COMMENT INSTALLER CHEZ SOI

LA TÉLÉPHONIE SANS FIL

A BON MARCHÉ

BIBLIOTHÈQUE DES PROFESSIONS
DES ARTS ET DES MÉTIERS

LA BIBLIOTHÈQUE DES PROFESSIONS
est publiée sous la direction de
M. RENÉ LE BŒUFFLE
Architecte diplômé par le Gouvernement.

LE MENUISIER PRATIQUE
par René Le Bœuffle

L'ÉLECTRICIEN PRATIQUE
par E. Weiss,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

LE SERRURIER PRATIQUE
par René Le Bœuffle

LE PEINTRE PRATIQUE
En préparation.

COMMENT INSTALLER CHEZ SOI LA TÉLÉPHONIE SANS FIL A BON MARCHÉ, par Ernest Coustet.

CONSULTER ÉGALEMENT :

La Télégraphie sans Fil *(Bibliothèque des Merveilles)*
par A. Berget, *prix broché.* **6** fr.

Pour les personnes qui n'auraient pas le loisir de construire elles-mêmes un appareil récepteur de T. S. F., nous avons fait établir **" Le Sans Fil "**, *appareil de Télégraphie et de Téléphonie sans fil d'une construction irréprochable, livré dans nos Bureaux, 79, Boulevard Saint-Germain, à Paris, pour* **90** *fr. et franco domicile par colis postal,* **93** *fr.*

BIBLIOTHÈQUE DES PROFESSIONS
DES ARTS ET DES MÉTIERS

ERNEST COUSTET

COMMENT INSTALLER CHEZ SOI

LA TÉLÉPHONIE SANS FIL

A BON MARCHÉ

INSTALLATIONS PRATIQUES ET A BON MARCHÉ, LA RÉCEPTION A COURTE DISTANCE. LES LAMPES. LA RÉCEPTION A GRANDE DISTANCE. LES HAUT-PARLEURS. LES POSTES-TRANSPORTABLES. L'ÉMISSION RADIOTÉLÉPHONIQUE.

Cinquantième Mille.

HACHETTE

PREFACE

L'*INTÉRÊT que le public avait d'abord manifesté pour la télégraphie sans fil se trouve aujourd'hui singulièrement dépassé par la vogue de la radiotéléphonie, et si quelques amateurs ont appris à déchiffrer les signaux de l'alphabet Morse, combien plus nombreux sont ceux qui, maintenant, désirent entendre la voix et la musique transmises par les ondes éthérées ! Ici, plus d'apprentissage : sans la moindre initiation, tout le monde comprend la parole, les chants, les concerts répétés avec une fidélité, une pureté de timbre qui contrastent heureusement avec les nasillements du téléphone à fil et ses bruits de friture. Chaque jour, des nouvelles de presse nous parviennent ainsi, bien avant que les journaux les aient insérées ; chaque jour, l'agriculteur, le marin, le pêcheur reçoivent des renseignements météorologiques qui leur évitent des pertes et des sinistres.*

Cet attrait et cette utilité expliquent le succès actuel des appareils de réception téléphonique sans fil que plusieurs constructeurs électriciens ont réalisés à l'intention du public. Le fonctionnement de ces postes ne laisse, en général, rien à désirer, et le seul grief que l'on puisse leur faire est de n'être pas à la portée de toutes les bourses. Ce n'est sans doute point la faute des fabricants, car il faut tenir compte du prix actuel des matériaux et de la main-d'œuvre, des études préparatoires, des essais coûteux, des tâtonnements par lesquels on a dû passer avant de trouver les dispositifs les plus efficaces ; il faut aussi rémunérer les inventeurs, acheter leurs brevets ou se procurer des licences ; il y a, enfin, des frais de publicité, des impôts, et tout cela retombe inévitablement, en fin de compte, sur l'acheteur.

C'est pour épargner à celui-ci une charge trop lourde que

nous avons rassemblé, dans ce petit livre, les données pratiques nécessaires à la construction d'un poste de réception avec le minimum de dépenses. Il y a là, sans doute, des organes essentiels qu'il est préférable d'achcter tout faits: c'est ainsi que nous nous garderons bien de conseiller à l'amateur, si habile qu'il soit, de construire ses écouteurs et ses lampes amplificatrices; car l'outillage qu'il faudrait d'abord acquérir à cet effet serait beaucoup plus onéreux que les objets à fabriquer. En revanche, les antennes, les cadres, les bobines d'accord, les condensateurs, les panneaux sur lesquels seront groupés les divers organes, ces différents montages sont accessibles à quiconque possède un outillage très simple et une dextérité manuelle moyenne. Nous donnerons d'ailleurs les instructions nécessaires pour cet outillage et pour les divers tours de main que la pratique nous a suggérés, en nous limitant aux modes de montage les plus simplifiés qui soient compatibles avec un fonctionnement sûr. L'installation sera, du reste, très différente, suivant qu'il s'agira de transmissions à courtes, à moyennes ou à longues distances, et suivant que l'on disposera d'une distribution d'énergie électrique à courant continu ou à courant alternatif, ou que l'on en sera dépourvu.

