligne conductrice et un récepteur, ces divers organes pouvant être mis en communication les uns avec les autres, quelle que soit la distance.

On dit que le *circuit est fermé*, lorsque le courant émanant de la source peut circuler librement à travers tous les organes ; dans le cas contraire, on dit qu'il est *ouvert*.

Nous avons dit qu'aux débuts de la télégraphie électrique, on se servait de deux fils de cuivre pour réunir le poste d'arrivée au poste de départ.

Steinheil de Munich ayant remarqué, en 1837, que le deuxième fil, dit de *retour*, pouvait être supprimé sans inconvenient, à la condition de mettre aux deux postes le récepteur et l'un des pôles de la pile en communication avec le sol, on constitua le circuit télégraphique de cette façon, qui permettait de réaliser une notable économie sur le prix d'une ligne, puisqu'elle ne comportait plus qu'un conducteur unique au lieu de deux.

Mais il était nécessaire d'assurer la réciprocité des transmissions, c'est-à-dire que le poste d'arrivée aussi bien que le poste de départ pût recevoir ou transmettre des dépêches sans l'intervention d'un second fil, sous peine de perdre le bénéfice de la découverte de Steinheil. On y est parvenu au moyen d'un artifice qui consiste à mettre dans chaque station, à la volonté du télégraphiste, le manipulateur en relation avec la pile ou avec le récepteur.

Cette disposition, que l'on rencontre dans les installations télégraphiques les plus simples, est décrite comme suit par M. Montillot, dans son ouvrage sur la *Télégraphie Pratique* :

« Soient MRP, un manipulateur, un récepteur et une pile, disposés à la station de départ A, et M'R'P', les mêmes appareils disposés à la station

d'arrivée B. Les barres rigides mm' , $m'm''$ de M et de M' peuvent prendre contact avec les plots ab , $a'b'$; les parties centrales M, M' qui restent immobiles sont reliées à la ligne télégraphique L qui réunit les stations AB (fig. 13 et 14).

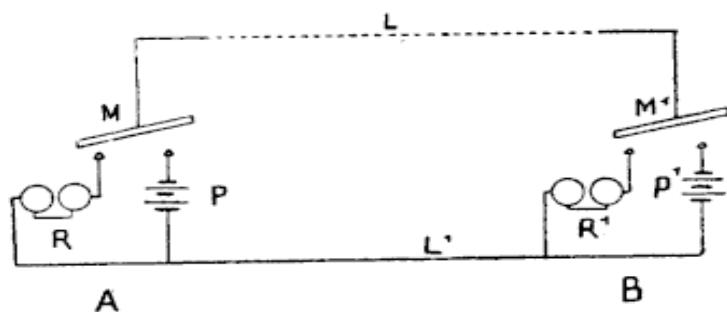


Fig. 13. — Circuit télégraphique.

« A la station A, le pôle positif de la pile P est relié au plot a , le pôle négatif à la terre T; le récepteur R communique avec le plot b et la terre T: la communication à la terre du récepteur et de la pile est assurée habituellement par le même conducteur. Une disposition identique est adoptée au poste B.

« Dans la disposition de repos, les barres m , m' , $m'm''$ des deux manipulateurs restent appuyées sur les plots bb' et séparées des plots a , a' . Pour chaque émission de courant que A veut faire parvenir à B, le manipulateur M prend la position n , n' , le manipulateur M' restant dans la position $m'm''$. Pour chaque émission de courant que B veut faire parvenir à A, le manipulateur M' prend la position

$n'n'$, le manipulateur M restant dans la position mm' . »

On voit donc que la ligne étant invariablement unie au manipulateur, ce dernier peut la faire communiquer cependant à volonté soit avec la pile soit avec le récepteur.

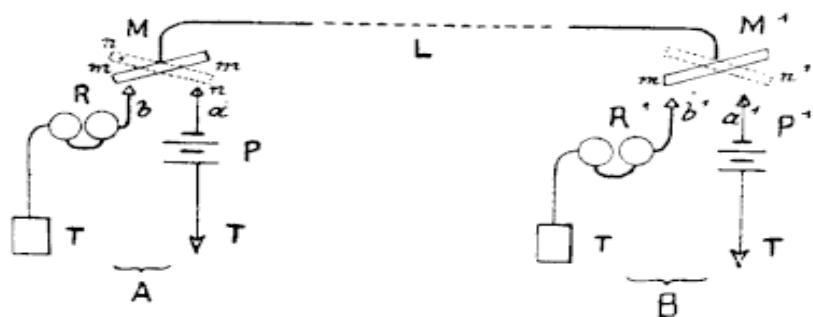


Fig. 15.

APPAREILS ACCESSOIRES. — Les organes que nous venons d'énumérer sont indispensables à tout service de télégraphie électrique, et pourraient, à la rigueur, suffire à assurer les transmissions entre les bureaux, mais plusieurs appareils accessoires sont d'utiles auxiliaires, dont on ne saurait même se passer autrement qu'au préjudice de la régularité de l'exploitation. Nous passerons rapidement en revue ici ces accessoires.

Commutateurs. — Il est souvent nécessaire de pouvoir, à l'intérieur des bureaux, opérer des permutations, envoyer le courant d'une direction dans une autre, enfin d'établir des communications momentanées entre divers organes. On parvient à résoudre

ce problème par l'usage des commutateurs, instruments qui, par le déplacement d'une manette, d'une cheville ou par toute autre combinaison analogue



Fig. 15. — Interrupteur à manette.

Fig. 16. — Interrupteur à cheville.

permettent de réaliser les connexions voulues entre tel ou tel circuit. Le même procédé est mis en pra-

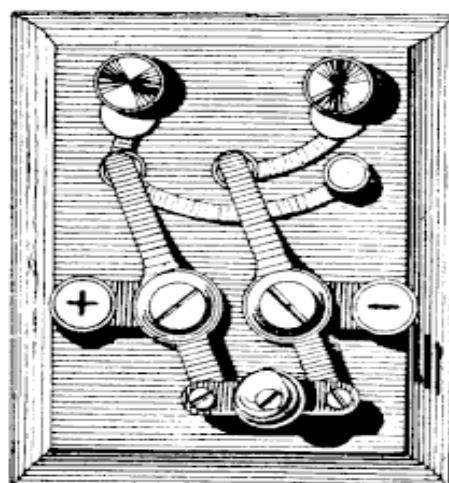


Fig. 17. — Commutateur inverseur à deux manettes.

tique dans les stations de distribution d'électricité à l'aide d'appareils identiques portant d'ailleurs le même nom.

Paratonnerres. — Lorsque l'électricité atmosphérique se décharge sur une ligne télégraphique, elle produit les plus grands dégâts, en raison de la tension

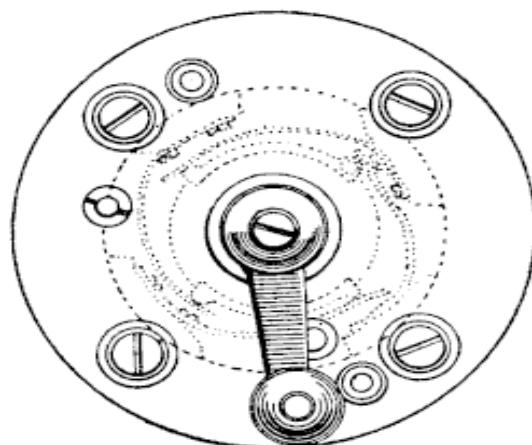


Fig. 18. — Commutateur à ressort.

extrêmement élevée et de l'intensité que présente cette décharge. Les poteaux sont brisés, les fils arrachés, et souvent les employés travaillant à l'expédition des dépêches sont blessés et les appareils détériorés. On conçoit donc de quelle utilité peuvent être, pour la protection du personnel et du matériel, l'interposition d'appareils capables de dériver le courant de haute tension ayant qu'il parvienne aux stations, et de le noyer dans le sol aussitôt qu'il apparaît.

On donne à ces dispositifs de sécurité et de protection le nom de *paratonnerres* ou *parafoudres*. Ils sont basés sur le principe des pointes ou de la fusion

d'un mince fil métallique dont la disparition met automatiquement hors circuit les appareils télégraphiques. Dans le premier cas, ils présentent la forme d'un double peigne en métal dont les dents en regard sont écartées de quelques millimètres ; dans le second, ils rappellent l'agencement des coupe-circuits de sûreté à fil fusible employés sur les circuits d'éclairage électrique.

Galvanomètres. — Le galvanomètre sert, en télégraphie électrique, à constater le passage du courant et à apprécier son intensité. Il peut fournir de très utiles indications en cas de dérangement sur les lignes ou dans les postes ; aussi est-il nécessaire qu'un opérateur connaisse exactement la déviation normale que donne le galvanomètre de son poste sous l'action de sa propre pile et sous l'impulsion de la pile de son correspondant.

Les galvanomètres sont disposés horizontalement ou verticalement. Dans le premier cas, ils doivent être *orientés*, c'est-à-dire que leur aiguille mobile doit avoir une de ses pointes en regard du zéro de la graduation toutes les fois que le magnétisme terrestre agit seul sur l'aiguille aimantée.

Sonneries. — Bien que les récepteurs télégraphiques produisent pendant leur fonctionnement un bruit saccadé, caractéristique, assez fort pour attirer l'attention, on est dans l'usage d'employer des sonneries électriques destinées à appeler le télé-

graphiste au cas où il ne se trouverait pas auprès des appareils. Le courant envoyé par la station qui désire communiquer passe dans l'électro d'une sonnerie à trembleur, et actionne l'armature qui porte

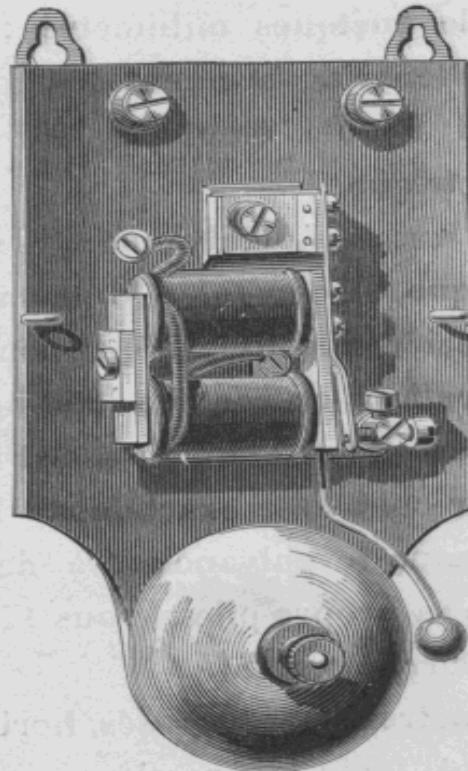


Fig. 19. — Sonnerie d'appel.

le marteau frappant sur le timbre sonore. L'employé à la réception de la station d'arrivée retire cette sonnerie du circuit en manœuvrant son commutateur pour mettre le fil de ligne en relation avec le manipulateur et le récepteur et il peut enregistrer ou télégraphier à son tour.

Relais. — L'intensité d'un courant est en raison inverse de la résistance du circuit qu'il parcourt, c'est-à-dire que, plus la résistance du circuit est con-

sidérable et plus l'intensité du courant qui la traverse est faible. D'un autre côté, la résistance d'un conducteur est proportionnelle à sa longueur.

Il en résulte donc, toutes choses égales d'ailleurs, que les longues lignes sont parcourues par des cour-

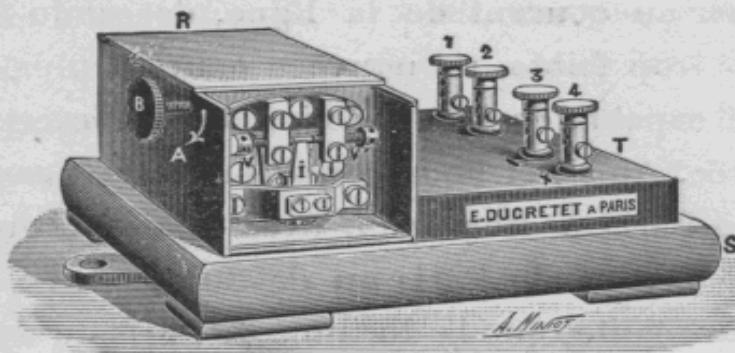


Fig. 20. — Relais télégraphique.

cents moins intenses que les lignes courtes. Il se produit, en outre, par les appuis qui supportent les

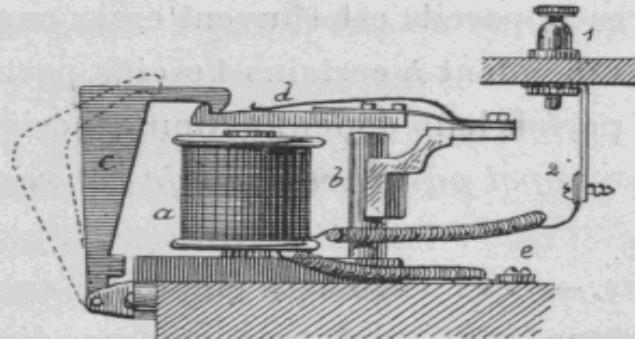


Fig. 21. — Relais à voyant à déclenchement.

fil, une déperdition d'électricité d'autant plus grande que ces appuis sont plus nombreux, de sorte que, dans certaines circonstances, le courant émis par le poste de départ ne possède plus à l'arrivée une

énergie suffisante pour actionner les appareils de réception.

Pour parer à cet inconvénient, on dispose donc, dans une station intermédiaire, un appareil désigné sous le nom de relais. Le but de cet appareil est de substituer au courant de la ligne, descendu à une intensité trop faible, un nouveau courant plus énergique et capable de faire fonctionner les récepteurs à l'arrivée. Ainsi, si nous concevons par exemple la ligne de Paris à Bordeaux, avec relais à Tours, le courant envoyé de Paris ou de Bordeaux ne franchira, en réalité, que la distance de Paris ou de Bordeaux à Tours, où il servira à actionner un relais qui franchira l'autre section, le premier courant se perdant à la terre à Tours.

La forme des relais est très variée, et le mécanisme de ces appareils est souvent assez compliqué. Lorsqu'ils répondent à certains besoins particuliers, on change parfois leur dénomination générique et on les nomme *rappel par inversion de courant, parleurs, etc.*

Rhéostats. — Les rhéostats employés en télégraphie électrique sont analogues comme disposition aux appareils de même nom qui ont reçu de nombreuses applications dans toutes les branches de l'électricité industrielle. Ce sont des résistances en fil fin, roulés en spirale, et dont on intercale une longueur plus ou moins grande dans le circuit par

le jeu d'un commutateur dont la manette court devant une rangée de plots successifs. Ils ont pour but d'équilibrer la résistance des différentes parties des circuits.

Tels sont les appareils les plus usuels en usage dans la télégraphie. Nous nous sommes bornés à en donner une idée sommaire, nous réservant d'étudier en détail, au fur et à mesure de nos descriptions, les organes qui ne trouvent emploi que dans les installations spéciales.

Station ou poste télégraphique. — En résumé, chaque station ou bureau télégraphique simple comporte les appareils suivants :

Une pile, d'importance en rapport avec la longueur des circuits à desservir ;

Un manipulateur (ou un clavier) ;

Un récepteur, à lecture à vue ou enregistrer ;

Un ou plusieurs paratonnerres ;

Un ou plusieurs commutateurs ;

Un galvanomètre ;

Une ou plusieurs sonneries d'appel ;

Et, suivant le cas, un relais.

La station ainsi composée peut entrer en communication avec n'importe quel autre nombre de bureaux, à la condition d'être reliée à chacun de ceux-ci par une ligne particulière.

Si nous voulons maintenant, ayant de terminer ce chapitre, indiquer les dispositions générales de cha-

une de ces catégories d'appareils, nous dirons que l'organe essentiel du récepteur, celui sur lequel agit le courant pour déclencher le mouvement d'horlogerie enregistreur (dans le système Morse), est un électro-aimant qui doit répondre à des conditions spéciales, pour offrir une résistance connue et déterminée.

Ces électros sont composés de deux barreaux de fer doux, retenus par des vis dans une culasse plate. Ils sont entourés de bobines en bois paraffiné ou en cuivre, fendues suivant une de leurs génératrices pour éviter la production des courants de Foucault, et recouvertes de fil de cuivre recouvert de soie, dont la longueur et le diamètre varient suivant l'usage auquel est destiné l'électro.

On fait également usage d'électros ne comportant qu'une seule bobine, l'autre barreau ou *noyau* restant nu; ces modèles dits *boîteux* sont surtout utilisés pour les parleurs. Enfin, certains sont réglables, et la culasse est partagée en deux parties, dont l'une est fixe et l'autre, montée sur une glissière, mobile de manière à pouvoir s'approcher ou reculer à volonté. Ces électros sont dits à *culasse scindée* et à *noyau mobile*.

L'Administration française des télégraphes impose aux constructeurs, pour la fabrication des électro-aimants qu'elle emploie, certaines conditions que nous devons rappeler :

Les noyaux de fer doux, les culasses et les palettes des électro-aimants devront être parfaitement recuits et ne pas conserver de traces appréciables d'aimantation à la suite d'une transmission prolongée de signaux Morse, au moyen d'une pile débitant 100 ampères-tours par centimètre de longueur des noyaux. Ces diverses pièces ne devront plus être travaillées après le recuit.

Il sera fait usage, pour le montage des bobines d'électro-aimants, de fils de cuivre recouverts de soie blanche ou écrue, et dont la résistance à 0° centigrade et par millimètre de diamètre ne devra pas être supérieure à 21,40 ohms. La soie recouvrant le fil ne devra pas en augmenter le diamètre total de plus de 3/100 de millimètre. Ce fil sera enroulé très régulièrement. Lorsqu'il devra être placé sur des carcasses de laiton, on soudera préalablement son extrémité interne sur le tube central. Dans les appareils où les fils des deux bobines ne doivent pas être mis en communication par les carcasses métalliques, la résistance d'isolement entre celles-ci et les spires ne sera pas inférieure à 1 mégohm.

Le fil fin garnissant chaque bobine ne pourra être formé de plus de deux bouts ; la couche extérieure sera en fil de cuivre recouvert de soie. Diamètre du fil nu : 44/100 de millimètre. La bobine ainsi terminée devra être enduite d'un vernis de bitume de Judée. L'emploi de l'acide chlorhydrique est interdit dans la confection des soudures des fils des électro-aimants ; celui de la résine est seul admis. Ces raccords seront isolés avec le plus grand soin. L'écart entre les résistances de deux bobines d'un même récepteur ne sera pas supérieur à 4 ohms. Ces deux bobines devront d'ailleurs avoir le même nombre de tours de fil.

Telles sont les conditions générales imposées aux appareils. Nous allons maintenant étudier le détail du mécanisme de ceux-ci dans les chapitres qui vont suivre.

CHAPITRE IV

Appareils transmetteurs.

Les appareils télégraphiques actuellement en usage étant en assez grand nombre et très différents les uns des autres, ainsi qu'on a pu s'en rendre compte dans le chapitre qui précède, nous diviserons leur étude en deux parties : l'une consacrée aux mécanismes servant plus exclusivement à la transmission des signaux, l'autre à leur réception et leur enregistrement.

Nous étudierons donc, dans le présent chapitre, les piles et les différents systèmes de manipulateurs pour l'émission des courants.

Piles. — Nous avons dit qu'il est fait surtout usage de piles hydro-électriques comme sources d'énergie. Les modèles les plus universellement répandus sont la pile au sulfate de cuivre, modèle Callaud, et la pile Leclanché.

La pile Callaud est composée d'un vase en verre contenant de l'eau et une dissolution de sulfate de cuivre, se superposant sans se mêler par suite de leur différence de densité. La dissolution de sulfate

de cuivre, plus dense que l'eau, reste au fond du vase. Un manchon de zinc amalgamé est suspendu aux rebords du vase par trois crochets rivés ; il ne baigne que dans l'eau et forme le négatif. Une tige de cuivre, roulée en spirale à sa partie inférieure et recouverte de gutta dans sa partie qui traverse le liquide, repose sur le fond du verre et plonge dans la dissolution concentrée de sulfate de cuivre ; elle constitue le pôle positif de la pile.

Il existe deux modèles de cette pile qui ne diffèrent que par leurs dimensions, le grand modèle mesurant 20 centimètres de haut, et le petit, 15 seulement. Le diamètre des vases est de 11 centimètres. La force électromotrice d'un élément de ce genre est de 4,07 volt, la résistance intérieure du grand modèle est de 5 ohms, et celle du petit de 8 à 10 ohms.

Une pile Callaud, bien montée et bien entretenue, peut fonctionner six mois et même un an ; après ce temps il est nécessaire de la remonter, de changer les zincs usés et de remplacer complètement les liquides actifs.

L'Administration française des Télégraphes fait usage de divers modèles de piles au sel ammoniac construits par la maison Leclanché, notamment du type à vase poreux et du type « disque » à cylindre aggloméré. Dans le premier, le pôle positif est un vase poreux en porcelaine, contenant un mélange de

charbon de cornue et de peroxyde de manganèse concassé; une lame de charbon centrale, recouverte d'une calotte en plomb et servant de collectrice de courant. Dans le second, c'est un cylindre en agglo-



Fig. 22. — Pile Leclanché à plaques agglomérées.

méré spécial, recouvert d'un chapeau métallique pour la prise de courant; dans l'un et l'autre cas, le pôle négatif est un crayon de zinc amalgamé, et le liquide excitateur est une dissolution de sel ammoniac à raison de 100 grammes par litre de liquide environ. La force électromotrice d'un élément Leclanché est de 1 volt 25 environ, et sa résistance intérieure de 5 à 6 ohms.

Groupement des piles. — Suivant les besoins du service et la résistance des lignes, on est obligé de faire usage d'un plus ou moins grand nombre d'éléments de piles réunis les uns aux autres suivant

différentes méthodes de groupement ou de couplage, dans le but d'obtenir l'intensité voulue dans chaque circonstance.

Ges méthodes sont au nombre de trois. Dans la

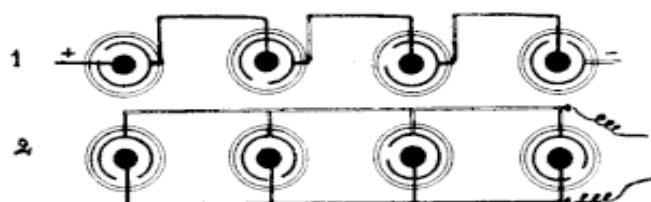


Fig. 23 et 24. — Montage des piles. 1. En tension. 2. En quantité.

première, chaque élément est réuni au suivant par les pôles de nom contraire, c'est-à-dire le négatif de l'un au positif de l'autre, et ainsi de suite pour toute la batterie (fig. 25). On additionne ainsi les forces électromotrices de tous les éléments, mais aussi leur résistance intérieure. Dans le deuxième procédé, les éléments sont associés par leurs pôles de même nom ; on n'a alors, quel que soit leur nombre, que la tension et la résistance d'un seul élément. Enfin, dans le dernier système, on réunit en tension un certain nombre d'éléments, et on en constitue autant de petites batteries que l'on associe ensuite en quantité ; c'est ce que l'on appelle le couplage *mixte* (fig. 26).

Pour donner un exemple pratique de ces trois

méthodes, supposons que nous ayons 16 éléments Leclanché, dont la force électromotrice ou tension

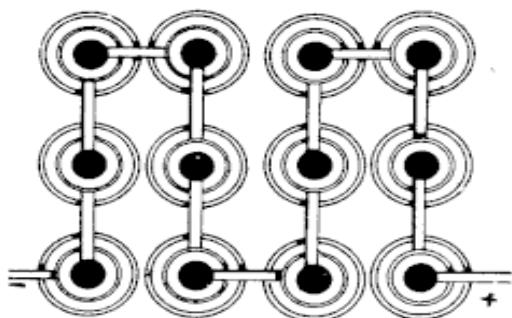


Fig. 25. — Couplage des piles en tension ou série.

est de 1,2 volt environ, et la résistance intérieure de 6 ohms. Dans le premier mode de groupement, nous aurons $1,2 \text{ volt} \times 16 = 19,2$ volts de tension aux bornes et $6 \times 16 = 96$ ohms de résistance totale. L'intensité développée sera de 0,2 ampère. Dans le couplage en quantité, la tension des 16 éléments sera de 1,2 volt, la résistance totale de 0,33 ohm et l'intensité du courant de 3 ampères 3. Enfin, si nous divisons nos 16 éléments en quatre sous-batteries de 4 éléments, groupés en quantité entre eux et couplées ensuite en tension, nous aurons, d'après ce mode de couplage dit *en séries multiples* : tension aux bornes $1,2 \text{ volt} \times 4 = 4,8$ volts ; résistance intérieure $\frac{6 \times 4}{4} = 6$ ohms, et l'intensité $\frac{4,8}{6} = 0,8$ ampère.

Telles sont les combinaisons que l'on peut réaliser pour obtenir les constantes les plus convenables pour un service déterminé. Mais dans l'exemple

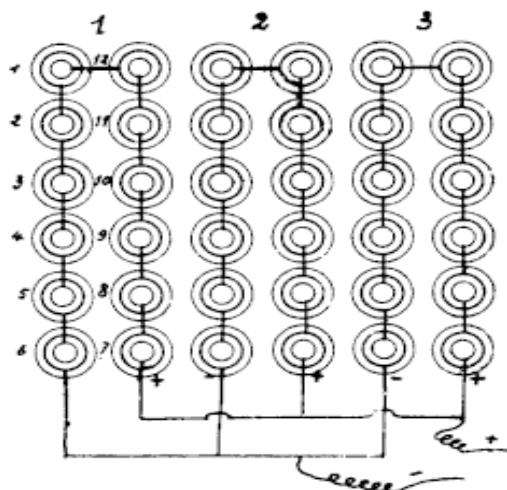


Fig. 26. — Couplage mixte.

que nous venons de donner, nous avons supposé que le circuit de la pile était fermé sur lui-même ou que la résistance du conducteur réunissant les deux pôles de la batterie était négligeable. Il n'en est pas de même dans la réalité, où le circuit extérieur présente une résistance souvent très élevée, due à la traversée des lignes et des appareils intercalés. On est donc obligé de calculer le nombre des éléments à installer dans chaque bureau télégraphique suivant le travail à effectuer.

Il est nécessaire, en effet, pour que l'intensité du courant présente sa valeur maximum, de grouper les

éléments de telle sorte que la résistance intérieure de la batterie soit égale à la résistance du circuit extérieur, qui se compose de la résistance de la ligne de transmission elle-même, résultant de sa longueur et du diamètre du fil employé et de celle du récepteur et du galvanomètre.

Les données numériques du calcul sont les suivantes :

Résistance kilométrique des fils.

| | | | |
|------------|--------------------------|-------------|------------|
| Fil de fer | de 4 m/m | de diamètre | = 10 ohms. |
| — | de 5 | — | = 6,5 |
| — | de 3 | — | = 17,8 |

| | | |
|--------------------|--------------------------|--------|
| Fil de cuivre de 5 | — | = 0,2 |
| — | de 4 m/m | = 1,2 |
| — | de 4 | = 1,44 |
| — | de 3 m/m | = 1,85 |
| — | de 3 | = 2,5 |
| — | de 2 m/m | = 3,5 |
| — | de 2 | = 5,5 |

Résistance des récepteurs Morse = 500 ohms.

Résistance des galvanomètres horizontaux. = 0,8 ohm.

Résistance des galvanomètres verticaux = 250 ohms.

L'intensité de courant nécessaire pour faire fonctionner un récepteur Morse varie entre 15 et 25 milliampères.

Pour donner un exemple pratique de l'application de ce calcul, supposons qu'il s'agisse de desservir une ligne de 25 kilomètres de longueur en fil de fer de 4 millimètres de diamètre, les postes des deux stations ayant des récepteurs Morse et des galvanomètres verticaux. La résistance totale sera :

Ligne $25 \times 10 = 250$ ohms.

Récepteur Morse = 500 —

Galvanomètre = 250 —

Résistance intérieure d'un élément Leclanché 6 ohms.

Force électromotrice d'un élément Leclanché 1,2 volt.

Intensité de courant nécessaire = 0,025 milliampère.

$$x = 0,025 \cdot \frac{(250 + 500 + 250)}{1,20 - (0,025 \times 6)} = \frac{25}{1,20 - 0,150} = 23,8.$$

Il faudra donc 24 éléments en chiffre rond. Si, au lieu de 25 milliampères nous avions admis 15, le nombre obtenu aurait été de 44 éléments. Avec une pile Callaud petit modèle, il eût fallu, dans le premier cas, 32 et dans le second, 18 éléments, dans tous les cas couplés en tension ou série simple.

M. Blavier, et après lui M. Montillot, indiquent

les nombres de piles au sulfate de cuivre suivants pour desservir des lignes en fils de fer de 4 millimètres.

| | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Distances inférieures à | 100 kilomètres, de 15 à 30 éléments. |
| — de 100 à 200 | — 30 à 50 — |
| — de 200 à 300 | — 50 à 70 — |
| — de 300 à 500 | — 70 à 100 — |
| — de 500 à 1000 | — 100 à 150 — |

Lorsque la résistance du circuit extérieur est très grande, l'intensité du courant dépend principalement du nombre d'éléments groupés en tension, mais la résistance intérieure de la pile croît en raison directe de ce nombre, ainsi que nous l'avons expliqué. Il est donc nécessaire de recourir, dans ce cas, au couplage par séries multiples, surtout si l'on veut desservir avec une batterie unique un grand nombre de lignes de longueurs très différentes. On peut faire usage pour restreindre au strict nécessaire le nombre des éléments à la disposition dite en *échelle d'Amsterdam*, qui permet d'affecter à chaque ligne suivant sa longueur, le nombre d'éléments rigoureusement indispensable (fig. 27). Ainsi, une batterie de 420 éléments disposée suivant ce système au poste central de Paris en 1877 desservait 38 stations, dont les lignes avaient un développement de 15.000 kilomètres. Si l'on eût affecté une batterie spéciale à chaque station, il eût fallu 2.486 éléments. Cette installation

permit de ramener à 3.100 éléments le nombre des piles qui s'élevait alors, pour le même travail accompli, à 8.300 éléments. On voit l'économie que ce système a permis de réaliser.

Dans les grands bureaux centraux qui ont besoin

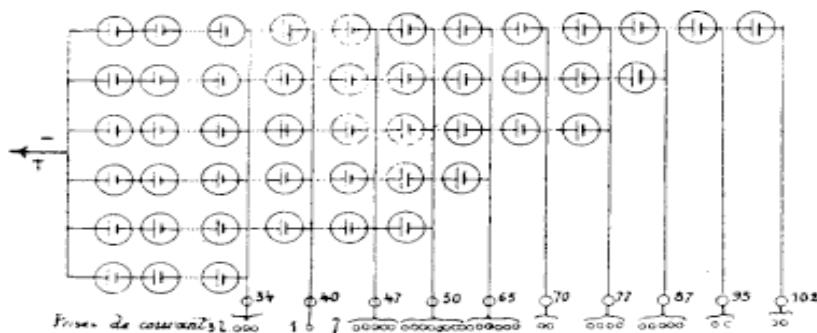


Fig. 27. — Couplage des piles en « échelle d'Amsterdam ».

d'une grande quantité d'énergie électrique pour desservir de nombreuses lignes de très grande longueur, l'usage des piles primaires étant devenu onéreux et exigeant un nombreux personnel et une grande complication de fils, on leur a substitué, ainsi que nous l'avons dit, des accumulateurs chargés par une machine dynamo et qui fournissent économiquement d'excellents résultats.

APPAREILS TRANSMETTEURS. *Manipulateur à cadran.*

— Ce système, qui présente le grave inconvénient de ne donner que des signaux visuels, par conséquent non enregistrés, n'est plus guère en vigueur que sur les réseaux de chemins de fer et sur les lignes de canaux pour mettre en rapport les postes d'écluses.

Cependant nous en donnerons la description succincte.

Le manipulateur du télégraphe à cadran se compose d'un disque en laiton portant en son centre l'axe d'une manivelle mobile tournant dans un seul sens (de gauche à droite). La circonference de ce disque porte, dans deux cercles concentriques, 26 cases contenant chacune une lettre de l'alphabet ou un chiffre de 1 à 25, la case 26 étant occupée par une + et constituant la case de repos.

Sur le bord du disque, en regard de chacune des cases, se trouve un petit évidement dans lequel vient s'engager un doigt, dont est garnie la face inférieure de la manivelle. Celle-ci entraîne dans son mouvement une roue métallique dont la face inférieure est creusée d'une gorge sinuuse présentant autant d'inflexions qu'il y a de cases sur le disque, c'est-à-dire 13 parties convexes et 13 concaves. Un levier mobile, monté sur un axe fixe, porte un galet qui s'engage dans la gorge sinuuse ; son autre extrémité est munie d'une lame de ressort qui vient s'appuyer alternativement sur des vis disposées de chaque côté. Il résulte de cet artifice que, lorsqu'on fait tourner la manivelle qui entraîne la roue à encoches, ce ressort vient toucher 13 fois la vis de droite et 13 fois la vis de gauche. L'une de ces vis est en rapport avec la pile et l'autre avec la ligne, si bien que, pendant un tour de manivelle, il y a 13 émissions et

13 interruptions de courant qui vont agir sur le mécanisme du récepteur, dont nous étudierons le fonctionnement dans le chapitre suivant.

Le manipulateur est complété par un commutateur permettant de changer à volonté les communications électriques, et faire passer le courant de la ligne dans la sonnerie ou le récepteur correspondant. L'opérateur qui le manœuvre amène la manivelle en face de chaque lettre composant un mot, en revenant chaque fois à la position de repos, une fois l'arrêt devant la lettre produit. Il tourne toujours dans le même sens et forme successivement toutes les lettres composant la phrase qu'il veut télégraphier.

Manipulateur Morse. — Le système Morse consiste à reproduire, à l'aide de l'électricité, des signaux conventionnels composés de points et de traits, combinés de façon à signifier une lettre déterminée. Sans nous occuper ici de ces combinaisons qui ont conduit à l'établissement de l'alphabet dit de Morse, nous nous bornerons à décrire l'organe qui sert à produire ces signaux.

Ce manipulateur ou *clé Morse* est constitué par un levier en laiton, supporté en son milieu par un axe le traversant et s'appuyant par ses pointes sur des vis servant de pivots, soutenues par un massif fixé par sa partie inférieure sur un socle en bois. Le levier porte à l'une de ses extrémités un bouton en bois renflé qui sert à le mouvoir ; à l'autre bout, se trouve une vis

de réglage s'appuyant par sa pointe sur un plot. Sous la face inférieure du levier, du côté de la poignée, est disposé un plot qui vient en contact avec une rondelle métallique ou *enclume de travail* fixée au socle, quand on appuie sur la poignée.

Dans la position de repos de l'appareil, la vis V doit s'appuyer sur l'enclume b' (fig. 28). Cette position est obtenue à l'aide d'un ressort r placé sous le levier mobile, et qui a pour effet de relever la partie postérieure de ce levier. On le remplace quelquefois par un petit ressort à boudin, fixé alors en avant du massif M et qui rappelle par sa tension la vis au contact. De toute manière, il faut, pour rompre la communication entre la vis V et le plot b', appuyer la main sur la poignée D. C'est alors le plot a qui vient en contact avec l'enclume de travail a'.

Le socle en bois du manipulateur porte trois bornes marquées d'une des trois lettres P, L, A, qui reçoivent les fils métalliques isolés destinés à établir les communications avec les autres parties de l'installation, et appelées *communications extérieures*, par opposition aux *communications intérieures* qui, installées à demeure, font partie de l'appareil lui-même. La borne P, amenant le courant de la pile, est reliée à l'enclume de travail a' ; la borne L, qui est réunie d'autre part à la ligne, communique avec le massif M ; enfin la borne A, qui reçoit le fil

venant du récepteur, est en relation avec le plot b' .

Il est facile de concevoir que, par cette disposition, le manipulateur est placé, dans sa position de repos, dans le circuit de la ligne, et n'oppose aucune

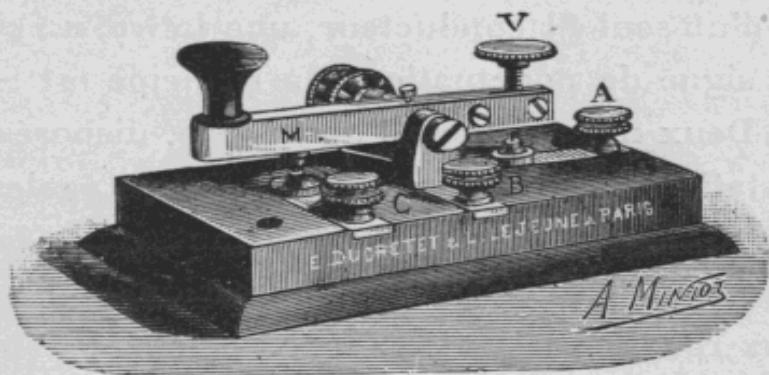


Fig. 28. — Manipulateur Morse.

résistance au passage du courant envoyé par la station correspondante. Ce courant se rend librement au récepteur en passant du massif M à la vis V , de là au contact b' , de ce contact à la borne A , et enfin de celle-ci au récepteur. Quand, au contraire, il travaille, à chaque fois que les plots a a' se trouvent en rapport, le courant de la pile passe librement, par ces plots, de la borne P à la borne L , et plus ce contact sera prolongé, et plus le signal aura de durée. Il résulte donc que l'expédition des signaux exige un certain rythme, et c'est ce que nous étudierons en détail dans un chapitre ultérieur.

Appareil Hughes. — Tandis que, dans le système Morse, l'émission du courant imprime à la sta-

tion d'arrivée un signal conventionnel, formé d'un point et d'une succession de points très rapprochés formant un trait, dans l'appareil Hughes, une seule émission de courant suffit pour transmettre en caractères d'imprimerie, d'une station à l'autre et à l'aide d'un seul fil conducteur, une lettre, un chiffre ou un signe de ponctuation. Le principe est le suivant : Deux mécanismes d'horlogerie, disposés aux deux stations, tournent avec des vitesses égales ; un organe électrique produit à l'instant voulu le déclenchement qui détermine l'impression d'un signal. Si deux roues, portant sur leur tranche les lettres de l'alphabet, sont disposées à ces deux stations et, par suite, tournent avec la même vitesse, en partant simultanément du même point, c'est-à-dire synchroniquement, on conçoit que la même lettre se trouvera au même instant au point le plus bas de ces deux roues, sur la verticale passant par leur centre. Rien n'est plus simple, ensuite, que d'encrez automatiquement cette roue, et si, à ce moment précis où une lettre passe à sa partie la plus basse, un levier portant une bande de papier vient frapper la roue, la lettre s'imprimera sur la bande.

Tel est le principe sur lequel est basé l'appareil imprimeur de Hughes. Le transmetteur est constitué par un clavier dont chaque touche porte une lettre, un chiffre ou un signe de ponctuation, disposés dans le même ordre que la roue des types. Au-dessus du

prolongement de ces touches, tourne un chariot souligidaire de cette roue et animé de la même vitesse qu'elle. Par l'intermédiaire de ce chariot, chaque touche abaissée met la pile en communication avec la ligne et le récepteur de la station correspondante. L'action du courant parvenant à cet appareil

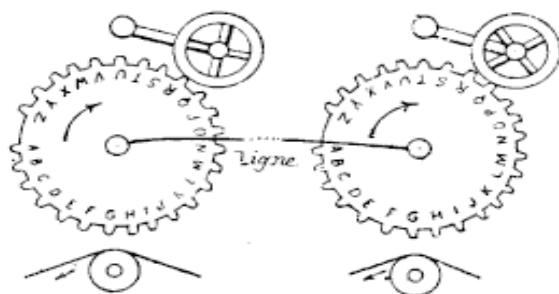


Fig. 29. — Principe de l'appareil Hughes.

détermine le déclenchement qui fait frapper la bande de papier contre la roue des types, tandis qu'à la station de départ un déclenchement analogue provoqué par des actions mécaniques produit le même résultat. L'impression a donc lieu au départ comme à l'arrivée, ce qui constitue un excellent procédé de contrôle.

Le manipulateur, dans ce système, n'est pas, comme dans les appareils précédents, un organe spécial et indépendant; il se trouve englobé dans l'ensemble du mécanisme et commande les deux récepteurs, ainsi qu'il vient d'être expliqué. Il est donc intimement lié au récepteur, et forme avec celui-ci un tout complet et inséparable; ils sont montés

ensemble sur une table qui leur sert de socle commun.

Le clavier, monté sur une plaque de fonte, comprend vingt-huit touches alternativement blanches et noires ; celles-ci, encastrées entre deux touches blanches, se trouvent en retrait comme dans le clavier d'un piano. Vingt-six de ces touches portent l'indication d'une lettre de l'alphabet, ainsi qu'un chiffre et un signe de ponctuation ; ces signes sont gravés d'une manière très apparente sur les touches, afin d'éviter toute confusion. Deux des touches blanches ne portent aucun signe, leur rôle est de produire les espaces blanches nécessaires pour la séparation des mots ou des groupes de chiffres. De même que toutes les autres, elles correspondent à des cases particulières de la roue des types du récepteur. La partie postérieure de chaque touche reçoit une goupille qui lui sert de pivot, et une vis à tête fortement fendue, en forme de fourchette, dans laquelle s'engage une lame de fer montée à pivot sur le milieu de sa longueur. Quand on appuie avec le doigt sur une touche, celle-ci s'abaisse et imprime le même mouvement à la lame qui bascule et établit la communication électrique avec le circuit.

Le chariot distributeur est disposé au-dessus du clavier ; c'est lui qui règle les émissions de courant et qui assure automatiquement leur transmission

par l'intermédiaire de l'organe appelé *boîte des goujons*, dont le rôle est de maintenir le contact fourni par la touche abaissée, jusqu'à ce que ce signal ait pu être recueilli. Pour une vitesse donnée du chariot, toutes les émissions de courant ont une durée égale, que l'on peut évaluer par le temps que met le chariot pour arriver successivement à chaque gousset de la boîte. La manipulation, avec ce système, exige donc une certaine cadence résultant du passage du chariot au-dessus des goujons correspondant aux touches abaissées, et nous verrons, dans le chapitre suivant, comment ces émissions de courant sont enregistrées à l'arrivée par le récepteur qui imprime les signaux ainsi envoyés.

Appareil Baudot. — Le principe des appareils télégraphiques à transmissions multiples consiste à écouter par un même fil de ligne le travail simultané de plusieurs opérateurs, chacun d'eux occupant périodiquement et successivement la ligne pendant un espace de temps déterminé. Il est donc nécessaire, dans ce cas, d'employer autant de manipulateurs et de récepteurs qu'on utilise d'opérateurs, ou mieux, que l'on veut opérer de transmissions simultanées distinctes, et de disposer aux stations correspondantes d'organes tournant à la même vitesse et mettant à des moments déterminés et pendant des temps égaux, chaque manipulateur en communication avec le récepteur correspondant. Ces organes, dont

nous expliquerons le fonctionnement dans le chapitre suivant, sont appelés *distributeurs*. Les récepteurs impriment les signaux reçus en caractères typographiques.

Pour transmettre les lettres de l'alphabet, les

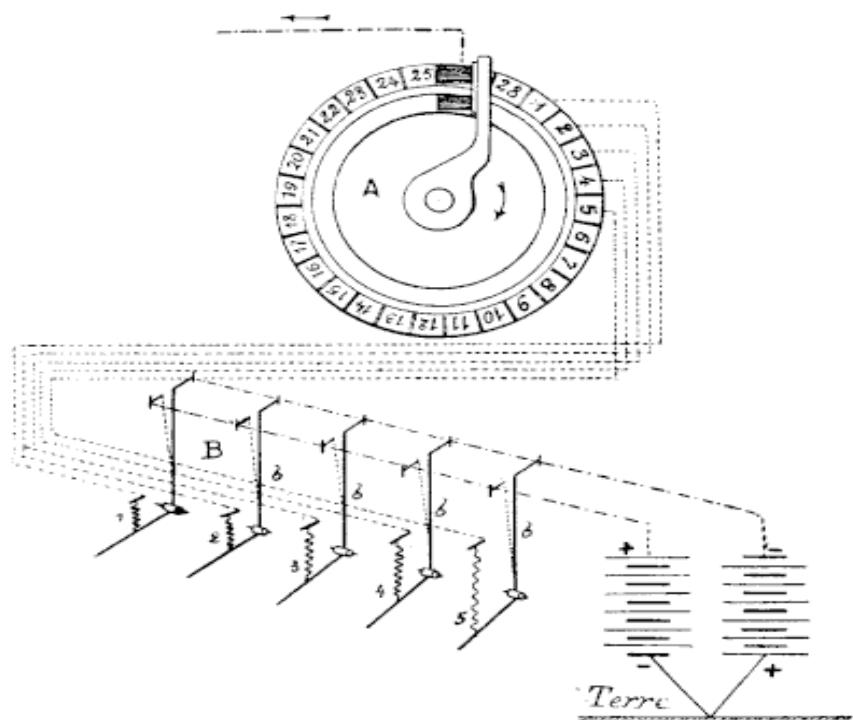


Fig. 30. — Schéma du fonctionnement de l'appareil Baudot (station de départ).

chiffres et les signes de ponctuation, le système Baudot utilise trente-et-une combinaisons, dont chacune représente cinq émissions de courant positives et négatives, se succédant à intervalles égaux et alternées dans un ordre différent pour chaque signal. La transmission dépend d'un dispositif analogue à celui du système Hughes pour assurer le

synchronisme du mouvement de la roue des types du récepteur, mais la caractéristique de cette combinaison réside dans l'usage du *courant de repos* qui sépare chaque émission et qui a pour but d'augmenter la sensibilité des électro-aimants récepteurs sans augmenter en même temps leur coefficient de self-induction, afin que le courant émis pour former un signal ne trouve aucune force antagoniste à vaincre pour abaisser l'armature, qui obéit ainsi

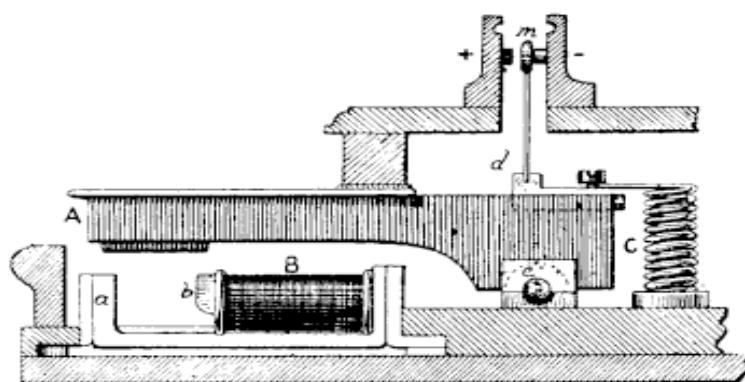


Fig. 31. — Manipulateur Baudot.

beaucoup plus facilement aux variations du champ magnétique de l'électro.

Les organes constituant un poste télégraphique Baudot sont le *manipulateur*, le *distributeur*, le *socle-moteur*, à poids ou électrique, le *relais simple* ou *différentiel* et le *traducteur*. Nous ne nous occuperons ici que du premier de ces appareils.

Le manipulateur Baudot (fig. 31) se compose d'un clavier à cinq touches, divisées en deux groupes, deux

à gauche, trois à droite. Un tableau, que les employés doivent savoir par cœur, indique quelles sont les différentes touches qu'il faut abaisser pour produire l'une quelconque des trente-et-une combinaisons que comporte le code de signaux adopté; il indique également le sens des cinq émissions de courant qui commandent l'impression des différentes lettres ou signes.

Les cinq touches de ce manipulateur sont enfilées dans un axe commun, et chacune d'elles est garnie d'une chape de laiton qui s'adapte sur cet axe. Un ressort à boudin maintient la touche relevée, et des rondelles de laiton interposées sur l'axe assurent l'écartement normal entre chaque touche.

Chacune de ces pièces est munie d'une équerre en laiton portant un ressort antagoniste et un ressort-contact perpendiculaire à l'axe de la touche. Les cinq butées sont fixées à leur tour sur une *équerre-butoir* isolée, d'une autre pièce exactement semblable recevant cinq autres butées. Une pièce de fer doux, mobile autour d'un axe horizontal, est logée dans la partie antérieure des touches, évidée à cet effet. Cette pièce constitue l'armature d'un électro-aimant polarisé, désigné sous le nom d'*electro-aimant accrocheur*.

La bobine de cet électro présente une résistance de 30 ohms. Son rôle est de maintenir abaissée la touche du manipulateur pendant l'envoi du signal.

Trois touches sur cinq sont pourvues de cet électro-aimant accrocheur. Les doigts appuyés sur les touches pour former un signal doivent rester dans cette position pendant tout le temps que dure le passage des balais sur les contacts du distributeur correspondant à ces touches. Si l'employé manipulant relevait ses doigts trop tôt, il arriverait presque toujours que les trois touches n'enverraient pas leur courant de travail sur la ligne. C'est pour cette raison que ces touches sont pourvues d'électros qui les maintiennent abaissées pendant tout le temps voulu et indépendamment de la volonté de l'employé manipulant.

Dans le petit espace qui sépare les deux groupes de touches, se trouvent un commutateur à manette qui permet de passer de la position de transmission à la position de réception, et une sorte de petit parleur appelé *frappeur de cadence*. Il est nécessaire, en effet, que l'opérateur qui abaisse les touches pour former les combinaisons de signaux, sache à quel moment la ligne est à sa disposition. C'est ce dont le frappeur de cadence l'avertit.

Le modèle que nous venons ainsi de décrire sommairement est celui qui a été combiné par M. Baudot en 1889. Il a été modifié en 1896, et les nouvelles installations réalisées depuis cette époque sont pourvues du nouveau type, qui diffère de l'ancien par la suppression de l'électro-aimant accrocheur de

la troisième touche, et par la présence d'un récepteur téléphonique qui remplace le frappeur de cadence et se trouve intercalé dans le circuit, comme était celui-ci. Ce récepteur téléphonique est monté sur une potence qui lui permet d'exécuter divers mouvements, et le pupitre est également articulé sur cette potence. Le manipulateur se fixe sur la table au moyen d'un appendice tubulaire qui laisse passer les communications électriques, et que l'on assujettit à l'aide d'un écrou. Nous verrons dans le chapitre suivant l'agencement des appareils récepteurs.

Transmetteur Kotyra. — La constante préoccupation des inventeurs d'appareils télégraphiques a été d'augmenter la rapidité de la transmission des signaux, chacun de ceux-ci n'ayant en réalité qu'une durée infinitésimale et un très grand nombre pouvant être expédiées dans l'unité de temps.

Il est certain que les appareils Hughes et Baudot ont réalisé à ce point de vue des progrès considérables, et que leur usage permet d'abaisser dans de très notables proportions la durée de transmission d'un message. Ces modèles présentent en outre le très grand avantage d'imprimer, au bureau d'arrivée, les signaux envoyés en caractères courants d'imprimerie, dont l'empreinte est portée sur une bande de papier qu'il suffit de coller ensuite sur la formule bien connue.

Toutefois, dans ces divers systèmes, il est fait em-

ploi d'un manipulateur spécial qu'on ne peut mettre entre les mains que d'un opérateur exercé, et c'est là, évidemment, un inconvénient. La généralisation de la machine à écrire devait naturellement faire naître l'idée d'appliquer un clavier analogue à la télégraphie, et le problème a, du reste, été brillamment résolu par Rowland, dont l'appareil réalise vraiment une machine à écrire en deux parties. Le clavier est au poste transmetteur et les barres à caractères ainsi que le chariot à papier, au poste récepteur. Des touches spéciales permettent de faire la ponctuation, l'espacement des mots, d'aller à la ligne, etc., et au poste récepteur la dépêche s'imprime en page, de telle sorte qu'elle est toute prête à être transmise au destinataire, sans autre manipulation. On est arrivé, en faisant travailler le système Rowland en multiple, avec quatre transmetteurs et quatre récepteurs à chaque extrémité de la ligne, à des vitesses de transmission très considérables, dépassant tout ce qui avait été obtenu avec les autres systèmes. Si l'on ajoute à cela que le clavier de l'appareil de Rowland permet l'emploi de n'importe quel dactylographe comme télégraphiste, sans apprentissage spécial, il semble que le système se rapproche beaucoup de l'idéal.

Mais, malheureusement, la médaille a son revers, et le système Rowland, basé sur le synchronisme des appareils transmetteur et récepteur, nécessite

un grand nombre de mécanismes extrêmement compliqués, délicats et très coûteux. Aussi, quelque séduisant qu'il puisse paraître au premier abord, on est bientôt obligé de reconnaître, à l'examen, qu'il ne peut être question de son utilisation qu'entre de grandes villes, entre lesquelles existe un trafic intense et ininterrompu, permettant de profiter de tous les avantages du système travaillant en multiple. Pour les postes de peu d'importance et même de second ordre, il est inutile de songer à son emploi, car outre les frais énormes de première installation, la délicatesse des appareils nécessiterait la présence continue d'un personnel spécial, capable d'effectuer les réparations nécessaires en cas de dérangements, ce qu'on ne pourrait exiger d'un télégraphiste ordinaire.

Ce qu'il fallait pour ces postes, c'est un appareil qui, tout en réalisant une notable augmentation de la rapidité de transmission, eu égard au Morse, n'offrit aucune difficulté d'installation ni de réglage et fut en même temps robuste et de manipulation facile. Dans son système de transmetteur M. Kotyra a résolu ce problème d'une manière très heureuse : son appareil présente, sans aucun doute, les deux qualités recherchées : simplicité et solidité.

Tout d'abord, il a rompu avec ce qui semble avoir été l'idée fixe de tous ceux qui, avant lui, se sont occupés d'établir des transmetteurs à clavier :

imprimer au poste récepteur en caractères d'imprimerie ordinaires.

Certes, cette solution est séduisante ; mais si l'on met en parallèle la complication énorme des dispositifs nécessaires pour l'obtenir, avec la perte de temps que représente la transcription du télégramme au poste récepteur, on est obligé de recon-

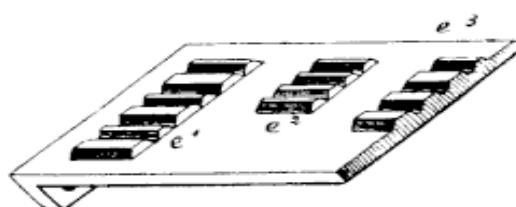


Fig. 32.

naître la disproportion de l'effort et du résultat obtenu.

Aussi, M. Kotyra a-t-il simplement établi son appareil pour la transmission des signes ordinaires de l'alphabet Morse, et il n'a modifié en rien le récepteur. Mais le transmetteur est disposé de telle sorte que l'abaissement d'une quelconque des touches du clavier suffit pour transmettre instantanément, et sans erreur possible, la succession de tirets et de points correspondant, dans l'alphabet conventionnel, à la lettre désignée sur la touche.

Voici quel est le principe de l'appareil :

Une plaque métallique *e* (fig. 32) porte un certain nombre de groupes de contacts *e¹*, *e²*, *e³*, etc., formés

par des parties saillantes de la plaque, séparées par des intervalles d'air. Ainsi que le montre la figure, les parties saillantes de chaque groupe sont de deux longueurs différentes, et elles sont combinées de manière à former la succession de points et de tirets constituant une des lettres ou signes de l'alphabet Morse, ou d'un autre alphabet du même genre.

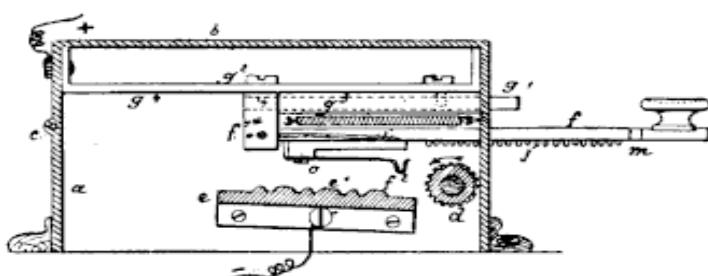


Fig. 33. — Schéma du transmetteur Kotyra.

A chacun des groupes de contact correspond une touche *f*, dont la tige pivote dans un coulisseau guidé dans une glissière du bâti de l'appareil, et que deux ressorts *h*, *i*, l'un à boudin, l'autre à lame, tiennent normalement dans la position de la figure 33.

Un pignon *d'*, tournant continuellement sous l'action d'un moteur quelconque, et quand on déprime la touche *f*, on amène les dents d'une crémaillère, formée sur le dessous de la tige de la touche *f*, en prise avec celles du pignon *d'*, ce qui a pour effet d'entrainer la tige de la touche en antagonisme à son ressort de rappel *h*. La fente pratiquée dans le bâti *a* de l'appareil, pour permettre la dé-

pression de la tige, et la tige elle-même sont conformées de telle sorte qu'une fois l'entrainement par le pignon commencé, la tige est obligée de rester déprimée jusqu'à ce qu'un contact à ressort p , qu'elle porte, ait passé sur tout le groupe correspondant de contacts fixes. Alors elle peut reprendre sa position horizontale, et le ressort h la ramène à sa position première.

Les touches et leurs ressorts sont reliés électriquement à la pile ou à la ligne, suivant que la plaque e , qui est isolée du bâti de l'appareil, est reliée à la ligne ou à la pile.

Dès lors, on comprendra facilement que le circuit de la ligne sera fermé chaque fois que le ressort p passera sur un des contacts du groupe correspondant, ce qui donnera au poste récepteur une succession de tirets et de points, suivant la longueur des contacts dont le groupe est composé.

Nous voyons donc que, si chacun des groupes de contacts est disposé de manière à former une des lettres ou signes de l'alphabet Morse, par exemple, la simple dépression d'une des touches enverra dans la ligne un signal complet, qui sera transmis instantanément, sans aucune possibilité d'erreur, au poste récepteur.

Il était nécessaire de rendre le transmetteur aussi compact que possible, pour faciliter sa manipulation; pour cela, il était indispensable de disposer

les touches en plusieurs rangées, comme dans les machines à écrire. M. Kotyra y est parvenu, en formant dans son appareil deux rangées superposées de groupes de contacts, comprenant chacune 25 touches. L'appareil comporte deux longs pignons, s'étendant sur toute la largeur de la boîte et tournant continuellement à la même vitesse.

Les touches sont également divisées en deux groupes de vingt-cinq, engrenant avec l'un ou l'autre des pignons et venant frotter sur l'une ou l'autre des rangées de contact. Les tiges de toutes les touches de la même rangée sont dans le même plan horizontal ; mais, pour que les boutons ne soient pas trop rapprochés, et que l'appareil soit plus maniable, les tiges sont coudées et leurs parties verticales sont de deux hauteurs, de telle sorte qu'on obtient un clavier à quatre rangées de boutons.

Le moteur qui commande les pignons peut, comme nous l'avons dit, être quelconque, pourvu qu'il leur imprime un mouvement régulier et suffisamment rapide. La disposition la plus simple consiste évidemment à employer un petit moteur électrique. Mais, dans bien des endroits on n'a pas de courant à sa disposition et l'emploi d'un moteur électrique devient impossible. Pour ces cas, M. Kotyra a imaginé de munir son appareil d'une pédale de machine à coudre, du genre dit « pédale magique », à ressort accumulateur de force. Il suffit, avec ce dispo-

satif, de donner de temps à autre quelques coups de pédale pour conserver aux pignons la vitesse requise.

Avec ce dispositif, on peut facilement envoyer en moyenne quatre signes à la seconde, ce qui donne une vitesse de 240 signes à la minute, soit 48 mots de cinq lettres. Nous avons sous les yeux des chiffres de records qui ont été établis aux Etats-Unis avec le Morse ordinaire ; le plus élevé a été de 43 mots à la minute, soutenus pendant une demi-heure, et cela constituait un exploit extraordinaire. D'une manière générale, on admet qu'on ne dépasse pas 20 mots par minute et par transmetteur Morse, et, dans les calculs, on estime la moyenne à 15 mots par minute. Ces chiffres suffisent à faire ressortir l'immense avantage que donne l'emploi du transmetteur Kolyra.

Tels sont les principaux systèmes de transmetteurs actuellement en usage sur les divers réseaux télégraphiques du monde. Arrivons-en maintenant aux récepteurs, qui enregistrent les signaux au poste d'arrivée.

CHAPITRE V

Appareils récepteurs.

Chaque système de télégraphe possède, ainsi que nous venons de le voir, ses appareils transmetteurs et récepteurs spéciaux et agencés pour fonctionner l'un avec l'autre. On ne pourrait donc utiliser un manipulateur d'un système pour fonctionner avec le récepteur d'un autre. Ces deux appareils sont en quelque sorte solidaires et faits l'un pour l'autre dans chaque système. Seuls les accessoires : piles, commutateurs, relais, sonneries d'appel, peuvent être identiques, et les mêmes modèles peuvent être utilisés pour n'importe quel genre de poste. Voici donc quels sont les récepteurs marchant avec les types de transmetteurs qui ont été décrits dans le chapitre précédent :

Télégraphe à cadran. — Le récepteur comprend un organe mécanique et un organe électrique. Le premier a pour but de mettre en marche une aiguille qui se déplace devant un cadran vertical portant exactement les mêmes indications que celui du ma-

nipulateur. Le second sert de régulateur au premier ; il lui permet d'agir ou bien suspend son action et obéit lui-même aux impulsions qu'il reçoit du manipulateur de la station correspondante. Le moteur est, dans cet appareil, un mouvement d'horlogerie composé d'un barillet contenant un fort ressort, lequel actionne un harnais d'engrenages dont le dernier mobile est un pignon calé sur l'axe de l'aiguille indicatrice. Cet axe porte également deux roues à rochet situées dans des plans parallèles, munies chacune de 13 dents et disposées de telle sorte que les dents de la seconde soient placées dans les espaces laissés vides par les dents de la première. Cet ensemble, vu de face, présente donc exactement l'aspect d'une roue à rochet portant 26 dents également espacées.

Ce moteur de l'aiguille est déclenché ou arrêté par l'action de l'organe électrique, qui est un électro-aimant disposé horizontalement au-dessous du mouvement d'horlogerie. Cet électro commande, sous l'impulsion du courant qui lui est envoyé de la station de départ, les mouvements d'une fourchette montée sur un axe qui porte un doigt ou cliquet s'engageant dans les encoches des roues à rochet. Le fonctionnement est aisément à saisir. Chaque émission de courant reçue par l'électro dégage une dent de la roue postérieure et arrête une dent de la roue antérieure, tandis que le contraire se produit pour

chaque interruption de courant. Or, la roue à rochet postérieure possède 13 dents, la roue antérieure en compte autant, mais chacune de ces dernières divise en deux parties égales l'espace compris entre deux dents consécutives de la roue postérieure. Le système des deux roues se trouve donc, par le fait, divisé en 26 parties égales et avance d'une division à chaque émission ou à chaque interruption de courant. Chacune de celles-ci faisant arriver les roues à rochets de $1/26$ de leur circonférence, l'aiguille calée sur l'axe de ces roues avance aussi d'une division sur le cadran composé de 26 cases, c'est-à-dire qu'elle passe d'une lettre à une autre.

Or, nous avons vu que, dans le manipulateur, les émissions et les interruptions de courant se succèdent à mesure qu'on passe d'une lettre à une autre. Si donc un manipulateur et un récepteur sont mis en relations, si, en outre, ces deux appareils commencent à fonctionner en partant de la case de repos marquée d'une croix, le récepteur répètera tous les mouvements du manipulateur avec son aiguille indicatrice, à la condition que l'on tourne la manette du manipulateur dans le sens convenable, c'est-à-dire de gauche à droite.

Tels sont les organes principaux du récepteur à cadran; quant à ses dispositions de détail, elles varient suivant les constructeurs, et nous n'y insisterons pas davantage, ce système de télégraphe

ayant beaucoup perdu de son intérêt, remplacé de plus en plus qu'il est, chaque jour, par des systèmes plus perfectionnés et présentant l'avantage de conserver une trace quelconque des correspondances échangées.

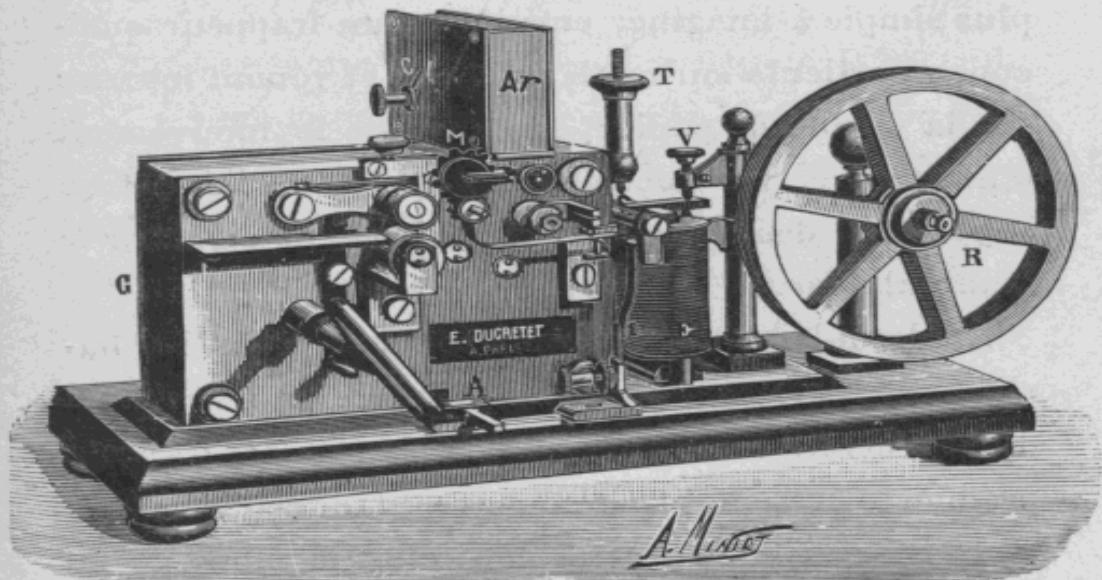


Fig. 34. — Récepteur Morse, modèle ordinaire.

Récepteur Morse. — Bien qu'il existe diverses variantes de cet appareil, voici les dispositions générales des modèles actuellement en service :

De même que dans le système précédent, cet appareil comporte deux organes fondamentaux : un moteur mécanique (mouvement d'horlogerie à ressort), et une commande électrique (électro-aimant). Le premier a pour objet d'assurer le déplacement uniforme de la bande de papier sur laquelle s'enregistrent les signaux ; le mécanisme électrique est un

répétiteur des mouvements effectués à la station de départ par le manipulateur, et l'armature de l'électro-aimant répète fidèlement tous les mouvements du levier manipulateur, comme si elle était reliée à celui-ci par une corde fortement tendue. Rien n'est plus simple à imaginer ensuite qu'un frappeur quelconque articulé sur cette armature et venant inscrire sur la bande de papier que déroule le mouvement d'horlogerie, les saccades rythmées de l'armature sous l'effet des courants successivement émis par le manipulateur.

Le déroulement du ressort contenu dans le bârillet est réglé et limité par une pièce pourvue d'un doigt d'arrêt. Une *croix de Malte*, dont les sept premières branches sont concaves, tandis que la huitième est convexe, permet de limiter le montage du ressort. Le mouvement d'horlogerie est enfermé tout entier entre deux platines de laiton qui, solidement réunies par des entretoises et immobilisées sur un socle en bois, forment une sorte de cage qui englobe tous les rouages. Ces platines sont percées de trous convenablement espacés dans lesquels tournent les extrémités des axes. L'axe du bârillet porte un rochet qui suit le mouvement imprimé à l'axe de cette pièce pendant le remontage. Un cliquet, pressé par un petit ressort, pénètre entre les dents de ce rochet et empêche le ressort de se détendre et le bârillet de tourner en sens inverse quand on cesse

d'agir sur la clé. Une fois remonté à fond, le mouvement d'horlogerie peut fonctionner pendant 40 minutes consécutives ; la vitesse de déroulement de la bande de papier doit être de 1 m. 70 au plus par minute au commencement, et de 1 m 40 au moins à la fin.

En même temps que la bande de papier, le mouvement d'horlogerie fait mouvoir une molette dont la tranche se recouvre d'encre oléique au contact d'un tampon encreur imbibé de ce liquide. C'est cette molette qui constitue l'organe imprimeur. Au-dessous d'elle se trouve une pièce mobile appelée *couteau*, commandée par les mouvements de l'électro-aimant. Entre les deux passe le papier.

Le fonctionnement de cet appareil se conçoit donc, en définitive, facilement. Chaque fois qu'un courant traverse les bobines de l'électro-aimant, l'armature est attirée et le couteau presse la bande de papier contre la molette sans cependant l'arrêter. Une trace d'encre oléique est déposée sur la bande, et cette trace est d'autant plus longue que l'attraction de l'armature dure plus longtemps. Aussitôt que cette attraction cesse, le ressort antagoniste, dont l'armature est munie, ramène cette pièce à sa position de repos, et le couteau se trouvant éloigné de la molette, la bande de papier se déroule librement sans recevoir aucune impression.

Telle est la disposition générale du récepteur

Morse, qui est encore en usage actuellement sur un très grand nombre de lignes télégraphiques à faible trafic. Sur les lignes soumises à un travail intense, on emploie de préférence des appareils à plus grand rendement et tels que ceux que nous allons décrire maintenant. En ce qui concerne le langage conventionnel utilisé par le système Morse, nous l'étudierons plus loin, dans le chapitre réservé à la pratique et au maniement des appareils.

Parleur ou sounder. — Les Anglais se sont aperçus que l'appareil Morse, le premier né et encore maintenant l'un des plus employés, pouvait être considérablement simplifié au point de vue du service, en supprimant l'impression sur bande des signaux émis et en se contentant, pour la transmission, du bruit caractéristique produit par le choc de l'armature contre les pièces polaires, à chaque émission de courant longue ou brève. Avec une certaine habitude, on arrive à comprendre les signaux rien que par ce bruit, et on peut, comme on dit « lire au son ». En télégraphie militaire, cette méthode de réception des dépêches est même réglementaire. Toutefois le récepteur doit être disposé de façon à amplifier le son, et l'on adapte dans ce but à cet appareil une sorte de pavillon qui l'entoure et qui renvoie le son dans la direction voulue. D'autre part, au lieu des deux électro-aimants du type précédemment décrit, il n'en est plus besoin que d'un seul :

c'est-à-dire que l'une des branches de cet électro est entourée d'une bobine comme à l'ordinaire, tandis que l'autre branche en est dépourvue. C'est ce que l'on appelle un « électro-aimant boiteux ». Ce procédé de réception des signaux est très employé en

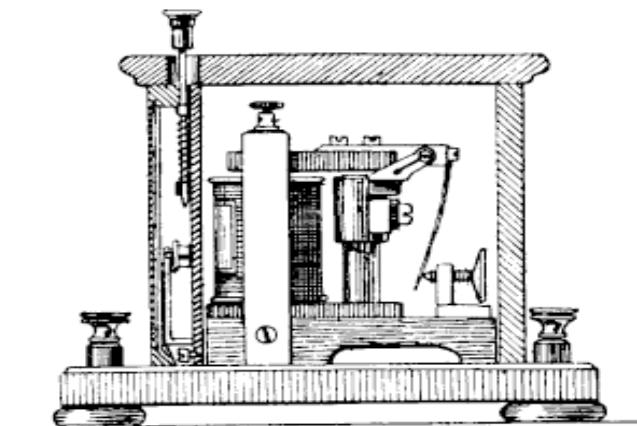


Fig. 35. — Parleur à indice, modèle Sambourg.

Angleterre et en Amérique, car il permet d'obtenir un rendement très supérieur au Morse imprimeur. Ainsi un opérateur exercé reçoit par heure 40 dépêches de 20 mots au parleur et 23 au plus au Morse ordinaire. Le seul inconvénient est l'absence de toute trace de la dépêche reçue ; il n'a pas paru cependant suffisant pour prohiber ce système qui, est même de plus employé maintenant sur les réseaux télégraphiques français.

Appareil Estienne. — Cet appareil, très employé en Allemagne, utilise le langage conventionnel de Morse ; toutefois, au lieu d'imprimer les « traits » horizontalement, il les inscrit verticalement. Le manipulateur,

formé de deux touches, envoie les courants positif et négatif, qui correspondent, le négatif au trait plein, le positif au demi-trait. Le récepteur comporte un électro-aimant vertical à armature polarisée par un aimant horizontal. Les bobines sont établies de façon que le passage du courant leur donne des polarités différentes; suivant le sens du courant, l'armature s'incline à droite ou à gauche. De chaque côté est une plume, l'une large, l'autre étroite et un rouleau sur lequel elles peuvent s'appliquer. L'armature, s'inclinant suivant le sens du courant qui traverse les spires de l'électro, presse le papier enregistreur sous l'une ou sous l'autre et imprime soit un trait, soit un demi-trait.

Appareil multiple Meyer. — Dans tous les systèmes qui précédent, qui n'envoient qu'un courant à la fois, la ligne, entre deux émissions successives de courant, est occupée à se décharger de son flux. Rouvier paraît être le premier qui ait songé, vers 1860, à utiliser cet intervalle pour envoyer une autre émission produisant un autre signal, mais c'est Meyer qui réalisa ce desideratum quelques années plus tard et son système fut adopté en France vers 1872.

Supposons quatre postes transmetteurs reliés successivement à la ligne par un dispositif appelé *distributeur*, dont l'axe tourne constamment et met en relation le bras et le frotteur qu'il porte, successive-

ment avec tous les points de la circonférence d'un disque divisé en quatre parties isolées les unes des autres. En un tour de l'axe et du frotteur, chacun des quatre postes peut envoyer un signal sur la ligne qu'il a à sa disposition pendant un quart de tour. Voilà pour la transmission. Le récepteur est un cylindre à rainure hélicoïdale dans lequel la rainure complète est divisée en quatre quarts, chaque quart étant transporté sur un cylindre spécial et les quatre cylindres tournent ensemble. L'envoi du courant dans l'un quelconque de ces quatre cylindres y produit l'impression voulue. En résumé, l'appareil Meyer permet l'emploi de la ligne par quatre employés travaillant simultanément. Chacun prépare la combinaison du signal sur son manipulateur et il est averti du moment où la transmission s'opère par le bruit d'un petit levier frappeur. C'est sur le principe fondamental du synchronisme des mouvements entre les distributeurs de départ et d'arrivée qu'est basé tout le système qui a donné lieu par la suite à la création des appareils Hughes et Baudot.

Récepteur de l'appareil Hughes. — L'organe électrique de l'appareil Hughes est un aimant permanent, sur les pôles duquel est monté un électro-aimant. La résistance présentée par le fil des bobines est de 600 ohms. Cet électro agit sur une armature qui actionne par son mouvement une détente mettant en jeu le mécanisme. L'organe imprime

meur est une roue, appelée, comme nous avons déjà dit, *roue des types*, montée sur l'axe du dernier mobile d'un mouvement d'horlogerie qui porte en même temps deux autres roues appelées *roue de correction* et *roue de frottement*. Ces trois roues peuvent se mouvoir toutes les trois en même temps que l'axe ou se déplacer toutes les trois d'un certain angle, soit séparément, soit indépendamment les unes des autres. La roue de correction a un diamètre un peu supérieur à la roue des types ; elle est comme cette dernière en acier trempé ; sa face postérieure supporte plusieurs organes secondaires qui sont le *levier inverseur*, le *cliquet à coches*, et le *cliquet de correction*. La liaison entre cette roue et la roue des types d'une part, et l'axe moteur d'autre part, est opérée par un échappement analogue à celui qui unit l'axe du volant à l'axe imprimeur. Le but principal de cet organe est de corriger, à chaque émission de courant, les légères différences de vitesse qui peuvent exister entre le chariot du poste transmetteur et la roue des types du poste récepteur, tant que ces différences ne dépassent pas 1/56 de tour.

Le mécanisme imprimeur, commandé par des cames, comprend un levier d'impression, un levier d'entraînement et un ressort ayant pour effet de ramener au blanc la roue des types.

Dans l'appareil Hughes, le moteur du mouvement

d'horlogerie commandant les roues du mécanisme imprimeur est un poids descendant peu à peu, et que l'on remonte à l'aide d'une pédale, toutes les 3 minutes environ pendant le travail. Lorsque les bureaux télégraphiques ont un service très chargé et comportent un certain nombre d'appareils de ce

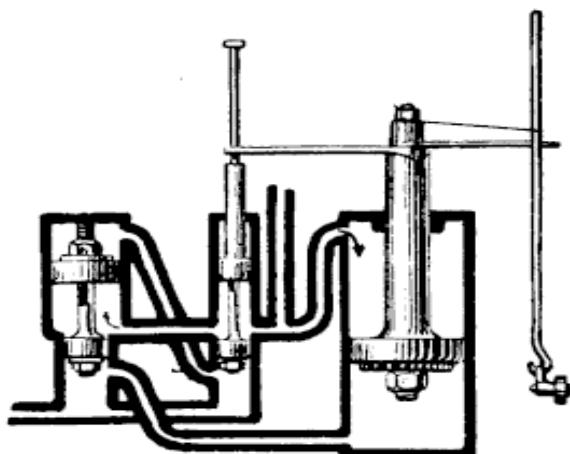


Fig. 36. — Remontoir hydraulique Roux-Combazier.

système, le remontage du poids s'effectue automatiquement, à l'aide d'une petite turbine ou d'un remontoir hydraulique Roux-Combazier (fig. 36) quand on a de l'eau sous pression, ou encore par des moteurs à air comprimé ou électriques lorsqu'on a une distribution d'air ou de courant à sa disposition. Un interrupteur, également à fonctionnement automatique, limite le mouvement d'ascension et de descente du poids.

La roue des types est animée d'une vitesse de 100 tours par minute, et cette grande vitesse est

maintenue uniforme et constante par un *régulateur*, (fig. 37), formé d'un volant assez lourd, disposé sur l'axe de façon à pouvoir s'arrêter progressivement et non instantanément dans sa marche, ce qui pourrait fausser ou détériorer une pièce délicate du méca-

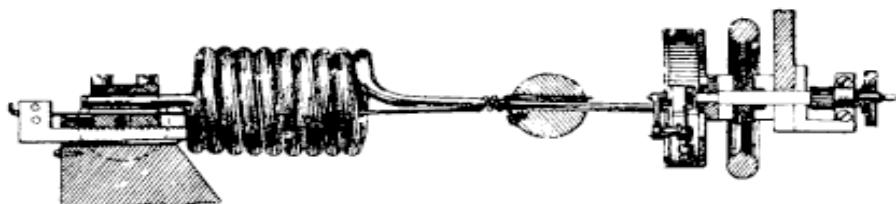


Fig. 37. — Ensemble du régulateur de l'appareil Hughes.

nisme en cas d'arrêt subit du mouvement. Il est complété par un frein d'arrêt dont la partie essentielle est une tige enroulée sur elle-même en hélice, de façon à réduire au minimum l'espace occupé par le régulateur et répartir sur une plus grande surface le travail moléculaire que provoquent les vibrations du mécanisme, en rendant ainsi bien moins fréquente la rupture des tiges.

Telles sont, sommairement décrites, les dispositions générales de la remarquable machine qu'est le télégraphe imprimeur Hughes, et dont le fonctionnement est régulier et rapide dès qu'on a obtenu le synchronisme parfait entre les mouvements de rotation des deux appareils de transmission et de réception.

Distributeurs et récepteurs Baudot. — Nous

avons expliqué le principe des télégraphes dits multiples, dont le type le plus remarquable est celui de M. Baudot, et indiqué comment on procérait pour

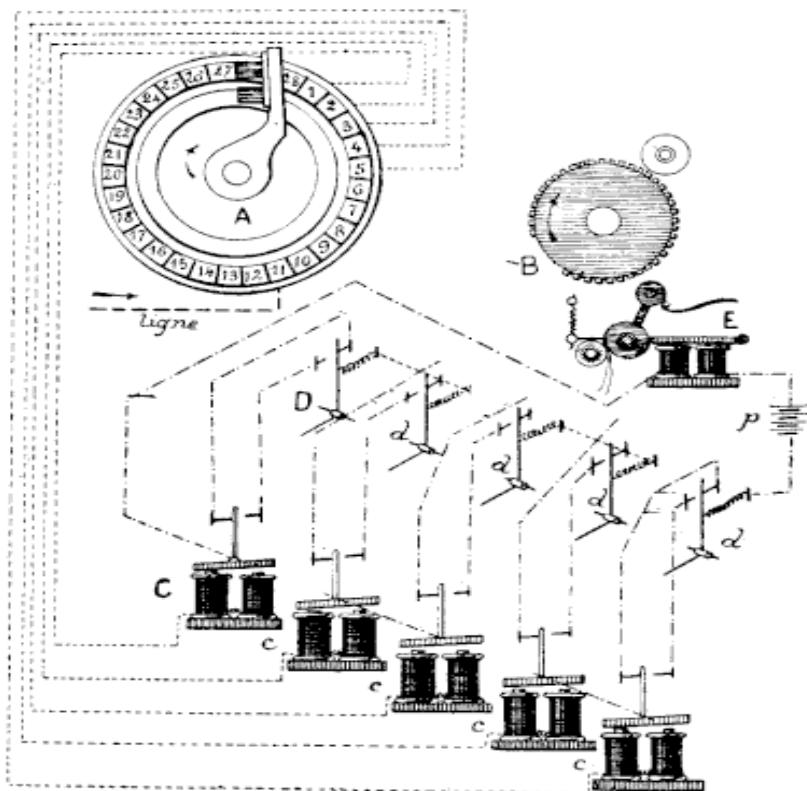


Fig. 38. — Schéma du fonctionnement des récepteurs Baudot (station d'arrivée).

l'expédition des signaux successifs. Voyons maintenant le principe des appareils triant et enregistrant ces signaux.

Les distributeurs du Baudot sont actionnés par un poids que l'on remonte au moyen d'une pédale, comme dans le type précédent. Le remontage peut également s'effectuer à l'aide d'un petit moteur électrique à courant continu. De toute façon le mouve-

ment est régularisé par un régulateur dont il existe deux modèles ne différant l'un de l'autre que par la force de leur ressort. Ce régulateur a pour objet de maintenir le synchronisme entre le distributeur du poste de départ et celui du poste d'arrivée, pour que

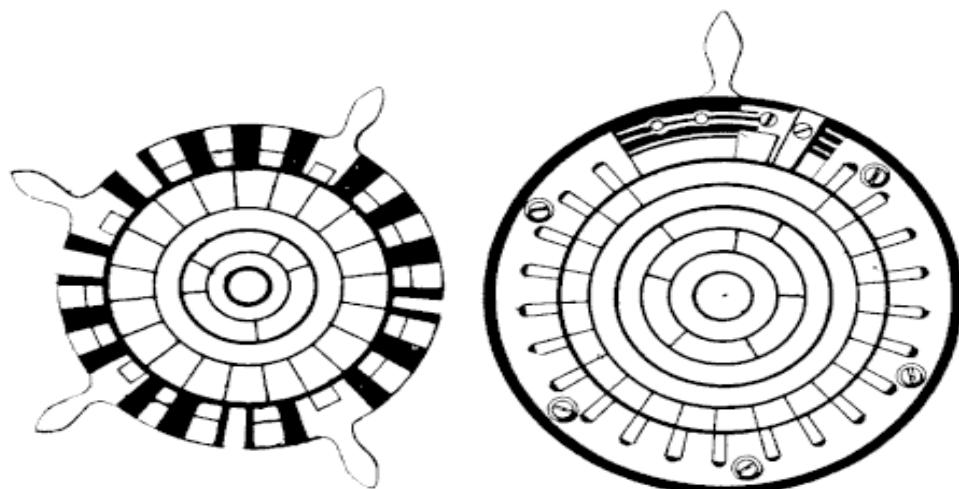


Fig. 39. — Plateau distributeur à 19 contacts.

Fig. 40. — Plateau antérieur de distributeurs à 24 contacts (récepteurs).

la marche de ces organes reste concordante ; il y parvient en introduisant dans le mécanisme une résistance variant automatiquement et maintenant l'équilibre parfait entre le travail moteur et l'effort résistant total.

Le *distributeur* est l'appareil qui, au départ, sert d'intermédiaire entre les manipulateurs et la ligne pour répartir sur celle-ci les courants émis, et qui, à l'arrivée, recueille ces courants et les dirige sur les récepteurs. Ces distributeurs sont des plateaux

en ébonite sur lesquels sont convenablement groupées des pièces de contact en bronze, isolées les unes des autres. Ces plateaux, dont il existe plusieurs modèles répondant aux différents modes d'installation adoptés, sont emboîtés dans des rainures disposées sur les deux platines d'une cage qui est adaptée sur le *socle-moteur* à poids ou électrique qui lui communique son mouvement. Ils comportent, suivant le

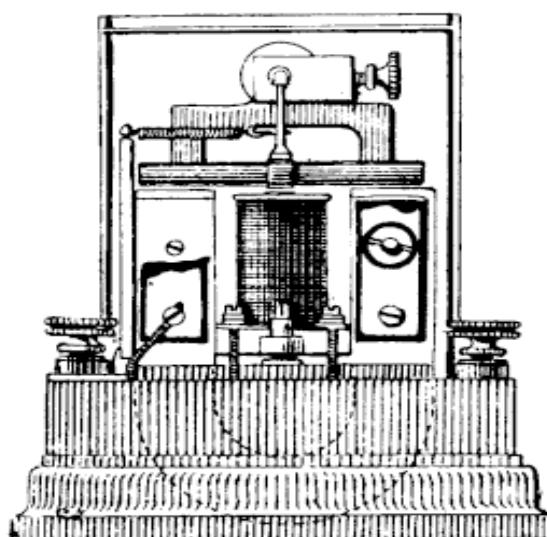


Fig. 41. — Relais Baudot.

type, 43, 19 ou 24 contacts. Entre les deux platines se trouvent deux axes : l'un ne porte qu'une seule roue dentée engrenant avec une vis tangente à l'axe du régulateur du socle-moteur. Cette roue transmet son mouvement à une autre, calée sur l'axe des porte-balais, lesquels se composent de deux bras métalliques soutenant les balais disposés par paires. Ces balais sont en relation entre eux, mais les bras

sont isolés l'un de l'autre ; ils sont d'ailleurs de longueur inégale et leur but est de mettre en communication électrique, deux à deux, les différentes couronnes des plateaux du distributeur. Un régulateur assure l'uniformité du mouvement de rotation et concourt à maintenir le synchronisme parfait entre

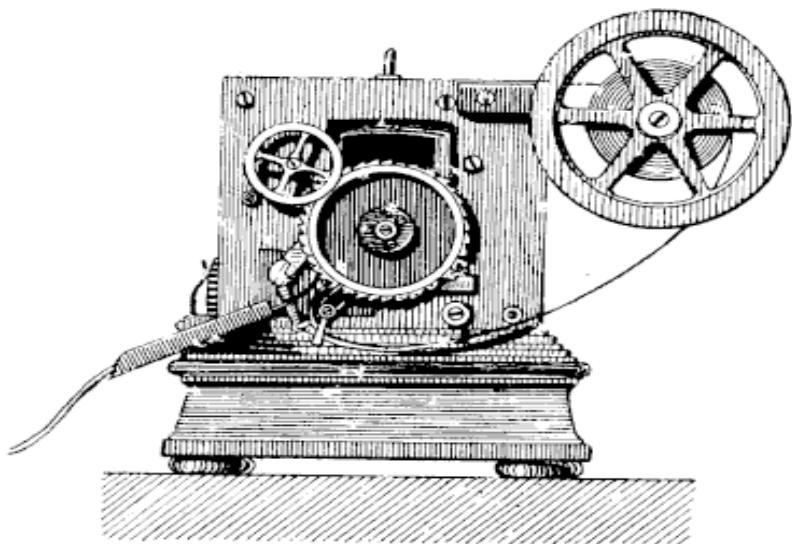


Fig. 42. — Traducteur Baudot.

les appareils des deux stations. Mais comme son effet serait insuffisant, un organe de correction, composé d'un électro-aimant spécial, agit sur l'axe des porte-balais.

Les organes de réception du télégraphe Baudot sont des *relais* très sensibles (fig. 41), à armature polarisée par un électro-aimant permanent. Les bobines de l'électro sont recouvertes de fil très fin et leur résistance atteint 450 ohms. Ces appareils, placés à la station d'arrivée, sont disposés auprès du socle-moteur du

traducteur (fig. 42), appareil analogue à celui du distributeur de la station de départ, sauf en ce qui concerne l'agencement de la platine-socle, sur laquelle sont placés deux autres organes : le modérateur de vitesse et l'électro-frein, réglant la vitesse de rotation de l'appareil, ainsi que les communications électriques diverses.

Le traducteur a pour objet : 1^o d'emmageriser les

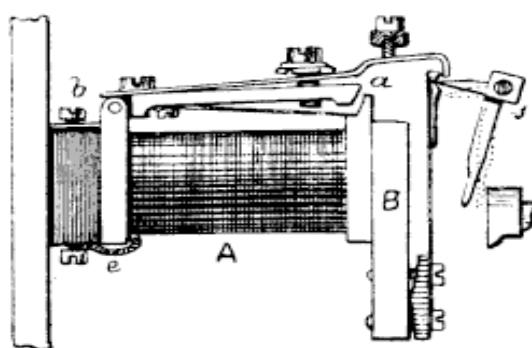


Fig. 43. — Electro-aiguilleurs.

signaux fugitifs esquissés par les relais ; 2^o de chercher en quelque sorte la combinaison que représente ces signaux ; 3^o une fois cette combinaison trouvée, de la traduire en un caractère typographique et d'en provoquer l'impression sur une bande de papier. Ces résultats sont obtenus à l'aide d'électro-aimants *aiguilleurs* (fig. 43), au nombre de cinq, fixés horizontalement côté à côté sur une planchette d'ébonite disposée sur la platine postérieure, et agissant sur cinq ressorts dits *ressorts à encoches des leviers aiguilleurs*, lesquels actionnent à leur tour le *combinateur*, lequel

tourne avec une vitesse constante par la commande d'une roue dentée. En face des cinq leviers aiguilleurs se trouve encore un autre jeu de leviers qu'on appelle les *chercheurs*. De cette combinaison, dans le détail de laquelle nous ne pouvons entrer aussi complètement que nous le voudrions, résulte la position voulue pour que la roue des types applique sur la bande de papier le caractère d'imprimerie correspondant au signal reçu. Quand les divers jeux de leviers ont rempli leur rôle et que le disque mobile du combinateur a accompli sa révolution complète, tous les organes reviennent dans leur position primitive ou de repos, et le traducteur est alors prêt à provoquer l'impression d'une nouvelle combinaison.

Nous ne parlerons pas du mécanisme d'impression par lui-même ; il est d'ailleurs peu différent, comme principe, de celui de l'appareil Hughes. Il possède comme celui-ci un dispositif d'inversion, permettant l'impression, à volonté, de la série des chiffres ou des lettres. Ajoutons enfin que l'appareil Baudot a un très bon rendement. Suivant le mode d'installation employé, on peut transmettre 4, 2, 3 ou 4 lettres par révolution des balais du distributeur, ce qui, à raison de 480 tours par minute, donne 480, 360, 540 ou 720 lettres expédiées dans ce même temps. Un manipulateur fournit 4760 mots à l'heure ; une installation double occupe à chaque station trois opérateurs, dont deux transmettent et reçoivent,

tandis qu'un troisième dirige le service et inscrit les dépêches. Une installation quadruple, produisant 7 000 mots à l'heure, emploie six agents à chaque poste : quatre qui transmettent et qui reçoivent, un qui inscrit les dépêches et un directeur du service. Un manipulateur et un traducteur, reliés à un des secteurs du distributeur, constituent un *secteur* de l'installation, et on distingue les divers secteurs desservis par des numéros d'ordre.

Nous ne pouvons, à notre grand regret, nous étendre autant qu'il serait nécessaire sur les détails pour mieux marquer le rôle de chacune des très nombreuses pièces de l'organisme compliqué du Baudot, d'autres systèmes réclament encore notre attention et nous ne voulons pas abuser de l'attention de nos lecteurs.

Télégraphe octoplex de Rowland. — Ce système de télégraphie multiple, qui figurait à l'Exposition de 1900, a été adopté depuis cette époque pour le service sur les lignes de Berlin-Hambourg et de Berlin-Francfort. Il permet de réaliser la transmission simultanée de huit dépêches, quatre dans chaque sens, sur une ligne unique, d'où son nom d'octoplex. Voici la description succincte de ce système :

Le manipulateur se compose d'un clavier analogue à celui de la machine à écrire Remington ; le récepteur imprime, non plus sur une bande de papier, mais, comme la machine à écrire, sur une

feuille de 15 à 20 centimètres de large employée pour les formules des télégrammes, ce qui dispense du collage ultérieur des bandes télégraphiques sur la formule. Le système repose sur l'emploi de courants alternatifs produits par une petite dynamo et traversant le fil télégraphique d'une façon continue ; ces courants alternatifs n'ont pas seulement à assurer la transmission des signes, mais aussi à maintenir le synchronisme entre les deux postes.

Du manipulateur, les courants alternatifs passent à travers un relais principal polarisé, relié à la terre et pourvu de deux ancrés qui oscillent d'une façon régulière et continue et assurent l'un la transmission, l'autre le synchronisme. L'ancre de synchronisme transmet l'impulsion reçue à un électromoteur qui doit marcher aussi d'une façon synchrone avec la dynamo du manipulateur. Le nombre des périodes du courant employé est de 88 et la vitesse du répartiteur est réglée de manière à lui faire faire quatre tours à la seconde ; chaque quadrant correspond donc à onze demi-oscillations du courant.

Les signes du manipulateur sont combinés de telle sorte que deux demi-oscillations non consécutives soient mises en jeu pour chacun, par exemple la lettre *a* sera donnée par les demi-oscillations 2 et 6. On peut ainsi former 45 combinaisons différentes dont 26 sont utilisées pour l'alphabet, 8 pour les chiffres (1 et 0 sont donnés par les lettres *i* et *o*), 3 pour

le déplacement du papier et les autres pour la ponctuation.

La bande de papier est découpée après chaque télégramme ; l'appareil enregistre automatiquement et assure les déplacements convenables de la feuille après chaque lettre et après chaque ligne.

Télégraphe de M. Mercadier. — Le savant directeur des études à l'Ecole polytechnique a songé à utiliser, au lieu des courants continus, comme dans tous les appareils précédents, les courants *ondulatoires*.

Les mouvements qui se transmettent par ondulations ont cette propriété de pouvoir coexister l'un avec l'autre dans le même milieu sans se détruire. Ainsi, les sons qui sont des mouvements ondulatoires se transmettent indépendamment des sons voisins émis simultanément. Quand plusieurs personnes causent dans un salon, chacun entend ce que lui dit son interlocuteur, et les vibrations qui représentent cette conversation n'empêchent pas, dans la même chambre, deux autres personnes de converser entre elles, ou les sons d'un piano de se propager dans un même salon, indépendamment des autres mouvements sonores.

C'est ce principe de superposition des mouvements vibratoires que M. Mercadier a mis en œuvre dans sa télégraphie multiple. Au départ, plusieurs appareils, qui ont des diapasons accordés musicalement

chacun sur une note déterminée de la gamme, lancent à chacune de leurs vibrations un courant très court dans le fil. Le diapason numéro 1, par exemple, est accordé sur la note *la* et fait 435 vibrations par seconde ; le diapason numéro 2 est accordé sur *si naturel* et en fait 489 pendant le même temps, c'est-à-dire que le premier envoie en une seconde, dans la ligne télégraphique, 435 signaux très courts et régulièrement espacés ; le second en envoie 489, et ainsi de suite. Chaque diapason met donc, quand il est en communication avec la ligne, celle-ci en participation électrique avec ses vibrations et tous ces mouvements envoyés par les diapasons individuels circulent dans la ligne sans se confondre, et ces mouvements vibratoires séparés se détruisent si peu, que la ligne peut en outre servir aux communications télégraphiques ordinaires, avec un télégraphe Baudot à quatre claviers du type de l'administration des télégraphes.

A l'arrivée, qu' se passe-t-il ? Des relais micro-téléphoniques en nombre égal à celui des diapasons placés au départ, sont réglés de façon que le numéro 1 ne marche que quand il reçoit 435 signaux à la seconde, c'est-à-dire ne se met en action que sous l'influence exclusive des signaux transmis par le diapason numéro 1 (*la*) ; le relais numéro 2 ne fonctionne que sous l'influence des signaux issus du diapason numéro 2 (*si naturel*), et ainsi de suite.