Ces renseignements pratiques, destinés à mettre la téléphonie sans fil réellement à la portée de tous, suffisaient à remplir ce volume. Nous nous sommes interdit d'exposer l'historique et la théorie de la téléphonie sans fil. Ces sujets captivants sont d'ailleurs traités, avec toute l'ampleur qu'ils méritent, dans d'autres ouvrages, notamment dans celui de M. Alphonse Berget: La télégraphie sans fil (*Bibliothèque des Merveilles*), *et le lecteur désireux de connaître les principes dont nous n'envisageons ici que les applications pourra utilement s'y référer.*

COMMENT INSTALLER CHEZ SOI LA TÉLÉPHONIE SANS FIL

CHAPITRE PREMIER

LA RÉCEPTION A COURTE DISTANCE

Simplicité de l'installation. ‖ *Cadre.* ‖ *Condensateur.* ‖ *Détecteur.* ‖ *Ecouteurs.* ‖ *Montage du poste de réception.* ‖ *Essai et réglage du poste.*

SIMPLICITÉ DE L'INSTALLATION. — Ceux qui ont vu, dans les bazars ou à la foire de Paris, des appareils de réception téléphonique sans fil peuvent s'imaginer qu'il est indispensable, dans tous les cas, d'employer des amplificateurs électroniques, des lampes à trois électrodes, dont le fonctionnement exige des générateurs d'électricité à 4 et à 80 volts. En réalité, on peut fort bien s'en passer, tant que le poste d'émission n'est pas trop éloigné de la source d'émission. Dans ce cas l'appareillage est même extrêmement simplifié, quand la distance est réduite à 7 ou 8 kilomètres, et c'est le cas pour les Parisiens qui se contentent de recevoir les ondes radio-téléphoniques de la tour Eif-

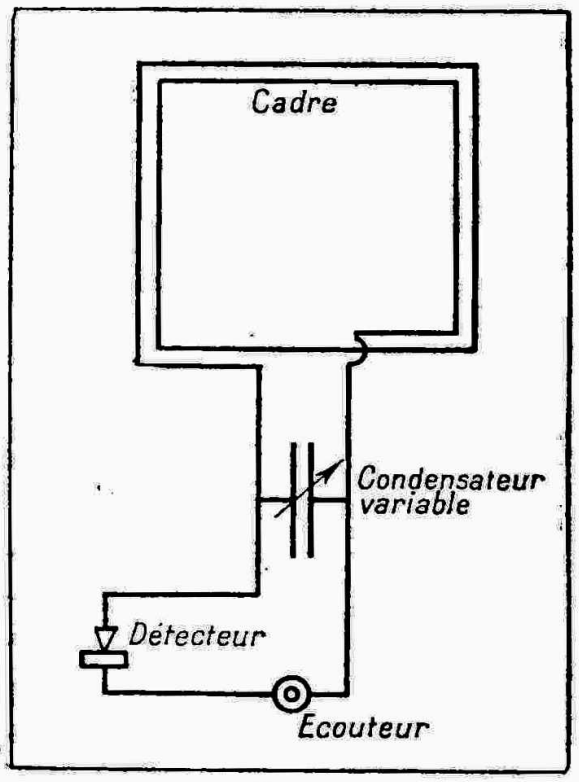


Fig. 1. — *Poste récepteur à courte distance.*

fel. En effet, dans un rayon d'une dizaine de kilomètres, ces émissions peuvent être très distinctement entendues à l'aide du dispositif rudimentaire et peu coûteux dont la figure 1 donne le schéma. On voit que ce poste de réception comprend seulement : un cadre, un condensateur, un détecteur à galène et un écouteur téléphonique. A part ce dernier organe, tous les éléments de la réception sont faciles à fabriquer sans outillage spécial, en suivant les indications détaillées que nous allons donner pour leur construction.