Les signaux que le fil unique transmet globalement subissent donc à l'arrivée un véritable triage électrique basé sur le synchronisme des vibrations. C'est, on le voit, d'une fort élégante simplicité. L'expérience a réalisé pleinement les vues théoriques de M. Mercadier : elle a été faite entre Paris et Bordeaux. On a pu, à l'aide du diapason de M. Mercadier, faire transmettre *par un seul fil* des signaux envoyés *par douze opérateurs à la fois*, et pendant plusieurs heures consécutives : bien plus : pendant le même temps, *et sans même que les opérateurs s'en aperçussent*, on a transmis par le même fil des télégrammes privés et des avis de service à l'aide des courants continus ordinaires.

L'importance de ces expériences est aussi grande au point de vue scientifique qu'au point de vue de l'exploitation : scientifiquement, elles constituent une nouvelle et frappante vérification du principe mécanique de la superposition des petits mouvements, puisqu'elles prouvent qu'en un point d'un même fil on peut faire se croiser jusqu'à *vingt-cinq* mouvements électriques simultanés (douze dans chaque sens, et le courant ordinaire) sans la moindre confusion ; pratiquement elles permettent d'obtenir des lignes télégraphiques une utilisation inconnue jusqu'ici, puisque sur un circuit de huit cents kilomètres, elles ont montré qu'on pouvait échanger *treize cents télégrammes de vingt mots à l'heure*.

à l'aide de douze opérateurs utilisant le même fil (1).

Télégraphe photo-électrique Siemens et Halske.

— Ce système, tout récent, possède un rendement tout aussi élevé que le précédent, c'est-à-dire 20 à 25000 mots à l'heure. Il est basé sur des principes absolument nouveaux : la photographie et les courants électriques de haute tension. Voici sommairement quel est le fonctionnement du mécanisme :

Au poste de départ, un instrument, assez semblable à une machine à écrire, permet de traduire la dépêche écrite par l'expéditeur en une série de points formant des caractères spéciaux que des poinçons perforent sur une bande de papier. La bande perforée contenant la suite des dépêches à envoyer est placée dans un appareil de contact muni d'un disque de transmission qui tourne à 2000 tours par minute, et qui envoie à chaque tour, dans la ligne, un signal correspondant à l'un des caractères perforés sur la bande.

Au poste d'arrivée, une roue portant à sa périphérie, groupés dans un ordre voulu, les 45 lettres, chiffres et signes de ponctuation, tourne également à 2000 tours à la minute.

Devant cette roue, se meut, d'un mouvement continu, une bande de papier photographique sensible.

(1) *L'Ingénieur-Electricien*, 13^e édition, (appendice). J. Hetzel, éditeur.

A chaque tour, quand la lettre correspondant au signal transmis du poste expéditeur, passe devant la bande, une étincelle électrique jaillit et photographie cette lettre sur la bande. Bien entendu, cette partie de l'appareil récepteur est renfermée dans une chambre noire.

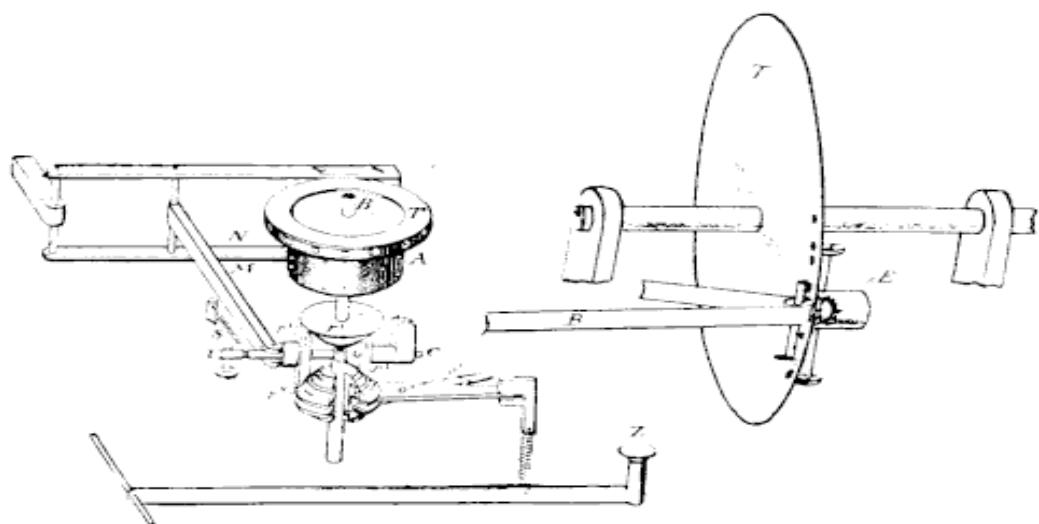


Fig. 44 et 45. — Détails de l'appareil phototélégraphique Siemens et Halske.

L'impression photographique une fois obtenue, il s'agit de la rendre visible ; pour cela, la bande impressionnée se déroule dans un prolongement de la chambre noire, où elle arrive en contact avec un premier frottoir à éponge imbibé d'un liquide révélateur, puis avec un second frottoir alimenté par un fixateur, enfin avec un troisième, garni de caoutchouc, qui la sèche. Elle sort alors de l'appareil et il n'y a plus qu'à la coller sur les « formules » à

remettre au destinataire. Toute cette partie photographique de l'opération dure à peine neuf secondes !

Comme les appareils expéditeurs et destinataires tournent à 2000 tours à la minute, et qu'une lettre est transmise à chaque tour, c'est bien 2000 lettres à la minute, soit 20000 mots à l'heure, qui représentent la puissance de transmission du nouveau phototélégraphe.

Cette puissance pourrait être encore plus considérable ; en effet, la durée de l'éclair photographique étant seulement de un millionième de seconde, on conçoit qu'on pourrait faire tourner les roues et dévider les bandes à une vitesse excessivement grande. Mais la concordance absolue ou, comme l'on dit, le « synchronisme » parfait qui doit exister entre les appareils d'expédition et de réception a fixé cette limite pratique de 2000 tours par minute.

Il n'est pas exagéré de dire que la mise en service de ce nouveau système automatique extra rapide, amènerait une véritable révolution dans la télégraphie.

CHAPITRE VI

Les lignes télégraphiques.

Ainsi que nous l'avons dit dans les précédents chapitres, les appareils transmetteurs disposés à la station de départ et les récepteurs installés au bureau d'arrivée sont reliés les uns aux autres par une *ligne*, formée d'un conducteur métallique. Au point de vue de la construction et du matériel à employer, on peut classer les lignes télégraphiques en lignes *aériennes*, lignes *souterraines* et lignes *subaquatiques* ou marines. Nous étudierons ici les deux premières catégories, remettant à un chapitre ultérieur l'examen des communications à grande distance par câbles sous-marins.

Les lignes aériennes peuvent être divisées en lignes principales et lignes secondaires : elles sont établies le long des routes ou des voies de chemins de fer. Les lignes souterraines, elles, sont établies en galerie ou en tranchée. De toute manière, deux conditions sont indispensables à ces lignes de trans-

port pour assurer leur fonctionnement régulier : la continuité du conducteur et son isolement.

Les lignes aériennes sont formées par un fil métallique nu, en fer galvanisé (recouvert d'une couche adhérente de zinc évitant l'oxydation), en bronze silicieux ou phosphoreux, ou en cuivre avec âme intérieure en acier (fil compound). Le fer présente une résistance électrique près de six fois supérieure au cuivre, mais son prix est cinq fois moindre et sa résistance mécanique est beaucoup plus considérable, aussi conçoit-on qu'on l'ait préféré pendant longtemps au cuivre, quitte à prendre des fils d'un diamètre un peu plus fort pour ne pas augmenter dans une trop grande proportion la résistance kilométrique du conducteur. Toutefois, ce diamètre présente des limites au-dessus desquelles son usage n'est plus pratique, car le fil surcharge outre mesure ses appuis, aussi n'emploie-t-on en France que des fils de 3, 4 et 5 millimètres au plus de diamètre, sauf pour les lignes de montagnes, où, pour leur permettre de résister aux tempêtes de neige, on est obligé de leur donner 6 millimètres.

Les fils de fer destinés à être tendus sur des poteaux et constituer des lignes télégraphiques sont soumis à des essais pour vérifier leur ténacité. Les épreuves sont faites avec un dynamomètre spécial et les fils examinés doivent résister sans se rompre aux efforts de traction suivants :

Fil de 5 mm. de diam. 650 kgr., soit 33 kgr. au mm. carré.

| | | | |
|-------|-------|------|---|
| — 4 — | — 440 | — 35 | — |
| — 3 — | — 250 | — 35 | — |
| — 1 — | — 30 | — 38 | — |

L'allongement, au moment de la rupture, ne doit pas dépasser 6 p. 100. Le fil est ensuite soumis à un nombre déterminé de pliages pour vérifier s'il est cassant, puis expérimenté au point de vue de la résistance électrique. Cette résistance ne doit pas être supérieure à 133 ohms par kilomètre, soit 6,2 ohms pour le fil de 5 millimètres, 9,6 ohms pour celui de 4 et 17 pour le fil de 3 millimètres. Quant au poids, il ne doit pas dépasser par kilomètre 150 à 160 kilogrammes pour le fil de 5 millimètres ; 96 à 104 kilogrammes pour celui de 4 ; 53 à 58 kilogrammes pour celui de 3 ; et 3 kilogrammes à 6 kgr. 5 pour le fil de 1 millimètre. Le commerce livre ces fils en rouleaux ou *couronnes*, contenant de 200 mètres pour le fil de 5 millimètres, à 800 mètres de longueur pour le fil de 1 millimètre de diamètre.

Lors de l'installation d'une ligne télégraphique, ces couronnes apportées à pied d'œuvre sont déroulées et l'extrémité du fil d'une couronne est raccordée avec le commencement de la suivante par une ligature (fig. 46) formée d'un fil de 1 millimètre, enroulé autour des deux fils juxtaposés. On fait ainsi une sorte de torsade (fig. 47) en fer pour

les lignes en fil de fer galvanisé, en cuivre pour les fils de bronze ou de cuivre, et l'on soude ensuite cette ligature. Toutefois, ce procédé est de moins en moins employé et on utilise de préférence mainte-

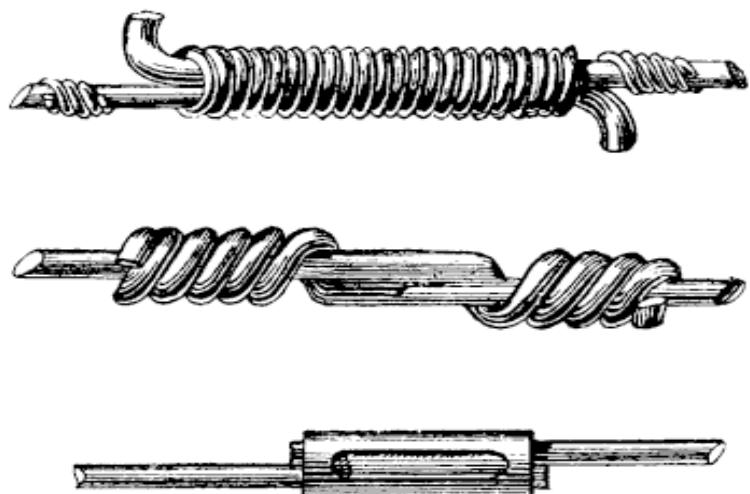


Fig. 46. — Ligature.

Fig. 47. — Torsade.

Fig. 48. — Manchon.

nant le manchon système Baron (fig. 48), de section elliptique, dans lequel on fait pénétrer les extrémités de chacun des fils à raccorder et dans les vides duquel on coule ensuite de la soudure qui opère ainsi une liaison parfaite entre les fils et procure une attache d'une très grande solidité.

Pour les fils de cuivre de 3 millimètres de diamètre et au-dessous, les bouts ne sont pas coupés ; ils sont enroulés sur le fil de ligne de chaque côté du manchon, de manière à former des torsades de trois ou quatre spires qui ne doivent pas être recou-

vertes de soudures. Pour les fils d'un diamètre supérieur à 3 millimètres, on recourbe et on ébarbe les fils en dehors du manchon, comme pour le fil de fer.

Supports et isolateurs. — Les fils de métal nus constituant les lignes doivent être supportés de distance en distance par des appuis qui doivent être choisis en matières isolantes pour éviter le plus possible les dérivations et les pertes de courant. Ces



Fig. 49. — Isolateur à oreilles.



Fig. 50. — Isolateur double, cylindrique.

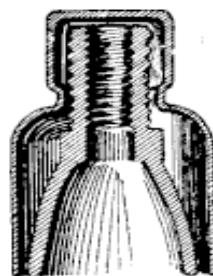


Fig. 51
Isolateur blindé.

appuis sont donc des isolateurs, et la matière les composant est ordinairement de la porcelaine, dont la pâte renferme 60 p. 100 de kaolin pur, 25 p. 100 de silice et 15 p. 100 d'argile. La forme des isolateurs est bien connue : elle rappelle celle d'une clochette surmontée d'un bouton percé d'une ouverture, ou d'un cylindre muni d'une ou de deux oreilles montant à la même hauteur que le bouton ou *champignon*, à la base duquel se trouve une sorte de gorge pour le passage du fil (fig. 49). Intérieurement, l'isolateur cylindrique ou *cloche* porte une cavité cylin-

drique assez profonde : c'est dans ce logement que l'on scelle la patte en fer permettant de fixer cet isolateur à un poteau ou à un mur. Pour obtenir une garantie plus certaine contre les dérivations dues au dépôt de l'humidité, on fait usage d'isolateurs à double cloche concentrique (fig. 50), qui n'ont que le défaut de coûter un peu plus cher que ceux à simple cloche. Dans les deux cas, la résistance de ces supports doit être d'au moins 50000 mégohms ; ils sont d'ailleurs soumis à des essais de réception avec un courant puissant et des appareils de mesure très précis, et ils sont refusés quand ils ne répondent pas entièrement aux conditions exigées.

Pour les entrées de poste, on a créé une série de modèles d'isolateurs de formes diverses, en une ou deux pièces réunies par des vis et évitant toute pénétration de l'eau et tout danger de court-circuit. Le poids des isolateurs varie de 400 à 900 grammes, suivant leur modèle.

Les isolateurs sont fixés à demeure, ainsi que nous l'avons dit, sur une patte ou console en fer qui fait corps avec eux. La forme de cette pièce est variable suivant le mode d'attache qu'elle doit utiliser. C'est ainsi qu'il existe des consoles droites ou courbées en S, petites ou longues, qui se fixent aux supports soit par un écrou, soit par une griffe à scellement. Le poids de ces tiges, avec l'isolateur,

va de 1.150 grammes à 2 kgr. 800, suivant leur longueur (fig. 53 à 56).

Les conducteurs sont maintenus en place sur les isolateurs au moyen de petits câbles formés par plusieurs brins de fil à ligatures tordus ensemble. Ils

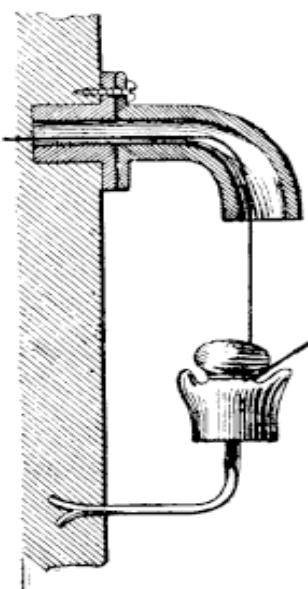


Fig. 52. — Isolateurs pour entrée de poste.

sont arrêtés à fond de 500 en 500 mètres, et sur les isolateurs intermédiaires, le fil est seulement maintenu par un collier qui l'empêche de sortir de la gorge, mais permet dans une certaine mesure un glissement longitudinal. Ils doivent être également arrêtés à fond aux traversées des voies et gares, aux points de croisement des fils téléphoniques, ainsi que sur les poteaux qui encadrent les passages à niveau et les ponts. L'arrêt se fait avec des

câbles formés de brins de fil à ligatures de 1 millimètre de diamètre de même métal que le conducteur à arrêter. Le câble contournant le champignon de la cloche est tordu avec force sur le fil de ligne, de part et d'autre de ce fil. Les colliers sont en fil de

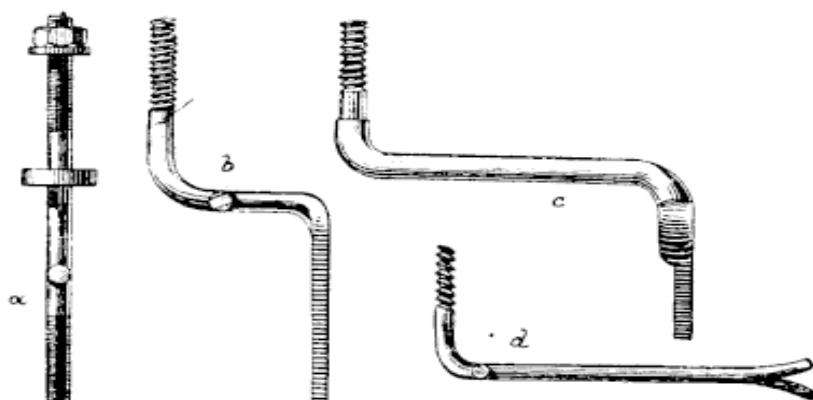


Fig. 53. Console droite. — 54. Console en S courte. — 55. Console en S longue. — 56. Tige à scellement.

3 millimètres pour les conducteurs en fer, et en fil de 2 millimètres pour ceux faits de cuivre ou de brouze.

Les isolateurs sont fixés, par l'intermédiaire des consoles, à des appuis ayant pour but de maintenir les conducteurs à une certaine hauteur au-dessus du sol. Ces appuis sont ordinairement des poteaux en bois ou en métal; quelquefois ce sont des traverses solidement scellées dans des murs et recevant les consoles.

Les poteaux dont il est fait usage pour les lignes télégraphiques françaises sont en bois de sapin

choisi aussi dense et exempt de défaut que possible. Dans le but de permettre à ces bois de résister à l'humidité du sol, aux intempéries de l'atmosphère, et d'avoir une longue durée, il est nécessaire avant de les mettre en service, de leur faire subir un traitement spécial, afin de les rendre imperméables et imputrescibles, sans quoi ils ne tarderaient pas à tomber en décomposition. Le procédé auquel on s'est arrêté depuis un demi-siècle, est celui qui a été préconisé par le docteur Boucherie, et qui consiste à injecter l'arbre peu de temps après son équarrissage, avec une solution de sulfate de cuivre d'une densité de 1100 grammes par litre. La pression nécessaire pour obliger ce liquide à circuler à travers la masse du bois est donnée par des pompes.

Le diamètre des poteaux télégraphiques est en rapport direct de leur longueur. Voici quelques chiffres à ce sujet :

| DIAMÈTRE | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------|
| Longueur. | A 1 mètre de la base. | Au sommet. |
| 15 mètres | 0 m. 27 | 42 centimètres. |
| 12 — | 0 m. 25 | id. |
| 10 — | 0 m. 22 | id. |
| 8 — | 0 m. 18 | id. |
| 6 m. 50. . . . | 0 m. 15 | 10 centimètres. |

Pour assurer la conservation des poteaux, on les badigeonne de deux couches de peinture à leur

partie supérieure, jusqu'à 10 centimètres au-dessous de la base du cône. La composition de cette peinture est la suivante : céruse 3 parties, ocre jaune 3 parties, huile de lin 3 parties, huile siccatrice et essence de térébenthine 1/2 partie de chacune. Ces

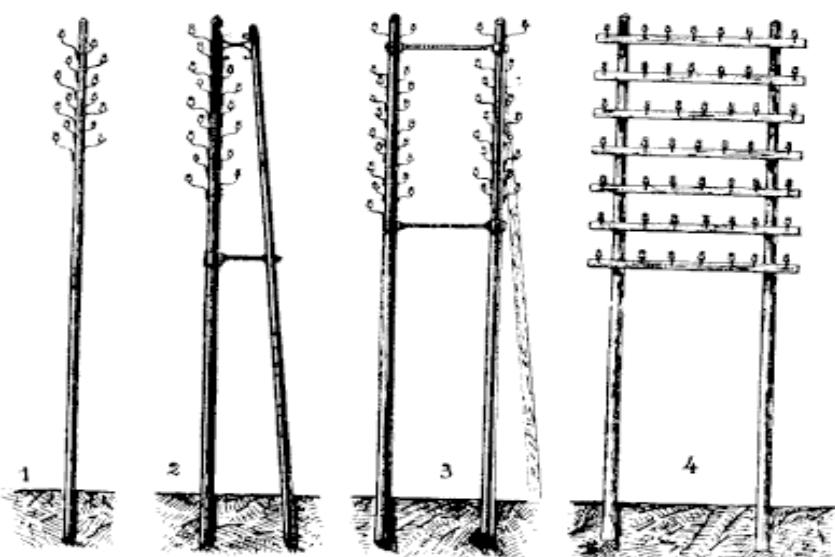


Fig. 57 à 60. — Différentes formes de poteaux.

produits sont mélangés et broyés ensemble, et la peinture est appliquée ensuite au pinceau.

Quelle que soit leur longueur, les appuis sont rangés en quatre catégories distinctes : le poteau *simple* (fig. 57), le *poteau-couple* (fig. 58) formé d'un poteau principal et d'un autre plus petit formant jambe de force, le *poteau jumelé* ou double (fig. 59) composé de deux poteaux parallèles de même longueur reliés par des entretoises, et le *poteau jumelé couple*, ou double-couple, constitué par deux

piédroits et d'une jambe de force reliée au second piédroit comme dans le poteau double couple.

Les mêmes dispositions sont appliquées pour les poteaux métalliques, qui sont ordinairement constitués par des fers à T ou à double T, ou des fers creux ou zorès. Ces derniers sont formés de deux tôles cintrées réunies par une fourrure en fers plats et associés par des boulons. Dans ces poteaux, les consoles des isolateurs sont boulonnées sur l'appui et la liaison des lignes est opérée au moyen de *boîtes de coupure* servant pour l'essai des lignes et pour les permutations nécessitées par les besoins du service.

En ce qui concerne la plantation des poteaux, la profondeur à laquelle on les enfonce dans le sol varie de 1 m. 40 à 1 m. 65 pour des poteaux de 8 mètres de haut, 1 m. 75 à 2 mètres pour les poteaux de 10 mètres, et 2 m. 50 pour les poteaux de 12 mètres. Dans le roc et les terrains durs, cette profondeur peut être notablement réduite, mais alors on consolide le pied, préalablement goudronné, avec une maçonnerie de béton ou de ciment. On peut, en outre, faire usage d'une tige à collier enveloppant le poteau et scellée dans le roc.

Les poteaux sont *armés*, c'est-à-dire garnis de leurs isolateurs avant la mise en place ; l'écartement des fils suivant la verticale est de 50 centimètres, les isolateurs sont fixés deux par deux, une

console courte en face d'une console longue et en alternant. Dans les traversées de voies, la distance verticale entre les fils est réduite et l'armement est modifié en conséquence. Quand le nombre des con-

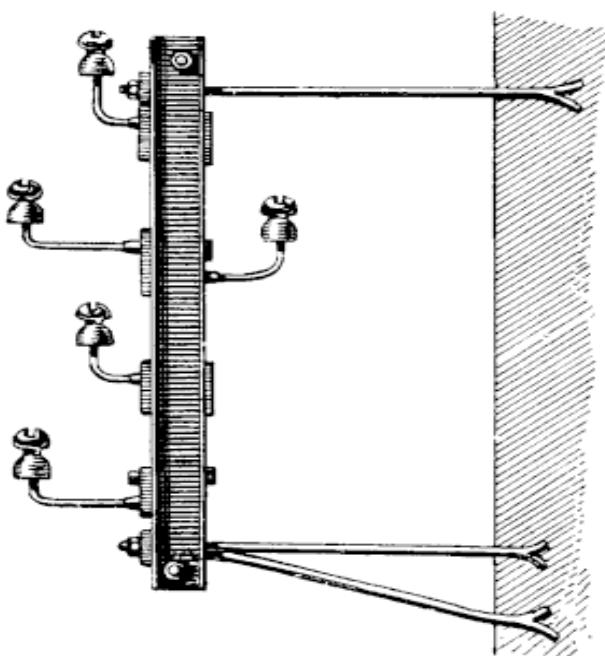


Fig. 61. — Potelet en fer André.

ducteurs est considérable, on fait usage de deux poteaux parallèles reliés par des traverses horizontales; cet assemblage est désigné sous le nom de *herse*.

Le poteau étant descendu dans la fouille ou *cheminée* pratiquée dans le sol, ce trou est ensuite fortement bourré avec les pierres qui en ont été extraites et la terre de déblai qui doit être damée par couches successives. On emploie pour opérer ce bourrage un outil appelé *fouloir* ou *presson*, grosse

barre de fer terminée à l'une de ses extrémités par une pince en pied de biche à un seul biseau fendu triangulairement et muni d'un talon comme point d'appui du levier.

Les poteaux étant mis en place à leur distance réglementaire, et suivant le trajet de la ligne projetée, on peut procéder à la mise en place des conducteurs, mais il a été nécessaire, auparavant, de déterminer l'écartement devant exister entre chaque poteau, ou portée suivant la tension que l'on veut donner au fil pour qu'il ne présente pas une courbe ou *flèche* exagérée entre deux points d'appui successifs. Cette détermination s'effectue d'après une formule très simple, qui s'exprime comme suit, en appelant f la flèche exprimée en mètres, a la portée en mètres, t la tension admise, exprimée en kilogrammes, et p le poids de un mètre de fil, en kilogrammes :

$$f = \frac{a^2 p}{8 t}, \text{ d'où } t = \frac{a^2 p}{8 f} \text{ et } a = \sqrt{\frac{8 t f}{p}}$$

Cette formule permet de déterminer soit la flèche, soit la tension, soit la portée, lorsque les trois autres quantités sont connues. La tension d'un fil ne peut être, en aucun cas, égale à sa charge de rupture, elle n'en est qu'une fraction à laquelle on donne le nom de *coefficient de sécurité*. Ce coefficient varie, dans la pratique, entre $4/3$ et $4/7$.

Les conditions générales d'installation des lignes télégraphiques sont les suivantes : elles doivent être solides, facilement accessibles de manière à ce qu'on puisse les entretenir, les réparer et ajouter de nouveaux conducteurs sans qu'on soit obligé de remanier les premiers installés ; cette dernière condition implique donc l'uniformité d'armement des appuis. La portée courante (distance d'un poteau à l'autre) a été fixée à 75 mètres et l'écartement des conducteurs entre eux à 50 centimètres. La hauteur minima au-dessus du sol du fil le plus bas doit être d'au moins 2 m. 50, la traversée des voies ferrées est opérée à 5 m. 50 au moins au-dessus du niveau des rails, et la tension des fils doit être égale à leur poids kilométrique, tension qui est mesurée sur le fil supérieur au moyen d'un dynamomètre. Les autres fils sont ensuite réglés parallèlement.

Les lignes principales comportent quatre types distincts : le premier formé de poteaux de 8 mètres, pouvant supporter 14 fils ; le deuxième formé de deux lignes simples juxtaposées et entretoisées, pouvant recevoir 28 fils ; le troisième en poteaux de 10 mètres pouvant supporter 20 fils, et la ligne double, composée de deux lignes semblables à la précédente, pouvant recevoir 40 fils. Quand la ligne doit comporter un nombre de fils supérieur à 40, on fait usage de herses.

Quand il s'agit d'installer une ligne nouvelle, on

dresse un avant-projet et l'on procède à l'étude du tracé. Le projet définitif doit comprendre les pièces suivantes :

1^o Un rapport avec plans, relevés et documents à l'appui exposant les dispositions proposées et contenant les offres pour l'exécution des travaux ;

2^o Le devis des dépenses nécessitées pour cette installation ;

3^o L'état du matériel à employer ;

4^o Les projets de marché ou de cahier des charges d'adjudication s'il y a lieu.

Le crédit ouvert à la suite de cette étude ne peut être dépassé, et le devis approuvé doit être exécuté sans changement.

Le piquetage de la nouvelle ligne effectué, on procède à la plantation des poteaux et, ceux-ci étant munis de leurs isolateurs et consoles, on met en place les fils conducteurs. Le matériel est amené à pied d'œuvre par des trains de marchandises lorsque la ligne longe une voie ferrée ou par des voitures quand elle suit une route. On déroule les couronnes de fil placées l'une après l'autre sur un tambour vertical agencé sur une civière portée par deux ouvriers. Un frein à ressort permet de régler le déroulement à volonté.

Le montage du fil s'opère par sections de 500 mètres ; l'extrémité est saisie dans une *mâchoire à tendre* (fig. 62), à l'anneau de laquelle est attaché un

palan ou un moufle dont l'autre crochet est solidement fixé à un point fixe, tel que le pied d'un poteau. Le tirage du fil supérieur se fait au dynamomètre ou au peson et il est provisoirement arrêté sur le poteau lui-même au moyen d'une mâchoire et d'un cordage. Le

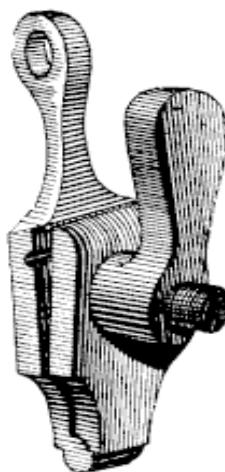


Fig. 62. — Mâchoire à tendre.

fil est placé dans la gorge de l'isolateur du côté du poteau pour qu'en cas de chute il tombe sur la console rattachant la cloche au poteau et ne s'abatte pas sur le sol. On le fixe ensuite solidement à l'aide de ligatures métalliques le reliant à l'isolateur.

Dans les villes, on supprime autant que possible les poteaux, disgracieux et encombrants et, on supporte les fils sur des potelets en fer solidement scellés dans les murs des maisons. Les conducteurs sont alors aussi rapprochés les uns des autres que la sécurité le permet, et pour éviter le bruit désagréable résult-

tant de la vibration des fils métalliques sous l'action du vent, on les munit de *sourdines* atténuant le plus possible ce bruit. Ces sourdines (fig. 63) s'exécutent sur place: on entoure de chanvre le fil de ligne sur une longueur de 30 centimètres environ, ce chanvre est ensuite recouvert d'un tube de caoutchouc fendu sur toute sa longueur, et ce caoutchouc est lui-même pro-

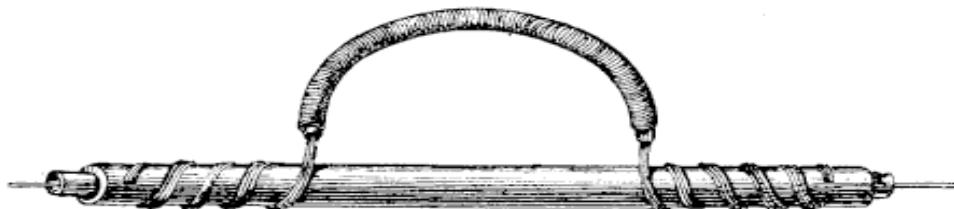


Fig. 63. — Sourdine Caël Beau.

tégé par une lame de plomb de un millimètre d'épaisseur, roulée en spirale d'un bout à l'autre du tube. Le petit câble de fil à ligatures qui doit fixer le conducteur sur le champignon de l'isolateur est enfilé dans un tube de caoutchouc recouvert par un tube de plomb. Les extrémités libres sont enroulées, de part et d'autre de l'isolateur, sur le fil de ligne ainsi armé.

Telles sont les conditions générales d'installation des lignes télégraphiques aériennes; l'entretien consiste dans la surveillance de l'intégrité des poteaux, des isolateurs et des soudures des fils. On est obligé de procéder de temps à autre à des travaux de vérification et de réfection des lignes. Le bois des poteaux, malgré le liquide conservateur dont il est im-

prégné, se désagrège et se décompose à la longue, et on est forcée de procéder à leur remplacement. Les isolateurs peuvent être brisés par la malveillance, ou recouverts de poussières formant avec l'humidité des dérivations par où s'échappe le courant, enfin la rouille peut mettre les fils hors de service et nécessiter leur remplacement. On substitue donc un fil neuf à la portée en mauvais état en procédant pour sa pose comme on le ferait pour l'installation d'une ligne nouvelle.

Lignes télégraphiques souterraines. — C'est surtout à l'intérieur des villes que l'on emploie ce genre de lignes qui nécessite des conducteurs très soigneusement isolés. Les systèmes les plus usités sont les *câbles isolés à la gutta-percha*, les *câbles Fortin-Hermann* et les *câbles sous papier*. Le nombre de conducteurs contenus dans ces câbles est 4, 3, 5 ou 7 au plus.

La composition des premiers ne diffère pas sensiblement de celle des câbles sous-marins, si ce n'est qu'ils contiennent davantage de conducteurs, et les procédés de fabrication sont à peu près les mêmes. Ces câbles, devant être déposés au fond de tranchées dans le sol, sont *armés*, c'est-à-dire entourés d'un fil de fer roulé en spirale autour du guipage. Ils sont également enfermés très souvent à l'intérieur d'un tube ou chemise de plomb.

Les câbles Fortin-Hermann ont un diélectrique de

faible capacité; chaque conducteur est enfilé dans un chapelet de petites perles en bois paraffiné qui se succèdent sans discontinuité. Tous ces conducteurs, dont le nombre varie suivant le modèle du câble, sont cordés ensemble et mis sous plomb. L'isolation kilométrique dépasse, avec ce système, 200 mégohms, la capacité, pour la même longueur, est de 0,05 microfarad, et la résistance kilométrique ne dépasse pas 13 ohms. L'épaisseur du tube de plomb est de 2 millimètres pour les câbles de 1 à 4 conducteurs et de 3 millimètres pour ceux de 5 à 14 conducteurs.

Nous devons encore citer, comme types de câbles télégraphiques de haute qualité, ceux fabriqués par MM. Berthoud et Borel de Lyon, Felten et Guilleaume de Mulheim-sur-Rhin et les câbles isolés sous papier d'après le procédé de M. Barbarat, dans lesquels le diélectrique est en réalité l'air maintenu aussi sec que possible.

Les accidents qui surviennent aux lignes, les désordres causés par les ouragans et les changements de température, enfin les inconvénients de diverses sortes que présentent les fils aériens dans l'intérieur des villes ont fait songer, dès l'origine de la télégraphie électrique, à soustraire les conducteurs à des causes de dérangements trop fréquents.

Après différents essais, qui ne furent pas toujours heureux, on s'est arrêté, en France, à deux modèles de câbles dont la conductibilité correspond à peu près à celle des fils de fer de 0 m. 004 et de 0 m. 005.

Le conducteur est formé d'un toron de cuivre rouge de sept brins, ayant chacun 0 mm. 5 ou 0 mm. 7, selon le modèle.

Le toron est recouvert de deux couches successives de gutta-percha, atteignant 4 mm. 5 et 5 mm. 1 de diamètre, avec interposition de Chatterton, composition dont la propriété est d'assurer l'adhérence de la gutta-percha et du cuivre.

Il existe des câbles à 3, 4, 6 et 7 conducteurs.

Les câbles n'auraient qu'une faible durée s'ils reposaient directement dans le sol. Pour les préserver de l'action délétère de l'humidité et des émanations du gaz on les enferme, suivant le cas, dans des tuyaux en fonte ou dans des tubes en plomb.

Les tuyaux en fonte, de 0 m. 008 d'épaisseur, semblables à ceux des conduites d'eau, à emboîtement, sont destinés à garantir les lignes établies en tranchée. Leur diamètre intérieur varie suivant le nombre de câbles qu'ils doivent contenir. Les bouts de tuyaux, d'une longueur de 2 m. 50 à 3 mètres, sont raccordés par des joints en plomb, matés à froid.

La profondeur des tranchées est de 1 m. 20.

De distance en distance, des tuyaux d'un calibre plus fort et formant manchons sont disposés pour servir de regards et repérés avec soin. Des chambres spéciales en fonte, dites *de raccordement* ou *de soudure*, ayant 0 m. 55 de diamètre sur 0 m. 35 de hauteur, sont également interposées dans la ligne. Les bouts de câble, d'une longueur de 500 mètres (400 pour l'intérieur de Paris), sont tirés et amenés dans les tuyaux au moyen de cordes introduites à l'avance, puis soudés au point où se trouve la chambre, avec toutes les précautions nécessaires pour assurer une bonne conductibilité et un isolement parfait. L'étanchéité de la conduite est vérifiée en y comprimant de l'air avec une pompe, les manchons sont matés à froid et, enfin, la tranchée est comblée.

En cas de dérangement les manchons seraient découverts, descellés, puis remis en place après réparations de la ligne.

Les câbles destinés à être placés en égout, à Paris et dans les grandes villes, sont préalablement introduits dans des tubes en plomb de 0 mm. 25 d'épaisseur ; ceux-ci sont ensuite tassés dans une filière en bois. Ils sont suspendus contre les

parois des voûtes au moyen de crochets en fer galvanisés, scellés dans la maçonnerie et espacés de 1 mètre.

Le raccordement des conducteurs souterrains avec les lignes aériennes se fait au moyen de guérites ou de poteaux creux.

Il existe deux sortes de lignes souterraines : celles *en galerie* et celles *en tranchée*. Les premières sont



Fig. 64, 65 et 66. — Pose des câbles souterrains dans les égouts.

les plus économiques, car elles s'installent dans les égouts existant dans toutes les grandes villes. Les câbles sous plomb sont soutenus de mètre en mètre par des supports en fer scellés dans la maçonnerie ou par des crampons enfoncés dans la muraille (fig. 64 et 65). Dans les catacombes de Paris, les boîtes qui protègent les câbles sur certains points sont en zinc et soutenues par des équerres scellées.

Pour le déroulement et le tirage du câble, la bobine est disposée à côté de la bouche d'égout située vers le milieu de la section à développer, dont la longueur est de 400 mètres ordinairement. La bobine est disposée sur un châssis en fer garni d'un axe. On déroule d'abord 200 mètres de câble dans une direction, et ensuite le reste dans la direction

opposée en formant une boucle de 100 mètres de longueur que l'on dédouble ensuite. Une équipe de 20 ouvriers peut poser en une journée de 1500 à 2000 mètres de câble à 7 conducteurs.

Les lignes en tranchée sont établies à l'aide de câbles simplement guipés qui, alors, sont enfermés dans des conduites en fonte, ou bien alors elles sont faites en câbles armés que l'on dépose au fond du caniveau que l'on referme ensuite. Dans le premier cas, on procède au tirage du câble à l'aide d'un fil de fer que l'on engage d'abord dans la ligne des tuyaux. On assemble ensuite ceux-ci les uns à la suite des autres en faisant un joint de plomb fondu à chaque jonction. On vérifie l'étanchéité des joints à l'air comprimé, et aux points de raccordement des lignes ou de soudure des câbles secondaires on place des *chambres de raccordement*, sortes de marmites en fonte de 55 centimètres de diamètres sur 30 de hauteur. Leur couvercle est boulonné et le joint est rendu étanche au moyen de mastic serbat.

Lorsqu'une bobine est entièrement déroulée, on continue la pose avec une autre et les extrémités des conducteurs de chacun des câbles sont soudées avec soin, puis les soudures recouvertes de gutta, et enfermées à l'intérieur d'un manchon.

Telles sont les diverses manipulations que nécessite l'installation des lignes de transport du courant électrique, et que nous n'avons fait qu'indiquer som-

mairement, pour arriver plus vite à la partie pratique de la télégraphie, et dont nous n'avons encore pu nous occuper jusqu'à présent.

CHAPITRE VII

Pratique de la télégraphie électrique.

L'expédition et la réception des dépêches exige une grande habitude de la part des employés chargés du service des télégraphes, aussi est-il nécessaire que ceux-ci fassent au préalable un apprentissage d'une certaine durée pour acquérir la dextérité indispensable dans la manipulation et l'habitude des appareils servant à la réception des signaux. Nous donnerons donc, dans ce chapitre, quelques indications sommaires sur l'usage pratique des principaux systèmes de télégraphes décrits dans les pages qui précèdent.

Appareil à cadran. — Dans la position de repos, la manivelle du manipulateur et l'aiguille du récepteur sont arrêtées sur la croix. La manipulation consiste à tourner régulièrement la manette, de gauche à droite, en l'arrêtant une fraction de temps devant la case contenant la lettre à transmettre, pour revenir à chaque fois à la case de repos, en terminant le tour complet du cadran. Pour appeler

le correspondant (ce qui s'appelle *attaquer*), on sonne, et plaçant le commutateur sur le plot « ligne », on fait plusieurs tours complets avec la manette, en s'arrêtant chaque fois pendant quelques secondes sur la croix. Le correspondant répond en agissant de la même façon, et la transmission peut commencer en suivant la règle inflexible de tourner la manette toujours dans le même sens, jamais en rétrogradant, même en cas d'erreur, et en séparant chaque mot du suivant par deux tours de manivelle complets avec, chaque fois, arrêt sur la croix. De même après le mot terminant la dépêche.

En cas d'erreur dans la transmission, on fait trois ou quatre tours sans arrêt devant la croix et on recommence le mot mal transmis. Si le correspondant ne comprend pas ce qui lui parvient, il coupe l'envoi en manœuvrant la manette de son manipulateur. Les aiguilles des récepteurs sont ramenées sur la croix ainsi que les manettes des deux manipulateurs, le télégraphiste qui n'a pas pu lire répète le dernier mot compris en le faisant suivre du signal Rz (répétez). La transmission, à partir de ce moment, reprend suivant les règles habituelles.

Les abréviations de services, avec l'appareil à cadran, sont les suivantes :

ATT. Attente.

Pz. Invitation à transmettre. Parlez.

Rz. Répétez. Erreur dans la transmission.

CR.V. Comment recevez-vous?

BC. Réception. C'est compris.

Z. Finale d'une communication.

Tz. Tournez.

Appareil Morse. — Les principes du système Morse reposent sur l'emploi d'une combinaison de points et de lignes formés, ainsi que nous l'avons déjà expliqué, par la manœuvre de l'interrupteur ou *clé Morse* à la station de départ, et imprimés à l'arrivée sur la bande de papier sans fin, déroulée par le mouvement d'horlogerie du récepteur. Ces signaux composent une série de combinaisons qui correspondent chacune à une lettre déterminée de l'alphabet. Voici d'abord quelles sont ces combinaisons et leur traduction.

| | | | |
|----|-----------|---|---------|
| a | • — | m | — — |
| b | — • • • | n | — • |
| c | — • — • | o | — — — |
| ch | — — — — | p | • — — • |
| d | — • • | q | — — • — |
| e | • | r | • — • |
| é | • • — • • | s | • • • |
| f | • • — • | t | — |
| g | — — • | u | • • — |
| h | • • • • | v | • • • — |
| i | • • | w | • — — |
| j | • — — — | x | — • • — |
| k | — • — | y | — • — — |
| l | • — • • | z | — — • • |

Les chiffres sont représentés par les signaux suivants :

| | | | |
|----------------------------------|-----------|---|-----------|
| 1 | • — — — — | 6 | — • • • • |
| 2 | • • — — — | 7 | — — • • • |
| 3 | • • • — — | 8 | — — — • • |
| 4 | • • • • — | 9 | — — — — • |
| 5 | • • • • • | 0 | — — — — — |
| barre de fraction — — — — — • | | | |

Les signes de ponctuation sont :

| | |
|--|---------------|
| Point (.)..... | • • • • • |
| Point et virgule (;)..... | — • — • — • |
| Guillemets (« »)..... | • — • • — • |
| Deux points (:)..... | — — — • • • |
| Point d'interrogation, demande de répétition (?)..... | • • — — • • |
| Point d'exclamation (!)..... | — — • • — — |
| Apostrophe (')..... | • — — — — • |
| Trait d'union (-)..... | — • • • • — |
| A la ligne..... | • — • — • • |
| Souligné (se transmet, comme les autres signes de ponctuation, avant et après le mot) .. | • • — — • — |
| Parenthèse, avant et après le mot [()]..... | — • — — — • — |

Les principales indications de service :

| | |
|--|-------------|
| Appel préliminaire de toute transmission..... | — • — • — |
| Double trait (==) séparant les diverses parties d'une dépêche (adresse, texte, signature)..... | — • • • — |
| Compris | • • — — • |
| Erreur | • • • • • • |

| | |
|-------------------------------|-------------------|
| Fin de la transmission | • — • — • |
| Attente..... | • — • • • |
| Invitation à transmettre..... | — • — |
| Réception terminée..... | • — • • — • • — • |

Si l'on considère la longueur et l'espacement de tous ces signes, on remarquera immédiatement qu'un trait égale trois points, que l'espace entre les signaux d'une même lettre est égal à un point, que l'espace entre deux lettres est égal à la longueur d'un trait et que l'espace entre deux mots est égal à cinq points.

On peut apprendre assez rapidement l'alphabet Morse en utilisant divers procédés mnémotechniques. Par exemple on peut classer les lettres suivant qu'elles sont traduites par des points seuls ou par des traits seulement, puis en ajoutant les traits, on remarquera que chaque signal lu à l'envers donne une autre série de lettres. On obtiendra donc :

| Première série Points | Deuxième série Traits |
|--------------------------|--------------------------|
| — | — |
| E • | T — |
| I • • | M — — |
| S • • • | O — — — |
| H • • • • | CH — — — — |

Troisième série

| | |
|---|---------|
| A | • — |
| U | • • — |
| V | • • • — |
| W | • — — |
| J | • — — — |
| L | • — • • |
| C | — • — • |
| Y | — • — — |

Quatrième série

| | |
|---|---------|
| N | — • |
| D | — • • |
| B | — • • • |
| G | — — • |
| ò | — — — • |
| F | • • — • |
| A | • — • — |
| Q | — — • — |

On pourrait encore classer les lettres en deux groupes seulement, suivant que le signal qui les caractérise commence par un point ou par un trait. Enfin, si l'on traduit en lettres les indications de service et la ponctuation, on verra que chaque signe correspond à un mot particulier. Exemple :

Invitation à transmettre = K.

Attente = EB ou as.

Trait d'union = Du.

Guillemets = RR ou ain.

Apostrophe = WG ou em.

Point virgule = NNN ou tente.

Souligné = Uk ou tant.

Signal de séparation = TV ou nu.

Erreur (série de points)

Point d'interrogation = Ud ou une.

Point d'exclamation = Mim ou meat.

Compris = Ve.

En procédant de cette façon, on retiendra plus facilement chaque combinaison, et c'est quand on aura bien dans la mémoire tous les signaux que l'on pourra commencer à s'appliquer à les transmettre correctement par la manœuvre du levier du manipulateur. Afin de vérifier si cette transmission est correcte, on change les connexions entre les appareils d'un poste, de manière à ce que le manipulateur actionne directement le récepteur de ce même poste au lieu d'agir sur celui du bureau correspondant. Les signaux formés avec le manipulateur s'inscriront au fur et à mesure sur la bande de papier qui se déroule sous les yeux de l'opérateur, qui apprendra ainsi en même temps à traduire, c'est-à-dire à lire les dépêches, et à expédier les divers signaux composant chaque lettre.

On s'exercera donc à former d'abord des points, en les séparant bien les uns des autres, puis des traits seuls, et quand on a dans la main le rythme de durée de ces deux mouvements, on transmet des lettres, puis des mots entiers, des indications de service diverses, en s'appliquant à manipuler le plus correctement possible, la question de rapidité étant laissée de côté au début. Le montage en local du récepteur permettra de reconnaître les défauts dans la manœuvre du manipulateur et de corriger ces défauts.

L'élève télégraphiste pourrait ainsi apprendre

seul et sans maître, mais il est préférable de travailler sous la direction d'un instructeur habile, qui saura procéder par gradation dans la succession des exercices, et passer à une nouvelle étude, quand toutes les difficultés de l'étude précédente ont été surmontées. On parviendra ainsi en peu de temps à connaître tous les secrets de la transmission, dont le doigté n'est pas plus difficile à apprendre, en définitive, que le maniement du clavier de la machine à écrire ou du piano. Il est vrai qu'il y a de piètres dactylographes et des pianistes fâcheux à entendre tapoter, mais c'est encore là affaire de pratique, d'habitude, et l'habileté vient rapidement à celui qui s'efforce de faire le lendemain mieux qu'il n'a fait la veille.

On peut apprendre, en même temps que la manipulation, la lecture des signaux *au son*, à l'aide d'appareils particuliers, les parleurs ou *sounders*. Dans ce cas, le signal est limité par un bruit sec qui indique son commencement, tandis qu'un autre bruit analogue annonce sa fin.

Dans la transmission du point, ces deux bruits se succèdent très rapidement; dans le trait, il existe entre eux un intervalle très appréciable. On peut donc distinguer par ce moyen, et avec un peu d'habitude, un point d'un trait. La lecture est encore facilitée quand on fait usage d'une variété de parleurs appelés *ronfleurs*, qui reproduisent les signaux

par un bruit continu, une sorte de ronflement, dont la durée égale celle d'une émission de courant correspondant à un point ou à un trait. L'usage de ce genre de parleur permet à l'apprenti télégraphiste de faire de rapides progrès pour la traduction des signaux et la connaissance du rythme de la transmission Morse.

L'habileté et surtout la rapidité dans l'expédition des signaux s'acquièrent peu à peu, et l'instructeur s'attache à ce que ses élèves, une fois en pleine possession de tous les éléments de ce système d'intercommunication, transmettent et traduisent correctement et sans faute des mots, puis des phrases entières. A remarquer en passant qu'il est bon, surtout au début, d'éviter la tendance que tout le monde a de vouloir deviner la fin d'un mot ou d'une phrase avant que les signaux correspondants ne soient parvenus. On pourrait commettre ainsi, en voulant agir trop vite, des erreurs involontaires de la plus haute gravité.

En même temps que l'on apprend à manœuvrer, à une allure de plus en plus accélérée, le manipulateur, et à lire les signaux au son, on doit s'exercer à lire les dépêches sur bandes et les traduire en language courant. Ce genre de travail n'est plus qu'une question d'application, lorsque l'élève reçoit correctement au son. Après que le futur télégraphiste est bien assoupli à ces différents exercices, on peut com-

mencer à le mettre en correspondance avec un poste peu éloigné, en prenant soin d'empêcher toute communication entre les deux correspondants autrement que par le fil conducteur reliant les appareils.

Tels sont les règles à suivre pour la pratique de la télégraphie, la transmission et la réception des signaux au moyen du système Morse. Nous avons indiqué les points principaux qu'il convient de ne pas perdre de vue dans les débuts de l'étude pratique de ce procédé de communication, et la manière de procéder pour se servir de ce langage conventionnel, dont la connaissance est essentielle pour tous les télégraphistes. En effet, la télégraphie militaire, la télégraphie optique, la télégraphie sans fil par ondes hertziennes emploient ce langage pour la formation des signaux, transmis ensuite par l'un ou l'autre de ces moyens de correspondance. Il est donc indispensable de bien les connaître et de savoir les diverses combinaisons auxquelles ce système donne naissance, afin de les utiliser le cas échéant.

Pratique de l'appareil imprimeur de Hughes.— Nous n'avons pas à revenir sur l'agencement de cet appareil, qui a été décrit en détail dans les chapitres précédents, et nous n'avons qu'à dire un mot du réglage qu'il nécessite pour obtenir le synchronisme parfait nécessaire au bon fonctionnement.

Les deux appareils en communication étant en marche à des vitesses différentes, il serait impossible

à l'un des correspondants de prévenir l'autre qu'il désire régler son appareil pour rétablir le synchronisme dérangé, si l'on n'avait recours à un artifice acoustique quelconque. On conçoit, en effet, que toute autre indication arriverait dénaturée sur la bande du correspondant, et c'est pourquoi on s'est arrêté à une combinaison de trois signes, répétée à chaque tour de chariot, et qui produit une cadence rythmée que l'oreille perçoit aisément, quels que soient les signes qui s'impriment sur la bande. La combinaison de la touche *blanc des lettres* avec les touches I et TI, est celle qui est généralement admise, cependant le résultat cherché serait tout aussi bien obtenu avec d'autres touches ayant le même écartement sur le clavier. Le but à atteindre est de faire comprendre à son correspondant que l'on désire régler l'appareil, et l'oreille seule peut fournir ce résultat.

Lorsque celui-ci a compris ce signal, il abaisse une seule touche de son clavier, ordinairement la touche *blanc des lettres*, jusqu'à ce que le réglage soit terminé, ce dont il est avisé ensuite par la réception de plusieurs signaux successifs.

Sans entrer dans le détail des moyens mécaniques mis en œuvre dans l'appareil Hughes pour rétablir le synchronisme détruit par une cause quelconque, rappelons seulement que les roues des types des deux appareils en correspondance tournent à la

même vitesse à 1/36 de circonférence près, erreur que rectifie automatiquement la came correctrice. La roue à régler peut tourner plus vite ou moins vite que la roue correspondante de l'autre poste, et l'on comprend qu'en accumulant les erreurs jusqu'à ce que l'on arrive à apprécier exactement leur importance, on puisse ensuite les annuler d'un seul coup en modifiant la vitesse de la roue à régler, ce qui s'obtient en agissant sur le régulateur. Quand, à chaque tour de chariot, on obtient l'impression d'un signal quelconque, mais toujours le même, c'est que l'appareil est réglé et le synchronisme obtenu. Avec un peu d'habitude on arrive rapidement à corriger les erreurs et maintenir la concordance nécessaire entre les postes.

La manipulation, dans l'appareil Hughes, nécessite toujours une certaine cadence résultant du passage du chariot au-dessous des goujons correspondant aux touches abaissées. Elle commence toujours par l'abaissement de la touche blanc des lettres, et l'on doit s'efforcer de transmettre par tour de chariot le plus grand nombre possible de signaux, non seulement pour utiliser au mieux la vitesse de rotation de la roue des types, mais aussi pour assurer la régularité de la marche, la correction s'opérant à chaque émission de courant et seulement à ce moment, de sorte que, plus les signaux sont espacés, et plus les erreurs de synchronisme s'accumulent et deviennent

difficiles à rectifier. Toutefois, on ne saurait dépasser une certaine vitesse d'expédition, le fonctionnement mécanique de l'appareil s'y opposant. Il faut, en effet, pour qu'un signal puisse succéder à un autre, que l'axe d'impression ait exécuté une révolution complète et que le chariot ait parcouru quatre divisions de la boîte des goujons. Ce n'est donc que la cinquième touche qui peut être utilement abaissée après la première, dans le même tour de chariot, et tous les caractères, de 5 en 5, peuvent être imprimés pendant ce même tour. On peut donc, comme M. Borel, ingénieur les télégraphes, l'a dit avant nous, résumer ce qui précède par les considérations suivantes :

« En supposant la ligne et l'appareil en bon état, celui-ci fonctionnera d'autant plus régulièrement que l'on fera, dans un temps donné, un plus grand nombre de combinaisons, car les erreurs de vitesse étant corrigées à des intervalles très rapprochés, restent toujours aussi petites que possible, la came de correction subit moins de frottement, et la tendance au déraillement (impossibilité de la correction automatique) est réduite au minimum. »

L'apprentissage de l'appareil Hughes, s'effectue sur un télégraphe de ce genre dépourvu de communication électrique et dont la vitesse ne dépasse pas 100 tours par minute. On s'applique d'abord à bien saisir et s'assimiler la cadence de rotation du chariot

en reproduisant le blanc des lettres à chaque tour. En même temps, on s'habitue à remonter le poids tenseur sans interrompre la manipulation. Ensuite, on s'exerce à expédier le signal d'appel (blanc N), puis les signaux par lesquels on devra constamment par la suite avoir recours pour demander le réglage, enfin on étudie les diverses combinaisons du blanc avec une lettre quelconque, puis avec deux, trois ou quatre lettres, et le passage des lettres aux chiffres et réciproquement. On arrive ainsi à se mettre dans les doigts les combinaisons usuelles de signaux les plus compliquées telles que *soir*, *maintenant*, etc. Lorsqu'on sera parvenu à posséder suffisamment le maniement du clavier pour pouvoir transmettre des phrases entières, on s'habituerà à lire un texte écrit en le transmettant et en ne jetant que de temps à autre un regard sur l'appareil. On augmente peu à peu la vitesse de rotation du chariot et on la porte jusqu'à 120 ou 130 tours par minute. C'est alors que l'on peut commencer à travailler en ligne et échanger des dépêches avec un poste correspondant, en se conformant, pour le réglage du synchronisme, aux indications données un peu plus haut. Les signaux pour le service sont les suivants :

Pour appeler un poste ou lui répondre : *Répéter plusieurs fois blanc N.*

Pour régler le synchronisme et obtenir la répétition

tion prolongée du même signe : *Répéter plusieurs fois blanc I. T.*

Pour le réglage de l'aimantation : *Répéter, autant de fois qu'il est nécessaire, blanc I. N. T.*

Pour donner attente : *Signal ATT, avec la durée de l'attente.*

Indication d'une erreur : *NNN, sans signe de ponctuation.*

Indication de la fin de la transmission : *Envoyer le signe +.*

Appareil Baudot. — La manipulation s'effectue, ainsi que nous l'avons expliqué, avec un appareil à cinq touches maintenues abaissées par l'attraction d'un électro-aimant accrocheur, jusqu'à ce que le signal formé ait été expédié, ce qui libère les touches et permet de préparer un autre signal.

Il est donc nécessaire de connaître par cœur ces divers signaux, et c'est pourquoi il faut d'abord apprendre le tableau de manipulation système Baudot avant de manœuvrer les touches du clavier transmetteur. Voici donc l'ensemble de ces signaux avec leur traduction et leur formation.

Nous avons expliqué dans un précédent chapitre le fonctionnement du manipulateur Baudot et décrit la disposition donnée à son mécanisme. Nous n'y reviendrons ici que pour indiquer la manière de l'utiliser. Remarquons d'abord, que, d'après ce tableau, suivant que l'on envoie telle ou telle lettre

ou signe, un, deux, trois, quatre ou cinq touches sont nécessaires. Ainsi A, E et Y ne demandent qu'un seul doigt ; B, S, G, F, I, J, X nécessitent deux doigts ; D, L, N, P, V, quatre, et P cinq doigts.

Les doigts appuyés sur les touches pour former un signal doivent rester dans cette position pendant tout le temps que dure le passage des balais sur les contacts du distributeur correspondant à ces touches. Si celui qui manipule relevait ses doigts trop tôt, il en résulterait presque toujours que les touches 3, 4, 5 n'enverraient pas leur courant de travail sur la ligne, et c'est pour éviter ce fait que ces touches sont pourvues d'armatures les maintenant abaissées le temps voulu, jusqu'à ce que cesse l'attraction des électros accrocheurs. Les lettres de chaque mot se transmettent les unes après les autres, et chaque mot est séparé du suivant par un espace blanc. La touche 4, abaissée par l'index de la main gauche, produit dans le récepteur correspondant le même effet que la touche dite *blanc des chiffres* de l'appareil Hughes ; l'abaissement de la touche 5, par le médius de la main gauche, donne le même effet que la touche *blanc des lettres* du même système.

Tableau des signaux Baudot.

| Série de lettres | Série de chiffres | Main gauche | | | Main droite | | | Combinations transmises |
|-------------------|--------------------|-------------|-------|-------|-------------|------------|---|-------------------------|
| | | Médius | Index | Index | Médius | An-nulaire | | |
| | | 5 | 4 | 1 | 2 | 3 | | |
| A | 1 | | | | | | + | |
| B | 8 | | | | | | - | |
| C | 9 | | | | | | + | |
| D | 0 | | | | | | - | |
| E | & | | | | | | + | |
| F | 2 | | | | | | - | |
| G | 7 | | | | | | + | |
| H | 8 | | | | | | - | |
| I | 9 | | | | | | + | |
| J | 6 | | | | | | - | |
| K | (| | | | | | + | |
| L |) | | | | | | - | |
| M | N° | | | | | | + | |
| N | 5 | | | | | | - | |
| O | % | | | | | | + | |
| P | / | | | | | | - | |
| Q | \ | | | | | | + | |
| R | : | | | | | | - | |
| S | ! | | | | | | + | |
| T | , | | | | | | - | |
| U | 4 | | | | | | + | |
| V | , | | | | | | - | |
| W | ? | | | | | | + | |
| X | : | | | | | | - | |
| Y | 3 | | | | | | + | |
| Z | : | | | | | | - | |
| t | . | | | | | | + | |
| ø | ø | | | | | | - | |
| Blanc des lettres | Blanc des chiffres | × | XXX | XXXX | XXXXX | XXXXXX | + | |
| | | XX | | | | | - | |

L'abaissement simultané des touches 4 et 5 signifie « erreur ». Les voyelles se font avec la main droite seule : A, touche 4 ; E, touche 2 ; Y, touche 3 ; É, 4, 2 ; I, 2, 3 ; O, 4, 2, 3 ; U, 4 et 3. Les 21 consonnes sont divisées en trois groupes : B C D F G H J ; K L M N P Q R ; S T V W X Z, et la combinaison reproduisant chacune d'elles nécessite les deux mains : elle se compose de la combinaison propre à l'une des voyelles, à laquelle vient s'ajouter l'action de la main gauche, savoir abaissement de la touche 4 pour le premier groupe, des touches 4 et 5 pour le deuxième de la touche 5 pour le troisième groupe.

Connaissant ainsi l'agencement du signal, on apprend à transmettre les consonnes en leur associant la voyelle qui leur sert de base, comme, par exemple :

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| By | Cu | Do | Fi | Ge | Hé | Sa |
| Ry | Qu | Po | Ni | Me | Lé | Ka |
| Sy | Tu | Vo | Wi | Xe | Zé | Ta |

Il suffit, pour cela, de transmettre la voyelle de la main droite, en lui adjoignant la main gauche correspondant au groupe auquel appartient la consonne.

La transmission des signaux s'opère suivant la cadence indiquée par le *frappeur de cadence*, appareil automatique adjoint au manipulateur. Cet instrument, en service courant, frappe 160 à 180 coups par minute, ce qui permet de transmettre le même

nombre de signaux. L'index, le médius et l'annulaire de la main droite de l'opérateur commandent les trois touches de droite; l'index et le médius de la main gauche actionnent les deux touches de gauche. On appuie sur les touches voulues suivant le signal à former au moment même où le frappeur de cadence se fait entendre, et la pression doit se prolonger le plus longtemps possible dans l'intervalle séparant deux coups successifs; on peut même se dispenser de relever les doigts dont l'abaissement doit être utilisé pour la combinaison du signal suivant.

Telles sont les conditions fondamentales de la manœuvre du manipulateur Baudot; on voit qu'elles n'ont rien de particulièrement difficile à observer, aussi peut-on parvenir rapidement à une grande habileté dans la formation des combinaisons et les transmissions des signaux avec ce système.

CHAPITRE VIII

Installation et entretien des postes télégraphiques.

Installation de postes avec appareil à cadran ou Morse. — En théorie générale, rien n'est plus simple à concevoir qu'une communication électrique entre deux points donnés. Il suffit de réunir par un fil conducteur le pôle positif de la pile d'un poste au récepteur du poste correspondant, l'autre pôle de la pile étant mis en rapport avec la masse terrestre jouant le rôle de conducteur de retour. Le manipulateur ou émetteur de courant est intercalé sur le fil partant de la pile ; il intercepte le courant partant de celle-ci ou le laisse passer, suivant qu'on le manœuvre pour fermer ou ouvrir le circuit.

Mais pour qu'il puisse y avoir réciprocité dans l'échange des correspondances échangées dans les deux sens, il faut que chaque poste puisse mettre à volonté la ligne télégraphique en relation avec sa pile ou son récepteur ; cette permutation est obtenue à l'aide du manipulateur. Celui-ci a donc trois bornes d'attache, l'une pour le fil de ligne, l'autre pour le

fil de pile, la troisième pour le fil allant au récepteur qui, lui, possède deux bornes, l'une pour le contact avec la terre, l'autre pour le fil le reliant au manipulateur. Le fonctionnement s'opère donc de la façon suivante entre deux postes A et B.

A transmet. Le courant de la pile de A se rend au manipulateur, passe du levier à la ligne, arrive au récepteur de B qui répète les signaux.

A reçoit. Le courant de la pile du poste B traverse le levier du manipulateur de ce poste, passe de là dans la ligne, et arrive au manipulateur alors immobile du poste A qu'il traverse pour se rendre directement au récepteur qu'il actionne. Le circuit se trouve fermé par les contacts à la terre, d'une part avec le récepteur, d'autre part avec le pôle libre de chaque pile.

Pour les diverses connexions à l'intérieur d'un poste, on fait usage de fils de cuivre nu de 2 millimètres de diamètre maintenus par des *cavaliers* en fer galvanisé, ou, mieux, de fils bien isolés par un revêtement de gutta et un guipage de coton. Pour les *prises de terre*, il est d'usage d'employer un toron de fils dont la conductibilité soit au moins égale à celle de l'ensemble de tous les fils de ligne qui aboutissent au bureau télégraphique. Il faut veiller à ce que ce toron soit bien soudé à tous ses raccords et qu'il communique avec le sol par une plaque de fer galvanisé à large surface, variable suivant l'importance du

bureau, et plongeant dans un puits (non dans une citerne), dans une nappe ou un cours d'eau intarissable. On peut utiliser, le cas échéant, des conduites

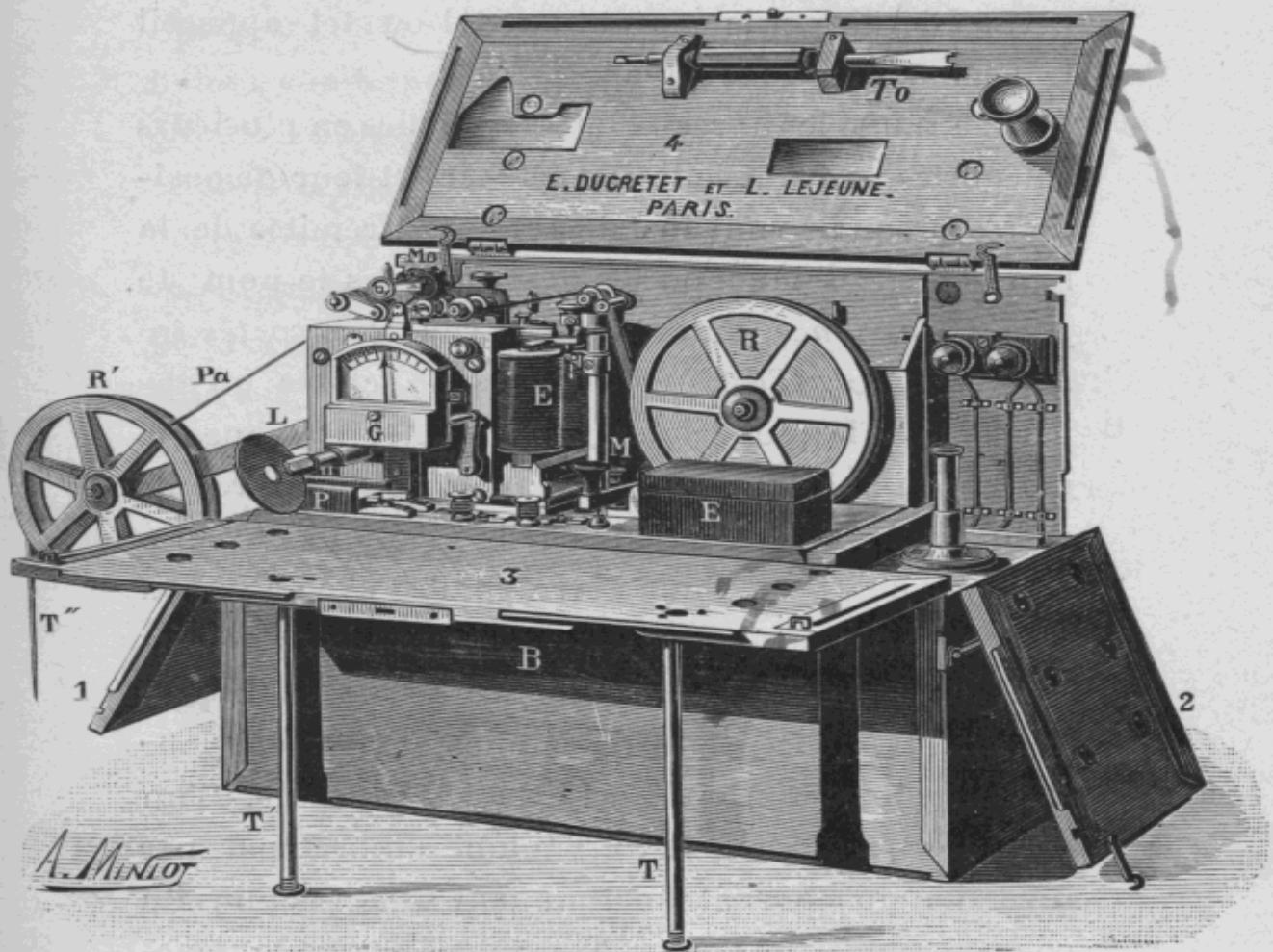


Fig. 67. — Ensemble d'un poste télégraphique portatif, de Ducretet d'eau dont les tuyaux sont en fonte ou en fer avec joints métalliques, et rejeter les canalisations de gaz et autres. Les tils de terre doivent même être disposés le plus loin possible des conduites de gaz en plomb.

A son entrée dans le poste, le fil de ligne se rend d'abord aux bornes de l'appareil de sécurité appelé *parafoudre* ou paratonnerre, et de là au galvanomètre puis au commutateur bavarois ou rond, qui permet de diriger le courant sur tel ou tel appareil transmetteur ou récepteur.

On a rangé les bureaux télégraphiques en plusieurs catégories, suivant leur importance et leur disposition. Lorsqu'ils sont installés aux extrémités de la ligne télégraphique, on les désigne sous le nom de *postes extrêmes*, autrement, ils sont dits *postes intermédiaires*. C'est à cette deuxième classe qu'appartiennent la plupart des bureaux télégraphiques de moyenne importance, les *postes municipaux*, réunis ordinairement deux à deux sur le même fil et reliés au poste de l'Etat. Pour correspondre avec l'un ou l'autre de ces postes, en laissant l'autre hors de circuit, le poste de l'Etat peut mettre à volonté le pôle négatif ou le pôle positif de sa pile à la terre, pour travailler avec l'un ou l'autre de ces courants. L'un des bureaux municipaux est muni d'un appel par inversion de courant fonctionnant sous l'action du courant positif, et l'autre d'un appel analogue fonctionnant sous l'action du courant négatif. Suivant donc que l'on mettra à la terre, au poste de l'Etat, le pôle positif ou le pôle négatif de la pile, ce sera l'un ou l'autre de ces appels qui sera impressionné et qui fonctionnera.

Il existe des modèles de *postes télégraphiques municipaux* complets, renfermés dans une boîte contenant tous les appareils transmetteurs, récepteurs et accessoires avec leurs connexions à demeure. Ces postes sont ordinairement complétés par une bobine additionnelle de résistance, intercalée dans le circuit, et ayant pour but d'augmenter s'il est nécessaire la résistance électrique de la ligne. Il est nécessaire, en effet, pour que les communications soient parfaites entre les trois postes reliés ensemble, que les sections des deux lignes municipales présentent des résistances électriques égales entre elles et égales aussi à la branche commune qui les réunit au bureau de l'Etat. On arrive à équilibrer les différences pouvant exister entre l'une ou l'autre de ces sections par l'adjonction de la bobine sus-indiquée, dont la résistance électrique peut varier entre 20 et 1000 ohms, et dépend de l'importance de la différence à combler. Le calcul permet de déterminer, dans chaque circonstance, le nombre d'ohms de résistance que doit présenter la bobine pour que l'équilibre soit atteint.

Les postes intermédiaires peuvent être installés de différentes façons. Ils peuvent être montés *en dérivation* sur la ligne principale, et restent ainsi indépendants, ou bien en série ou *embrochés*, et alors ils se commandent tous les uns les autres, et le courant pour parvenir aux derniers appareils de la ligne

doit traverser tous ceux qui le précèdent et qui sont intercalés à cheval sur cette ligne.

Dans les grands bureaux télégraphiques, l'installation intérieure est forcément plus compliquée, en

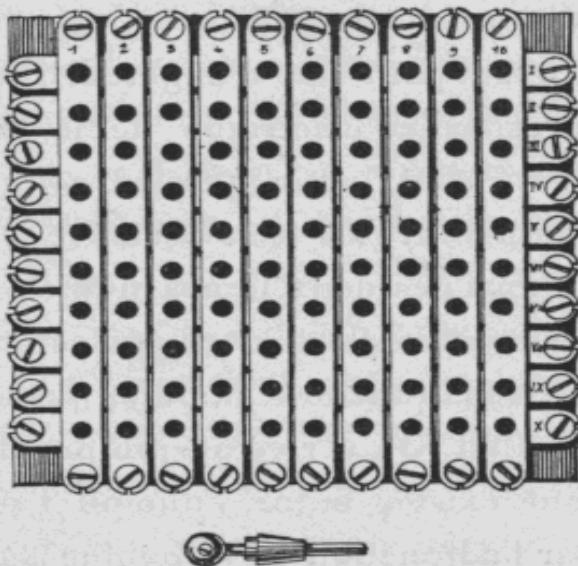


Fig. 68. — Commutateur suisse.

raison du grand nombre de lignes qui viennent s'y rassembler ou s'y raccorder, et l'on est dans l'usage d'employer, pour les connexions entre les lignes, non plus des commutateurs multiples tels que le *commutateur suisse* (fig. 68), mais des *tableaux-annonciateurs*, dont les modèles de Mandroux entre autres, pour lignes simples ou bifurquées, sont les plus connus. La chute d'un volet métallique, qui démasque un numéro, indique que la ligne qui a envoyé ce signal désire communiquer, et l'on établit une connexion provisoire entre cette ligne et le récepteur ou le relais

translateur, jusqu'à ce que l'annonciateur de fin de transmission ait fonctionné à son tour et indiqué que la communication est terminée. Les connexions entre les appareils télégraphiques et les nombreux plots du tableau, s'opèrent avec des câbles souples, soigneusement isolés, et munis de fiches ou broches métalliques s'enfonçant dans les trous où se fait le contact électrique.

Dans toutes ces installations, les communications télégraphiques ne s'effectuent que dans un seul sens, c'est-à-dire que, pour qu'un poste puisse recevoir, il faut qu'il cesse de transmettre, ou inversement. Chaque poste correspondant travaille successivement. Il peut travailler simultanément, transmettre et recevoir en même temps à la condition que les appareils soient montés en *duplex*, ce qui s'obtient par divers artifices, dont deux entre autres sont en usage en France : la méthode *différentielle* et celle de Wheatstone consistant, en principe, à intercaler dans une dérivation parcourue par le courant, une résistance artificielle et un condensateur représentant la capacité de la ligne (fig. 69). Le réglage est obtenu à l'aide du galvanomètre, en manœuvrant le curseur du rhéostat, et, en définitive, on arrive à ce que l'armature du récepteur reste insensible à l'action du courant de départ émanant de la pile du poste, tandis qu'elle obéit à l'action du courant d'arrivée provenant de la pile du poste correspondant.

Mais ce genre d'installation, qui comporte un grand nombre d'appareils accessoires et délicats, tend à être de plus en plus abandonné, surtout pour les lignes nouvelles, et on leur préfère les systèmes multiples,

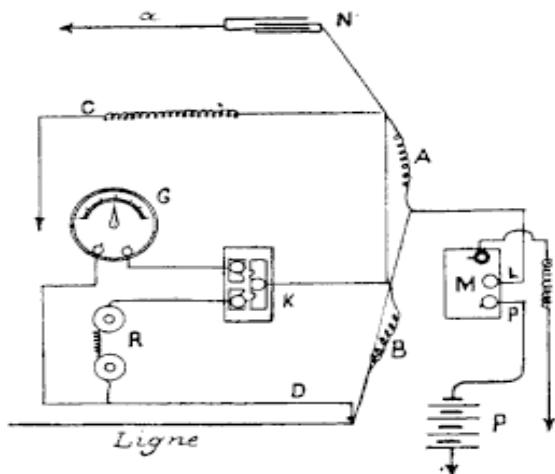


Fig. 69.

à très grand rendement, tels que le Baudot, qui leur est d'ailleurs préférable pour plusieurs raisons.

Nous reproduirons ici, pour résumer ce qui précède, une partie des instructions de l'Administration des Télégraphes concernant les règles d'exploitation des différents postes :

Le montage des fils extérieurs s'exécute de la manière suivante :

1^o *Lignes.* — Les fils venant de la rosace doivent, avant d'arriver au tableau, être reliés à des parafoudres groupés sur un panneau, ou à un tableau spécial comportant 12 coupe-circuits à fil fusible. De là ils sont dirigés aux bornes des lignes en haut du tableau.

2^o *Piles.* — Pour les lignes ordinaires, bifurquées ou non,

on a avantage à établir des piles communes, groupées suivant le mode de montage en cascade (échelle d'Amsterdam). Pour les lignes bifurquées, on groupera sur une pile positive tous les blocs positifs des conjoncteurs, et sur une pile négative tous les blocs négatifs de ces mêmes conjoncteurs.

Appareils de transmission et accessoires. — Les fils recouverts reliant la table de manipulation aux sonneries d'appel et à la terre sont, comme les fils de ligne, attachés aux bornes supérieures du tableau. Il est nécessaire d'observer pour leur pose les mêmes précautions que pour celle des fils de lignes. Un commutateur spécial, disposé en un point quelconque du bureau, donne à volonté la sonnerie de jour et de nuit ; le bloc central de ce commutateur est relié par un fil aux bornes du tableau. Tous ces organes étant fixés sur les tableaux, les tables de manipulation ne supportent plus que les appareils de transmission, de réception et de contrôle, c'est-à-dire les manipulateurs, les récepteurs et les galvanomètres.

Dans les bureaux importants, et afin de simplifier le service du dirigeur, celui-ci est relié à tous les appareils du bureau par un réseau local qui comprend : 1^e des boutons d'appel installés près de chaque appareil et communiquant avec des annonceurs spéciaux groupés près du dirigeur ; 2^e des clés placées auprès du dirigeur et le mettant en relation avec chacun des appareils. Il peut donc communiquer à volonté avec tous les commis suivant les besoins du service, pour l'envoi et la réception des dépêches, le commencement et la fin des communications.

Le tableau annonceur fournit le moyen de le relier par un fil à un appareil d'un système quelconque. Le rattachement des appareils à cadran, Morse ou Hughes, qui nécessitent l'emploi d'un seul fil de pile, n'exige aucune précaution spéciale.

Dans les cas de translation ou relais, on fait usage de deux cordons communiquant chacun avec une borne de pile et une borne de ligne du relais ; les fiches de ces cordons sont ensuite enfoncées dans les conjoncteurs correspondant aux fils qu'il s'agit de relier. Quand il existe dans le bureau des appareils embrochés, on modifie l'installation d'un ou plu-

sieurs appareils, et le jeu du tableau permet de mettre à volonté, sur les appareils modifiés, les deux sections d'un quelconque des fils embrochés. Le tableau utilisé doit être alors du modèle dit *à lignes bifurquées*, et la mise en communication nécessite, comme pour la translation, l'emploi de deux cordons et de deux conjoncteurs.

Installations avec postes de télégraphie multiple. — Tout ce que nous venons d'énumérer se rapporte, comme on a pu s'en rendre compte, aux appareils de télégraphie avec appareils simples. Avec les appareils multiples tels que le Baudot, l'installation est plus compliquée, et elle comporte, pour l'expédition et la réception des dépêches, le matériel qui va être énuméré, et qui est disposé sur des tables possédant un bâti en fer.

SoCLE-mOTEUR à POIDS, ou ÉLECTRIQUE ;

MANIPULATEUR ;

TRADUCTEUR ;

FOURCHETTES de COMMUNICATION ;

AVERTISSEUR de HUGHES ;

PÉDALE avec son CROCHET et son TAQUET d'ARRÊT (si le moteur est à POIDS) ;

MONTURE de RHÉOSTAT FIXE, avec ÉCROU et CANALISATION en TÔLE (si le moteur est ÉLECTRIQUE).

UNE TABLE de DISTRIBUTEUR DOUBLE, avec ses APPAREILS MONTÉS, comprend :

UN SOCLE-MOTEUR ÉLECTRIQUE ou à POIDS ;

UN RELAIS ;

QUATRE BOBINES pour RHÉOSTAT FIXE à ÉCROU ;

Un distributeur à 13 contacts avec ses communications :

- Un manipulateur et un récepteur Morse ;
- Un parafoudre à bobine, avec commutateur ;
- Un galvanomètre de poste ;
- Un rhéostat de champ pour le moteur électrique.

Les connexions entre ces divers appareils sont opérées à demeure à l'aide de fil de haut isolement, et les permutations sont effectuées avec des commutateurs à nombre de directions variables.

Entretien des appareils télégraphiques. — Les soins généraux consistent, d'une part, dans le maintien d'une excessive propreté de tous les organes mécaniques, et, d'autre part, dans la conservation des constantes du courant nécessaires au fonctionnement, ce qui résulte du rechargeement en temps opportun des éléments de piles, dont on doit vérifier à fréquents intervalles la tension, élément par élément.

L'entretien des piles Leclanché modèle à vase poreux consiste à maintenir l'eau à un niveau toujours le même, malgré l'évaporation, à ajouter, une fois tous les six mois, environ 50 à 60 grammes par litre, de sel ammoniac dans les vases, et surtout à éviter les efflorescences et sels grimpants, causes de courts-circuits et d'affaiblissement rapide du courant. Les piles au sulfate de cuivre de divers modèles demandent des soins analogues ; dans toutes, lorsque le

négatif est usé ou percé, il faut le remplacer par un zinc neuf, démonter et remonter entièrement l'élément défectueux et vérifier sa tension à l'aide du galvanomètre ou du voltmètre.

Les appareils transmetteurs demandent à être soigneusement débarrassés de la poussière, avec un gros pinceau. Il faut huiler leurs pivots avec de l'huile fine d'horlogerie (huile de pieds de mouton pure, n'enrassant pas), et les parties métalliques doivent être nettoyées et polies. Pour les récepteurs à cadran ou Morse, il faut qu'aucune pièce métallique extérieure ne soit graissée, pour que l'électricité ne rencontre aucune résistance anormale dans sa circulation. Les contacts platinés doivent toujours être très propres ; on les nettoie avec de l'alcool ou à sec avec de la toile émeri très fine.

Toutes les vis munies de contre-écrous ou commandées par une contre-vis ne doivent être manœuvrées que lorsque le contre-écrou ou la contre-vis ont été préalablement desserrés. Quand il est nécessaire de démonter le levier du manipulateur, il faut avoir soin d'enlever en premier lieu le ressort à boudin, or, c'est ce qu'on oublie souvent de faire, et il en résulte fréquemment le bris de cette pièce, ce qui nécessite son remplacement.

On est obligé, pendant que le récepteur travaille, de déposer de temps en temps une petite quantité d'encre oléique sur le tampon, mais quand celui-ci

est bien imbibé et en bon état, deux ou trois encrages par jour sont suffisants. De toute façon il faut éviter de déposer trop d'encre oléique sur ce tampon, dont les côtés et la monture ont besoin d'être nettoyés fréquemment.

Quand le pivot du tampon encreur se trouve encaissé, il ne peut plus tourner et la molette n'est plus encrée. Cette dernière pièce doit être également l'objet de l'attention constante du télégraphiste, qui la nettoiera à fréquents intervalles, car l'encre desséchée et la poussière augmentent le diamètre du disque denté et rendent l'impression indécise. La molette se nettoie en promenant sur sa tranche et sur ses deux faces, pendant qu'elle tourne, un morceau de papier plié en quatre ou une petite feuille de carton qui agit comme ferait la lame d'un couteau et enlève toutes les matières étrangères.

Pour éviter que les appareils reçoivent de la poussière, on les recouvre d'une toile pendant les balayages. On les époussette de temps en temps avec le pinceau plat en crin appelé *queue de morue*, et on les frotte ensuite avec une peau de chamois. En faisant tourner autour de leur pivot les volets qui garnissent les platines du récepteur, on découvre les extrémités des axes du mouvement d'horlogerie ; on essuie de temps en temps ces extrémités avec un chiffon de coton pour enlever l'huile épaisse que l'on rem-

place par une goutte d'huile fraîche ; on referme ensuite les volets.

Les tableaux, commutateurs et autres appareils accessoires doivent être visités de temps à autre, et, comme les précédents, être maintenus constamment en état de rigoureuse propreté, car c'est là une condition essentielle de bon fonctionnement. Les fils fusibles des coupe-circuits et paratonnerres sont vérifiés, tous les contacts électriques sont frottés à l'émeri fin pour présenter une surface unie et sans la moindre trace d'oxyde pouvant créer une résistance anormale au courant, enfin il n'est pas jusqu'aux supports isolateurs : cloches, oreilles, pipes d'entrée de poste, etc., qui n'aient besoin à intervalles éloignés, d'être visités. On constate alors que certains de ces isolateurs, fêlés ou endommagés pour une cause quelconque, ont besoin d'être remplacés, tandis que les autres, encore intacts, doivent être décrassés, l'humidité ambiante et les fumées industrielles ayant fini par leur communiquer la teinte de l'ébène, qui a succédé à la blancheur ivorine primitive de ces pièces.

C'est de l'observation minutieuse et constante de ces règles de propreté, et par une vérification fréquente des moindres pièces entrant dans la composition d'un circuit télégraphique, que l'on conservera

des communications toujours satisfaisantes entre les postes correspondants, et que les appareils conserveront leur fonctionnement régulier du début, jusqu'à usure complète des pièces les composant.

CHAPITRE IX

La télégraphie sous-marine. Les câbles sous-marins.

Nous avons vu, au cours des précédents chapitres, combien de difficultés de toute espèce ont dû être surmontées pour atteindre les résultats de sûreté et de rapidité que l'on constate dans les communications télégraphiques. Mais avec les lignes aériennes formées d'un fil nu supporté par une suite de poteaux munis d'isolateurs, on ne peut correspondre que de ville à ville, et pendant longtemps le problème des communications à grande distance, entre les continents séparés par une vaste étendue de mer, a été considéré comme insoluble, en raison de l'impossibilité où l'on était de recouvrir le fil conducteur d'un isolant assez parfait pour éviter toute déperdition d'électricité dans l'eau salée.

Les premiers essais furent tentés vers 1850 par un nommé Walker Breit, en utilisant, comme revêtement du fil, du chanvre et du goudron. Les résultats furent absolument négatifs au début, mais, en

tâtonnant pour reconnaître quelle pouvait être la substance convenant le mieux pour cette application, on reconnut que la gutta-percha, sorte de gomme voisine du caoutchouc, présentait toutes les conditions voulues, et, dès l'année 1851, Breit posa le premier câble télégraphique sous-marin pour le compte de la France. Ce câble devait réunir Marseille à Alger, à travers la Méditerranée, en faisant deux escales, une en Corse, l'autre en Sardaigne, mais seule la première section fut posée sans encombre, le deuxième tronçon de la ligne projetée se rompit plusieurs fois de suite, et l'entreprise fut abandonnée. Mais les Anglais ne devaient pas tarder à reprendre la suite de ces recherches, et, en perfectionnant les méthodes, à créer une industrie nouvelle de première importance: celle des grands câbles sous-marins. Aujourd'hui, les cinq sixièmes des câbles en fonctionnement appartiennent à des sociétés anglaises, et une dépêche envoyée de n'importe quel point du monde doit emprunter au moins en partie, pour parvenir en Europe, des câbles anglais.

En 1858, on fit les premières tentatives, non couronnées de succès, il est vrai, de pose du premier câble transatlantique, mais les Américains et les Anglais ne se découragèrent pas, et en 1866 le *Great-Eastern*, le plus grand navire de l'époque, parvenait à dérouler sans difficulté le fil de 5.800 kilomètres de long réu-

nissant les deux continents. De ce jour était fondée la télégraphie sous-marine à grande distance.

Nous devons dire en premier lieu ce que sont ces fils qui portent l'onde électrique d'une terre à l'autre à travers l'immensité des océans, comment on les fabrique et les met en place, avant de décrire les signaux que l'on échange par ce moyen de communication.

Les câbles destinés aux lignes télégraphiques sous-marines doivent, comme on le conçoit, présenter des qualités d'isolation et de résistance toutes particulières, à cause de la traction considérable qu'ils subissent pendant la pose et même une fois en place, ainsi qu'en raison des dangers de toute espèce qui menacent leur conservation : rupture ou usure par le frottement contre les roches, par les ancrages ou engins de pêche, les glaces flottantes, les animaux marins, tels que les tarots qui percent l'isolant, etc. C'est pourquoi ces câbles sont formés d'une *âme* en cuivre conductrice, composée d'un certain nombre de brins réunis en toron, et recouverts d'isolant et d'une armature.

L'*âme* d'un câble est calculée pour que la vitesse de transmission de l'électricité ait une valeur déterminée, vitesse que l'expérience a montré être inversement proportionnelle à la résistance du conducteur, ainsi qu'au carré de la longueur et à la capacité électrique du câble. Le calcul permet de déterminer

dans chaque cas, et comme s'il s'agissait de n'importe quelle autre distribution de courant, le poids minimum de cuivre à employer pour cette vitesse de transmission, ainsi que le poids minimum de gutta pour assurer l'isolement nécessaire et d'ailleurs imposé par le cahier des charges au fabricant.

Le procédé ordinairement employé pour recouvrir d'isolant, le toron de fils conducteurs, à 7, 9 ou 11 brins, consiste à le faire passer dans une machine analogue aux presses à macaroni, dont la tige centrale est remplacée par le toron métallique, après que l'on a appliqué sur celui-ci une couche de châterton ayant pour but d'assurer ensuite l'adhérence de la gutta avec le métal. Cette gutta est appliquée ensuite couche par couche.

Pour montrer par un exemple quelle est la composition ordinaire d'un câble, voici celle du câble français de Brest à New-York :

1 fil central en cuivre, de 3 mm. 04 de diamètre ;

12 fils de cuivre, de 4 mm. 06.

Gutta-percha, épaisseur 3 mm. 5, appliquée en trois couches ;

Poids de la gutta au mille (1.852 mètres) : 480 kilogrammes ;

Diamètre du toron de cuivre 5 mm. 6, poids par mille, 480 kilogrammes ;

Diamètre extérieur de l'âme recouverte de l'isolant, 41 mm. 5.

L'âme d'un câble une fois terminée et reconnue bonne à la suite d'une série d'essais relatifs à sa conductibilité et à son isolement, est envoyée aux usines, toujours situées au bord de la mer pour faciliter le chargement du câble terminé à bord du navire chargé de la pose. C'est là que l'on recouvre le toron de l'armature qui doit le protéger des causes de détérioration extérieures, et lui donner la résistance mécanique nécessaire pour permettre les diverses manipulations exigées par la mise en place, le relèvement en cas de réparation, etc.

Il existe plusieurs types d'armatures, variant surtout suivant la profondeur de la mer. Pour le câble de Brest-New-York ci-dessus, ces types sont les suivants :

1^o *Type mer profonde.* — L'armature comporte 24 fils de fer galvanisé, de 2 mm. 3 de diamètre pouvant résister à un effort de 120 kilogrammes par millimètre carré. Il en existe une variante comprenant 24 fils résistant à 150 kilogrammes par millimètre carré.

2^o *Type intermédiaire.* — L'armature est formée de 15 fils de 4 mm. 5 de diamètre, résistant à un effort de traction de 40 kilogrammes par millimètre carré.

3^o *Type côtier.* — Il y a deux armatures : la pre-

mière comportant 24 fils de 2 mm. 3, et la seconde de 15 fils de 6 mm. 8, tous ces fils ayant une résistance uniforme de 40 kilogrammes par millimètre carré. C'est donc un câble du type mer profonde recouvert d'une seconde armature.

4^e *Type atterrissage.* — C'est un câble garni de 24 fils à 40 kilogrammes recouvert d'une deuxième armature formée de 10 torons de 3 fils de 5 mm. 6, résistant également à 40 kilogrammes.

L'opération de la pose de l'armature se divise comme suit :

1^e Application d'une double couche de jute tanné formant matelas et empêchant toute déformation de la couche de gutta par la pression des fils de l'armature.

2^e Réunion des âmes de cuivre bout à bout et confection des joints.

3^e Revêtement par les fils de fer ou d'acier constituant l'armature proprement dite.

4^e Application d'une double couche de jute goudronné protégeant l'armature.

Et dans les cas des câbles à double armature :

5^e Mise en place de la seconde armature.

6^e Application d'une double couche de jute goudronné enduit d'une composition bitumineuse.

Enfin, pour les câbles des mers tropicales qui doivent être protégés contre l'atteinte des tarets qui perforent les enveloppes tannées ou goudronnées.

7^e Revêtement du câble par un ruban de laiton enroulé en hélice.

Ces divers revêtements de l'âme ont chacun leur raison d'être ; l'armature donne au câble la solidité indispensable pour les diverses manipulations ultérieures auxquelles il devra être soumis ; la couche de jute extérieure protège les fils métalliques contre l'action destructive de l'eau de mer, maintient ceux de ces fils qui viendraient accidentellement à se rompre, et fournit l'adhérence nécessaire pour éviter tout glissement sur les tambours des machines de pose et de relèvement.

La machine à armer est analogue à la câbleuse servant à fabriquer les torons de cuivre du conducteur de cuivre. Elle est constituée par deux plateaux reliés par des entretoises et pouvant recevoir un mouvement de rotation. Sur ce bâti sont disposées des fourchettes sur lesquelles se trouvent les bobines garnies des fils d'armature. L'âme passe à l'intérieur de la cage de la câbleuse et est recouverte par ces fils qui, par suite de la rotation des plateaux, s'enroulent en hélices dont le pas varie avec les vitesses relatives de la machine à armer et des appareils servant à tirer le câble. Un dispositif particulier permet de guider les fils d'armature de telle sorte qu'ils ne puissent chevaucher les uns sur les autres et soient obligés de s'appliquer exactement sur l'âme pour former une gaine homogène sans la moindre solution

de continuité. Au sortir de la machine à armer, le câble passe dans un bac rempli de composition bitumineuse, puis reçoit ses deux couches de jute goudronné, enroulées en sens inverse l'une de

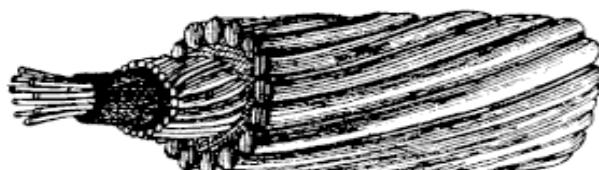


Fig. 70. — Câble.

l'autre pour plus de sécurité, et enfin est recouvert de l'enduit bitumineux.

Le câble est enfin terminé par un badigeonnage au lait de chaux, ayant pour but d'empêcher ses spires de coller les unes aux autres après qu'on l'a lové dans les cuves du navire chargé de la pose.

On exécute constamment, pendant le travail d'armature et de revêtement, des essais pour vérifier si l'isolement exigé se maintient. En cas de baisse, on arrête le travail, on recherche l'emplacement du point défectueux et l'on procède immédiatement à la réparation. Enfin, avant de procéder à l'embarquement, on effectue encore une série de mesures électriques sur le câble terminé, et ce n'est que quand toutes les conditions requises sont remplies qu'on le charge sur le navire de pose.

Chaque nation possède des bâtiments spéciaux pour la pose et l'entretien des câbles sous-marins.

En France, le principal navire câblier est le *François-Arago*, appartenant à la Société Industrielle des Téléphones, et ce vapeur possède les machines, l'outillage et les aménagements les plus perfectionnés pour ce genre d'opération. Il a quatre cuves d'un volume total de 1200 mètres cubes et peut contenir 2000 kilomètres de câble du type « mer profonde ». Pour lui permettre de longs séjours en mer sans crainte de manquer de combustible et ne pas interrompre la pose d'un câble, ses soutes à charbon ont une contenance de 750 mètres cubes.