CADRE. — Le collecteur des ondes électriques sera constitué par un fil de cuivre isolé, disposé de façon à former un rectangle assez grand, environ 3 mètres de côté. A cette fin, il n'est pas indispensable de construire d'abord un véritable cadre, un support en bois sur lequel serait enroulé le fil. Celui-ci peut être simplement tendu sur quatre chevilles en bois, ou même sur quatre gros clous qui formeront les angles du cadre. Ces clous seront plantés dans un mur parallèle à la direction de la tour Eiffel. En effet, les cadres de réception doivent être orientés de manière que le plan des spires du fil soit dirigé vers le poste émetteur des ondes (fig. 2). Si la disposition du local est telle qu'aucun mur ne soit dans la direction voulue, on installera le cadre sur le battant d'une porte que l'on entr'ouvrira, pendant les séances de réception, de façon que le battant soit parallèle à la ligne qui joint le poste récepteur et la tour Eiffel. Bien entendu, on sera obligé de réduire, en ce cas, les dimensions du cadre.

Un fil de cuivre isolé quelconque peut constituer le cadre ; le fil de sonnerie suffit parfaitement, dans le cas que nous envisageons ici. On en prendra environ 150 mètres, qui fourniront, sur le cadre de 3 mètres de côté, 10 à 12 spires.

En principe, le cadre peut être placé n'importe où, dans un appartement, à l'intérieur

Fig. 2. — *Orientation du cadre.*

d'un placard, si l'on veut, car ni les briques ni les murs de pierre n'interceptent les ondes hertziennes. Par contre, à proximité d'une toiture en zinc, d'un volet de fer ou d'un grillage métallique, la réception serait compromise. Elle serait même tout à fait impossible, à l'intérieur d'une construction métallique, d'une serre à ossature en fer, ou d'un bâtiment en ciment armé.

CONDENSATEUR. — Les condensateurs électriques, dont le prototype est la vieille « bouteille de Leyde », sont formés de feuilles métalliques,

ou *armatures*, séparées par un isolant, ou *diélectrique*. Ce dernier est constitué, soit par l'air interposé, soit par une feuille non conductrice de l'électricité, comme le mica ou le papier imprégné de paraffine. Quand les armatures sont reliées à une source d'électricité, elles se chargent, l'une positivement, l'autre négativement, et la grandeur de ces charges croît avec la tension et avec la *capacité* du condensateur. Cette capacité dépend de la surface des armatures, de leur rapprochement, et aussi de la nature du diélectrique : à épaisseur égale, le mica fournit une capacité huit fois supérieure à celle de l'air. Malgré cette supériorité, on préfère souvent les condensateurs à air, surtout quand il est nécessaire de faire varier la capacité.

La capacité d'un flacon, d'un tonneau, etc., s'exprime en litres ; celle d'un condensateur électrique s'exprime en *farads*, ou, plus pratiquement, en *microfarads*.

Dans l'installation que nous envisageons, la capacité requise est très voisine d'un millième de microfarad, un peu plus ou un peu moins, suivant la longueur des ondes électriques et suivant diverses influences provenant de masses conductrices voisines : lits en fer, canalisations d'éclairage, conduites d'eau ou de gaz, etc. On trouve dans le commerce des condensateurs assez exactement étalonnés à un millième de microfarad, les uns de capacité invariable, d'autres réglables. Le prix de ces derniers est de 40 à 50 francs, et, si l'amateur peut faire cette dépense, il évitera une perte de temps, car la construction d'un condensateur variable est, de beaucoup, la plus longue des opérations que comporte notre installation à proximité du poste émetteur. Néanmoins, ce travail n'est pas bien difficile et n'exige que du

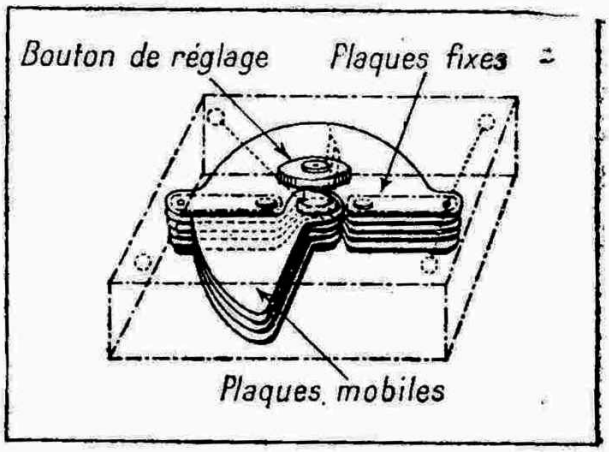


Fig. 3. — *Condensateur variable à lames tournantes.*

soin et de la patience. Il y a d'ailleurs diverses dispositions entre lesquelles on sera libre de choisir celle qui paraîtra la plus commode ou la plus aisément réalisable.