A l'arrière de ce bâtiment se trouve la machine de pose, dont le modèle est tout différent, et supérieur par plus d'un côté, à celui des machines dont sont pourvus les navires câbliers étrangers. Elle possède en effet un tambour d'enroulement du diamètre de 4 m. 50 sur lequel le câble s'enroule trois ou quatre fois pour avoir l'adhérence nécessaire, et ce tambour est immobilisé le cas échéant par des freins hydrauliques très puissants et d'un fonctionnement meilleur et plus sûr que les freins à sabot et à collier employés auparavant. La machine de relèvement est à l'avant ; elle a deux tambours, l'un de 4 m. 37, l'autre de 4 m. 67 de diamètre, pourvus d'une commande avec engrenages de changement de vitesse. Le moteur qui l'actionne fournit un travail de 200 chevaux-vapeur. Le relèvement peut s'effectuer à des

vitesses de 1/2 à 3 milles marins par heure, ce qui correspond à des tractions de 3 à 18 tonnes. Des dynamomètres très précis indiquent constamment la tension du câble, et le navire comporte un laboratoire d'essais pourvu d'appareils de haute précision pour la vérification continue de l'intégrité du conducteur.

L'opération de la pose d'un câble au fond des mers est souvent très laborieuse et sujette à plus d'une difficulté imprévue, quelque soin que l'on ait pris de relever, par des sondages préliminaires, la nature et la topographie approchée des fonds sous-marins sur lesquels le câble est appelé à reposer. La pose des longs câbles s'exécute en plusieurs sections, un seul navire ne pouvant contenir la ligne tout entière, et l'on est alors obligé de procéder en mer à la soudure et à la confection des joints des sections successives de câble. Il est donc indispensable de posséder à bord un matériel particulier de bouées, de grappins, de dragues, pour relever un câble rompu, le remonter à bord et le réparer ou le relier à un autre. L'outil le plus utile pour l'exécution de ces divers travaux est le grappin universel à dents amovibles et à contre-dents de M. l'ingénieur Rouilliard.

La réception des signaux envoyés à travers les câbles sous-marins s'opère, soit au moyen du galvanomètre de W. Thomson, soit à l'aide du *siphon*

recorder du même savant (fig. 75). Dans le galvanomètre, les mouvements de l'aiguille sont considérablement amplifiés, de façon à être plus distincts. Cette aiguille est munie d'un petit miroir métallique, sur lequel

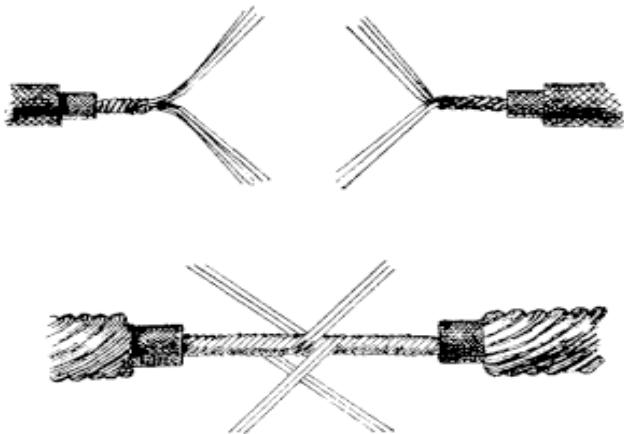


Fig. 71 et 72. — Procédé de jonction de deux âmes de câble.

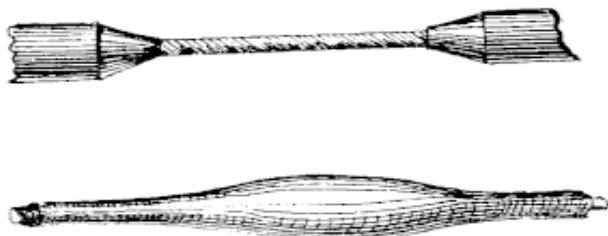


Fig. 73 et 74. — Exécution du joint et recouvrement par l'isolation de gutta percha.

vient tomber la lumière d'une lampe placée dans une chambre noire. Les espèces d'éclairs produits par les déplacements de ce miroir vont se répercuter, considérablement agrandis, sur un écran où l'on peut les déchiffrer d'après ce principe que toute dé-

aviation de l'aiguille *à droite* de la ligne neutre représente un point de l'alphabet Morse, et les déviations *à gauche* indiquent un trait. Mais la lecture est pénible, la transmission lente, et il ne reste aucune

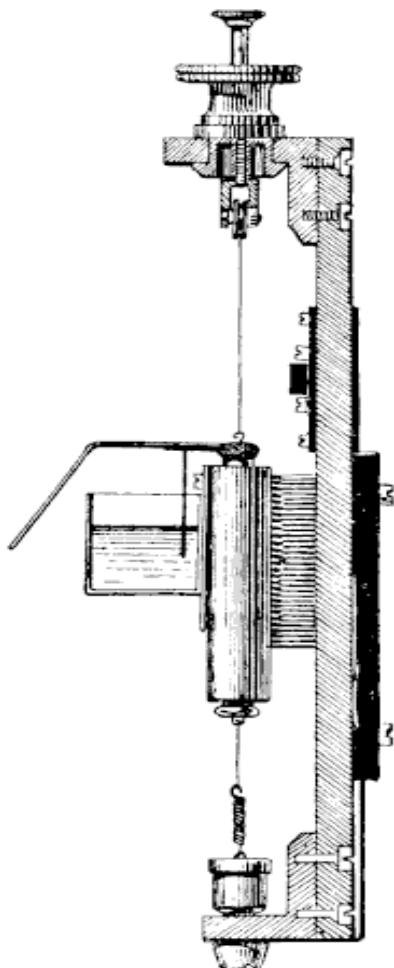


Fig. 75. — Siphon recorder.

trace des dépêches échangées. Le *siphon-recorder* obvie à ces inconvénients, car il inscrit sur une bande de papier sans fin les signaux reçus. En principe, cet appareil récepteur se compose d'un siphon

léger, plongeant par une de ses extrémités dans un godet plein d'encre, tandis que l'autre bout, effilé, débouche à proximité d'une bande de papier se dé-

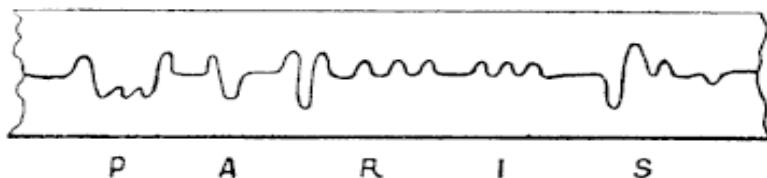


Fig. 76. — Specimen d'une dépêche au siphon recorder.

roulant d'une façon continue. Ce siphon est rendu mobile, à droite et à gauche, par un cadre galvanométrique. En l'absence de courant, le siphon (qui agit comme une plume à écrire, mais sans aucun

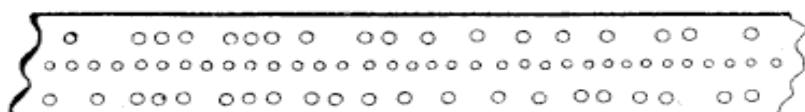


Fig. 77. — Dépêche préparée par le procédé Wheatstone.

frottement) inscrit un trait rectiligne sur la bande de papier, mais si une dépêche parvient au poste, ce trait devient sinueux. Toutes les inflexions descendant au-dessous de la ligne du milieu du papier correspondent à des traits, les inflexions supérieures à des points. On peut donc traduire aisément ces inflexions en signaux Morse et ensuite en lettres (fig. 76). Les mouvements du siphon sont obtenus par le passage des courants dans le cadre galvanométrique auquel il est relié et qui est soumis à l'influence d'un fort aimant permanent.

Le siphon-recorder ne donne toutefois des signaux parfaitement nets que pour une vitesse donnée de transmission, et cette vitesse n'est pas toujours jugée suffisante. C'est pourquoi M. Ader a imaginé un autre enregistreur, composé comme suit : Entre les branches d'un électro-aimant est disposé un fil conducteur mesurant un 200^e de millimètre de diamètre, parcouru par le courant de la ligne et tendu à l'une de ses extrémités par un petit dynamomètre. Le fil ainsi maintenu tend à se déplacer en avant ou en arrière, selon le sens du courant reçu. On enregistre les mouvements de ce fil par la photographie, et la bande impressionnée est révélée, développée et fixée avant d'être traduite et recopiée.

Le manipulateur employé pour la transmission des signaux avec le siphon-recorder est de construction simple. Sur un socle en ébonite, sont fixés deux ressorts parallèles en laiton, sur l'extrémité fixe desquels se trouve une borne à contre-écrou recevant, l'une le fil de ligne, l'autre le fil de terre. Dans leur position de repos, ces ressorts s'appuient contre un pont métallique également muni de vis à contre-écrou reliées, l'une au pôle positif de la pile, l'autre au pôle négatif; la première communique en même temps avec le pont métallique et l'autre avec les plots de travail des ressorts. En regard de ces plots, les ressorts sont garnis de contacts platinés et de boutons en ébonite servant à abaisser les touches.

Dans l'une des deux positions que peuvent occuper les ressorts, c'est le pôle positif qui communique avec le câble, dans l'autre, c'est le pôle négatif (fig. 78).

Si, maintenant que nous savons comment on fabri-

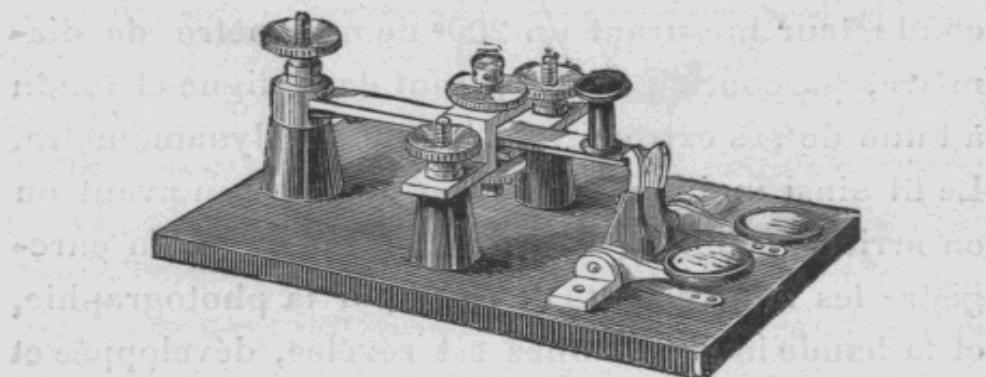


Fig. 78. — Manipulateur pour la télégraphie sous-marine.

que les câbles sous-marins et comment on les utilise pour expédier à 6 ou 8000 kilomètres de distance une onde électrique qui impressionne le récepteur du siphon-recorder, nous désirons savoir comment sont réparties les lignes de ce genre reposant actuellement dans les abîmes océaniques, nous reconnaîtrons immédiatement que c'est l'Angleterre qui tient la tête, parmi les nations qui possèdent des câbles. Les capitaux anglais engagés dans l'industrie de cette fabrication atteignent près d'un milliard et demi, réparti en un certain nombre de Compagnies privées, soumises à un contrôle rigoureux de l'Etat. La flotte télégraphique anglaise constitue une véri-

table marine de guerre auxiliaire, peut-être aussi dangereuse que l'autre, car un écrivain militaire a déclaré, dans un article, que la possession exclusive d'un câble télégraphique équivalait, pour une puissance, à cinq cuirassés.

Les statistiques officielles de 1902 montrent que la longueur totale des câbles sous-marins en service atteint le chiffre de 354.548 kilomètres pour 4.750 câbles répartis de la façon suivante :

| | Câbles | Kil. |
|--|--------|---------|
| Administrations d'Etat..... | 1.380 | 39.854 |
| Compagnies anglaises..... | 297 | 246.605 |
| — allemandes..... | 3 | 9.733 |
| Compagnie française..... | 32 | 22.412 |
| Compagnie des Télégraphes du Nord..... | 29 | 14.340 |
| Compagnie américaine..... | 9 | 21.608 |

Ce petit tableau montre donc bien que les Anglais possèdent en réalité les quatre cinquièmes des câbles du monde. Une seule compagnie, l'*Eastern Telegraph*, dépasse à elle seule toutes les étrangères réunies, avec 92 câbles et 70.000 kilomètres contre 73 câbles et 60.000 kilomètres pour ces dernières. Et l'augmentation se poursuit sans arrêt. D'un côté, le gouvernement, d'accord avec l'Australie et le Canada, vient de poser le plus long câble du monde : le grand transpacifique, de Vancouver à Sidney, par Farming,

Fidji et Norfolk, soit 15.500 kilomètres, et d'autre part l'*Eastern* double cette ligne par Saint-Vincent, l'Ascension, Sainte-Hélène, le Cap et Perth, tous endroits faisant partie de colonies anglaises.

Pour construire et entretenir constamment en bon état un aussi formidable réseau, l'Angleterre a dû édifier des usines spéciales et outiller toute une flotte, tant en navires de pose que de réparation. Les premiers appartiennent aux Compagnies de construction et sont souvent d'un fort tonnage : de 3.000 à 6.000 tonnes, les autres sont beaucoup plus petits, leur jaugeage variant entre 500 et 2.000 tonnes, et ils sont ordinairement stationnaires au centre du réseau qu'ils ont à entretenir. Le tableau ci-contre résume d'ailleurs l'état actuel de cette flotte :

Tableau de la flotte télégraphique du monde.

| COMPAGNIES | NOMS DES NAVIRES | Tonnage | Puissance | STATIONS ou Ports d'attache |
|---------------------------------------|------------------------|---------|-----------|-----------------------------------|
| <i>I. — Anglais.</i> | | | | |
| Anglo-American..... | Minia | 1.896 | 1.000 | Halifax |
| Gouvernement de Formose..... | Fee-Cheu | 1.034 | 600 | Formose |
| Eastern Telegraph..... | Amber | 978 | 640 | Méditerranée |
| — | Electra | 1.000 | 800 | Suez |
| — | Mirror | 1.500 | » | Gibraltar |
| — | Chiltern | 1.304 | 800 | Aden |
| — | John Pender | 2.336 | 3.500 | Londres |
| Eastern Extension..... | Recorder | 1.201 | 1.000 | Singapore |
| — | Sherard Osborn | 1.429 | 900 | — |
| South African | Great Northern | 1.352 | 520 | Le Cap |
| Gouvernement anglais.. | Monarch | 1.121 | 1.040 | Woolwich |
| — | Lady Carmichael | 369 | 165 | Douvres |
| Central American..... | Relay | » | » | Callao |
| India Rubber..... | Buccaneer | 785 | 720 | Londres |
| — | Dacia | 1.856 | 680 | — |
| Telegraph Construction. | Silvertown | 4.935 | 2.400 | — |
| — | Britannia | 1.525 | 800 | — |
| — | Calabria | 3.321 | 880 | — |
| — | Scotia | 4.667 | 2.200 | — |
| — | Seine | 3.553 | 2.000 | — |
| — | Anglia | 6.000 | 4.000 | — |
| Siemens..... | Faraday | 4.917 | 2.000 | — |
| Western Brazilian..... | Norseman | » | » | Pernambuco |
| — | Viking | » | » | Montevideo |
| West Coast of America. | Retriever | 624 | 380 | Callao |
| West Indies TC° | Duchess of Marlborough | 402 | 320 | Antilles |
| — | Grappler | 868 | 400 | — |
| Japon (Cie anglaise).... | Okinawa Maru | » | » | Japon |
| Gouvernement indien... | Patrick Stewart | 1.115 | 520 | Karachi |
| <i>II. — Etrangers.</i> | | | | |
| Gouvernement français.. | Charente | 548 | 600 | La Seyne |
| Compagnie française.... | Pouyer-Quertier | 1.385 | 650 | Antilles |
| — | Contre-amiral | 1.800 | 1.000 | Halifax |
| Compagnie allemande .. | Caubet | | | — |
| Société industrielle Téléphones | Von Podbielski | 1.800 | » | — |
| Pirelli (Italie)..... | François Arago | 3.191 | 1.200 | Le Havre |
| Télégraphes du Nord... | Cittadi Milano | 1.220 | 880 | Spezzia |
| — | Ersted | 749 | 480 | Copenhague |
| — | Nordiske | 832 | 480 | Shang-Haï |

Au personnel ordinaire de marins chargé de la conduite de chaque bâtiment, vient s'ajointre un personnel spécial d'ingénieurs-électriciens chargé des mesures de capacité et d'isolation du câble, des essais et du laboratoire d'électricité. Le nombre de ces employés varie de 2 à 8 suivant l'importance des travaux à exécuter. La physionomie d'un navire câblier est typique, avec son pont supérieur entièrement dégagé pour permettre d'exécuter les épissures et toutes les opérations de mise sur bouée et de relevage, et son faux-pont encombré de machines dont la puissance atteint quelquefois 2 à 300 chevaux, car les fonds étant de 2 à 3000 brasses parfois, les tensions montent jusqu'à 10, 12 et 15 tonnes. L'avant et l'arrière sont pourvus de plates-formes en porte-à-faux sur lesquelles se trouvent les poulies et les appareils de sondage. La pose d'un câble, qui se fait sans un instant d'interruption ni jour ni nuit, exige une surveillance constante ; un électricien surveille au laboratoire l'isolation du câble, et échange, à des intervalles réguliers, des signaux avec le poste de terre ; un ingénieur veille sur le pont à ce que le développement du câble s'opère conformément aux instructions d'un tableau dressé avant cette opération, et qui tient compte du profil et du relief sous-marin ainsi que du *mou* qu'il convient de donner au câble pour faciliter, le cas échéant, son relèvement, depuis les grands fonds où il repose, jusqu'à la surface.

Quand le navire a épuisé son chargement, qu'il s'est produit une rupture ou une faute grave dans le conducteur, ou que le mauvais temps empêche de continuer le déroulement, le câble est coupé et mis sur bouée pour permettre au navire, soit d'attendre le calme, soit de se réapprovisionner, soit de rechercher la faute à l'endroit localisé par le laboratoire. La reprise du câble sur la bouée, autrefois délicate et même dangereuse, a été simplifiée par l'invention du verrou de déclanchement de l'ingénieur Rouilliard, qui permet à la chaloupe chargée de l'opération de se tenir à distance de la bouée au moment du décrochage.

Le dernier navire câblier qui ait été construit est le *Pacific*, qui appartient à la *Great Northern Telegraph Co.*. Il est à deux hélices et son tonnage est de 1570 tonnes. Sa longueur est de 79 mètres et sa largeur maximum 10 m. 82. La vitesse moyenne est de 10 nœuds et demi. Ses cuves peuvent recevoir 450 milles (832 kilomètres) de câble du type mer profonde, soit un chargement de 1000 tonnes.

L'Allemagne et les Etats-Unis viennent au second rang pour l'importance de leurs lignes de communication sous-marines. Le dernier navire câblier allemand construit est le *Stephan*, qui sort des ateliers « Vulcan », de Bredow ; il est à deux hélices, comme le précédent, et étudié pour porter une charge de 5000 tonnes métriques de câble. Le déplacement

total du bâtiment est donc de près de 10000 tonnes avec un tirant d'eau de 7 m. 50 et une longueur de bout en bout de 117 mètres. La vitesse prévue étant de 11 nœuds 5 à pleine charge, les machines développent 2400 chevaux. Les câbles sont logés dans quatre cuves cylindriques d'une capacité totale de 2770 mètres cubes.

D'après les *Annales télégraphiques*, les communications internationales se répartissent ainsi :

| | | |
|---------------------|------|--------|
| Allemagne..... | 34 | p. 400 |
| Angleterre..... | 27 | — |
| Suède et Norvège... | 25 | — |
| Russie..... | 6,05 | — |
| France..... | 2,65 | — |

L'Allemagne occupe actuellement le premier rang, ce qui explique l'effort considérable tenté par ce pays pour créer un réseau allemand, effort couronné de succès, puisqu'en deux ans, il a installé 40000 kilomètres de câbles, la moitié de ce que la France est parvenue à poser en trente ans.

Nous sommes presque au dernier rang et notre réseau sous-marin, nullement en rapport avec l'importance de notre domaine colonial, ne se développe que péniblement. C'est une constatation pénible pour notre orgueil national, mais à laquelle les meilleures volontés ne peuvent et ne pourront, hélas, rien changer.

CHAPITRE X

La Télégraphie sans fil par ondes hertziennes.

Le mouvement ondulatoire. — Tout le monde connaît l'effet résultant de la chute d'une pierre dans une pièce d'eau tranquille. Une ride circulaire se forme qui va en s'élargissant ; une seconde la suit, puis une troisième, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la pierre soit arrivée au fond. La distance entre deux rides indique la longueur de l'onde, et pour connaître la *fréquence*, il suffit de compter combien il naît d'ondes par seconde. Il est clair qu'en multipliant la longueur d'onde par le nombre produit dans l'unité de temps, on obtiendra la vitesse de propagation.

Les rides que nous venons d'examiner pour mieux nous faire comprendre se propagent très lentement et il en naît un très petit nombre par seconde ; il n'en est pas de même avec les ondes lumineuses ou électriques, dont la fréquence est prodigieuse et peut varier d'ailleurs dans des limites très étendues. Par exemple, une bobine de Rumkorff donne 400000

vibrations par seconde, la décharge d'une bouteille de Leyde 400000, les excitateurs de Righi et de Bose 3 à 50 milliards, ce qui n'est encore que le dixième de la fréquence des ondes lumineuses les plus courtes, et qui atteignent 500 milliards d'oscillations par seconde.

La longueur d'onde étant en rayon inverse de la fréquence, les ondes lumineuses sont donc très courtes, tandis que celles produites par la décharge de la bouteille de Leyde sont parfaitement mesurables. Quand la fréquence est de 30 millions d'oscillations par seconde, la longueur d'onde est de 10 mètres. Cette longueur est liée mathématiquement au phénomène connu en physique sous le nom de *diffraction*, et qui permet à une ondulation de se plier en quelque sorte au profil du terrain et de franchir les reliefs. Cette adaptation est d'autant plus facile que la longueur d'onde est plus grande ; les rayons lumineux ne se diffractent pour ainsi dire pas, tandis que les ondes électriques, moins fréquentes et plus longues, peuvent franchir l'obstacle sans trop de pertes. On conçoit toutefois, qu'après un long parcours des ondes, celles-ci ne possèdent plus qu'une énergie très faible, et qu'il faut un révélateur très sensible pour les récupérer ou être impressionné par elles.

Il en résulte donc que, pour recueillir à quelque distance de l'appareil qui les produit, des ondes électriques, il faudra un appareil extra-sensible, et c'est

la découverte des propriétés conductrices des limailles métalliques qui a seule rendu possible le rêve de transmettre des signaux à travers l'espace sans conducteur intermédiaire, en utilisant les phénomènes d'oscillation électrique observés par le physicien allemand Hertz, dont le nom a été donné à ce procédé nouveau de communication télégraphique.

Production des ondes et réception. — Le matériel nécessaire pour la production des ondes hertziennes se compose d'un transformateur d'induction, (bobine de Ruhmkorff actionnée par 6 ou 8 éléments de piles ou d'accumulateurs), et d'un condensateur constituant une capacité permettant de donner la plus grande longueur possible à l'étincelle. Pour les communications télégraphiques, au lieu d'augmenter la capacité du condensateur en donnant des dimensions considérables aux sphères du résonateur de Hertz, on emploie un simple fil conducteur assez long pour présenter une surface convenable. Ce fil est maintenu verticalement à l'aide d'un mât élevé, quelquefois au moyen d'un cerf-volant ou d'un ballon. On lui a donné le nom d'*antenne*. Son extrémité inférieure est mise à la terre, et il est coupé, très près du sol, par un interrupteur à boules. Cette forme allongée et verticale répond à la nécessité qui exige de concentrer les ondes. Tandis, en effet, que des vibrations émises d'une source

sphérique ou concentrée en un point se propagent suivant des ondes sphériques, le champ magnéto-électrique autour d'un conducteur linéaire a ses lignes de force dans des plans perpendiculaires au

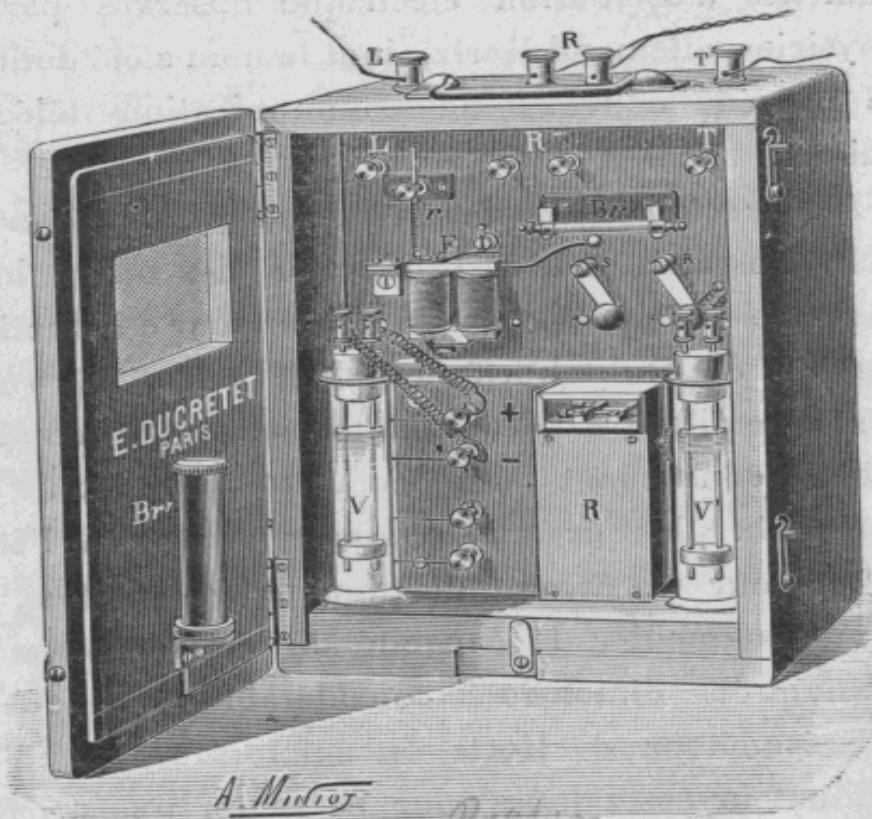


Fig. 79. — Ensemble d'un poste de transmission pour la télégraphie sans fil, de Ducretet.

conducteur. Si celui-ci est vertical, il envoie les ondes horizontalement autour de lui; les ondes font ainsi le tour de l'horizon, mais il ne s'en perd que le moins possible vers les espaces célestes. Au moment où l'on fait passer le courant de la pile dans la bobine et jaillir l'étincelle dans l'interrupteur, il se déve-

lasse dans l'antenne un mouvement vibratoire qui se propage dans l'espace environnant par ondes sphériques successives.

On peut produire les ondes hertziennes dans l'antenne par plusieurs méthodes différentes :

1^o On peut relier directement chacun des tronçons de l'antenne aux deux bornes d'une bobine de Ruhmkorff : c'est l'excitation directe ;

2^o On peut également agir indirectement sur l'antenne, au moyen d'un circuit inducteur. C'est alors sur ce circuit que se trouvent la bobine et l'interrupteur à boules. L'antenne est continue et directement reliée au sol (Braun en Allemagne, et Marconi) ;

3^o Enfin l'excitation indirecte peut se faire par dérivation (Slaby, en Allemagne). Le nouveau circuit se greffe en deux points de l'antenne continue et porte, comme dans le cas précédent, la bobine et l'interrupteur.

Pour compléter l'outillage d'un poste transmetteur, il faut intercaler, dans le dispositif précédent, une clé Morse, permettant de lancer et d'interrompre à volonté le courant électrique, en produisant ainsi les signaux composés de longues et de brèves, de l'alphabet Morse habituel.

Voyons maintenant en quoi consiste le poste récepteur. En principe, il suffirait d'une antenne avec une coupure très petite où l'apparition d'étincelles,

correspondant aux étincelles de la transmission, constituerait les signaux.

Mais l'énergie électrique ne parvient que singulièrement affaiblie. L'interrupteur à boules serait impuissant à manifester les ondes qui parcourent l'antenne, et c'est ici qu'intervient un petit instrument dont la découverte, réalisée en 1890 par un savant français, M. Branly, a seule permis la mise en œuvre de la télégraphie sans fil ; je veux parler du *cohéreur*. Dans un tube de verre, entre deux masselottes métalliques reliées aux bornes d'un circuit électrique, imaginez un peu de limaille métallique, oxydable — cette dernière condition est requise. — Les masselottes ou électrodes peuvent se rapprocher plus ou moins et tasser la limaille à des degrés divers ; mais, malgré ce tassement, le contact des particules de limailles est toujours imparfait et le passage de l'électricité trouve là une résistance considérable, qui varie d'ailleurs avec le degré d'oxydation et le degré de tassement.

Or si, dans le circuit, on crée une perturbation électrique même extrêmement faible, on s'aperçoit que la résistance de la limaille cesse subitement : le courant passe aussi aisément que s'il y avait un pont de cuivre entre les deux électrodes. Un petit choc produit par un petit marteau (ce que l'on nomme un *tapeur*) et la communication est rompue :

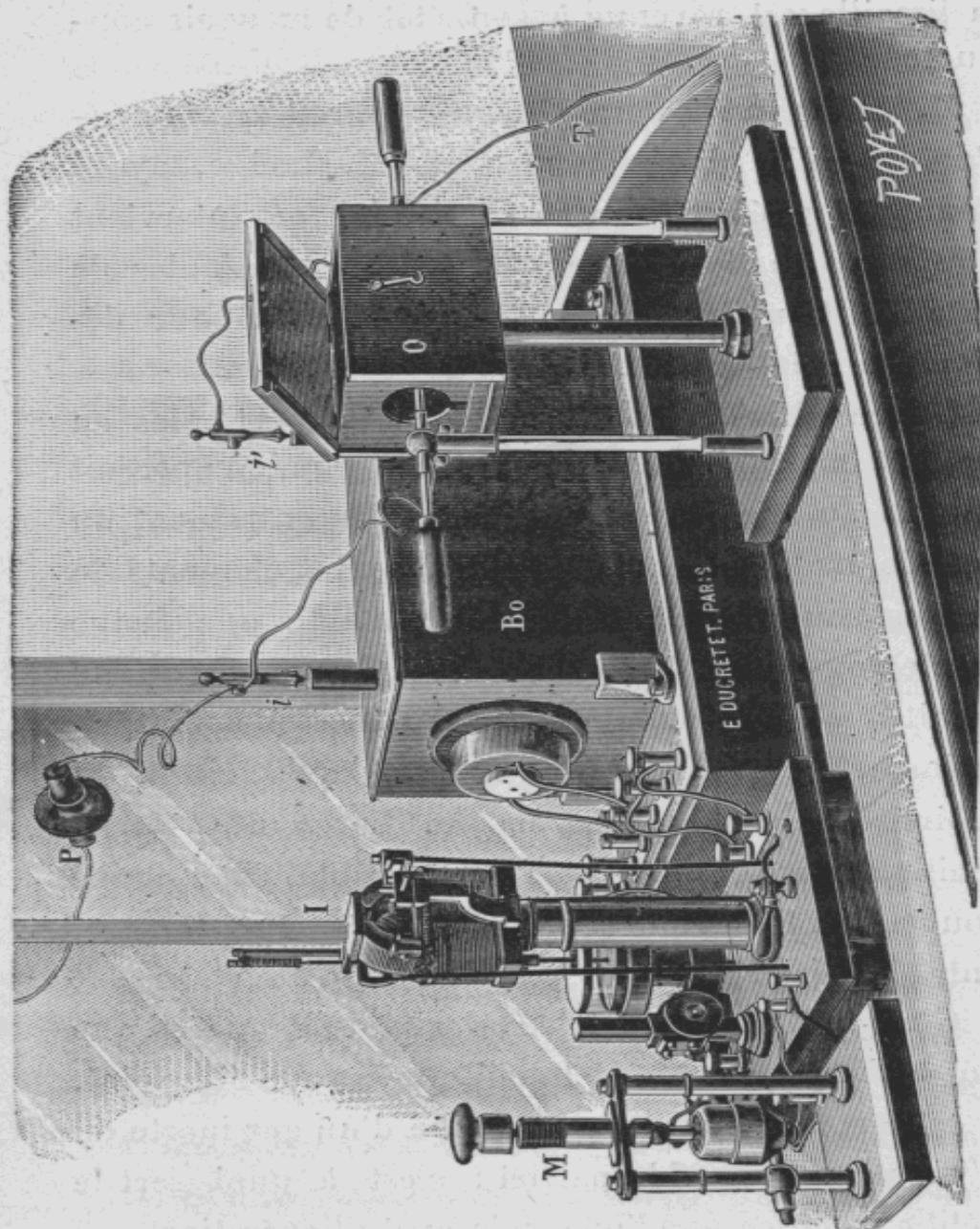


Fig. 80. — Appareil de réception de télégraphie sans fil, de Ducretet.

Le Monde Illustré

la limaille est revenue à son état de mauvais conducteur.

M. Branly avait nommé son appareil *radio-conducteur*. Un physicien anglais, M. Lodge, ayant donné du phénomène une explication où intervient une sorte de cohérence variable des particules de limaille, le nom de *cohéreur* a prévalu pour désigner le tube de Branly.

Lodge admet qu'il jaillit, entre les particules en contact imparfait, de petites étincelles qu'on aperçoit parfois au microscope ; ces étincelles entraînent un peu de matière et produisent entre les éléments de petites soudures suffisantes pour établir une chaîne ininterrompue et conductrice. Cette conductibilité serait donc permanente si les soudures n'étaient infiniment fragiles, ce qui explique qu'il suffit du moindre choc pour les rompre. La quantité de limaille n'a pas besoin d'être considérable. On a donné souvent un très faible écart, de 0mm.5 à 1 millimètre, entre les électrodes.

Comme il importe à la régularité de l'appareil que l'état d'oxydation de la limaille ne se modifie point, il est fort utile de remplir le tube d'un gaz inerte ou d'y pratiquer le vide partiel : c'est à quoi sert le petit appendice que l'on soude après l'opération.

Les différents expérimentateurs ont essayé des limailles de composition les plus diverses. Marconi

avait adopté celle-ci : 96 parties de nickel, 4 d'argent et des traces de mercure.

Telle est l'âme du poste récepteur de la télégraphie sans fil.

Le montage de ce poste est analogue à celui du transmetteur.

1^o Il peut être *direct*, si le cohéreur est directement monté sur l'antenne, à la place de l'interrupteur à étincelles.

2^o Il peut être *indirect*, si, à côté de l'antenne continue agissant *par induction*, le cohéreur est monté sur un circuit indépendant.

3^o Le montage indirect peut aussi se faire *par dérivation*, si le circuit du cohéreur se soude par ses deux extrémités sur l'antenne elle-même.

4^o Enfin on a essayé un montage mixte — induction et dérivation combinées (Perra) — où l'un des bouts du circuit seulement est soudé à l'antenne.

Le cohéreur joue en réalité le rôle d'un relais. Il sert à ouvrir et à fermer la conduction sur un circuit dérivé où l'on a eu soin de placer un récepteur Morse et sa pile.

L'installation du transmetteur est des plus simples. Si nous supposons le montage direct et l'interrupteur à boules sur l'antenne, les deux parties de l'antenne sont reliées par un pont comprenant le circuit secondaire d'une bobine, tandis que la clef

Morse et sa pile sont intercalées dans le circuit formé par le primaire de la bobine.

Le poste récepteur nécessite un montage plus compliqué. Le cohéreur est encore sur l'antenne. Sur le circuit dérivé où l'on avait tout à l'heure une bobine devenue inutile, puisque l'état électrique est produit par les ondes de l'émission, on place un relais et son élément de pile ; mais, pour que le mouvement vibratoire développé dans l'antenne sous l'influence des ondes émises par le poste opposé, ne prenne pas ce chemin dérivé, trompant ainsi la résistance du cohéreur, on intercale de part et d'autre de l'antenne deux bobines de self-induction, dont l'indépendance — c'est-à-dire, plus simplement, la résistance par inertie — s'oppose au passage des courants alternatifs.

D'autre part le contact du relais ouvre ou ferme alternativement, selon sa position, deux autres circuits ayant une partie commune qui comprend une pile assez forte pour actionner un enregistreur Morse : l'un des circuits passe précisément par ce Morse, tandis que l'autre comprend le tapeur destiné à décohérer le tube à limaille. Ces appareils complémentaires achèvent de constituer un poste récepteur de télégraphie sans fil.

On conçoit d'ailleurs qu'une même antenne peut être reliée indifféremment aux appareils d'émission et aux appareils de réception, puisque la même sta-

tion doit évidemment jouer ce double rôle. Seulement pour éviter que le cohéreur ne soit influencé par les appareils d'émission en marche à côté de lui, on l'enferme de toutes parts dans une boîte métallique qui l'isole momentanément du champ électrique extérieur.

Quel est le rôle de la terre dans l'installation que nous venons de décrire ? C'est une question des plus controversées. Quelques savants ont soutenu que la terre remplace le fil absent et sert de conducteur reliant les deux stations ; mais il semble bien que l'influence de la conductibilité du sol a peu d'importance dans le phénomène. La terre joue uniquement le rôle de réservoir universel. La mise à la terre donne l'écoulement nécessaire ; c'est l'ouverture du tuyau. Et la preuve qu'elle n'est pas indispensable, c'est qu'on peut s'en passer : il suffit de relier le pied de l'antenne avec une capacité suffisante pour compléter le condensateur, de la rattacher par exemple à un conducteur horizontal isolé de même longueur que l'antenne.

Ce qu'il y a de certain, c'est que la télégraphie sans fil franchit des distances beaucoup plus considérables sur mer que sur terre, non pas parce que l'eau salée est meilleure conductrice, mais parce que le terrain solide est parsemé d'obstacles de toute sorte. On pourrait dire qu'il est raboteux et que les ondes n'y glissent pas assez aisément.

Maintenant que nous connaissons le principe et les appareils schématiques de la télégraphie sans fil, parcourons rapidement les étapes qui nous ont conduits aux résultats actuels.

La réalisation de la télégraphie sans fil avait été prévue, dès 1894, par le physicien anglais Lodge, et, en 1895, M. Popoff, professeur de l'Ecole de Marine de Cronstadt, en appliquait le principe à l'étude de l'électricité atmosphérique, avec un dispositif tout à fait analogue à celui que nous venons de décrire ; mais il appartenait à un jeune élève du professeur Righi, de l'Université de Bologne, M. Marconi, de donner un corps à ce rêve par une expérience décisive en 1896.

C'est donc à lui qu'il convient de reporter le mérite de la découverte effective.

M. Marconi n'est pas, à proprement parler, un créateur, un inventeur. Mais il possède une remarquable souplesse d'assimilation qui lui permet d'appliquer toutes les découvertes nouvelles et de les adapter à ses propres expériences, de telle sorte qu'il n'a cessé de perfectionner son œuvre première et qu'à l'heure actuelle, il ne s'est point laissé distancer, bien qu'il ait eu de nombreux émules.

En juillet 1897, à la Spezzia, ses appareils permettaient de franchir 16 kilomètres entre la côte et des navires de guerre italiens. En 1898, ils enregistraient des signaux à 50 kilomètres, de deux postes

suspendus à des ballons captifs ou à des cerfs-volants. En 1899, Marconi instituait, pour le compte de la « Wireless Telegraph and Signal Co » propriétaire de ses brevets, une série intéressante d'expériences, entre Wimeréux, sur la côte française, et la falaise de South-Foreland, élevée de 80 mètres au-dessus de la mer, à 6 kilomètres de Douvres. La distance entre ces deux postes principaux était de 46 kilomètres. Des expériences complémentaires eurent lieu en utilisant un troisième poste installé sur le bateau-feu *Goodwin* à 19 kilomètres de South-Foreland, et deux postes mobiles sur les bateaux *l'Ibis* et la *Vienne*. Une communication a pu être établie à 32 kilomètres dans un seul sens et reçue à bord de la *Vienne*.

En 1900, M. Marconi reliait télégraphiquement la France à la Corse, entre Biot et Calvi, à travers 175 kilomètres de mer, et franchissait la Manche, du cap Lizard à l'île de Whight sur 310 kilomètres.

Fier d'un pareil résultat et de cette progression dans le succès, le savant italien ne craignit pas d'aborder alors un problème plus vaste encore. Il ne s'agissait de rien moins que de franchir l'Océan.

Le 12 décembre 1901, il recevait à Saint-Jean-de-Terre-Neuve les signaux du cap Lizard, et, du même poste d'émission, des messages atteignaient la *Philadelphia* à 4553 milles. Au-delà de cette distance, il devenait impossible de distinguer les signaux.

Enfin, l'on sait que Marconi a pu se tenir, de sa station de Poldhu, presque constamment en rapport avec le *Carlo Alberto*, durant le voyage que fit ce navire à Cronstadt et son retour par le détroit de Gibraltar, jusqu'à la Spezzia, malgré l'interposition d'une grande étendue de terre ferme.

Ges résultats magnifiques et progressifs ont été obtenus par des perfectionnements successifs de toutes les parties du système. Les antennes, qui étaient d'abord de simples câbles d'une trentaine de mètres, se composaient déjà à Biot et à Calvi de quatre câbles de 52 et 54 mètres de longueur. Dans les dernières et puissantes installations, comme celle de Poldhu, les câbles, en très grand nombre, forment une pyramide renversée la pointe en bas, et soutenue par quatre pylônes gigantesques. Sur le *Carlo Alberto*, les câbles de l'antenne constituent une véritable nappe tombant d'un fil horizontal tendu d'un mât à l'autre et descendant jusqu'au pont. Le cohéreur a été remplacé par un appareil nouveau, le *décelleur magnétique*, qui se compose, en deux mots, d'un aimant en fer à cheval animé d'un mouvement lent de rotation, devant une bobine dont le noyau est en fils de fer. Cette bobine est ainsi dans un champ magnétique tournant ; si son enroulement primaire est relié à l'antenne, les oscillations qui se produisent dans celle-ci déterminent des variations de l'aimantation du noyau, et l'on peut percevoir un

son dans un téléphone, par exemple. Cet appareil présente sur le cohéreur l'avantage d'une très grande régularité et donne de la facilité pour réaliser la synchronisation.

Tandis que Marconi poursuit ses belles expériences, d'autres savants sont à l'œuvre aussi un peu partout, et l'ensemble de tous ces efforts, dans des voies diverses, contribue au progrès de la télégraphie sans fil.

Il convient de citer, en Allemagne, les systèmes Braun et Slaby, qui, après s'être fait concurrence, se sont fondus dans ce qu'on pourrait appeler le système de l'Etat.

En France, de nombreux savants travaillent aussi, les uns au point de vue plus purement théorique, les autres au point de vue des applications.

MM. Blondel, Branly, Voisenat, Ducretet, Rochefort, sont universellement connus. D'autre part les applications maritimes et militaires, qui seront de longtemps les plus importantes, sont étudiées avec une grande compétence par le lieutenant de vaisseau Tissot, le colonel du génie Boulanger et le capitaine du génie Ferrié.

Les travaux de ces deux derniers — l'un directeur, l'autre attaché à la direction du matériel du génie — sont tout à fait remarquables et éclairent bien des points obscurs dans une branche aussi nouvelle de la science.

On n'a pas oublié que, lorsque la catastrophe de la Martinique eut coupé toutes les communications de notre colonie avec les îles voisines, ce fut au capitaine Ferrié que revint la tâche d'aller établir des postes de télégraphie sans fil à la Martinique et à la Guadeloupe, à 175 kilomètres de distance. Cette installation, réalisée très rapidement, en 71 jours, a donné les meilleurs résultats pratiques et a permis en outre de curieuses constatations. On sait depuis longtemps que les communications de ce genre sont troublées par les moindres perturbations atmosphériques. Les vibrations de l'éther occasionnées par un orage lointain influencent le récepteur tout comme les vibrations des signaux intentionnels, et l'on conçoit que cet enchevêtrement, cette superposition de signes et d'indications suffisent à rendre illisible un message. Les variations de l'état électrique sont elles-mêmes une cause de désordre. Or il s'en produit à chaque instant, par le passage d'un nuage électrisé, aussi bien que par le lever ou le coucher du soleil. Dans les pays tropicaux ces variations parasites sont particulièrement sensibles. Aux Antilles, elles se produisent la nuit, à l'inverse de l'Europe, où elles se manifestent surtout aux heures chaudes de la journée. En sorte que l'heure la plus propice pour télégraphier est la nuit en Europe, tandis qu'à la Martinique l'échange des messages se trouve limité aux heures du jour.

De retour en France, le capitaine Ferrié a fait d'intéressantes expériences entre Paris et Belfort. Les antennes, supportées par des ballons captifs, émettaient des ondes de 2.000 mètres de longueur.

Cette grande longueur d'ondes se trouvait comparable à celle de la station Marconi, à Poldhu, de telle sorte qu'il était possible à Paris, et même à Belfort, qui se trouve à 930 kilomètres des postes anglais, d'intercepter les signaux que ce poste s'efforçait d'échanger avec le Canada.

On se trouvait ainsi à peu près syntonisé spontanément sans même connaître le régime des appareils Marconi.

On pouvait même constater que l'intercommunication d'Angleterre en Amérique était loin d'être pratiquement résolue, car on ne recevait que des signaux d'appel (*la lettre S*).

Ce n'est pas la première fois que le capitaine Ferrié, dans l'intérêt de la science, bien entendu, cueille au passage les messages qui ne lui sont pas destinés. Déjà, tandis que s'échangeaient les communications entre Biot et Calvi, cet officier avait installé un poste à Villefranche, avec antenne de 40 mètres, et reçu les signaux de Biot à 20 kilomètres, et ceux de la *Princesse Alice* à 40 kilomètres.

On voit par ce que nous venons de dire que tout ce qu'on a fait pour empêcher des tiers de prendre part à la conversation — c'est-à-dire d'intercepter

les dépêches — est illusoire. La seule condition pour recevoir des signaux, c'est que la différence de période des deux appareils ne soit pas trop grande. Ainsi, tandis que le poste de Belfort dont les ondes ont 2.000 mètres, percevait, à 950 kilomètres, les

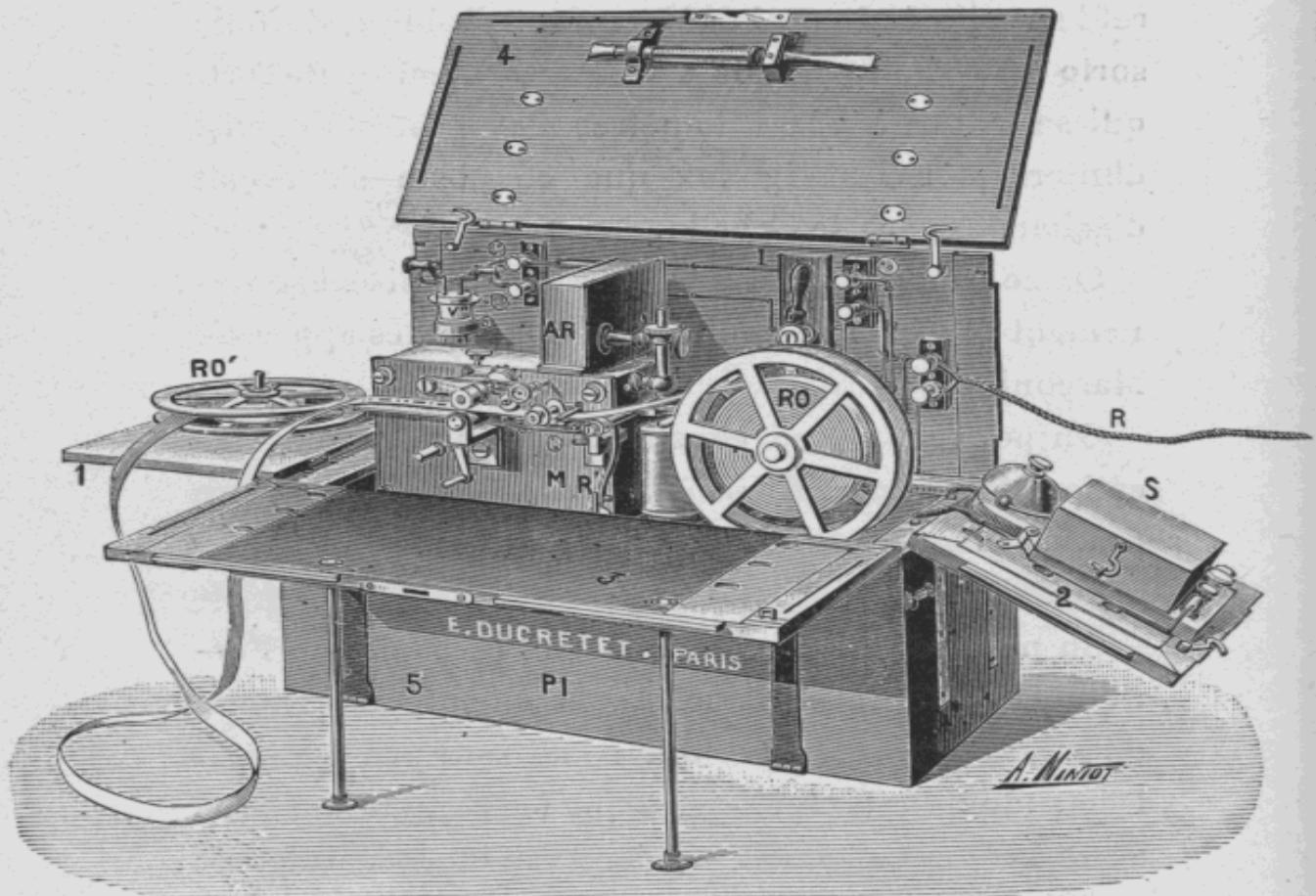


Fig. 81. — Poste complet pour la réception des messages de télégraphie sans fil, modèle de Ducretet.

signaux de Poldhu, la station de Brest, quoique beaucoup plus rapprochée, n'était même pas troublée, parce que la longueur d'onde de son antenne n'était que de 200 mètres.