Nous ne conseillons pas de fabriquer de toutes pièces un condensateur à lames tournantes, tel que celui que représente la figure 3. Cet appareil est constitué par un certain nombre de demi-disques montés sur un pivot qui permet de les

faire pénétrer plus ou moins à l'intérieur de cellules formées de demi-disques fixes. Cette combinaison est la plus pratique, mais assez difficile à réaliser avec toute la précision voulue, car il faut que les lames mobiles soient très rapprochées des lames fixes, sans cependant les toucher. Pour la capacité dont nous avons besoin (1 millième de microfarad), il faudrait

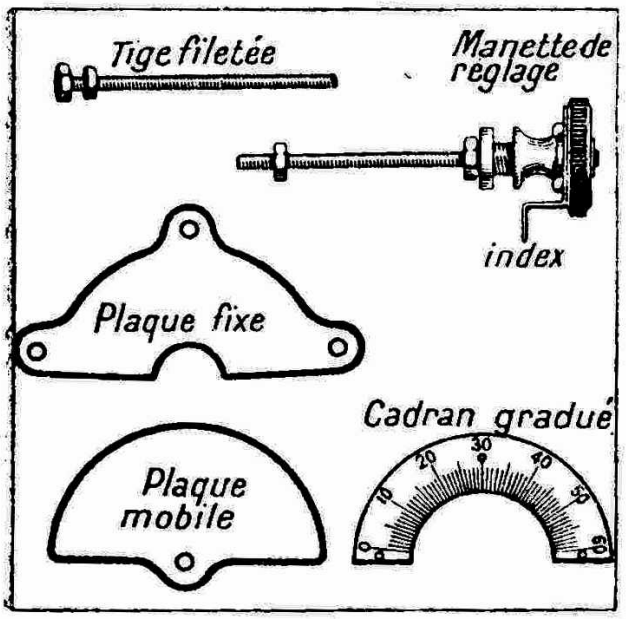


Fig. 4. — *Pièces détachées de condensateur variable.*

30 lames fixes et 29 lames mobiles, constituées chacune par un demi-disque de zinc de 9 centimètres de diamètre et 2 millimètres d'épaisseur, l'intervalle laissé entre deux armatures consécutives étant de 1 millimètre, épaisseur du diélectrique constitué par l'air interposé.

Par une construction plus précise, on arrive à obtenir la même capacité avec moins de lames, en les rapprochant davantage. Mais alors, à moins d'être très bien outillé, il vaut mieux faire l'acquisition de pièces détachées, dont le montage s'effectue sans peine, en suivant les instructions du fournisseur. On trouvera chez les électriciens et dans certains bazars les pièces fabriquées dans ce but par M. Péricaud (fig. 4). Pour une capacité de 1 millième de microfarad, il faut 20 plaques fixes, 19 plaques mobiles, 6 écrous, 1 manette de réglage, 3 tiges filetées et 80 rondelles d'écartement, dont 60 petites et 20 grandes.

Si l'on préfère construire entièrement son condensateur, on le fera à tiroir ou à lames coulissantes. Dans une feuille de zinc de 1 millimètre d'épaisseur, on découpe 23 plaquettes mesurant 9 × 12 centimètres. On se procure, d'autre part, du bois de placage de même épaisseur, et l'on en tire 90 lames d'environ 25 centimètres de longueur ; 44 de ces lames seront un peu moins larges que les autres. Elles seront superposées, les lames étroites alternant avec les larges, et collées de façon à former deux groupes de coulisses entre lesquelles se placeront les armatures, comme l'indique la figure 5. Une tige filetée à écrous servira à réunir toutes les lames fixes à une borne. Une autre borne sera mise en relation avec les lames mobiles au moyen d'une bande de cuivre sur laquelle portera une lan-

guette flexible adaptée à une tige filetée qui traversera les lames mobiles. Chacune de ces lames sera fixée à la tige par deux écrous. De plus, une manette en bois sera adaptée à la tige filetée, de manière à faciliter le déplacement des armatures mobiles.

On peut simplifier notablement ce dispositif, le réduire même à une seule lame mobile, coulissant entre deux lames fixes, en associant ce condensateur variable avec un ou plusieurs condensateurs fixes, dont

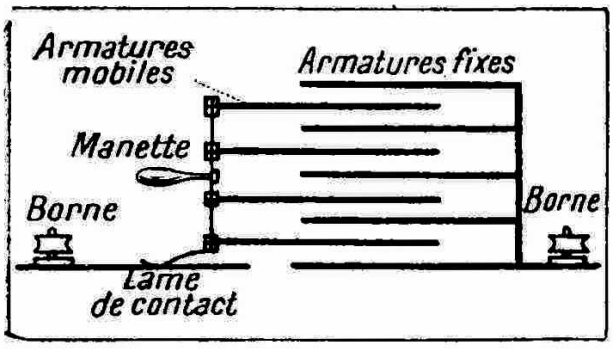


Fig. 5. — *Condensateur à tiroirs.*

la construction sera très facile, ces appareils étant constitués par des feuilles d'étain (celles qui servent à emballer le chocolat suffisent parfaitement) alternant avec des feuilles de mica ou de papier paraffiné.