Ceci répond à une grave préoccupation au sujet des limites d'emploi de la télégraphie sans fil. Il est clair, en effet, que si une puissante station comme Poldhu, qui envoie ses radiations à des milliers de kilomètres, devait jeter la perturbation dans les postes avoisinants, on ne pourrait plus établir de postes qu'hors d'un rayon d'action fort grand, ce qui limiterait singulièrement les applications de la télégraphie sans fil.

Mais, comme on le voit, cet inconvénient disparaît par suite même de l'énorme différence de puissance, et si l'on a soin de donner au perturbateur une période beaucoup plus longue qu'à ses voisins.

Dans les stations ordinaires, la source d'électricité est généralement un groupe électrogène chargeant une batterie d'accumulateurs de 40 éléments.

On peut régler la longueur des antennes sur les données suivantes :

30 mètres jusqu'à 100 kilomètres avec 1 bobine ;

et — 150 — 2 bobines ;

50 mètres jusqu'à 100 — 1 bobine ;

et — 300 — 2 bobines ;

On accroît encore la portée en augmentant jusqu'à 60 le nombre des accumulateurs et l'on peut ainsi atteindre 350 kilomètres avec deux bobines.

Une distance de 350 à 400 kilomètres est la limite de portée pratique si l'on ne veut pas avoir recours à des installations tout à fait dispendieuses.

Les postes français reviennent à 25.000 francs en France et 40.000 aux colonies, tandis que les stations transatlantiques de Marconi coûtent la bagatelle de 1 million et nécessitent, dit-on, une force motrice de 400 chevaux.

Après ce rapide exposé, il nous reste à envisager l'avenir de la découverte. Ses progrès ont été rapides, mais ils semblent aujourd'hui marquer un temps d'arrêt, comme s'ils avaient d'un seul coup porté la télégraphie sans fil à son apogée.

On avait cru pouvoir prophétiser un bouleversement complet de nos vieilles civilisations, et l'on s'aperçoit que, loin de devenir un moyen de communication universel, la télégraphie sans fil n'a — jusqu'à présent du moins — que des applications limitées. C'est qu'en vérité elle est affligée de grands défauts : avant tout son peu de sécurité, puisque des voisins malveillants peuvent violer le secret de la correspondance et la troubler en organisant le régime du « boucan », c'est-à-dire en lançant à leur tour des signaux désordonnés qui viennent se mêler à la conversation et la rendent incohérente. C'est aussi les irrégularités et les troubles atmosphériques qui en interrompent l'usage souvent pendant plusieurs heures.

Mais ce procédé présente cependant un grand et réel intérêt dans un grand nombre de circonstances, où il n'est pas possible d'établir de conducteurs pour des communications par les méthodes ordinaires. C'est surtout à la mer que la télégraphie sans fil est utile et qu'il en est fait le plus fréquemment usage, soit pour les navires de commerce, soit pour les escadres et les diverses unités d'une flotte quelconque. Et ses applications ne feront que se multiplier avec le temps, bien qu'on ne puisse envisager une concurrence entre les câbles transatlantiques ou les autres procédés d'intercommunication. On peut donc conclure en considérant la télégraphie sans fil comme une nouvelle étape et non des moins importantes dans l'histoire des moyens d'envoi de signaux à grande distance.

CHAPITRE XI

Organisation du service télégraphique.

L'exploitation des divers procédés de communication télégraphique et téléphonique est en France le monopole de l'Etat, et le service public de ce genre de correspondance fournit, par les bénéfices importants qu'il réalise, un appoint très sérieux au budget national. Cette manière d'envisager les choses n'est pas sans inconvénient, car il en résulte, de cette impossibilité de toute concurrence, que les réseaux se développent très lentement, les crédits pour l'achat de matériel nouveau étant toujours insuffisants. Les statistiques démontrent que, pour la longueur de ses lignes terrestres, le nombre de ses câbles sous-marins et le chiffre de communications échangées annuellement, la France vient presque au dernier rang des nations civilisées, après la Norvège et le Japon. C'est une constatation affligeante, surtout si l'on songe que cet état de choses résulte seulement de l'existence de ce monopole. Dans les pays de libre concurrence, comme l'Amérique, les réseaux de télégraphes

et de téléphones se sont développés et se développent encore tous les jours dans des proportions incroyables, au plus grand bénéfice en définitive de la richesse publique et de la commodité de tous.

Mais nos récriminations, après celles de personnes dont la voix plus autorisée que la nôtre n'a pu se faire entendre, ne serviront de rien et c'est pourquoi nous arriverons immédiatement à l'étude de l'organisation des services télégraphiques, d'abord dans notre pays puis chez les puissances étrangères.

L'établissement et l'usage des procédés télégraphiques, en France, ont toujours été réservés au gouvernement depuis l'époque de la mise en service du premier télégraphe aérien de Chappe, et il est nécessaire, pour les particuliers, d'obtenir l'agrément de l'autorité pour utiliser une quelconque méthode d'échange de signaux à distance. Toutefois, dans la pratique, cette interdiction ne s'applique pas aux communications établies entre les diverses parties d'une même propriété. Les compagnies de transport, tramways, bateaux, etc., obtiennent facilement l'autorisation d'établir des lignes d'intérêt privé dans l'étendue de leurs concessions ou exploitations; il en est de même pour toutes les industries qui peuvent, pour leur unique usage personnel, obtenir le droit d'installer à leurs frais, risques et périls, des lignes télégraphiques ou téléphoniques, à la condition de payer une redevance kilométrique pour ces

lignes. Mais en aucun cas, ces lignes ne peuvent être employées à d'autres communications et concurrencer celles de l'Etat monopolisateur, à moins des peines prévues par la loi.

Le service des télégraphes, après avoir été un simple sous-secrétariat rattaché, tantôt au ministère des Finances tantôt à celui du Commerce, a constitué ensuite un ministère spécial, dit des *Postes et des Télégraphes*. Actuellement, il est redevenu sous-secrétariat d'Etat, et ses principales divisions sont celles du service technique, du personnel, de la comptabilité et de l'exploitation. La direction du service technique comprend tout ce qui concerne la construction et l'entretien des lignes télégraphiques aériennes, le matériel des bureaux télégraphiques, la construction et l'entretien des lignes spéciales, souterraines, sous-marines, pneumatiques, etc. Un ingénieur est chargé spécialement de la section de la télégraphie militaire.

C'est au bureau de l'exploitation qu'il convient de s'adresser pour l'établissement des communications télégraphiques privées, des lignes nouvelles à installer, et c'est ce bureau qui est chargé de fournir aux intéressés les renseignements concernant les conditions à remplir pour ces installations, les redevances à payer à l'Etat, etc.

A la division du personnel se rattache l'organisation de l'Ecole Supérieure de Télégraphie, instituée

par un décret du 25 juin 1878, et qui est destinée à recruter le personnel du service technique des télégraphes. Indépendamment des élèves de l'Ecole polytechnique classés, d'après leur numéro de sortie, dans l'Administration des Télégraphes, cette école admet par voie de concours :

1^o Les agents des postes et des télégraphes ayant au moins deux ans de service;

2^o Les licenciés ès sciences et les anciens élèves de diverses écoles spéciales (Ecole centrale, Ecole municipale de physique et de chimie, Ecole d'Electricité (1), qui ont satisfait aux examens de sortie de ces écoles ;

3^o Des auditeurs libres.

La durée des études, à l'Ecole supérieure de Télégraphie, est de deux ans. Les élèves prennent le titre d'*élèves ingénieurs des télégraphes*. Après avoir subi avec succès l'examen de sortie, ils sont nommés *sous-ingénieurs des télégraphes* et attachés aux services techniques. Les auditeurs libres des cours professés à cette Ecole reçoivent un diplôme spécial.

(1) Il ne faut pas confondre l'*Ecole supérieure d'Electricité*, fondée sous le haut patronage des sommités de la science et de l'industrie, rue de Staël, avec les diverses entreprises privées portant la même appellation, dont il existe au moins trois spécimens à Paris, et qui ont pour but de *préparer* les jeunes gens de 13 à 15 ans aux véritables écoles industrielles d'électricité.

L'Ecole est divisée en deux sections : la première chargée de former des agents du personnel supérieur administratif, la deuxième les ingénieurs spéciaux de l'administration, et qui sont ceux du recrutement desquels il vient d'être question plus haut. L'admission dans les deux sections s'opère par voie de concours, et les élèves reçoivent un traitement de 1.800 francs pendant leurs deux années d'études.

Pour pouvoir concourir, il faut donc, ou bien sortir de l'une des grandes écoles de l'Etat qui ont été désignées, ou bien appartenir déjà à l'Administration depuis deux ans au moins. Dans ce dernier cas, il faut remplir des conditions particulières, notamment au point de vue de l'âge, et l'on trouvera les renseignements relatifs à cette question à l'*Appendice*.

Si nous en revenons à ce qui concerne l'organisation des bureaux télégraphiques et à leur fonctionnement, nous dirons que, le plus souvent, ces bureaux sont réunis dans un même local que le bureau de poste, et qu'ils ne diffèrent entre eux que par la durée journalière de leur service. Certains, dans les grandes villes, sont ouverts jour et nuit; d'autres sont ouverts jusqu'à minuit seulement; d'autres à service de jour complet, sont ouverts à partir de 8 heures du matin en hiver, de 7 heures à partir du 1^{er} avril, et ferment à 9 heures du soir; d'autres, enfin, à service plus limité, sont ouverts pendant un

temps plus réduit. Certaines gares de chemin de fer reçoivent et transmettent les dépêches des particuliers, enfin les postes électro-sémaphoriques établis au bord de la mer et sur certains points des côtes, peuvent transmettre des dépêches privées aux navires en vue ou en recevoir d'eux. On commence également à utiliser, pour les communications entre la terre et les navires au large, les procédés de télégraphie par ondes hertziennes mis en vigueur par Marconi, ainsi que cela a été expliqué dans un précédent chapitre.

Les centres d'habitation de moyenne importance, et où l'Etat n'a pas jugé utile d'installer de bureau télégraphique, peuvent cependant posséder un poste en relation avec le poste le plus voisin appartenant à l'Etat, en se conformant aux conditions suivantes.

La commune qui désire avoir un poste semblable doit s'engager: 1^o dans les chefs-lieux de canton pourvus d'un bureau de poste, à faire la dépense de premier établissement de la ligne devant relier le bureau de poste au réseau télégraphique, dépense qui peut varier de 60 à 200 francs par kilomètre de ligne, à pourvoir aux frais de distribution de télégrammes dans l'agglomération principale, et à solder, le cas échéant, les frais d'appropriation du local de la poste; 2^o dans les simples communes pourvues d'un bureau de poste, à contribuer aux frais d'installation des appareils télégraphiques (300 francs en

moyenne); 3° dans les communes dépourvues d'un bureau de poste, à fournir et à entretenir le local nécessaire et à présenter deux agents, l'un pour la manœuvre des appareils télégraphiques, l'autre chargé d'assurer la distribution des télégrammes.

Ces bureaux municipaux sont ordinairement réunis deux par deux au bureau télégraphique de l'Etat le plus proche. Ces bureaux peuvent recevoir directement ou transmettre des dépêches au bureau de l'Etat, grâce au procédé de réunion employé et dont nous avons parlé, avec la pile mise à la terre, tantôt par son pôle négatif, tantôt par son pôle positif.

Pour ce qui concerne les lignes d'intérêt privé, chemin de fer d'intérêt local, service de mines ou d'usines, etc., les demandes en autorisation pour la mise en place et l'exploitation de ces lignes, doivent être adressées à Paris, au bureau de l'exploitation du Sous-Sécrétariat des Postes et Télégraphes, 103, rue de Grenelle, dans les départements autres que celui de la Seine, la demande doit être adressée aux préfets qui la transmettent à l'administration. Les concessionnaires contribuent aux frais de premier établissement des lignes et paient une somme annuelle variable pour l'entretien. Ils fournissent les appareils de transmission et assurent l'entretien des accessoires nécessaires au fonctionnement des lignes. Les règlements sont d'ailleurs analogues pour les lignes d'éclairage électrique et de téléphones.

CHAPITRE XII

Renseignements pratiques sur l'emploi du télégraphe.

Jusqu'au moment où le téléphone se vulgarisa et que chaque centre un peu important voulut avoir son réseau de communications verbales, le télégraphe étant le seul procédé de correspondance rapide connu, détint le monopole de la transmission rapide. Il n'en est plus de même, maintenant que l'on dispose de moyens variés pour l'échange des correspondances, et chaque procédé s'applique à un genre de besoin nettement limité.

On peut dire que, dans l'intérieur des villes pourvues de tous ces différents systèmes, le télégraphe électrique n'est employé que dans des conditions exceptionnelles, quand on ne peut recourir à aucun autre procédé. Autrement on préfère le téléphone ou le tube pneumatique, surtout depuis que le prix de ce dernier genre de transmission rapide notamment a été baissé et que l'on peut expédier sa correspondance fermée. Le télégraphe reste surtout réservé

aux communications entre villes éloignées, surtout d'une nation ou d'un continent à l'autre, c'est-à-dire pour les grandes distances.

Comme tout le monde est appelé à utiliser à tout moment l'un ou l'autre de ces systèmes de communication rapide, il nous paraît utile de résumer ici en quelques pages les renseignements pratiques qu'il est bon de posséder sur l'emploi général des voies télégraphiques.

Tout le monde peut profiter, on le sait, des avantages de la télégraphie pour envoyer et recevoir des dépêches, soit en France partout où il existe des lignes télégraphiques, soit à l'étranger partout où il existe des conventions internationales pour la transmission des dépêches d'un pays à l'autre. Les dépêches officielles ont toutefois la priorité sur les dépêches privées; l'Administration des télégraphes a le droit, soit au départ, soit à l'arrivée, de refuser l'envoi de toute dépêche qui lui paraîtrait dangereuse pour l'ordre public ou contraire aux bonnes mœurs. Le secret des correspondances télégraphiques est garanti par la loi comme celle des lettres, toutefois la justice peut requérir la communication des dépêches privées dans le cas où elles pourraient contenir des indications utiles à la découverte des crimes ou délits.

L'Etat n'est soumis à aucune responsabilité à raison du service de la correspondance privée par voie

télégraphique. En cas de retard dans la remise des dépêches ou d'erreur dans la transmission, ni l'expéditeur, ni le destinataire ne peuvent intenter un recours en dommages-intérêts contre l'Etat. Seulement, dans ces deux cas, comme dans celui où l'autorité administrative du lieu de destination aurait interdit la remise de la dépêche, l'expéditeur a droit au remboursement des droits qu'il a payés.

Tarif des dépêches. — Pour la correspondance intérieure, la taxe s'applique *par mot*, avec un minimum de 50 centimes par dépêche. C'est-à-dire que chaque mot est compté à raison de 5 centimes pour les dépêches échangées entre tous les bureaux de la France continentale (principauté de Monaco comprise) et entre ceux de la Corse, de l'Algérie et de la Tunisie. Entre les bureaux de France et ceux de ces derniers pays, la taxe est de 10 centimes par mot avec minimum de 1 fr. par dépêche.

La date, l'heure du dépôt, et le lieu du départ sont transmis d'office ; tous les autres mots inscrits par l'expéditeur sur l'original de la dépêche sont comptés et taxés. L'Administration des Télégraphes ne reçoit de dépêches de nuit que pour les villes où un service spécial de nuit est installé et fonctionne. Est considérée comme dépêche de nuit celle qui est remise entre 9 heures du soir et 7 heures du matin, du 1^{er} avril au 1^{er} octobre, et 8 heures du matin, du 1^{er} octobre au 1^{er} avril.

Les dépêches sont portées gratuitement à domicile. Lorsque l'expéditeur veut adresser une copie de sa dépêche à plusieurs destinataires dans le ressort du même bureau, il paie 0 fr. 50 pour le port de chaque copie, moins une comptée dans le coût de l'original. S'il veut obtenir copie d'une dépêche qu'il a envoyée ou reçue, le droit est de 0 fr. 50 et on lui remet un reçu. Lorsque la même dépêche doit être expédiée à plusieurs stations d'une même ligne télégraphique, la taxe est la somme de toutes les taxes partielles du point de départ au premier bureau, au deuxième et ainsi de suite.

On peut, moyennant le paiement du quart de la taxe simple, pour le même parcours, connaître l'heure d'arrivée d'une dépêche au bureau destinataire ou à la personne même à qui cette dépêche doit être remise. Le collationnement d'une dépêche (indication conventionnelle TC) ou sa répétition par le bureau destinataire, paie une demi-taxe supplémentaire. L'expéditeur peut payer d'avance la réponse à sa dépêche. Il débourse contre reçu la taxe d'une dépêche simple sur le même parcours que celle qu'il envoie. Si la réponse dépasse le minimum des mots, c'est-à-dire dix, elle n'est remise que contre paiement du supplément de taxe, moyennant reçu. Dans le cas de réponse payée (indication abrégée R. P.), l'expéditeur doit mentionner sur sa dépêche : *Réponse payée*,

tant de mots et ces mots sont comptés comme en faisant partie.

Quand le domicile du destinataire d'un télégramme est situé hors de la ville où se trouve le bureau de réception, il faut un *exprès payé* pour porter la dépêche. La taxe est augmentée de 1 franc pour le premier kilomètre, et de 0 fr. 50 pour les autres. Pour faire remettre par le service de la poste, on paie 0 fr. 40 d'affranchissement en sus de la taxe. En écrivant sous la forme abrégée (XP, *exprès payé* ; TC, *télégramme collationné* ; CR, *accusé de réception* ; F. S., *faire suivre* ; T. R., *télégramme recommandé*), etc., on ne paie que pour un mot.

Compte des mots. — Ne sont comptés que pour un seul mot : 1^o les noms composés formant à ce titre par un article séparé du *Dictionnaire de l'Académie*, exemple *rendez-vous, qu'en-dira-t-on* ; 2^o les noms géographiques, les noms de famille formés de plusieurs mots, sans comprendre toutefois dans ces derniers les titres et les prénoms. Les noms de famille dont la réunion forme une raison sociale comptent pour autant de mots qu'ils en contiennent réellement. Ne sont également comptés que pour un mot, mais dans l'adresse seulement et non dans le corps de la dépêche, le nom de la rue, place ou passage, le nombre représentant le numéro de la maison, quel que soit le nombre de mots nécessité pour ces indications. Pour les autres nombres, ceux qui sont

écrits en toutes lettres comptent pour autant de mots qu'il en faut pour les exprimer. Ceux qui sont en chiffres comptent pour un mot jusqu'au maximum de cinq chiffres, et au-dessus pour autant de mots qu'ils contiennent de fois cinq chiffres, plus un mot pour les deux, trois ou quatre chiffres excédents. Les signes d'arithmétique ($+$ $-$ $=$ \times) comptent pour un chiffre. La ponctuation ne compte pas ; les guillemets, le mot souligné et la parenthèse sont comptés pour deux mots en tout. Les lettres isolées ou par groupe, sans signification, sont prises chacune pour un mot, et tous les autres signes pour autant de mots qu'il en faut pour les exprimer, excepté la barre de division qui ne compte que pour un mot. Le nombre quatre-vingts n'est compté que pour un mot.

Les télégrammes rédigés en langage chiffré, secret ou conventionnel, sont reçus pour les pays suivants, France et Algérie-Tunisie comprises :

| | |
|-----------------|-----------------|
| Allemagne | Portugal |
| Autriche | Sénégal |
| Belgique | Suisse |
| Bulgarie | Malte et Corfou |
| Danemark | Amérique du Sud |
| Espagne | Etats-Unis |
| Grèce | Australie |
| Grande-Bretagne | Brésil |
| Hongrie | Cochinchine |

| | |
|------------|----------|
| Italie | Egypte |
| Luxembourg | Indes |
| Norvège | Victoria |
| Pays-Bas | |

La Russie accepte les télégrammes commerciaux rédigés en langage conventionnel, mais n'admet ni au départ ni à l'arrivée les télégrammes rédigés en langage chiffré.

L'adresse peut être rédigée en langage convenu, s'il existe un arrangement entre le destinataire et le bureau télégraphique. Quand les télégrammes sont en partie secrets et en partie clairs, les passages secrets doivent être mis entre parenthèse et le texte conventionnel ou chiffré composé *exclusivement* de lettres de l'alphabet ou de chiffres arabes.

Les dépêches de presse bénéficient, pour la France et l'Algérie, d'une réduction de 50 p. 400 sur présentation d'une carte délivrée aux journalistes par l'Administration des télégraphes. On peut se faire transmettre les cours de la Bourse moyennant un abonnement semestriel de 50 francs, soit 100 francs par an, payables d'avance.

Service international.— Les correspondances internationales entre pays appartenant à l'Union Télégraphique, sont soumises aux règles soit du *régime européen*, soit du régime *extra-européen*. La taxe s'établit par mot, sans condition de minimum ; le

nombre de caractères formant un mot étant fixé à quinze dans le premier cas et à dix dans le régime extra-européen. Le premier de ces régimes comprend toute l'Europe, la Turquie, l'Algérie et la Russie d'Asie ; le second s'étend sur toute l'Asie et autres parties du monde ; la taxe est très variable et le tableau ci-dessous les résume pour les principaux pays du globe.

TAXES TÉLÉGRAPHIQUES POUR L'ÉTRANGER

EUROPE

| | fr. e. | | fr. e. |
|-------------------------|--------|--------------------------|--------|
| Acores (îles)..... | 0 80 | Luxembourg..... | 0 19 |
| Allemagne..... | 0 15 | Malte..... | 0 40 |
| Autriche-Hongrie..... | 0 20 | Manche (îles de la)..... | 0 20 |
| Belgique..... | 0 125 | Montenegro..... | 0 285 |
| Bosnie-Herzégovine..... | 0 285 | Norvège..... | 0 36 |
| Bulgarie..... | 0 315 | Pays-Bas..... | 0 16 |
| Danemark..... | 0 245 | Portugal..... | 0 20 |
| Espagne..... | 0 20 | Roumanie..... | 0 28 |
| Gibraltar..... | 0 245 | Russie d'Europe..... | 0 405 |
| Grande-Bretagne..... | 0 20 | Serbie..... | 0 28 |
| Grèce continentale..... | 0 625 | Suède..... | 0 285 |
| — îles..... | 0 57 | Suisse..... | 0 12 |
| Italie..... | 0 20 | Turquie d'Europe..... | 0 535 |

ASIE

| | fr. e. | | fr. e. | |
|----------------------|---------|-------------------------|--------------------------|------|
| Afghanistan..... | 2 812 | Japon..... | 6 05 | |
| Annam..... | 5 975 | Malacca..... | 4 125 | |
| Arabie..... | 3 875 | Macao..... | 7 000 | |
| Birmanie..... | 2 825 | Perse..... | 1 70 | |
| Bokhara..... | 2 20 | Russie d'Asie... 1 10 à | 1 40 | |
| Chine..... | 6 75 | Siam..... | 5 575 | |
| Cochinchine..... | 5 075 | Tonkin..... | 6 475 | |
| Cambodge..... | 5 075 | Turquie d'Asie. 2 400 à | 3 45 | |
| Corée..... | 6 650 à | 9 30 | Archipel turc... 2 650 à | 3 10 |
| Ceylan..... | 2 925 | 2 825 | Chypre..... | 1 65 |
| Indes-Anglaises..... | | | | |

AFRIQUE

| | fr. e. | | fr. e. |
|--|--------|----------------------------|--------|
| Bassam (Grand)..... | 6 11 | Egypte : Assiout, Lu- | |
| Benguela..... | 12 12 | xor, Assouan..... | 1 90 |
| Canaries (iles)..... | 0 80 | Egypte : Berber, Kar- | |
| Conakry | 5 51 | thoum | 2 15 |
| Congo français..... | 8 21 | Erythrée | 3 255 |
| Dahomey ; Bénin..... | 7 61 | Madagascar | 3 975 |
| Maroc (Tanger)..... | 0 37 | Maurice (ile) | 3 125 |
| Sénégal..... | 1 50 | Natal | 3 125 |
| Saint-Paul de Loanda ; | 10 26 | Obock | 3 275 |
| Togo..... | 7 29 | Orange (Etat d') | 3 125 |
| Tripolitaine..... | 0 70 | Rhodesia..... 3 325 à | 3 625 |
| Afrique Occidentale Britannique. 3 125 à | 3 525 | Seychelles | 3 125 |
| Mozambique (Portu- gais)..... | 3 175 | Transvaal | 3 125 |
| Cap (colonie du)..... | 3 126 | Zanzibar | 3 125 |
| Djibouti..... | 3 475 | Côte d'Or (anglaise) | 6 89 |
| Egypte : Alexandrie, Suez, Le Caire | 1 65 | Kameroun | 7 94 |
| | | Madère | 1 125 |
| | | Sierra-Leone | 5 49 |

AMÉRIQUE

| | fr. e. | | fr. e. |
|---------------------------------------|--------|--|--------|
| Saint-Pierre et Miqé- lon..... | 1 255 | reau..... | 1 45 |
| Bermudes (iles)..... | 3 45 | Ohio | 1 55 |
| Canada..... 1 25 à | 4 30 | Oklahoma (territoire de) | 1 80 |
| Colombie angl. 1 99 à | 4 30 | Oregon | 1 90 |
| Terre-Neuve..... | 1 25 | Pensylvanie | 1 45 |
| Vancouver | 1 90 | Rhode-Island | 1 25 |
| Etats-Unis : | | Tennessee | 1 55 |
| Alabama | 1 55 | Texas | 1 80 |
| Alaska | 4 80 | Utah | 1 90 |
| Arkansas | 1 80 | Vermont | 1 25 |
| Arizona-Californie | 1 90 | Washington | 1 90 |
| Caroline (Nord et Sud). | 1 55 | Virginie occidentale et orientale | 1 55 |
| Colorado | 1 80 | Wisconsin | 1 55 |
| Colombie (distr.) | 1 45 | Wyoming | 1 80 |
| Connecticut | 1 25 | Géorgie | 1 55 |
| Dakota | 1 80 | Idaho | 1 90 |
| Délaware | 1 45 | Illinois, Indiana | 1 55 |
| Floride : Pensacola | 1 45 | Indien (territoire) | 1 80 |
| — Key West | 1 90 | Iowa | 1 80 |
| — Autres bureaux | 1 80 | Kansas | 1 80 |
| New-Jersey | 1 25 | Kentucky | 1 55 |
| New-Mexico | 1 80 | Louisiane : Nouvelle- Orléans | 1 55 |
| New-York : Ville de New-York | 1 25 | Louisiane : Autres bu- reaux | 1 80 |
| — Autres bu- | | | |

| | | | |
|--|------|-----------------------------|-------|
| Maine..... | 1 15 | République Dominicaine..... | 8 10 |
| Maryland | 1 45 | Saint-Thomas..... | 6 25 |
| Massachusetts..... | 1 25 | Saint-Vincent..... | 5 55 |
| Minnesota, Mississippi, Missouri, Michigan.. | 1 55 | Trinité..... | 6 35 |
| Montana..... | 1 80 | Costa-Rica..... | 5 20 |
| Nebraska..... | 1 80 | Guatemala..... 3 85 et | 4 20 |
| Nevada..... | 1 90 | Honduras..... | 4 70 |
| New-Hampshire..... | 1 25 | Nicaragua..... 4 90 et | 5 20 |
| Mexique : Mexico, Tam-pico, Vera-Cruz | 3 15 | Salvador..... 4 40 et | 4 70 |
| Mexique : Autres villes, 1 90 à | 3 25 | Panama (Isthme de)... | 6 25 |
| Cuba : La Havane..... | 2 10 | Bolivie..... | 7 20 |
| — Autres villes ... | 2 30 | Brésil..... 3 75 à | 6 60 |
| Antigoa | 5 45 | Chili..... | 7 20 |
| Barbades..... | 5 95 | Colombie..... 6 25 à | 7 20 |
| Dominique | 5 20 | Équateur..... | 7 20 |
| Guadeloupe | 6 45 | Guyane anglaise 8 75 et | 15 60 |
| Jamaïque | 3 75 | Guyane française..... | 10 05 |
| Mario-Galante..... | 6 45 | Guyane hollandaise ... | 8 40 |
| Martinique..... | 6 45 | Paraguay | 4 80 |
| Porto-Rico | 5 20 | Pérou..... | 7 20 |
| Haïti..... 6 40 à | 9 30 | République Argentine.. | 4 80 |
| | | Uruguay..... | 4 80 |
| | | Vénézuéla..... | 9 50 |

OCÉANIE

| | fr. e. | | fr. e. |
|------------------------|--------|------------------------|--------|
| Australie..... | 3 50 | Nouvelle-Zélande..... | 3 50 |
| Fidji (îles) | 4 20 | Philippines : Luçon... | 5 25 |
| Java..... | 4 75 | — Autres vil- | |
| Indes Néerlandaises... | 5 25 | les | 5 75 |
| Nouvelle-Calédonie.... | 4 35 | | |

Voici, pour terminer sur ce sujet, quelques renseignements pratiques :

On peut obtenir, dans le service international, la priorité de la transmission d'un télégramme pressé, en inscrivant le mot *urgent* avant l'adresse, et en payant le triple de la taxe d'un télégramme ordinaire du même nombre de mots pour la même destination.

On peut, en justifiant de son identité, arrêter ou annuler tout télégramme qui n'a pas encore été remis. Les télégrammes peuvent être adressés *Télégraphe*

Restant ou *Poste Restante*, n'importe où, pourvu que l'adresse permette d'en effectuer la remise sans rechercher ni demander de renseignements, sans quoi la mention vague *Bureau Restant*, sans autre indication, n'est pas admise.

Lorsque le destinataire d'un télégramme avec réponse payée n'a pas utilisé la réponse, l'expéditeur a le droit de réclamer la somme déboursée. S'il ne l'a pas fait dans un délai de deux mois, il y a prescription. Les originaux ou les copies des télégrammes ne peuvent être communiqués qu'à l'expéditeur ou au destinataire après constatation de leur identité, ou encore au fondé de pouvoirs de l'un d'eux. Moyennant 0 fr. 50 par télégramme ne dépassant pas 100 mots, l'expéditeur et le destinataire d'un télégramme ou leur fondé de pouvoirs, peuvent se faire délivrer des copies certifiées conformes des originaux de ces télégrammes.

L'expéditeur a intérêt à rédiger sa dépêche le plus correctement possible. Toute rature, tout renvoi, toute interligne dans la rédaction doit être approuvée par l'expéditeur ou son représentant. L'adresse d'un télégramme pour l'étranger doit être écrite en français. Il est utile pour l'expéditeur de mentionner sa propre adresse à la fin de sa dépêche, afin qu'il puisse être avisé le cas échéant de la non-distribution de cet envoi ; mais il ne peut en aucun cas y être contraint. Pour l'étranger, comme de l'étran-

ger, c'est-à-dire dans le service international, et dans le service extra-européen, l'expéditeur n'est pas tenu de signer sa dépêche.

Il ne nous reste plus, pour être complet, qu'à rappeler, en terminant, les mesures de protection prévues par la loi en faveur des lignes de télégraphes.

Quiconque, par imprudence ou involontairement, a commis un fait matériel pouvant compromettre le service de la télégraphie électrique ; quiconque a dégradé ou détérioré les appareils des lignes télégraphiques, est puni d'une amende de 16 à 300 francs.

Quiconque, par la rupture des fils, par la dégradation des appareils ou autres moyens, a volontairement causé l'interruption de la correspondance télégraphique, est puni d'un emprisonnement de trois mois à deux ans et d'une amende de 100 à 1.000 francs. Sont punis de la détention et d'une amende de 1.000 à 5.000 francs, sans préjudice des autres peines qu'ils peuvent avoir encourues, ceux qui, dans une émeute ou autrement, auront détruit ou dégradé les appareils télégraphiques, ont envahi les postes de télégraphie ou empêché par leurs violences et leurs menaces les communications télégraphiques. Les actes de violence et les voies de fait envers les agents de l'Administration des Télégraphes constituent le fait de rébellion.

Quiconque transmet sans autorisation des signaux télégraphiques d'un lieu à un autre, soit à l'aide d'appareils télégraphiques soit par tout autre moyen, est puni d'un emprisonnement de un mois à un an et d'une amende de 1.000 à 10.000 francs. En outre, le Gouvernement peut ordonner la destruction des appareils ayant servi à la transmission.

Telles sont les prescriptions légales concernant les télégraphes, et qui assurent à l'Etat le monopole

de ce système de communication. Arrivons-en maintenant aux téléphones, qui transmettent au loin, non plus des signaux de convention, mais la voix même des personnes en correspondance.

CHAPITRE XIII

Le téléphone.

On désigne sous le nom de téléphonie l'ensemble des procédés actuellement employés pour transmettre la parole à distance au moyen de l'électricité, et on appelle téléphones les appareils servant à cette transmission.

Ce mode de correspondance est entièrement moderne, car, si la première tentative de réalisation de transport de la parole remonte à l'année 1831, époque à laquelle le savant français Charles Bourseul faisait les premières expériences sur le sujet, le premier appareil pratique n'a fait son apparition qu'en 1876. Il présentait sur le télégraphe, seul connu jusqu'à ce moment, de nouveaux et incontestables avantages qui firent son succès immédiat. Au début, on eut pu croire que le nouveau venu se substituerait au télégraphe, mais on n'eût pas supposé qu'il ferait mieux encore et autrement, car on le croyait incapable d'établir une communication permanente, non-seulement entre

des bureaux publics, mais encore entre toutes les demeures particulières. On est obligé d'aller chercher le télégraphe ; on a le téléphone, sous la main. Pour se servir du télégraphe, il faut recourir à l'intermédiaire d'un employé ; le téléphone, lui, peut se passer de l'intervention d'un tiers pendant l'échange des communications. C'est pourquoi le télégraphe et le téléphone ont pu, au lieu de se concurrencer, se développer paisiblement l'un à côté de l'autre, sans se porter ombrage. Chacun d'eux, dans sa sphère d'action, contribue à accroître et à satisfaire le besoin chaque jour plus impérieux de communiquer rapidement malgré la distance, et il en résulte nécessairement une extension parallèle de tous les procédés de communication.

On ne peut reprocher qu'un seul inconvénient au téléphone : c'est qu'il ne conserve aucune trace des conversations échangées entre les correspondants, il ne laisse aucun indice des paroles échangées, aucune preuve matérielle de l'envoi et de la réception des messages. Seul, le télégraphone Poulsen enregistre les communications, mais il n'est pas encore entré dans l'usage général. Il est vrai de dire aussi que, les trois quarts du temps, cette inscription de la conversation serait superflue, et d'ailleurs rien n'empêche celui qui reçoit un téléphonogramme d'en copier les termes exacts au fur et à mesure que son correspondant les lui dicte !

Pour en revenir au principe même de cet appareil si précieux que , malgré les inconvénients qui lui sont inhérents, et dont le moindre n'est pas la difficulté d'obtenir de l'employé, placé au bureau central, la connexion avec la ligne de l'abonné que l'on désire entretenir, disons que ce principe n'est autre que l'induction, phénomène électrique qui se produit dans les spires des bobines d'un électro-aimant parcouru par un courant. On peut attribuer les sons recueillis dans le téléphone électromagnétique aux causes suivantes :

Vibrations moléculaires qui résultent, dans le noyau et dans la plaque de l'appareil, des aimantations et des désaimantations successives dues aux courants induits; vibration de la membrane quand elle est suffisamment mince, et vibrations moléculaires produites dans le fil de la bobine par les variations de l'induction.

La sensibilité du téléphone est véritablement surprenante, et, d'après M. Colson, l'intensité de courant nécessaire pour produire dans le récepteur une vibration sonore correspondant au *la* normal est égale à celle du courant que donnerait une pile au sulfate de cuivre dans un circuit télégraphique faisant 290 fois le tour du globe !

Si nous voulons classer les systèmes de transmission téléphonique du son en catégories distinctes, nous rangerons d'abord dans une série particulière

les téléphones à effets purement *électromagnétiques*, dérivant de l'appareil primitif inventé en 1876 par l'américain Graham Bell. Dans une deuxième série, nous placerons les téléphones *à piles*, les plus pratiques et les plus répandus en raison des avantages qu'ils présentent sur les premiers, et c'est dans cet ordre que nous passerons en revue les différents types d'appareils existants.

Un poste téléphonique complet se compose, comme en télégraphie :

- 1^o D'un transmetteur (correspondant au manipulateur) ;
- 2^o D'un récepteur, avec sa sonnerie d'appel ;
- 3^o D'une pile, dans les téléphones à piles et micro-téléphones ;
- 4^o D'une ligne de conducteurs reliant le transmetteur d'un poste au récepteur du poste correspondant ou au bureau central chargé de donner la communication et de mettre en rapport les correspondants ;
- 5^o Enfin les appareils accessoires et de sécurité indispensables.

Dans les téléphones *électromagnétiques* (fig. 82), les ondes sonores de la voix articulée devant l'embouchure de l'appareil produisent un courant ondulatoire qui agit seul sur la membrane du récepteur correspondant. La portée est forcément faible et le son recueilli peu intense, ce qui constitue un grave in-

convénient. Aussi, malgré les améliorations nombreuses apportées au système primitif de Graham Bell, par des savants tels que Preece, Maiche, d'Arsonval, Gray, Hughes, Edison, Ader, Abdank, Van Rysselberghe, etc., ce modèle n'a-t-il pas tardé à

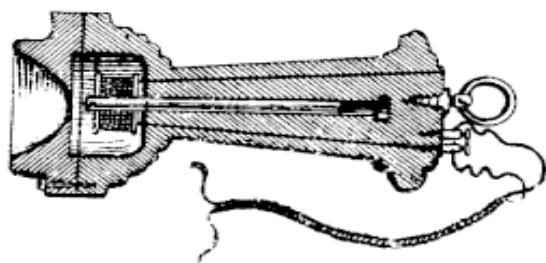


Fig. 82. — Coupe d'un téléphone électromagnétique.

être abandonné pour se voir remplacé par le microphone, qui possède plus de sensibilité et permet, grâce à l'interposition d'un transformateur à haute tension, de transmettre le courant à des distances pouvant atteindre couramment 400 et 500 kilomètres. Les courants induits produits dans la bobine du transmetteur simplement par la voix sont extrêmement faibles, et on obtient plus d'énergie et de portée en les utilisant pour modifier le champ magnétique dans les bobines du récepteur par un courant de haute tension.

Les téléphones à piles sont basés sur une remarque faite en 1836 par M. le comte de Moncel, et que l'on peut énoncer comme suit :

« L'intensité d'un courant dans un circuit compor-

tant un interrupteur est très modifiée suivant le degré de pression exercée au point de contact des pièces conductrices de cet interrupteur. »

Cet effet s'observe très nettement avec le charbon de cornue; les variations de pression qu'il subit influent beaucoup sur sa conductibilité, et c'est sur ce phénomène qu'on s'est appuyé pour imaginer ce que l'on a appelé le *microphone*. La première application de ce principe à la téléphonie est due à Edison en 1877, la création du microphone est due à l'électricien anglais Hughes, inventeur du système de télégraphe imprimeur que nous avons décrit, et date de 1878.

Tous les transmetteurs téléphoniques actuels utilisent d'une manière ou d'une autre la propriété qu'ont les contacts imparfaits de modifier la résistance des circuits, quand ce contact varie d'étendue sous l'action d'un son articulé. Le charbon de cornue, ou en aggloméré artificiel, est la matière qui a fourni les meilleurs résultats et est demeurée seule en usage, à cause de son inoxydabilité, de son infusibilité, de sa médiocre conductibilité et de sa résistance à la chaleur. La forme des appareils varie, mais c'est surtout par le nombre des contacts imparfaits qu'ils comportent, leurs dispositions, leur couplage, qu'ils diffèrent les uns des autres. Il n'y a pas de règles à donner en cette matière, car, ainsi que le disait

M. Preece, le microphone défie l'analyse mathématique.

On peut faire usage d'un transmetteur microphonique de deux manières : soit en circuit direct pour

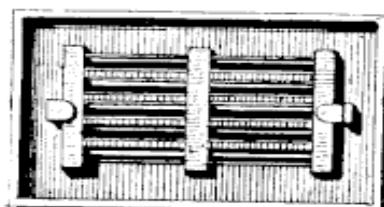


Fig. 83. — Boîte microphonique d'un transmetteur.

les communications à courte distance, soit en intercalant dans le circuit une bobine d'induction. Dans ce dernier cas, le courant ondulatoire transverse le fil primaire d'une petite bobine de ce genre, dont le circuit secondaire est relié à la ligne et au récepteur qui est alors influencé par les courants induits. C'est cette méthode qui est exclusivement employée sur les réseaux de quelque étendue et sur les lignes de grande longueur.

La résistance des transmetteurs téléphoniques à piles varie de quelques ohms à 150 ohms et plus ; la résistance des bobines d'induction est également très variable et assez difficile à déterminer en raison des

phénomènes secondaires qui se produisent: self-induction, charge de lignes, etc.

Dans le téléphone à effets électromagnétiques purs et simples, dont le modèle Bell est le type, le même appareil peut servir indifféremment de transmetteur ou de récepteur. Il consiste, comme on sait, en une boîte ronde en bois munie d'un manche dans son prolongement, et qui renferme intérieurement un barreau aimanté. Ce barreau est fixé au moyen d'une vis et se trouve disposé de manière à être rendu mobile quand on serre ou desserre cette vis pour régler la sensibilité de l'appareil. En regard de l'extrémité libre de ce barreau se trouve une rondelle en fer, et c'est sur cette extrémité que se trouve également fixée la bobine enroulée de fil fin, dans laquelle les courants induits se produisent.

Les extrémités du fil entourant cette bobine sont reliées aux fils conducteurs se rendant à la bobine, identiquement semblable à celle-ci, de l'autre téléphone.

La rondelle métallique vibrante, en fer verni très mince, présente la forme d'un disque; elle est appuyée sur une bague de caoutchouc embrassant sa circonférence et l'appliquant fortement sur les bords circulaires de la boîte de bois qui est, à cet effet, composée de deux morceaux ajustés et serrés avec des vis à bois ou vissés l'un sur l'autre. La plaque doit être le plus rapprochée possible de l'extrémité

polaire de l'aimant, mais pas assez cependant pour que les vibrations de cette plaque, sous l'action des ondes sonores de la voix, puissent amener le contact entre ces deux pièces.

Une embouchure évasée, devant laquelle on parle ou que l'on applique contre l'oreille pour écouter, surmonte la face supérieure de la boîte, au-dessus de la rondelle. Cette embouchure, en forme d'entonnoir, percée en son centre, permet de mieux concentrer les sons. La capacité de la boîte elle-même est calculée de manière à pouvoir jouer le rôle de caisse sonore, sans cependant provoquer d'écho ou d'interférences de sons. Quand cet appareil est bien construit, il possède une grande sensibilité ; employé comme récepteur, il parle distinctement et articule très nettement à la condition que la longueur de la ligne ne dépasse pas quelques centaines de mètres. Au-delà de ce chiffre, on n'obtient plus qu'un murmure vague et confus, et c'est cette insuffisance de portée qui a conduit à substituer à ce système primaire, le téléphone à piles et à bobine d'induction permettant une distance de transmission quelconque, tout en conservant la netteté des sons et de l'articulation.

Il est indispensable de compléter l'appareil par un système d'appel quelconque, autrement on ne pourrait attirer l'attention de son correspondant et l'avertir que l'on a une communication à lui faire. On

aurait beau crier de toutes ses forces devant l'embouchure du transmetteur, le son viendrait expirer en un murmure imperceptible à moins de quelques centimètres de distance sur la plaque vibrante du récepteur. On s'est efforcé de combiner différents

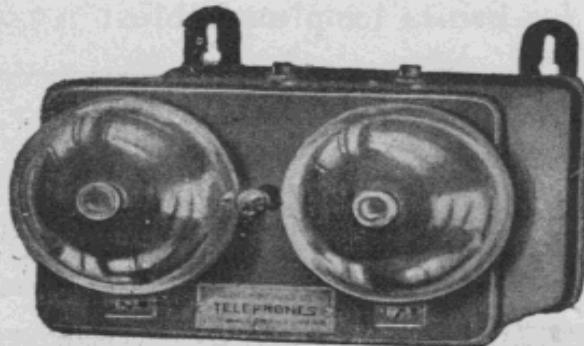


Fig. 84. — Sonnerie polarisée.

dispositifs pour répondre à cette nécessité, mais on a dû en revenir à la solution la plus simple, déjà employée pour les télégraphes : à l'usage d'une sonnerie d'appel à *trembleur* ou *polarisée* (fig. 84), placée dans le circuit. Mais alors, il faut pour actionner cet appel, une pile que le correspondant retire du circuit par le jeu d'un commutateur automatique, quand il a entendu et est prêt à écouter, et alors autant recourir aux téléphones à piles ou micro-téléphones avec ou sans bobine d'induction.

La forme élémentaire du microphone de Hughes, basé comme nous l'avons dit, sur la théorie des contacts imparfaits, consiste en un crayon de charbon de cornue taillé en pointe à ses extrémités, et reposant par ces pointes dans des cavités pratiquées dans

des petits dés de même matière, fixés à une planchette verticale au-dessus d'une boîte de résonnance. L'appareil est intercalé dans le circuit d'un téléphone ; il sert de transmetteur et il est surtout remarquable par son extrême sensibilité qui permet de transmettre sur la ligne les bruits les plus faibles.

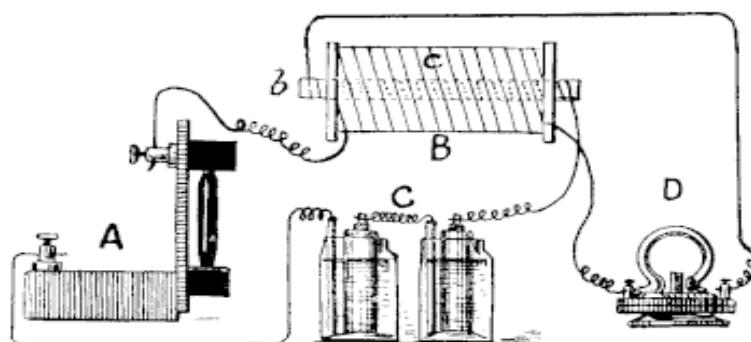


Fig. 85. — Disposition d'un circuit de micro-téléphone avec bobine d'induction. — A, microphone. — B, bobine d'induction. — C, piles. — D, récepteur téléphonique. — b, circuit primaire. — c, circuit secondaire de la bobine.

On fait usage de ce dispositif de deux manières, soit en circuit direct, pour les communications à peu de distance, soit en intercalant une petite bobine d'induction. Dans ce dernier cas, le courant ondulatoire traverse le fil primaire de la bobine et c'est le circuit secondaire qui est relié à la ligne et au récepteur, lequel est influencé par les courants induits ; c'est cette dernière méthode qui est exclusivement employée pour les réseaux étendus et les très longues lignes.

Les modèles de postes téléphoniques, basés sur les principes qui viennent d'être exposés, sont très nom-

breux. Parmi ceux qui sont depuis le plus longtemps en service et fournissent les meilleurs résultats, il faut citer ceux de la Société Industrielle des Téléphones, à transmetteur microphonique à baguettes de charbon d'Ader, et de Bailleux (fig. 86), de Mildé, de Ducoussو, d'Oehorowickz, construits par la maison Chateau père et fils, de Gower, d'Edison, de Berthon, de Maiche, de Berliner, etc., ces derniers contenant, au lieu de baguettes de charbon formant le contact microphonique, des matières pulvérulentes, charbon granulé ou grenaille moulée.

Dans les postes pour usages domestiques construits par la maison Mildé, le microphone est composé de deux pastilles de charbon serties dans les deux moitiés d'une petite boîte anéroïde métallique, et chaque pastille est isolée du contact du métal au moyen d'une rondelle de papier gris. La boîte est remplie aux 5/6 de sa capacité de grenaille de coke tamisé. L'une des pastilles est fixée à la planchette de sapin formant le dessus de l'appareil, et une gorge pratiquée sur chaque charbon sert à l'attache des fils destinés à amener le courant, enfin les faces des pastilles qui reposent sur le coke sont striées pour assurer leur adhérence avec la grenaille.

Le fonctionnement de l'appareil se comprend comme suit : Lorsqu'on enlève le récepteur du crocheton auquel il est suspendu et qu'on le porte à l'oreille pour écouter, l'appareil se trouve mis automatique-

ment en circuit par le ressort de rappel dont est muni le crochet et qui établit un contact entre deux plots. Lorsqu'on parle devant la planchette, les vibrations de la voix sont transmises à la pastille de

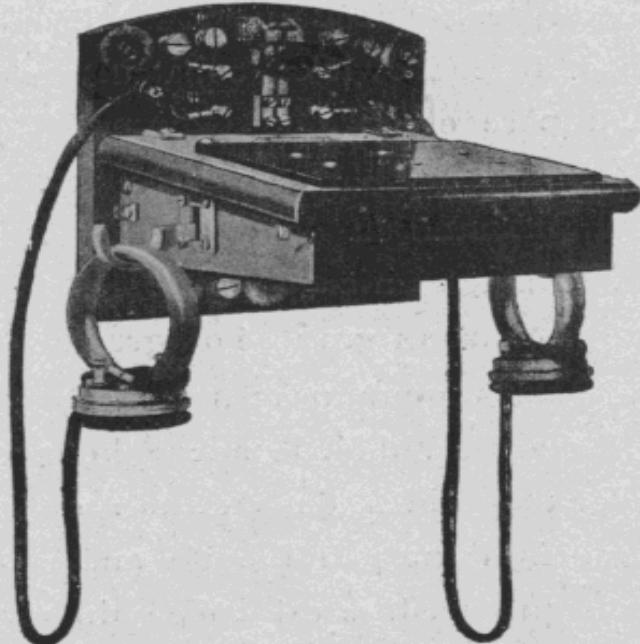


Fig. 86. — Poste téléphonique Ader n° 1. (Société Industrielle des Téléphones.)

charbon fixée à cette planchette, ainsi qu'à la paroi métallique dans laquelle la pastille est sertie. Par suite de l'inertie, la paroi postérieure de la boîte vibrera avec moins d'intensité que la partie antérieure ; il en résulte un aplatissement microscopique de la boîte microphonique, une compression de la grenade de charbon, et, par cela même, une augmentation des surfaces de contact ; le courant passant dans la ligne acquiert plus d'intensité et il agit d'autant

plus énergiquement sur la rondelle vibrante du récepteur que la parole aura été plus sonore, la vibration plus rapide et la compression plus accentuée.

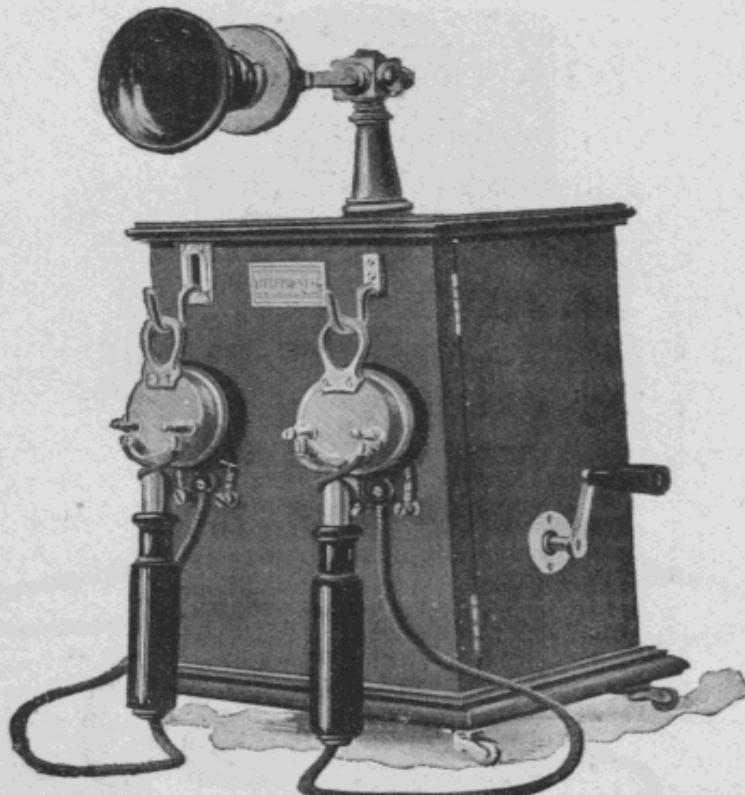


Fig. 87. — Poste à appel magnéto-électrique de Bailleux. (Société des Téléphones.)

Cette sorte de construction a acquis une légitime faveur en raison des bons résultats qu'elle fournit, et elle tend à se substituer de plus en plus aux récepteurs à baguettes de charbon moulé.

Quant à la forme extérieure donnée aux postes téléphoniques, elle est très variable. La tablette du

transmetteur est tantôt verticale, tantôt horizontale ou oblique. Sa forme est rectangulaire, circulaire, carrée, et elle est montée soit sur un cadre, un pied, un support coudé ou droit. La fantaisie des cons-



Fig. 88. — Appareil Bailleux à circuit secondaire pour grandes distances avec récepteurs Ader.

tructeurs s'est donnée libre carrière dans cet agencement, afin d'arriver à la plus grande commodité possible pour déplacer aisément l'appareil.

Le récepteur, ordinairement suspendu à un crocheted mobile sous la tablette du transmetteur, présente le plus souvent la forme d'une montre; on le munit

quelquefois d'une poignée droite pour le maintenir aisément. Dans le système Ader, on peut le tenir par l'aimant circulaire dont les pôles s'appliquent sur la culasse de l'électro intérieur agissant sur la rondelle

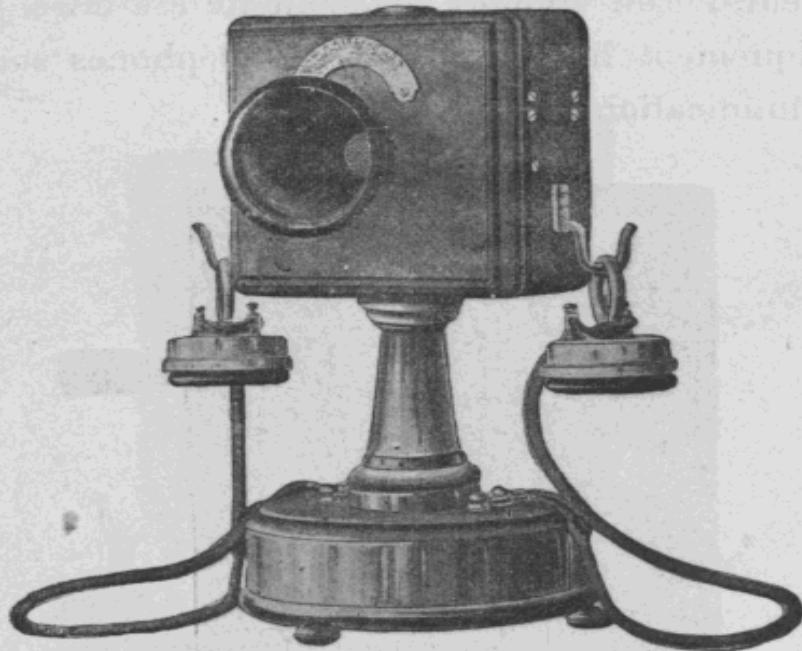


Fig. 82. — Poste téléphonique Bailleux-Ader, modèle de la Société Industrielle des Téléphones.

vibrante. Enfin certains modèles portent, sur une poignée unique, le transmetteur et le récepteur, de telle façon que l'on peut écouter tout en causant, et sans avoir à se déranger.

Chaque poste est complété par les éléments de pile et la bobine d'induction indispensable. Pour appeler le correspondant et le prévenir que l'on désire entrer en communication, on appuie sur un bouton interrupteur qui ferme le circuit et envoie le courant de

la pile dans la sonnerie d'appel de son poste, ou bien on actionne par une petite manivelle une machine d'induction tournante ou magnéto, qui produit le même effet (fig. 90). En décrochant ensuite le récepteur de son support, la sonnette est mise automatiquement hors circuit et les téléphones sont en communication l'un avec l'autre.

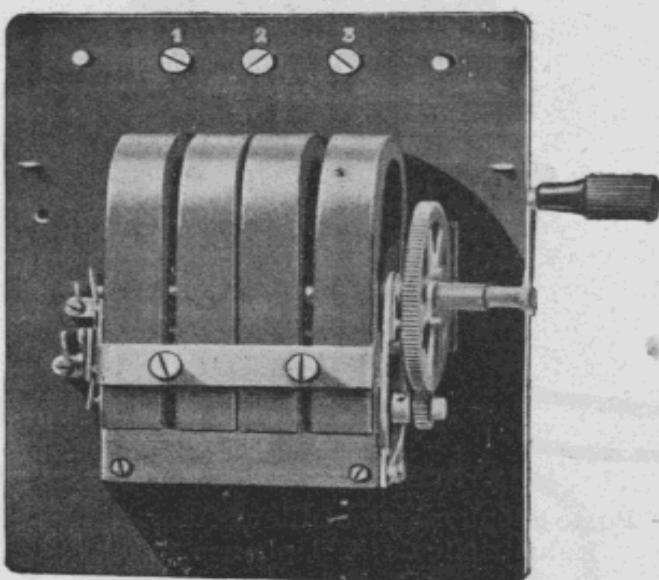


Fig. 90. — Magnéto d'appel.

Ajoutons, pour en terminer avec les appareils téléphoniques, que l'on est parvenu à établir des récepteurs donnant un son assez fort pour être perçu dans toute une grande salle. Tels sont les modèles de *hauts-parleurs* de Boisselot, de Gaillard (construit par Ducretet), et le *thermo-microphone* d'Ochorowickz. Ce renforcement de son est ordinairement

obtenu en intercalant une pile à grand débit ou une batterie d'accumulateurs capables de développer un courant de grande intensité dans la bobine induite du récepteur.

On s'est beaucoup occupé dans ces derniers temps

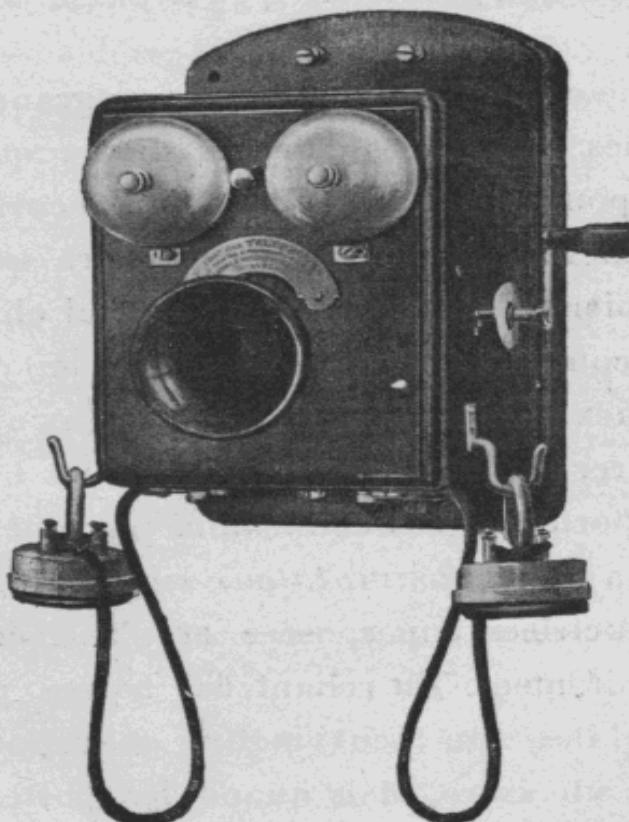


Fig. 91. — Appareil Bailleux à appel magnéto-électrique et microphone fixe.

d'un autre procédé original d'émission de sons puissants, et qui consiste à utiliser une lampe électrique à arc voltaïque en guise de récepteur. Les variations d'intensité du courant alimentant cet arc lui permettent de reproduire avec force, sinon avec beaucoup

de netteté, les paroles prononcées devant un transmetteur microphonique branché dans le circuit alimentant la lampe. Nous n'avons pas besoin d'ajouter que ce mode de transmission de la parole ne s'est pas encore beaucoup répandu, en raison sans doute de la complication de matériel qu'il exige pour son obtention.

Quand une agglomération compte un grand nombre d'abonnés disséminés dans les divers quartiers de la ville, pour que chacun d'eux puisse correspondre avec tous les autres, il est nécessaire que tous les postes soient reliés à un bureau central chargé de donner les communications demandées, en établissant la connexion entre les lignes des deux abonnés désirant entrer en conversation. Dans les bureaux de peu d'importance, ces connexions peuvent s'effectuer à l'aide d'un *commutateur suisse*, formé de barres conductrices superposées et s'entrecroisant perpendiculairement. En reliant ces barres par des chevilles mobiles, on peut mettre en rapport un abonné avec un autre. Mais quand les postes sont très nombreux, comme c'est le cas dans les grandes villes, on fait usage de grands tableaux, appelés *multiples*, qui permettent de réaliser toutes les combinaisons voulues, de bureau à bureau, ou d'abonné à abonné en passant par plusieurs bureaux centraux.

Les faisceaux de fils circulant dans les égouts de la ville et qui alimentent deux par deux chaque appareil d'abonné, s'épanouissent en rosace en arrivant au bureau central, et viennent aboutir à un tableau annonciateur comportant autant d'indicateurs à numéros qu'il y a d'abonnés. Si ce nombre est très considérable, le tableau est divisé en plusieurs panneaux comportant ordinairement 100 numéros et

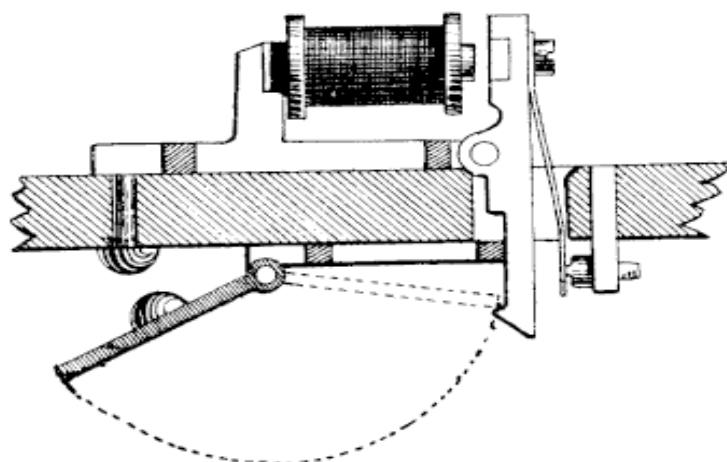


Fig. 92. — Mécanisme de l'annonciateur.

surveillés chacun par un employé. L'annonciateur de chaque abonné est formé d'un électro-aimant que traverse le courant de la ligne, et dont l'armature, mobile autour d'un axe, est maintenue à la position de repos, écartée des pôles; un petit ressort antagoniste règle cette distance (fig. 92). L'armature est munie d'un crochet qui maintient relevée verticalement

une petite plaque à charnière qui, à l'état ordinaire, masque le numéro de l'abonné. Lorsqu'un appel est envoyé au bureau central, en même temps que résonne la sonnerie d'appel, l'armature est attirée par l'électro, le crochet dégage la petite plaque qui s'abat et découvre le numéro de l'abonné qui a envoyé le signal.

Un tableau annonciateur comprend cent indicateurs semblables : au-dessous de chaque numéro se trouve une prise de contact servant à relier le circuit de l'abonné avec l'un ou l'autre des circuits locaux ou généraux qui aboutissent au bureau central. Le système de connexion le plus usité est celui connu sous le nom de *jack-knife*. Deux plots de cuivre juxtaposés, mais séparés l'un de l'autre par une matière isolante, sont intercalés sur les fils de ligne et jouent le rôle d'interrupteurs. Ces plots étant percés de trous peuvent recevoir des chevilles métalliques servant à opérer le contact entre leurs deux parties, et à réaliser les connexions. Ces chevilles ou *fiches* sont disposées à l'extrémité de cordons souples renfermant deux fils conducteurs composés de brins de cuivre très fins tordus ensemble ; elles comportent deux parties métalliques isolées l'une de l'autre et reliées respectivement à chacun des fils. On comprend donc que, si l'on enfonce une cheville dans la double plaque de laiton du jack-knife, la partie centrale communique avec la plaque du fond, et

l'autre avec la plaque disposée la première. Ce dispositif très simple permet de relier ainsi les fils de ligne venant du poste qui a appelé, soit à un appareil téléphonique portatif pour que l'employé du bureau central puisse correspondre avec l'abonné et lui

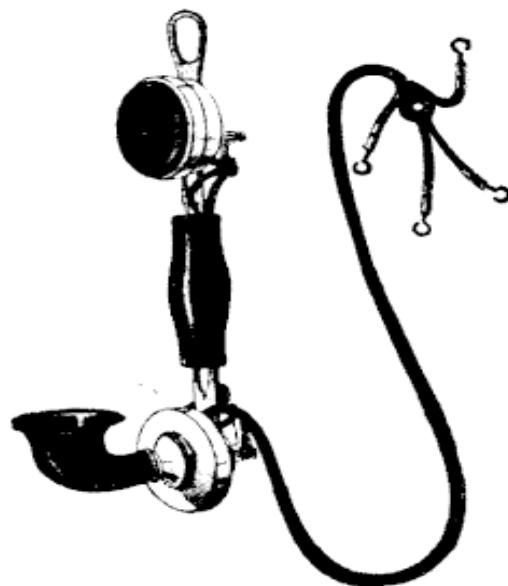


Fig. 93. — Appareil combiné Bailloux-Ader avec cordon à 4 conducteurs, pour postes à circuit secondaires et bureaux centraux.

demander ses ordres, soit au jack-knife d'un autre abonné, pour que le demandeur puisse entrer en rapport téléphonique avec la personne qu'il demande.

Il est indispensable, cela se conçoit, que le bureau central soit prévenu de la fin des conversations et puisse rompre les connexions des deux jack-knifes. Dans ce but, on laisse en dérivation sur la ligne l'un des indicateurs des deux abonnés en communication. Le premier qui a terminé prévient le bureau en pres-

sant le bouton d'appel de son poste ; le courant qui passe alors possède une intensité suffisante pour faire marcher l'indicateur demeuré en dérivation. Pour obtenir ce résultat, la plaque de commutation porte à sa partie inférieure un ressort qui appuie, au repos, sur une vis métallique reliée à l'indicateur. Le courant de la ligne passant par ce ressort va à l'indicateur et revient à la plaque d'où il retourne à la ligne : c'est le *circuit d'appel*. Une fois la communication établie entre les deux postes, on supprime, ainsi que nous venons de le dire, un des indicateurs, et on laisse l'autre en dérivation. Le ressort porte, dans ce but, une goupille en ivoire engagée dans le trou, et disposée de façon à ce que son extrémité dépasse quelque peu le niveau de la plaque. Quand on veut mettre l'indicateur hors de circuit, on enfonce la cheville dans le trou, le ressort se trouve comprimé et le circuit est interrompu. Si, au contraire, on veut laisser l'indicateur en dérivation, il suffit de placer la cheville dans l'autre trou de la plaque. La communication entre deux abonnés s'établit donc, en fin de compte, en reliant chacun des jacks-knives où aboutissent leurs fils, par un cordon souple, pourvu à ses deux extrémités d'une fiche à double contact. La première cheville est enfoncée dans le trou de droite du premier jack-knife, et la seconde dans le trou de gauche de l'autre.

Lorsque les annonceurs de deux abonnés qui

désirent entrer en communication se trouvent faire partie du même tableau, on les relie directement, à l'aide du cordon à deux chevilles que nous avons décrit. Quand, au contraire, ils appartiennent à des panneaux différents assez éloignés l'un de l'autre, on

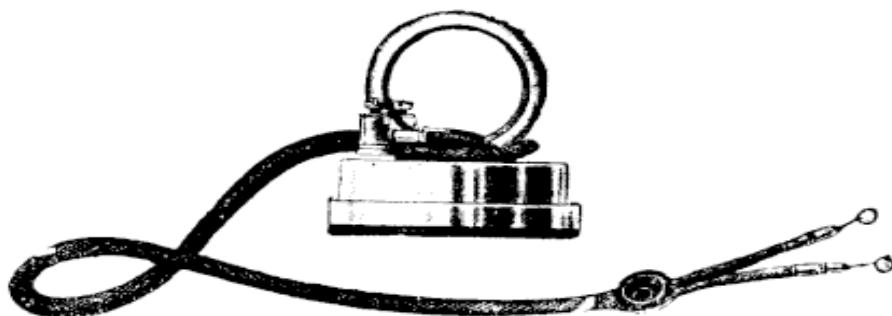


Fig. 94. — Récepteur Ader à deux cordons souples.

les réunit à des commutateurs auxiliaires qui n'ont qu'un trou, sans ressort, et qu'on appelle *jacks généraux*. Ces jacks sont numérotés suivant la place qu'ils occupent dans le panneau, et tous ceux de même numéro communiquent entre eux par des fils disposés derrière les tableaux. Cette disposition permet de réunir, sans l'inextricable embarras qui résulterait de l'usage de longs cordons à double cheville de contact, deux annonceurs éloignés. Lorsque deux abonnés n'appartenant pas au même bureau central veulent être reliés, on réunit leurs lignes par le moyen des lignes *auxiliaires* qui unissent les bureaux centraux les uns avec les autres, et dont le nombre est en rapport avec l'importance du trafic du réseau.

Les installations téléphoniques de postes privés ou domestiques présentent, cela se conçoit, une bien plus grande simplicité que les distributions urbaines à réseau étendu avec bureau central chargé de donner les communications. Elles peuvent rendre les plus grands services, aussi se sont-elles répandues dans toutes les usines, manufactures, maisons de commerce, ateliers, dans les mines, les entrepôts, les ministères, les chantiers de construction dont les ateliers sont souvent très éloignés des bureaux.

Quand, dans une semblable installation, il n'existe que deux postes, on rattache simplement les fils de ligne aux bornes des appareils. Si l'on veut éviter la dépense du fil de retour, on peut prendre la terre comme conducteur, ainsi que cela se pratique couramment pour la télégraphie électrique, mais les communications seront moins nettes, les sons plus sourds, plus confus, et, en résumé, il est préférable d'avoir un double fil de ligne.

Si le nombre des postes téléphoniques est un peu élevé, six, huit ou davantage, on peut choisir entre deux méthodes d'installation. La première nécessite un poste central desservant les postes secondaires qui ne peuvent communiquer entre eux que par son intermédiaire ; dans l'autre, les postes sont *embrochés*, reliés ensemble par un seul fil et pouvant communiquer à volonté et directement entre eux. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients,

et le choix est déterminé par les circonstances dans lesquelles se présente l'installation.

Un poste simple comporte, comme matériel :

Une batterie de piles Leclanché, de 2, 4 ou 6 éléments en tension ;

Un transmetteur microphonique à bobine d'induction ;

Deux récepteurs téléphoniques ;

Une sonnerie d'appel ;

Et un parafoudre.

Le poste central comporte, de plus, un tableau annonciateur à numéros, réduction du tableau multiple de bureau central, dont nous avons donné plus haut la description, et dont le rôle est exactement le même. L'appel d'un poste quelconque fait vibrer la sonnerie et déclanche en même temps le numéro. L'employé du poste central demande au correspondant qui le sonne, avec quel poste il veut être mis en relation. En possession de cette indication, il relie par un cordon souple à double fiche le poste appelant à celui qui est appelé. Ce procédé nécessite donc la présence continue d'un employé auprès du tableau annonciateur, ce qui ne se conçoit qu'au cas où les postes à desservir sont nombreux. Le système par postes embrochés a pour but de permettre l'appel direct d'un poste quelconque, en exigeant seulement deux fils. Il permet donc de réaliser une certaine économie.

On a cherché à perfectionner le téléphone, et au premier rang des améliorations que l'on s'est efforcé de lui apporter, il faut placer l'inscription des communications échangées et dont il ne restait aucune trace. Plusieurs solutions ont été proposées; l'une des plus intelligemment conçues, est le *télégraphone*, sorte de phonographe électromagnétique qui figurait à l'Exposition universelle de 1900 et avait été inventé par l'ingénieur Poulsen.

Dans cet appareil, l'enregistrement de la parole s'opère sur un fil ou un ruban d'acier, grâce à une modification de son aimantation, par le passage du courant dans les spires d'un électro-aimant relié à un transmetteur microphonique. Le message téléphoné s'enregistre ainsi automatiquement, au lieu d'être reçu par un employé; si l'on a des messages confidentiels, il suffit de placer, pendant son absence, l'appareil dans un coffre fermant à clé. Lorsqu'on rentre, on prend la bande enregistrée, et le phénomène étant réversible, pour reproduire la parole, on replace le téléphone en série avec l'électro-aimant, devant les pôles duquel repasse le fil ou ruban d'acier sur lequel se trouvent les empreintes. Les courants ondulatoires induits par les variations d'aimantation au passage de la bande, reproduisent la parole dans le récepteur téléphonique. Pour effacer l'enregistrement, on fait passer un courant continu dans les spires de l'électro, qui sert alternativement d'enre-

gistre et de répétiteur : la bande d'acier redevient prête à recevoir une nouvelle empreinte.

Ce système incontestablement très ingénieux a encore été perfectionné depuis son apparition, par M. Pedersen, qui est parvenu à enregistrer deux conversations simultanées sur le même fil et à les trier ensuite.

Un autre perfectionnement auquel on s'est attelé surtout depuis que Marconi, Popoff et leurs émules ont montré que la chose était réalisable en photographie, consiste dans la transmission téléphonique de la voix, des sons, à travers l'espace, sans aucun fil conducteur, en un mot, la *téléphonie sans fil*.

On a remarqué qu'une lampe à arc à courant continu faisait entendre un bruissement particulier assez intense quand, dans le voisinage des fils lui amenant le courant, et parallèlement à ceux-ci, circulait un courant faible et intermittent, tel que celui d'une ligne téléphonique. En parlant dans un téléphone placé dans ces conditions, la voix se trouvait reproduite par la lampe, qui devenait ainsi, comme nous l'avons dit plus haut, un véritable récepteur haut-parleur. En réalité, les vibrations de l'arc correspondant à des variations de chaleur et d'intensité lumineuse de la lampe, c'est de cette constatation qu'a découlé l'idée du téléphone sans fil.

Dans le procédé préconisé par M. Ruhmer, le poste d'émission est combiné à un réflecteur qui

dirige les rayons émis par l'arc sur un poste récepteur placé à une grande distance et composé d'un miroir parabolique, d'une plaque de sélénium, placée en son centre, sur le trajet d'un circuit téléphonique avec batterie, et d'un microphone placé derrière le miroir parabolique.

Le sélénium a pour propriété de changer de conductibilité électrique sous l'influence des variations de lumière. Les ondes lumineuses d'intensité variable qui viennent frapper le miroir récepteur, quand on parle devant le microphone, ont, dès lors, pour effet, de faire varier à tout instant la conductibilité de la plaque de sélénium et par suite influencent le courant du récepteur téléphonique, qui reproduit ainsi les sons émis. Un téléphone sans fil est dès ce moment réalisé.

Ce dispositif peut également être utilisé pour la réception de dépêches et leur reproduction indéfinie, à la manière d'un phonographe. Il suffit, tout d'abord, pour enregistrer la dépêche, de faire déplacer à grande vitesse, devant la source lumineuse ou devant le miroir récepteur, une pellicule photographique sensibilisée sur laquelle s'inscrivent les intensités lumineuses variables. Pour reproduire les sons correspondant à ceux de l'émission, il suffit de faire repasser la pellicule impressionnée, à la même vitesse entre les rayons concentrés d'une source lumineuse et la plaque de sélénium; les parties plus ou moins

claires ou obscures de la pellicule absorbent une quantité de lumière variable, déterminant des variations de conductibilité du sélénium et, par suite, l'émission d'un son au microphone.

M. Ruhmer, qui a donné le nom de *photographone* à son appareil, est parvenu à recevoir des messages à 7 kilomètres de distance, le jour aussi bien que la nuit, la seule précaution nécessaire pendant le jour consistant à protéger le réflecteur par un auvent contre les rayons solaires.

L'intensité du courant nécessaire pour ces transmissions est de 4 à 5 ampères pour 1 à 2 kilomètres, 12 à 16 ampères pour 7 kilomètres. Le faisceau lumineux émis par le transmetteur détermine des variations de résistance concordant aux courants microphoniques du transmetteur dans la pile au sélénium disposée en série avec les téléphones et la batterie. Il en résulte des variations similaires dans le récepteur, et par suite la reproduction des sons.

Ce procédé semble présenter un certain avenir pour les communications verbales entre stations peu éloignées, par exemple entre des navires et la côte. C'est, en somme, le pendant de la télégraphie électrique sans fil, et une application utile, susceptible de recevoir encore plus d'un perfectionnement.

Il ne nous reste plus maintenant, pour compléter cette étude sommaire de la téléphonie, qu'à rappeler les emplois qui en ont été faits dans des circonstances

particulières. Citons la transmission des ordres aux différentes fractions d'une armée en campagne à l'aide de postes volants dont le matériel est porté à dos d'hommes ou trainé dans des voitures légères, comme l'application en a été réalisée lors de la conquête de Madagascar; l'observation de l'approche des navires et des torpilles, dans la marine, à l'aide de microphones suspendus entre deux eaux et reliés à un récepteur placé à bord d'un cuirassé; la surveillance de la bonne marche de ventilation, dans les galeries de mines, au moyen d'un récepteur placé dans le bureau de l'ingénieur; les recherches physiologiques, etc. La liste n'est pas close.

Si du passé on peut déduire l'avenir, ou en conclura que le téléphone a encore devant lui un vaste champ d'action, et que ses usages continueront à se développer avec le temps, pour le plus grand bénéfice de l'industrie et de la civilisation.

CHAPITRE XIV

Installation, pose et entretien des postes et des lignes téléphoniques.

Installation de postes de téléphones magnétiques. — Quand on emploie des téléphones à effets magnétiques sans circuit de piles, tels que ceux de Bell ou dérivés, chaque poste peut ne comporter qu'un seul de ces appareils servant à la fois de transmetteur et d'écouteur. Il suffit, pour installer ce genre de téléphone, le plus économique de tous, de réunir les bornes d'attachments des appareils correspondants, par un fil double soigneusement isolé et reposant sur des supports, et l'on peut faire usage, comme appel, soit d'une petite machine magnéto-électrique à manivelle, actionnant une sonnerie polarisée, soit d'une pile à sel ammoniac dont le courant est envoyé dans une sonnerie à trembleur. De toute façon, un commutateur à deux directions est indispensable pour diriger le courant soit dans la sonnerie, soit dans le récepteur téléphonique.

Installation de postes microtéléphoniques. — Les opérations nécessitées pour la pose et l'installa-

tion de postes et de réseaux microtéléphoniques sont les suivantes :

A l'intérieur des appartements et habitations, le travail à exécuter consiste dans des percements de murs pour le passage des fils ; à l'extérieur, il réside dans la mise en place de la ligne des conducteurs sur leurs supports. Il faut donc posséder, pour ces diverses opérations, un outillage complet dont voici la liste :

| | |
|---|---|
| 1 chasse-coin. | 1 compas à pointes droites. |
| 1 série de limes, plates, rondes, tiers-point, etc. | 1 compas à branches courbes. |
| 1 brosse à limes. | 1 compas d'épaisseur. |
| 1 grattoir. | 1 mètre pliant. |
| 1 ciseau plat. | 1 mètre à ruban. |
| 1 bûdane. | 1 série de vrilles et mèches à bois. |
| 1 série de ciseaux de tailleur de pierre. | 1 râpe à bois. |
| 1 mèche fine pour sonder les murs. | 1 scie égoïnne. |
| 1 poingon de maçon. | 1 grande scie. |
| 1 pince plate. | 1 ciseau de menuisier. |
| 1 pince ronde d'appareilleur. | 1 ciseau à ébaucher. |
| 1 étau à main. | 1 gouge. |
| 1 paire de mouillettes. | 1 vilibrequin. |
| 2 outils grenouillette. | 1 arçon avec mèche, archet et conscience. |
| Des tenailles. | 1 filière à tarander. |
| 1 série de tournevis. | 1 pince à couper les fils. |
| 1 marteau. | 1 galvanomètre boussole. |
| 1 fer à souder. | Ruban Chatterton. |
| 1 lampe à souder. | 1 élément de pile. |
| 1 fausse équerre. | 50 mètres de fil conducteur nu. |
| Niveau à bulle d'air. | Accessoires pour souder. |
| Fil à plomb. | Vis, pointes, etc. |

Installations privées. — Les lignes pour installations privées peuvent être établies d'une manière beaucoup plus simple qu'un réseau de distribution multiple comportant un nombre considérable d'abonnés avec le bureau central. Quand il n'existe que deux postes correspondant ensemble, on relie sim-

plément les bornes de départ des appareils par deux fils, à moins que l'on utilise la terre comme fil de retour, cas dans lequel il suffit d'un unique fil de ligne, comme dans les télégraphes.

Quand le nombre des postes à desservir dépasse une dizaine, on emploie d'autres méthodes ; les plus usitées sont celles-ci :

1^o Installation avec poste central, exigeant la présence permanente d'un employé, et desservant les postes secondaires, lesquels ne peuvent communiquer l'un avec l'autre que par son intermédiaire.

2^o Installation avec postes *embrochés*, reliés ensemble par un seul fil et pouvant communiquer à volonté et directement entre eux.

Dans les installations avec poste central, des postes en nombre quelconque sont réunis téléphoniquement, l'un d'eux est poste central, les autres sont postes simples ou secondaires, et forcés, dans ce cas, de s'adresser au poste central pour obtenir la communication désirée. Tous les postes sont donc reliés à celui-ci, d'où rayonnent toutes les lignes desservies, et où s'effectuent les connexions de fils.

Un poste simple comporte les organes suivants :

- 1 transmetteur micophonique ;
- 2 récepteurs téléphoniques ;
- 1 sonnerie d'appel ;
- 1 commutateur ;

1 batterie de piles au sel ammoniac composée du nombre d'éléments voulu.

Le poste central comporte, en sus de ces mêmes organes, un tableau annonciateur avec les jacks correspondants pour établir les jonctions. Les fonctions de ce tableau consistent à attirer l'attention de l'employé du central qui répond à l'appel et demande au correspondant qui l'a sonné ce qu'il désire. Celui-ci indique le numéro de l'abonné avec lequel il désire être mis en rapport. Armé de son cordon à double fiche, l'employé réunit la ligne du demandeur à celle du correspondant demandé, et la conversation peut commencer directement entre les deux abonnés, l'attention de celui que l'on appelle ayant été attirée par le bruit de sa sonnerie.

Dans les installations avec postes embrochés, l'employé doit se tenir en permanence auprès du tableau annonciateur, et c'est pourquoi on n'emploie ce dispositif que lorsque le nombre des postes desservis est considérable. Ce système a surtout pour but de permettre l'appel direct d'un poste quelconque en exigeant seulement deux fils, ou même un fil unique quand la terre est prise comme conducteur de retour. Il permet donc de réaliser une certaine économie.

Lignes téléphoniques. — La limite de transmission de la parole dépend de plusieurs causes qui sont, d'après M. Preece, la résistance et la capacité totales de la ligne, et la nature des conducteurs.

L'expérience a démontré que, pour les communications à grande distance surtout, il n'est pas possible de faire usage, comme pour les télégraphes, de conducteurs en fer galvanisé, même de fort diamètre. Les lignes téléphoniques sont donc constituées par des fils de cuivre nus ou isolés, ou, mieux encore, par des fils en bronze silicieux ou phosphoreux de douze dixièmes de millimètre de diamètre, pesant 11 kilogrammes seulement par kilomètre, tout en conservant une résistance à la rupture de 80 kilogrammes et en n'ayant pas une résistance électrique supérieure à 30 ohms par kilomètre. Un fil d'acier de 2 millimètres pèse 25 kilogrammes par kilomètre; mais sa résistance à la rupture dépasse 400 kilogrammes, la résistance électrique étant en moyenne de 60 ohms au kilomètre. On peut, dans les deux cas, augmenter sensiblement la portée, c'est-à-dire la distance entre les poteaux, qui peut être portée à 100, 200, 400, et même 800 mètres dans des circonstances exceptionnelles, telles que la traversée des fleuves. De toute façon on peut établir, avec ces fils, des lignes beaucoup plus légères et diminuer considérablement le nombre total des poteaux. Toutefois les lignes en bronze silicieux sont les plus économiques comme prix de revient; leur résistance étant moins forte, elles exigent une dépense moindre d'électricité, enfin le bourdonnement des fils est moins fort ainsi que l'induction.

On peut n'employer qu'un seul fil de transmission, le retour s'effectuant par la terre, mais ce procédé ne donne souvent que des résultats peu satisfaisants, et il est préférable de faire les lignes à double fil. A Paris et dans les villes possédant des réseaux de distributions téléphoniques, les canalisations sont souterraines. Les fils sont en cuivre pur, de haute conductibilité, recouverts d'une couche de gutta-percha assurant l'isolement et d'un ou deux guipages de coton. Leur diamètre est de 7, de 9 ou de 11 dixièmes de millimètre, et les deux fils d'aller et retour desservant un poste sont tordus ensemble, de manière à ce qu'ils soient tous deux exactement dans les mêmes conditions au point de vue des phénomènes de l'induction, qui, alors, s'annulent. On réunit, de façon à former un câble, un paquet de 25 à 100 de ces conducteurs doubles, et on place ces câbles dans un caniveau ou on les descend dans les égouts dont ils suivent les diverses ramifications pour arriver à destination. Nous avons indiqué, dans notre chapitre VI les conditions générales auxquelles sont soumises les lignes télégraphiques; celles auxquelles doivent répondre les lignes téléphoniques sont à peu de choses près semblables, et il nous paraît inutile d'y revenir.

Il est un détail toutefois non sans importance et qui doit retenir l'attention pour l'installation des lignes nouvelles: nous voulons parler de l'induc-

tion produite sur le fil téléphonique par les circuits voisins.

Lorsque plusieurs circuits télégraphiques ou téléphoniques se trouvent à proximité les uns des autres, il se produit dans ces derniers un effet d'induction qui trouble les communications chaque fois que circule un courant dans le fil télégraphique voisin. Cet effet se produit même quand on fait usage d'un fil de retour, surtout quand la ligne a une grande longueur, et on est obligé, pour y remédier, d'avoir recours à divers artifices. Sur les lignes aériennes, quand les poteaux ne supportent qu'un seul fil télégraphique, il suffit de placer les deux conducteurs téléphoniques de chaque côté, parallèlement et chacun à égale distance de ce fil télégraphique. Mais, le plus souvent, les poteaux portent un nombre plus ou moins considérable de fils, et ce nombre varie même constamment d'une section à l'autre. Il n'est donc qu'un seul moyen d'atténuer les phénomènes d'induction : c'est de tourner les deux conducteurs téléphoniques l'un autour de l'autre en hélices allongées pour que, les courants induits étant égaux et de sens contraire dans chacun d'eux, ils s'annulent. Lorsque la longueur des spires est la même pour les deux fils et leurs distances aux fils télégraphiques, cette condition est obtenue et l'on arrive ainsi, d'une façon en somme très simple, à faire tourner les fils l'un autour

de l'autre en tendant des fils sur des supports de forme particulière.

Pour éviter toute chance de contact fortuit entre les divers fils télégraphiques et téléphoniques par les grands vents, on emploie ordinairement des ferrures

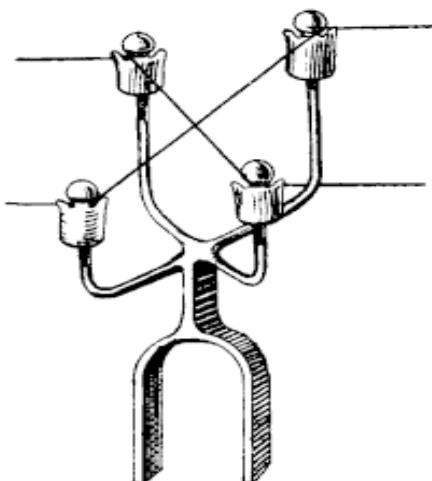


Fig. 95. — Poteau de croisement.

spéciales, qui se fixent au sommet des poteaux, ferrures qui comportent quatre branches verticales de hauteur inégale. Le croisement des fils est opéré entre les isolateurs portés par ces branches, et, si cinq poteaux successifs sont pourvus de cette ferrure, chaque fil, après avoir franchi cet intervalle, aura accompli un tour complet. Les points de croisement complets sont placés par exemple tous les kilomètres, et les poteaux intermédiaires ont simplement des ferrures à deux branches d'inégale hauteur, orientés en sens opposé d'un poteau à l'autre, si bien

que, dans une portée, les deux fils, sans changer d'altitude, se croisent en projection horizontale, tandis que, dans la portée suivante, ils se croisent en projection verticale. De cette manière, le résultat cherché est obtenu ; l'induction dans les fils est neutralisée, sinon entièrement supprimée, et l'audition est rendue plus nette à l'arrivée, sans ce crissement désagréable, ce bruit de friture qui résulte, dans le récepteur, de la circulation des courants parasites qui devraient être entièrement éliminés.

Mise en place des postes téléphoniques. — Pour assurer le bon fonctionnement des appareils à microphone, il convient de ne jamais les poser contre des cloisons minces. On choisira un mur épais pour les fixer, quand il s'agit de modèles qui doivent être fixés à demeure dans une position verticale. L'appareil est attaché au mur très solidement au moyen de vis tamponnées. Dans le cas où l'on se trouverait dans la nécessité de le poser contre une simple cloison, il faudrait l'isoler de celle-ci par deux ou trois épaisseurs de drap ou par une semelle de caoutchouc afin d'empêcher la répercussion des vibrations dans le microphone. Tous les constructeurs recommandent de placer les appareils téléphoniques dans des endroits secs et à l'abri de la poussière, car l'humidité amène l'oxydation des contacts métalliques, et la poussière en s'accumulant peut causer des courts-circuits internes.

Les transmetteurs microphoniques peuvent fonctionner avec deux éléments de pile au sel ammoniac ; mais, quand les distances sont un peu grandes, on peut prendre trois ou quatre éléments. Le modèle à aggloméré à sacs est celui qui convient le mieux. Il est inutile d'exagérer le nombre d'éléments ; un excès de tension peut faire naître des crépitements dans les récepteurs, chose très gênante dans une conversation téléphonique. Le nombre d'éléments nécessaires pour le fonctionnement des sonneries d'appel varie suivant la résistance des électros de ces sonneries et la longueur de la ligne. Dans les réseaux urbains, on emploie six éléments Leclanché à vase poreux, couplés en tension, pour l'appel, et trois seulement pour le service des téléphones. Pour les installations privées, on n'a qu'une pile unique qui actionne les sonneries et les appareils.

Pour la pose des transmetteurs et récepteurs, le mode d'attache des fils et l'entretien des postes, il est bon de suivre de point en point les indications des constructeurs, car la forme des appareils, la disposition des bornes, varie suivant l'usage auquel le téléphone est destiné et l'application à réaliser.

Le mode d'emploi du téléphone est extrêmement simple et il est presque superflu aujourd'hui de le rappeler entre deux mots. Dans presque tous les modèles actuellement en vigueur, le ou les récepteurs sont suspendus à un crochet monté sur un

pivot, crochet jouant le rôle de commutateur automatique, et dirigeant le courant sur la sonnerie d'appel. Pour entrer en communication, le demandeur envoie le courant de sa pile dans la ligne en appuyant à plusieurs reprises sur un bouton inter-



Fig. 96. — Poste téléphonique monophone, modèle de la Société Industrielle des Téléphones.

rupteur ou un levier à contact; le correspondant répond en sonnant de la même manière, et quand on est prêt à parler, on décroche les récepteurs pour les approcher de ses oreilles. En les enlevant de leur crochet, celui-ci, rappelé par son ressort antagoniste, remonte et établit automatiquement le contact qui

met les téléphones en ligne à la place de la sonnerie.

La communication terminée, on place les récepteurs au crochet, et, quand il y a un bureau central, on sonne deux ou trois fois pour prévenir l'employé de ce bureau que la transmission est terminée et que l'on peut disposer du fil.

Vérification des installations. — Les postes étant mis en place, on s'assure, en premier lieu, si leur fonctionnement est normal, avant de mettre en place d'une manière définitive les fils de ligne. Dans ce but, on met les fils d'une pile de deux éléments aux bornes d'attache, l'un à la borne de ligne, l'autre à celle de retour. La sonnerie d'appel doit alors fonctionner sans interruption jusqu'au moment où, appuyant sur le bouton commandant cet appel, le bruit cesse. On met alors les fils de pile à leurs bornes respectives, et l'on relie provisoirement ensemble les deux bornes du poste en essai à la ligne. Si les communications sont bien établies, on doit entendre un bruit sec dans les récepteurs quand on passe le doigt sur la planchette du transmetteur.

On vérifie ensuite le fonctionnement des sonneries d'appel, notamment le réglage de la vis du trembleur, l'état des contacts des bornes et des paillettes, que l'on frotte avec de la toile d'émeri si elles sont oxydées.

L'affaiblissement du son peut provenir du mauvais état de la pile ou du déréglage des récepteurs.

Pour remédier à la première cause, il faut recharger les éléments ou les changer s'ils sont épuisés et en mauvais état. Si le défaut vient du réglage, on visite la rondelle du récepteur, qui doit se trouver à une distance d'environ un demi-millimètre du barreau aimanté. Si elle est trop éloignée ou trop voisine de ce barreau, on règle son écartement et on le ramène à la distance normale à l'aide de la vis de rappel, ou en tournant le barreau lui-même. Au cas où la rondelle serait déformée ou gondolée, force serait de la changer.

Il peut arriver, lorsqu'une ligne téléphonique sur poteaux n'est pas pourvue de parafoudre, ou que le coupe-circuit de sûreté a été mis hors d'usage par une décharge atmosphérique précédente, il peut arriver, disons-nous, qu'un coup de tonnerre, suivant les conducteurs, vienne brûler le fil entourant les bobines des électros, de la sonnette ou du récepteur. Le seul remède dans ce cas consiste à remplacer la bobine endommagée.

L'interruption complète de la transmission est due le plus souvent à une rupture de fils à l'intérieur du cordon souple. Pour s'en assurer, on réunit au poste les bornes des lignes avec un bout de fil de cuivre dépouillé de son isolant. On soulève ensuite le récepteur du crochet de suspension formant commutateur automatique, et on doit entendre un léger craquement dans le téléphone en frappant légèrement du

doigt sur la planchette du transmetteur. Si l'on n'entend rien, c'est que l'interruption est bien dans ce poste. Pour localiser la recherche, s'il y a deux récepteurs, comme c'est ordinairement le cas, on réunit les deux bornes de l'un et on écoute avec l'autre, puis on répète alternativement cette vérification jusqu'à ce que l'on ait exactement déterminé lequel de ces deux organes est défectueux.

Les bruits désagréables de *friture*, que l'on constate fréquemment avec les appareils micro-téléphoniques à bobine d'induction, peuvent résulter tout simplement d'un contact insuffisamment serré, d'un fil touchant accidentellement à une partie métallique par un endroit quelconque dénudé, par des piles en mauvais état ou un trop grand nombre d'éléments en circuit.

Il peut encore arriver qu'en soulevant du bout du doigt le récepteur d'un poste, il se produit un bruit continu dans le récepteur, bruit provenant de la sonnerie du poste correspondant. Ce bruit cesse aussitôt que la personne se trouvant à ce poste décroche son récepteur pour répondre. Si l'on veut remédier à ce défaut, il est nécessaire de diminuer le nombre d'éléments de la batterie à piles actionnant le microphone, ou armer davantage le ressort antagoniste de l'armature de la sonnerie.

Telles sont, sommairement décrites, les défectuosités qui peuvent se présenter dans l'installation

d'un réseau de téléphones plus ou moins étendu, et les moyens de pallier ces défauts dès qu'on a reconnu la raison qui leur donne naissance. Il ne nous reste plus qu'à rappeler les causes de dérangement pouvant se produire à la longue dans ces réseaux et les méthodes pour remédier à ces dérangements.

Les dérangements des lignes proviennent de ruptures ou défaut de conductibilité, de dérivations ou perte à la terre et de mélanges. Pour déterminer d'une façon certaine la nature de ces dérangements, il faut se servir d'une pile et d'un galvanomètre, comme cela se fait pour la recherche des dérangements sur les lignes télégraphiques. Aussi serait-il bon de mettre dans les postes, entre les fils de ligne et l'appareil téléphonique, un galvanomètre qui permettrait, comme cela a lieu dans la télégraphie, de constater l'état de la ligne chaque fois que l'on fait un appel. Sur les lignes doubles on mettrait un galvanomètre sur chaque fil. On gagnerait un temps précieux au point de vue du prompt rétablissement des communications par l'adjonction de ces appareils supplémentaires que des raisons d'économie mal entendue ont exclus jusqu'à présent de l'installation des postes téléphoniques.

Le téléphone, malgré sa sensibilité et même à cause de son extrême sensibilité, est un instrument défectueux pour la recherche des dérangements des lignes, attendu qu'il donne le plus souvent des

indications qui peuvent induire en erreur sur la nature de ces dérangements, et qu'il ne donne que très rarement des indications utiles.

Les dérangements des postes proviennent de causes multiples : défauts de réglage des organes mécaniques ou électro-magnétiques ; défaut de contact ; rupture de fils reliant entre eux les divers organes ; défauts dans les piles.

Dès qu'on s'aperçoit d'une interruption dans la transmission, on vérifie d'abord les postes, les piles et les sonneries de la façon que nous avons dit plus haut, puis si le frottement du doigt sur la planchette n'est pas perçu en portant le téléphone récepteur à l'oreille, on peut se trouver en présence de plusieurs cas différents :

1^o Dérangement dans la pile du microphone ou dans les fils qui la relient aux bornes de l'appareil ; on vérifie alors la pile à l'aide d'un galvanomètre.

2^o Interruption dans le circuit que l'on peut suivre facilement à la vue : de la première borne inférieure à gauche de l'appareil à l'entrée du fil inducteur de la bobine d'induction ; de la sortie du fil inducteur aux charbons du microphone ; contacts de ces charbons ; de la sortie des charbons aux contacts du commutateur automatique ; de ces derniers contacts à la deuxième borne inférieure à gauche de l'appareil.

3^o Interruption des fils de communication ou dé-

fectuosité des contacts dans la section suivante du circuit que l'on peut facilement suivre à la vue : fil de la borne au commutateur automatique ; contact de celui-ci avec le bloc correspondant à l'entrée du fil induit de la bobine d'induction ; fil reliant la sortie du fil induit à l'entrée des téléphones ; fils reliant les deux téléphones ; fil reliant la borne de sortie des téléphones.

4^o Interruption ou dérangement dans les téléphones ; on vérifie ceux-ci en faisant passer successivement dans chacun d'eux le courant d'une pile ; pour cela il faut enlever les vis qui retiennent leurs cordons sur l'appareil. Si les téléphones sont bons, ils doivent rendre, sous l'influence du courant et de sa rupture, un son assez puissant pour être entendu à une distance d'au moins un mètre de l'appareil. Si le son n'est pas perceptible, c'est que ces appareils sont défectueux.

5^o Dérangement dans la bobine d'induction. On vérifie l'intégrité de cet organe en s'assurant, au moyen d'une pile et d'un galvanomètre, qu'aucun des fils n'est interrompu et qu'il n'existe aucune dérivation de l'un à l'autre.

Quand, après avoir vérifié un poste et l'avoir trouvé ou remis en état, on reconnaît que la transmission n'est pas praticable, on peut conclure qu'il existe un dérangement dans la ligne ou dans les appareils du poste correspondant. Pour vérifier l'état

de la ligne on se sert d'un galvanomètre et d'une pile, suivant la méthode usitée pour la télégraphie, mais il faut avoir soin, à l'autre poste, d'isoler les fils puis les mettre à la terre ou les réunir ensemble, suivant que la ligne est simple ou double.

Lorsque le défaut d'isolation est situé dans une partie du fil peu éloignée du poste, on n'entend pas, dans le récepteur, le frottement des doigts sur la plaque du transmetteur. Si le dérangement est loin du poste, on ne remarque rien d'anormal dans le téléphone, aussi faut-il s'assurer en premier lieu de l'intégrité de chaque appareil, ainsi que de l'attache correcte des fils.

Dans les lignes à simple fil, en cas de pertes à la terre, le téléphone ne révèle rien. Sur les lignes à double fil, l'appareil fonctionne bien, ainsi que la sonnerie, et on ne constate que des phénomènes d'induction; mais si les deux fils sont à la terre, on ne peut plus communiquer d'aucune façon.

Il ne faut pas conclure à l'existence d'un mélange si l'on entend la conversation s'échangeant par un fil voisin, car ce fait peut parvenir de l'induction seule. On n'est réellement certain qu'un mélange s'est produit par le fait que l'on reçoit sur la sonnerie de son poste des appels faits sur un fil voisin. Sur les lignes à double fil, quand il existe un mélange entre les fils d'une ligne et leurs voisins, on ne communique ni par la sonnerie ni par le téléphone, mais

on n'entend pas d'induction, ou seulement l'induction normale de la ligne. Il faut rechercher dans tous les cas, par une visite de la ligne, l'emplacement du mélange ou de cette dérivation, qui résulte presque toujours d'une dégradation de l'isolation et d'un contact du fil détérioré avec ses voisins. Le défaut découvert, rien de plus simple ensuite que de lui apporter le remède voulu, de manière à rétablir la netteté des communications altérées ou détruites.

L'Administration des Téléphones a publié les instructions officielles dont le texte suit, pour l'emploi de ce système de communication :

Aussitôt l'appel effectué, et sans attendre le tintement de la sonnerie, décrocher les récepteurs, ou tout au moins celui qui est suspendu au crochet mobile, et les porter aux oreilles pour recevoir la réponse verbale de la téléphoniste qui signale sa présence en disant : « *J'écoute* ». Si cette réponse se fait attendre, raccrocher les récepteurs, renouveler l'appel et porter immédiatement le ou les récepteurs aux oreilles.

Dès que la téléphoniste a dit : *J'écoute*, formuler lentement et bien distinctement la demande dans l'une des formes suivantes :

a) *Demande pour une conversation urbaine avec un abonné*.

Donner le numéro téléphonique de l'abonné avec lequel on désire causer en le décomposant, le cas échéant, en deux groupes, comme il figure à la liste, par exemple :

132-26 s'énonce : *cent trentedeux — vingt six* ;

917-00 s'énonce : *neuf cent dix sept — zéro* ;

900-17 s'énonce : *neuf cents — virgule — dix sept*.

b) *Demande pour une conversation urbaine avec une personne en attente près d'une cabine publique*.

Demander la cabine par l'adresse ou l'indicatif postal du bureau où elle est située, en spécifiant que cette demande a pour but une conversation : par exemple :

Cabine 44, pour conversation.

Les communications de l'espèce sont soumises à une taxe ; elles ne peuvent être obtenues que si l'abonné a versé une provision. Elles nécessitent une entente préalable entre les correspondants ; dans le service intérieur, cette entente peut s'établir par l'envoi d'un avis d'appel téléphonique.

c. *Demande pour une conversation interurbaine avec un abonné.*

Pour demander une communication interurbaine, l'abonné doit indiquer :

- 1^{er} Son propre numéro d'appel ;
- 2^{me} Le numéro téléphonique de son correspondant ;
- 3^{me} Le nom du réseau dont fait partie la ligne qui dessert cet abonné.

Exemple : L'abonné n° 25, d'Asnières, demandant la communication avec l'abonné n° 9-47, à Lille, formulera ainsi sa demande :

« 25, donnez-moi n° 9-47, à Lille. »

RÈGLES SPÉCIALES AUX ABONNÉS DE PARIS

A Paris, où il existe un service chargé spécialement de desservir les circuits interurbains, l'établissement des communications nécessite l'intervention de deux téléphonistes, et les demandes de communications interurbaines sont formulées en deux phases.

Première phase. — Lorsque la première téléphoniste qui dessert l'abonné appelant a répondu : « J'écoute », l'abonné indique, en même temps que son numéro d'appel, le nom du réseau dont fait partie l'abonné avec lequel il désire s'entretenir, et il ajoute : « Pour conversation ».

Exemple : « 123-32, donnez-moi Lille pour conversation. »

La téléphoniste collationne la demande et établit la communication avec sa collègue intéressée du service interurbain. Pendant cette opération, le demandeur doit maintenir les récepteurs à l'oreille.

Deuxième phase. — La deuxième téléphoniste s'annonce : « Interurbain, qui demandez-vous ? »

L'abonné répète sa demande en la complétant de la manière suivante :

« 123-32, donnez-moi l'abonné 9-47, à Lille. »

Après avoir reçu le collationnement de sa demande, l'abonné raccroche ses récepteurs et donne le signal de fin de conversation, la téléphoniste devant le rappeler lorsque son tour de communiquer sera venu.

d. *Demande d'une conversation interurbaine avec une personne en attente près d'une cabine.*

L'abonné procède comme pour demander un abonné, en remplaçant dans sa demande la désignation de l'abonné par celle de la cabine (adresse ou indicatif postal du bureau où cette cabine est située), en ajoutant : « Pour conversation ».

Les communications de l'espèce nécessitent une entente préalable entre les correspondants : dans le service intérieur cette entente peut s'établir par l'envoi d'un avis d'appel téléphonique.

e) Demande pour la transmission d'un message.

Dès que la téléphoniste a répondu, l'abonné annonce : « *Message pour rue... n°... (adresse du destinataire, sans le nom de celui-ci, à... nom du réseau destinataire)* ».

A Paris, pour l'envoi d'un message interurbain, la demande est formulée en deux fois, comme une demande de conversation interurbaine.

L'abonné appelant indique d'abord le nom du réseau destinataire, en ajoutant : « *Pour message* » ; puis, lorsque la téléphoniste interurbaine s'est annoncée, il donne l'adresse complète du destinataire du message.

f) Demande pour transmission d'un avis d'appel.

Dès que la téléphoniste a répondu, l'abonné annonce : « *Avis d'appel pour X... nom du réseau destinataire* ».

g) Demande pour transmission d'un télégramme.

Dès que la téléphoniste a répondu, l'abonné demande : « *Télégrammes téléphonés* ».

Quelle que soit la nature de la communication désirée, la téléphoniste collationne la demande. L'abonné a ainsi l'assurance que sa demande a été exactement entendue ; dans le cas contraire, il doit immédiatement faire rectifier.

Attente d'une communication urbaine.

La téléphoniste ne rappelle pas l'abonné qui a demandé une communication urbaine ; ce dernier doit donc maintenir les récepteurs à l'oreille jusqu'à ce que son correspondant se présente ou que la téléphoniste lui donne un des avis ci-après :

— *N° X... pas libre.* — *N° X... ne répond pas.* — *N° X... n'est plus abonné.* — *Ligne X... interrompue.* — *Cabine X... pas libre.*
— *Cabine X... en dérangement.*

Il n'est pas gardé note des communications qui n'ont pu être établies ; si l'abonné ne renonce pas à communiquer, il raccroche ses récepteurs et, un peu plus tard, il effectue un nouvel appel, comme s'il s'agissait d'une première demande.

Réponse à un appel.

Aussitôt que la sonnerie fonctionne, sans tourner la manivelle de l'appareil magnétique ni appuyer sur le bouton d'appel, l'abonné doit porter immédiatement les récepteurs à l'oreille et signaler sa présence en disant : *Ici numéro X... j'écoute.*

Il est essentiel de répondre dès le premier appel du bureau, sinon la téléphoniste se retire et avertit la personne qui a demandé la communication de la non-réponse de l'appelé.

Conversation.

Pour parler, se tenir à une distance de 3 à 5 centimètres de la plaque ou de l'embouchure du transmetteur ; articuler très distinctement sans éléver la voix.

Pour la réception des communications à grande distance, il est expressément recommandé de faire usage des deux récepteurs.

Afin d'assurer le maintien de la communication, les correspondants ne doivent pas quitter simultanément les récepteurs : si l'un d'eux vient à s'éloigner momentanément, l'autre doit conserver les récepteurs aux oreilles de manière à pouvoir prévenir immédiatement la téléphoniste que la communication doit être maintenue, s'il entend prononcer les mots : *Personne ? Personne ?* qui doivent précéder la rupture de toute communication pour laquelle le signal de fin n'a pas été donné.

De son côté, le correspondant qui s'est momentanément éloigné doit reprendre la conversation *sans renouveler l'appel* : cet appel serait, en réalité, un signal de fin de communication et il aurait pour conséquence de faire rompre la communication par les bureaux centraux.

Fin de communication.

Dès que la communication est terminée, chaque correspondant raccroche ses récepteurs, puis tourne rapidement deux ou trois fois la manivelle de l'appareil magnétique (quand l'installation ne comporte pas d'appareil magnétique, il appuie deux ou trois fois sur le bouton d'appel) pour indiquer au bureau central que la communication doit être rompue. C'est le signal de fin de communication.

Cette manœuvre est essentielle. Les téléphonistes ne devant rentrer dans les communications existantes que dans des cas exceptionnels, ces communications restent établies jusqu'au moment où fonctionne le signal de fin de communication. En omettant de l'effectuer, l'abonné s'expose à être empêché de correspondre avec les personnes qui le demandent et à voir sa communication être comptée pour un temps supérieur à celui effectivement employé.

Demande d'une nouvelle communication.

Si, après avoir terminé une conversation, un abonné désire communiquer à nouveau, il raccroche néanmoins ses récepteurs et donne le signal de fin de communication ; puis, un moment après, une minute par exemple, il appelle le bureau central en procédant comme il est dit plus haut à propos d'un premier appel.

Recommendations.

Il est expressément recommandé aux abonnés de toujours pro-

céder comme il vient d'être indiqué : l'inobservation de ces règles est la principale cause des difficultés qu'ils éprouvent dans l'établissement et dans l'échange de leurs communications.

Lorsque le poste est inutilisé, *les récepteurs doivent toujours être suspendus à leurs crochets.*

MM. les abonnés sont instamment priés de ne jamais toucher aux divers organes de l'appareil ou du poste.

CHAPITRE XV

Usages pratiques du téléphone.

Le téléphone a reçu de très nombreuses applications scientifiques, dont nous ne saurions nous occuper dans cette ouvrage purement pratique et écrit pour les personnes qui ont à utiliser pour un besoin quelconque ce merveilleux système de communications. Nous ne pouvons rappeler que les usages qui en sont faits pour transmettre la parole dans toutes les circonstances où il est nécessaire de pouvoir entrer en relation immédiate avec une personne donnée, pour envoyer un ordre, un avertissement, une commande, etc. C'est pourquoi il n'est plus aujourd'hui de commerçant, d'industriel qui ne possède un poste de téléphone le mettant en relations continues avec ses fournisseurs et ses clients. Le professeur, l'avocat, l'facteur, évitent de continues pertes de temps par l'usage du téléphone, et l'on en arrive à se demander comment on pouvait arriver à faire toutes ses affaires à l'époque

où cet appareil, qui s'est introduit partout, n'existe pas !

C'est donc tout le monde qui est appelé à se servir du téléphone aujourd'hui, et c'est pourquoi il nous paraît utile de résumer dans ces pages les conseils relatifs à l'emploi de ces appareils, maintenant vulgaires.

Manière de se servir du téléphone. — Pour appeler l'employé du bureau central, presser deux ou trois fois sur le bouton d'appel ou tourner la manivelle de la magnéto d'induction produisant le courant. Décrocher ensuite le récepteur de droite, ordinairement suspendu à un crochet mobile, sans attendre que le bureau vous ait sonné, et porter le récepteur à l'oreille. Répondre au signal de l'employé par le numéro de l'abonné avec qui on désire être mis en communication, puis attendre patiemment en conservant le récepteur contre l'oreille.

Si l'on ne répond pas immédiatement du bureau central, il est bien inutile de vous évertuer à presser le bouton d'appel, car une fois que le courant a déclenché votre numéro de l'annonciateur, la sonnerie de ce bureau est mise automatiquement hors circuit et ne sonne plus. Il faut donc attendre que l'employé vous réponde, et cela peut demander plusieurs minutes, si, juste à ce moment, ainsi que cela arrive d'ailleurs constamment, elle doit fournir

plusieurs communications. Résignez-vous donc et soyez patient !

Dès que le correspondant que vous avez demandé vous a répondu, vous pouvez commencer la conversation. Ne jamais, pendant cette conversation, faire fonctionner la sonnerie pour une raison quelconque. Articuler très distinctement sans éléver la voix outre mesure, et en se tenant à 45 ou 20 centimètres de la planchette du transmetteur. La conversation terminée, vous raccrochez le récepteur et appuyez une fois sur le bouton d'appel pour avertir le bureau central qu'il peut disposer du fil.

Abonnement au téléphone. — L'abonnement au service téléphonique de Paris comporte pour le titulaire, ses employés et les personnes habitant avec lui, le droit de correspondre, au moyen de l'appareil installé chez lui, avec tous les abonnés des réseaux de Paris et de la banlieue. Le matériel de chaque installation : piles, postes, lignes, appareils accessoires doit être fourni par l'abonné qui peut se procurer ce matériel chez le fabricant qu'il veut, à la condition que l'Administration agrée le modèle présenté. Dans la pratique, on n'a que l'embarras du choix entre les nombreux modèles acceptés par l'Administration. Le prix d'abonnement annuel au téléphone varie avec chaque réseau, mais c'est à Paris qu'il est le plus cher, pour restreindre le plus possible le nombre des abonnés à ce service, l'Admi-

nistration ne pouvant, paraît-il, faire face aux demandes, et n'ayant pas les crédits suffisants pour installer le matériel indispensable et prendre le personnel nécessaire pour desservir la clientèle. L'abonnement part du 1^{er} janvier ou du 1^{er} juillet qui suit la mise en service du nouveau branchement ; sa durée ne peut être moindre d'une année ; il se renouvelle ensuite par trimestre.

L'abonné à un réseau urbain peut demander qu'il lui soit délivré une carte lui permettant de correspondre sans frais de n'importe quelle cabine publique, cette autorisation est aussi accordée par tous les employés de l'abonné possesseur de plusieurs lignes. Les personnes non abonnées, c'est-à-dire le public en général, peut correspondre de toutes les cabines téléphoniques de Paris avec tous les abonnés de Paris et de la banlieue moyennant la remise à l'employé chargé de demander les communications à ces cabines, d'un ticket de téléphone (0 fr. 45 pour Paris, autres villes 0 fr. 40, de Paris à une localité de banlieue de 0 fr. 25 à 0 fr. 40).

L'abonnement aux cabines téléphoniques publiques est fixé, pour le réseau de Paris, à 40 francs par an, à 30 francs pour les réseaux des départements exploités par l'industrie privée, et à 20 francs pour les réseaux exploités par l'Etat.

Pour convoquer une personne à un bureau téléphonique, la taxe d'appel est de :

25 centimes entre les réseaux d'une même ville ou d'un même canton ou entre réseaux dont la longueur ne dépasse pas 25 kilomètres. Entre réseaux d'un même département, autres que dans ce cas, 30 centimes et 40 centimes entre réseaux de départements différents. Un très grand nombre de villes de France communiquent entre elles et avec Paris, et la taxe des conversations est fixée en général à 50 centimes par 400 kilomètres de distance et par 5 minutes de conversation.

Les abonnements sont conclus à forfait dans toutes les villes de plus de 80.000 habitants, et à forfait ou à conversation taxée, suivant le choix de l'abonné, pour les villes de moins de 80.000 habitants. Le prix est, par poste principal, de 400 francs à Paris, 300 francs à Lyon et 200 francs dans les autres villes. Pour les abonnements à conversations taxées, le prix est de 100 francs par poste principal pour la première année, 80 francs pour la deuxième, 60 francs pour la troisième, et 40 francs pour la quatrième.

Télégrammes par téléphone. — Tous les abonnés peuvent transmettre leurs télégrammes par le téléphone, moyennant versement d'une provision en garantie du payement de la taxe de ces dépêches. Ils ont également le droit de recevoir gratuitement

par téléphone leurs télégrammes d'arrivée ne dépassant pas cinquante mots, et rédigés en français et en langage clair. A Paris et à Lyon, pour avoir les mêmes droits, les abonnés ont à payer une redevance annuelle de 50 francs.

Des *messages téléphonés* peuvent être expédiés entre des postes d'un même réseau, entre des points distants de moins de vingt-cinq kilomètres. Dans ce cas, on peut dicter soi-même une conversation que transcrit l'employé du poste récepteur du téléphone, et faire porter cette conversation soit au domicile du destinataire, soit poste restante ou télégraphe restant. La taxe de ces messages est de 50 centimes par 3 minutes de conversation.

Ce genre de transmission, qui permet de dicter beaucoup plus de mots que ne le permettrait le télégraphe, est très apprécié, parce qu'il est plus économique que celui-ci et plus rapide que le tube pneumatique. Il présente l'avantage de pouvoir transmettre rapidement ses communications aux personnes qui n'ont pas le téléphone chez elles, et ces messages sont reçus de 7 heures du matin en été et 8 heures en hiver, jusqu'à 9 heures du soir, dans tous les bureaux possédant des cabines publiques. La personne qui fait usage de ce moyen peut téléphoner, soit d'une de ces cabines, soit de son poste, si elle est abonnée, et elle demande la communication avec le bureau de téléphone le plus rapproché du domi-

cile du destinataire. Mais pour envoyer ainsi des messages de son domicile, l'abonné doit avoir versé au préalable une provision de 20 francs. Le prix de chaque communication est déduit de leur compte et l'administration les prévient quand la provision est épuisée. Pour les communications avec la province, demander à Paris le bureau central de l'Opéra.

Paris, qui compte 7.000 à 8.000 abonnés pour son réseau urbain, possède douze bureaux centraux desservant chacun un secteur particulier. Ce sont :

| | |
|--------------------|------------------------|
| Gutenberg. | République. |
| Avenue de l'Opéra. | Boulev. Saint-Germain. |
| Wagram. | Rue Lafayette. |
| Saxe. | Rue d'Anjou. |
| La Villette. | Rue Lecourbe. |
| Rue de Lyon. | |

Si, pour être complet, nous voulons dire un mot des *cartes télégrammes* expédiées par tubes pneumatiques dans toute la périphérie de la capitale, nous rappellerons que l'Administration des télégraphes met à la disposition du public, aux guichets de tous les bureaux pourvus de ce système de communication, des formules analogues aux cartes postales et dont le prix est de 30 centimes et 50 centimes avec réponse payée.

Pour ces cartes, la taxe est indépendante du nombre de mots ; le texte de correspondance est inscrit à l'intérieur, comme dans une carte-lettre ; on colle le tour en l'humectant légèrement et en repliant la carte en deux, et on inscrit l'adresse dans l'emplacement réservé. On peut insérer dans cette

carte une feuille légère de papier, mais si le poids dépassait notablement celui de la formule vendue, le télégramme serait mis d'office à la poste.

Pour en revenir aux taxes établies pour les communications téléphoniques entre des centres plus ou moins éloignés, la liste qui suit indiquera quels sont les tarifs actuellement en vigueur et le prix des correspondances par cette voie.

Taxe téléphonique pour la France.

Taxe d'une conversation de 3 minutes entre postes téléphoniques d'une même ville : Paris, *15 centimes* ; — autres villes, *10 centimes*.

Taxe de Paris avec un poste téléphonique de la Seine : *25 centimes*.

Taxe d'une conversation de 3 minutes entre postes téléphoniques d'un même canton, ou d'un même réseau dont la longueur n'excède pas 25 kilomètres : *25 centimes*.

Taxe d'une conversation de 3 minutes entre postes téléphoniques d'un même département (en dehors du cas précédent) : *40 centimes*. Seine et Seine-et-Oise sont considérés comme un seul département.

Taxe entre réseaux de départements différents : *25 centimes* par 75 kilomètres, avec minimum de *40 centimes*.

*Taxe de Paris avec les localités de
Seine-et-Oise,*

Conversations. 0 fr. 40 par unité de 3 minutes.

*A l'exception des localités ci-après, avec lesquelles
la taxe est de 25 centimes par unité de 3 minutes.*

| | |
|---------------------------|---------------------------|
| Ablon. | Le Perreux. |
| Argenteuil. | Le Raincy. |
| Athis-Mons. | Le Thillay. |
| Bellevue. | Le Vésinet. |
| Bezons. | Livry. |
| Blanc-Ménil (le). | Longjumeau. |
| Boissy-Saint-Léger. | Louveciennes. |
| Bouffémont. | Maison-Laffite. |
| Bougival. | Mesnil-le-Roi. |
| Bonqueval. | Marly-le-Roi. |
| Brunoy. | Meudon. |
| Buc. | Montgeron. |
| Carrières-Saint-Denis. | Montigny. |
| Chatou. | Montmorency. |
| Chaville. | Neuilly-Plaisance. |
| Chelles. | Neuilly-sur-Marne. |
| Chennevières-sur-Marne. | Noisy-le-Grand. |
| Chesnay (le). | Palaiseau. |
| Conflans-Sainte-Honorine. | Pecq (le). |
| Cormeilles-en-Parisis. | Poissy. |
| Croissy-sur-Seine. | Rueil. |
| Crosne. | Saint-Cloud. |
| Denil. | Saint-Germain-en-Laye. |
| Domont. | Saint-Gratien. |
| Eaubonne. | Saint-Leu-Taverny. |
| Econen. | Saint-Prix. |
| Enghien. | Sannois. |
| Enghien (gare). | Sarcelles. |
| Ermont. | Sartreuil. |
| Franconville. | Sèvres. |
| Gagny. | Soisy-sous-Montmorency. |
| Garches. | Taverny. |
| Gonnesse. | Thillay (le). |
| Gournay-sur-Marne. | Vauresson. |
| Goussainville. | Versailles. |
| Groslay. | Vésinet (le). |
| Herblay. | Ville d'Avray. |
| Houilles. | Villeneuve-le-Roi. |
| Juvisy. | Villeneuve-Saint-Georges. |
| La Queue-en-Brie. | Villiers-sur-Marne. |
| Le Pecq. | Viroflay. |
| | Yerres. |

Taxe de Paris avec les départements.

| | | | |
|--------------------------|------|-----------------------------|------|
| Ain..... | 1 25 | Loiret..... | 0 50 |
| Aisne..... | 0 50 | Lot..... | 1 25 |
| Allier..... | 1 00 | Lot-et-Garonne..... | 2 00 |
| Alpes (Basses)..... | 2 25 | Lozère..... | 1 75 |
| Alpes (Hantes)..... | 2 00 | Maine-et-Loire..... | 1 00 |
| Alpes-Maritimes..... | 2 50 | Manche..... | 1 00 |
| Ardèche..... | 1 75 | Marne..... | 0 50 |
| Ardennes..... | 0 75 | Marne (Haute)..... | 0 75 |
| Ariège..... | 2 25 | Mayenne..... | 1 00 |
| Aube..... | 0 05 | Meurthe-et-Moselle..... | 1 00 |
| Aveyron..... | 1 55 | Meuse..... | 0 75 |
| Belfort..... | 1 25 | Morbihan..... | 1 50 |
| Bouches-du-Rhône..... | 2 25 | Nièvre..... | 0 75 |
| Calvados..... | 0 75 | Nord..... | 0 75 |
| Cantal..... | 1 50 | Oise..... | 0 40 |
| Charente..... | 1 50 | Orne..... | 0 75 |
| Charente-Inférieure..... | 1 50 | Pas-de-Calais..... | 0 75 |
| Cher..... | 0 75 | Puy-de-Dôme..... | 1 25 |
| Corrèze..... | 1 50 | Pyrénées (Basses)..... | 2 25 |
| Côte d'Or..... | 0 75 | Pyrénées (Hantes)..... | 2 25 |
| Côtes-du-Nord..... | 1 25 | Pyrénées (Orient.)..... | 1 50 |
| Creuse..... | 1 00 | Rhône..... | 1 50 |
| Dordogne..... | 1 50 | Saône (Haute)..... | 1 25 |
| Drôme..... | 1 25 | Saône-et-Loire..... | 1 25 |
| Drôme..... | 1 75 | Sarthe..... | 0 75 |
| Eure..... | 0 50 | Savoie..... | 1 25 |
| Eure-et-Loir..... | 0 50 | Savoie (Haute)..... | 1 50 |
| Finistère..... | 1 75 | Seine et Seine-et-Oise..... | 0 40 |
| Gard..... | 2 00 | Seine-Inférieure..... | 0 50 |
| Garonne (Haute)..... | 2 00 | Seine-et-Marne..... | 0 40 |
| Gers..... | 2 00 | Sèvres (Deux)..... | 1 25 |
| Gironde..... | 1 75 | Somme..... | 0 50 |
| Hérault..... | 2 00 | Tarn..... | 2 00 |
| Ille-et-Vilaine..... | 1 25 | Tarn-et-Garonne..... | 2 00 |
| Indre..... | 1 00 | Var..... | 2 25 |
| Indre-et-Loire..... | 0 75 | Vaucluse..... | 2 00 |
| Isère..... | 1 75 | Vendée..... | 1 25 |
| Jura..... | 1 25 | Vienne..... | 1 00 |
| Landes..... | 2 00 | Vienne (Haute)..... | 1 25 |
| Loir-et-Cher..... | 0 75 | Vosges..... | 1 20 |
| Loire..... | 1 50 | Yonne..... | 0 50 |
| Loire (Haute)..... | 1 50 | | |
| Loire-Inférieure..... | 1 25 | | |

La taxe est la même pour tous les bureaux du même département.

Taxes téléphoniques internationales d'un poste de Paris.

Allemagne : Berlin, Postdam, Leipzig, Hambourg 6 francs. Francfort, Cologne, Metz, Strasbourg, Mulhouse, Colmar, etc., 4 francs.

Angleterre : Londres, 10 francs.

Belgique : 1^{re} zone, Charleroi, Mons, Namur, etc., 2 fr. 50.

Ce prix est réduit à 1 fr. 50 la nuit après 9 heures du soir.

2^e zone. Bruxelles, Anvers, Gand, etc., 3 francs.

Ce prix est réduit à 1 fr. 80 la nuit après 9 heures du soir.

Italie : Turin et Milan (jour), 3 fr. 50 ; (nuit, après 9 heures) 2 fr. 40.

Luxembourg : (jour) 2 fr. 50 ; (nuit, après 9 heures) 1 fr. 50.

Suisse : 4 francs.

Nous pourrions encore donner d'autres indications sur l'organisation des réseaux téléphoniques de l'étranger, mais il faut savoir se limiter, et d'ailleurs les personnes qui ont le téléphone chez elles ont toujours sous la main l'annuaire officiel qui leur donne, avec la liste des abonnés, qu'il faut consulter constamment pour les numéros d'appel, tous les renseignements pratiques sur l'usage du téléphone

dans tous les pays. Bornons-nous donc à constater, en terminant, le prodigieux développement pris en moins de trente ans par ce procédé de communication, et qui est tel, que l'on ne saurait plus maintenant se priver, pour les relations commerciales ou mondaines, de cet appareil indispensable qu'est le téléphone.

APPENDICE

Programme déterminant les conditions d'admission aux emplois de surnuméraire des postes et des télégraphes et de commis titulaire.

Nul ne peut être admis comme surnuméraire s'il n'a satisfait aux conditions suivantes :

1^o Etre Français ;

2^o Etre âgé de 18 ans au moins, de 25 ans au plus au 1^{er} janvier de l'année où a lieu le concours d'admission.

Par exception, les candidats qui justifient de services dans l'Administration des Postes et des Télégraphes ou de services militaires peuvent être admis à concourir après 25 ans. Pour ces candidats, la limite d'âge de 25 ans est reculée d'une durée égale à celle des années de service, sans pouvoir dépasser 30 ans.

3^o Avoir la taille réglementaire pour les opérations du tri (1 m. 54 au minimum), posséder une bonne constitution, n'être atteint d'aucune infirmité et établir qu'il a été vacciné ou revacciné à une date ne remontant pas à plus de six années ;

4^o Etre agréé par le sous-secrétaire d'Etat ;

5^o Avoir satisfait à un concours d'admission.

Tout candidat au surnumérariat est tenu de se présenter devant le directeur des postes et des télégraphes du département. Il rédige sous les yeux de ce fonctionnaire

une demande d'admission à concourir, établie sur papier timbré et doit fournir les pièces suivantes :

1^o Un extrait de son acte de naissance dûment légalisé ;

2^o Un certificat du maire de sa commune, constatant qu'il est de bonne vie et mœurs et qu'il est de nationalité française ;

3^o Le cas échéant, une copie certifiée de ses diplômes de baccalauréat ou de licence ;

4^o Un certificat constatant qu'il a été vacciné ou revacciné depuis moins de six ans ;

5^o Enfin, et s'il y a lieu, une copie certifiée de l'état de ses services militaires et un certificat de bonne conduite au corps, ou, en cas d'exemption ou d'ajournement, un certificat constatant sa situation au point de vue de la loi sur le recrutement de l'armée (1).

Tout candidat doit fournir une déclaration dûment légalisée par laquelle ses parents prennent l'engagement de subvenir à ses besoins pendant la durée du surnuméariat.

Les candidats étrangers à l'administration sont soumis, en présence du comité, et avant le concours, à la visite du médecin assermenté. Le certificat délivré à la suite de cette visite devra constater que la taille du candidat est d'au moins 1 m. 54, qu'il est d'une bonne constitution, qu'il n'est atteint d'aucune infirmité et ne présente aucun symptôme de tuberculose.

Le programme du concours comprend les épreuves obligatoires suivantes :

1^o Dictée servant tout à la fois d'épreuve d'écriture et d'orthographe ;

(1) L'extrait de l'acte de naissance, seul, doit être légalisé par le président du tribunal ou par le juge de paix. La signature du maire sur les autres pièces est légalisée gratuitement par le préfet.

2^e Rédaction d'une note ou d'une lettre sur un sujet donné ;

3^e Arithmétique, jusques et y compris les proportions, le système métrique ;

4^e Géographie physique et politique de la France et géographie générale des cinq parties du monde ;

5^e Physique et chimie (notions élémentaires générales, notions particulières sur l'électricité et la formation des courants dans les piles).

Indépendamment des épreuves obligatoires, les candidats sont admis facultativement, et sur leur demande, à en subir d'autres sur tout ou partie des matières indiquées ci-après :

1^e Algèbre élémentaire ;

2^e Géométrie pratique, mesure des surfaces ;

3^e Dessin linéaire ;

4^e Langue anglaise.....

5^e Langue allemande.....

6^e Langue italienne.....

7^e Langue espagnole

Thème et version
sans dictionnaire ;

8^e Connaissances postales ;

9^e Connaissances télégraphiques.

Le concours a lieu au chef-lieu du département, en présence d'un comité composé :

1^e Du directeur départemental, *président* ;

2^e De l'inspecteur le plus ancien en grade ;

3^e Du receveur principal ou du plus ancien commis principal de la recette principale.

Aucun candidat ne peut subir les épreuves devant un comité dont son père, un oncle ou allié au même degré ferait partie.

Le choix des compositions est fait par l'Administration.

Les sujets de composition sont enfermés dans des en-

veloppes cachetées à la cire, portant l'indication de la séance dans laquelle le sujet sera traité ; elles ne doivent être ouvertes qu'en présence des candidats et au commencement de chaque séance.

Tout candidat surpris consultant des documents ou notes est exclu du concours.

La même mesure est appliquée aux candidats cherchant à s'entr'aider d'une manière quelconque.

Les candidats ne signent pas leurs compositions ; ils portent leurs nom et prénoms sur l'en-tête de chacune d'elles.

Après chaque épreuve, les compositions sont mises, en présence des candidats, sous plis cachetés et, à la fin de chaque journée, ces plis, renfermés dans une seule enveloppe, sont transmis à l'Administration sous le timbre du Bureau du Personnel.

Une commission spéciale est instituée à l'Administration centrale pour la correction et le classement des épreuves. Ces épreuves lui sont transmises par le Bureau du Personnel, qui a attribué à chacune d'elles un numéro et en a détaché les en-têtes.

Les épreuves sur chaque matière obligatoire ou facultative sont cotées de 0 à 20.

Le nombre des points à attribuer à chaque épreuve s'obtient en multipliant la cote par les coefficients indiqués ci-dessous.

MATIÈRES OBLIGATOIRES

- 4 pour l'écriture,
- 5 pour l'orthographe,
- 4 pour la rédaction.,
- 4 pour l'arithmétique,
- 4 pour la géographie,
- 3 pour l'épreuve de physique et de chimie.

MATIÈRES FACULTATIVES

- 1 pour l'algèbre élémentaire,
- 1 pour l'épreuve de géométrie pratique et mesure des surfaces,
- 1 pour le dessin linéaire,
- 2 pour la langue anglaise,
- 2 pour la langue allemande,
- 1 pour la langue italienne.
- 1 pour la langue espagnole,
- 3 pour les connaissances postales,
- 3 pour les connaissances télégraphiques.

Il n'est tenu compte ni des cotes égales ou inférieures à 10 pour l'algèbre, la géométrie, le dessin et les langues étrangères, ni des cotes égales ou inférieures à 5 pour les connaissances postales et les connaissances télégraphiques.

Lorsque la cote est supérieure aux minima ci-dessus indiqués, le surplus seul entre en ligne de compte dans la détermination du nombre total des points.

Il est attribué :

7 points aux candidats qui ont passé avec succès la première partie du baccalauréat de l'enseignement secondaire classique ou du baccalauréat de l'enseignement secondaire moderne ;

10 points à ceux qui produisent un diplôme complet de bachelier soit de l'enseignement secondaire classique, soit de l'enseignement secondaire moderne ;

15 points à ceux qui possèdent deux diplômes de baccalauréat ;

Enfin, 25 points aux licenciés en droit, ès lettres ou ès sciences.

Il n'est pas compté de points de baccalauréat aux candidats qui présentent un diplôme de licence.

Aucun candidat n'est admissible s'il n'a obtenu au minimum les cotes suivantes :

10 pour l'orthographe et l'écriture ;

5 pour chacune des autres matières obligatoires ;

Et 60 (moitié du maximum) sur la totalité de ces matières.

Les candidats reçus au concours sont nommés surnuméraires au fur et à mesure des vacances et d'après l'ordre du classement. Les surnuméraires reçoivent aussitôt après leur nomination une rétribution mensuelle de 50 francs qui est élevée à 100 francs quelques mois après si leur service est l'objet d'appréciations favorables et si les disponibilités budgétaires le permettent.

En attendant leur nomination ils auront donc intérêt à se mettre au courant du service dans un bureau de leur résidence ou dans un bureau voisin.

Ceux qui peuvent réclamer le bénéfice de l'article 84 de la loi du 15 juillet 1889 sur le recrutement de l'armée ont un droit de priorité sur tous les autres candidats (Art. 3 du décret du 29 mai 1902.)

II. — CONDITIONS D'ADMISSION A L'EMPLOI DE COMMIS TITULAIRE

Le personnel des commis titulaires se recrute parmi les surnuméraires ayant satisfait aux obligations de la loi sur le recrutement de l'armée.

Suivant qu'ils ont satisfait ou non aux obligations de cette loi, les surnuméraires sont promus à 1.500 francs, soit en qualité de commis, soit comme surnuméraires.

La durée du surnumérariat est actuellement de deux ans environ.

IMPRIMERIE F. DEVERDUN, BUZANÇAIS (INDRE)

EN VENTE A LA MÈME LIBRAIRIE

Envoi franco contre mandat-poste ou valeur sur Paris

Notes et Croquis d'un Electricien

Par **G. BÉNARD**

CONSTRUCTEUR-ÉLECTRICIEN

Président du Syndicat des Entrepreneurs et Constructeurs-Electriciens (Paris); Ancien Vice-Président du Syndicat professionnel des Industries électriques (Paris).

I

LA POSE DES SONNERIES ÉLECTRIQUES

et des

TABLEAUX INDICATEURS

Un volume in-8 de 348 pages, comprenant plus de 200 *croquis complètement inédits* et environ 50 clichés d'appareils.

Broché..... 4 fr. 50

II

ESSAI, ENTRETIEN, RÉPARATIONS

des

Sonneries Electriques & des Tableaux indicateurs

1 vol. in-8 avec 60 pl. donnant plus de 125 croquis inédits concernant les marches de courant dans les appareils et leur essai.

Broché..... 4 fr. 50

Relié percaline..... 5 fr. 50

III

LA TÉLÉPHONIE DOMESTIQUE

Essai, Pose & Réparations des Appareils

1 vol. in-8, avec 75 planches, donnant plus de 220 plans d'installations et croquis indiquant la marche du courant dans toutes ces installations et à l'intérieur des appareils, 1902.

Broché..... 4 fr. 50

THOMPSON (SILVANUS)

LEÇONS ÉLÉMENTAIRES
d'Électricité et de Magnétisme

Traduit de l'anglais par BINET, Electricien

1 fort volume petit in-8, avec 291 figures, 1898. Broché. 7 fr.
Relié percaline..... 8 fr.

GUIDE-MANUEL PRATIQUE

DE

L'OUVRIER ÉLECTRICIEN

Par H. DE GRAFFIGNY

Deuxième Édition entièrement refondue et augmentée

Un volume in-8 de 500 pages, illustré de 288 figures dans le
texte, 1902. Prix, cartonné..... 6 fr.
(Le prospectus détaillé est envoyé franco sur demande.)

L'Electro-aimant et l'Electro-mécanique

Par SILVANUS P. THOMPSON

Traduction et adaptation de l'anglais par E. BOISTEL

Ingénieur-Electricien, Expert près les Tribunaux.

Un vol. in-8 écu, de 555 pages, et 221 fig. dans le texte, 1895.
Prix : broché..... 10 fr.
(Le prospectus détaillé est envoyé franco sur demande.)

LE TÉLÉPHONE

A LA PORTÉE DE TOUT LE MONDE

Par L.-B. FANOR

INSTALLATIONS DOMESTIQUES

Un volume in-12 br., avec 50 fig. et plans de pose, 1903. 1 fr.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE
D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE
THÉORIQUE ET PRATIQUE

Par Alfred MULLIN, Professeur de Physique

Un beau volume in-8 de 715 pages et 345 fig. dans le texte, 1899.
Prix : broché..... 5 fr.; relié percaline..... 6 fr.
(Le prospectus détaillé est envoyé franco sur demande.)

Bibliothèque de l'Ouvrier Electricien

Par R. WITTEBOLLE, Ingénieur-Electricien

| | |
|---|-------|
| I. La Dynamo. 1 vol. in-12 relié percaline avec 135 figures, 1901. | 3 " " |
| II. Les Moteurs électriques. 1 vol. in-12 avec 76 fig. 1902. Broché..... | 2 50 |
| Relié percaline..... | 3 " " |
| III. Les Accumulateurs. 1 vol. in-12 avec 65 fig. 1902. Broché..... | 2 50 |
| Relié percaline..... | 3 " " |
| IV. Les Canalisations électriques. 1 vol. in-12 avec 158 fig. 1904. Broché..... | 2 50 |
| Relié percaline..... | 3 " " |
| V. Les appareils d'éclairage électrique. 1 vol. in-12 avec 129 fig. 1904. Broché..... | 2 50 |
| Relié | 3 " " |
| VI. Manuel du montage des lignes de tramways électriques. 1 vol. in-12 avec 60 fig. et pl. 1905. Broché..... | 2 50 |
| Relié percaline..... | 3 " " |

PETITE ENCYCLOPÉDIE D'ÉLECTRICITÉ PRATIQUE

NOUVELLE ÉDITION 1904

Prix de chaque volume broché..... 1 fr.

LISTE DES VOLUMES :

1. — G. GEIGER et G. NAUDET. — Générateurs d'électricité ; piles, accumulateurs, dynamos ; construction, entretien, usages.
- II. — G. GEIGER. — Eclairage électrique domestique par piles, accumulateurs, dynamos.
- III. — G. GEIGER. — Sonneries, téléphones, allumoirs ; éclairage électrique intermittent.
- IV. — G. GEIGER. — Galvanisation et Galvanoplastie ; Cuivrage, dorure, argenture, nickelage, platinage, etc.
- V. — G. NAUDET. — Expériences d'électricité. I. Piles, aimants, machine électrostatique, etc.
- VI. — G. NAUDET. — Expériences d'électricité. II. Electro-aimants, bobine d'induction, rayons X, expériences diverses, etc.
- VII. — G. NAUDET. — Formules et recettes de l'électricien.

A LA MÈME LIBRAIRIE

| | |
|--|------|
| ANCEL (L.). — Les courants de haute fréquence et la Téléphonie sans fil. Gr. in-8 broché avec fig. 1905..... | 1 25 |
| ARMENGAUD (Ch.). — L'ouvrier mécanicien. Guide de Mécanique pratique. 17 ^e éd. 1 vol. in-12 avec 4 pl. 1902. Br. | 4 " |
| Relié percaline | 5 " |
| BERTHIER (A.). — Les Piles sèches et leurs applications. Lumière de poche, applications à l'automobile et à l'allumage des moteurs à explosion. 1 vol. in 12 broché avec fig. 1905..... | 1 50 |
| CHAMPLY (R.). — Manuel pratique sur les automobiles. Emplois industriels des moteurs légers. Nouveau tirage. 1 vol. in-12, rel. percal. avec 140 fig. 1905..... | 2 50 |
| — Manuel de Pratique Mécanique à l'usage des chauffeurs d'automobiles, mécaniciens et amateurs. Mesures, outillage, tours de main, démontage, remontage, réparation et entretien de l'automobile et des mécanismes en général. Nouveau tirage. 1 vol. in-12, relié percal. avec nombr. fig. 1905..... | 3 " |
| — Théorie et pratique de la Motocyclette. Historique, description, pannes, recettes, etc. 1 vol. in-12 br. avec 50 fig. 1905..... | 1 50 |
| FUGAIRON (J.). — Recueil de Petits Procédés à l'usage du bâtiment. 1 vol. in-12 avec 69 fig. 1899. Broché.... | 3 " |
| Relié percaline..... | 3 50 |
| GRUNWALD (F.). — Manuel de la Fabrication des Accumulateurs. 1 ^e édit. française, traduite sur la 3 ^e édit. allemande, par Paul Grégoire. 1 vol. in 12 avec 94 fig. 1906. Br. | 5 " |
| Relié percal | 6 " |
| LARDEMER et BOUDOT. — Guide pratique de Mécanique et de Filetage à l'usage de tous les mécaniciens. 2 ^e édit. 1 vol. in-18 br..... | 3 " |
| MIGNON. — Dictionnaire pour la correspondance télégraphique secrète et économique. 2 ^e tirage. 1 vol. in-8, rel. percal. 1893..... | 6 " |
| NAUDET (G.). — Les agrandissements simplifiés. 1 vol. in-12 br. avec fig. 1902..... | 1 50 |
| NIEWENGLOWSKI (G.-H.). — Pratique du Développement. 1 vol. in-18 broché avec fig. 1905..... | 1 " |
| PROUMEN (H.). — Les rayons X, le Radium, les Rayons N. 1 vol. gr. in-8 br. avec fig. et pl. 1905..... | 1 50 |
| ZABÉ (J.-B.). — Traité théorique et pratique du Travail du fer et de l'acier. Conduite du feu, soudage, trempe, etc. 1 vol. gr. in-8 br. avec 24 pl. 1880..... | 6 " |