Pour une capacité de 1 millième de microfarad, le condensateur fixe sera réalisé au moyen de trois feuilles d'étain mesurant 6 × 9 centimètres séparées par des feuilles un peu plus grandes (2 ou 3 centimètres de plus dans chaque sens) de papier écolier paraffiné. Le paraffinage s'effectuera aisément, en faisant fondre dans une bassine de la paraffine blanche, fusible vers 40 degrés. Les feuilles sont plongées dans le liquide, où elles acquièrent une translucidité analogue à celle du papier huilé, puis égouttées. Aussitôt refroidies, elles sont prêtes à l'emploi. Pour le condensateur que nous envisageons en ce moment, il suffit de deux feuilles de papier mesurant 9 × 12 centimètres, que l'on intercale entre les feuilles d'étain. La première et la troisième feuille d'étain sont réunies par une languette de même matière et forment l'une des armatures. L'autre armature est représentée par la feuille intermédiaire. Il est bon d'assujettir le tout entre deux planchettes paraffinées, munies de bornes de cuivre respectivement reliées aux armatures à l'aide de languettes de plomb. Les vis de ces bornes pourront suffire à maintenir cet assemblage, qui ne devra pas varier, car tout changement de pression entre les armatures et le diélectrique modifierait sensiblement la capacité du condensateur.

Un condensateur ne doit pas laisser passer le courant électrique. Pour le mettre à l'épreuve, on l'intercalera dans le circuit d'une pile et d'une sonnerie (à défaut de galvanomètre).

Le condensateur fixe sera associé, comme nous le disions tantôt, à un condensateur ré-

glable, mais celui-ci sera alors beaucoup plus simple que celui dont nous avons précédemment parlé, et sera formé, par exemple, d'une seule lame de zinc coulissant entre deux lames fixes, ou même par deux planchettes réunies par deux charnières et portant chacune, sur leurs faces en regard, une feuille d'étain : ce dernier condensateur s'ouvre comme un livre, et sa capacité

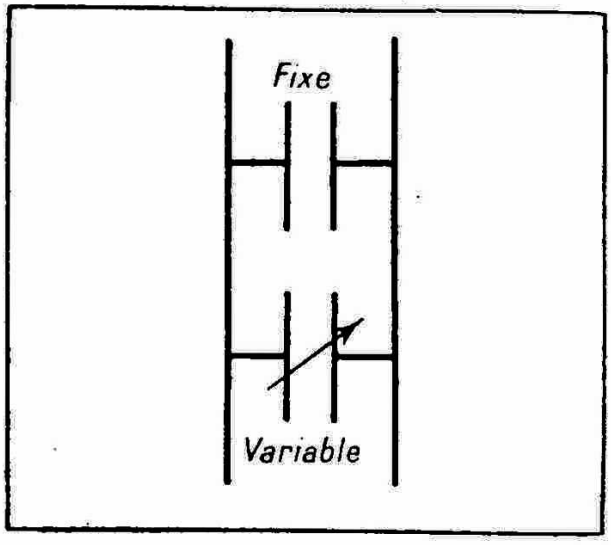


Fig. 6. — *Condensateurs en parallèle.*

décroît rapidement, à mesure que la distance augmente entre les deux armatures.

Le condensateur fixe et le condensateur réglable devront être montés *en parallèle*, comme le montre la figure 6, afin que leurs capacités s'ajoutent. Le lecteur remarquera que, sur tous nos schémas, et suivant l'usage établi, les condensateurs fixes sont représentés par deux traits parallèles, et les condensateurs variables à l'aide des mêmes traits obliquement traversés par une flèche.

DÉTECTEUR. — Le détecteur le plus pratique, malgré ses caprices, c'est le détecteur à cristaux, et plus spécialement le détecteur à *galène* (sulfure de plomb). C'est, en effet, de beaucoup le plus sensible et le plus simple, car il fonctionne sans pile et se réduit à une cupule dans laquelle est serti le cristal sensible, et à une fine pointe métallique portée par un ressort. Cette simplicité de construction permet de le vendre à bas prix : c'est ainsi que l'on peut se procurer, pour une quinzaine de francs, un excellent détecteur, monté sur socle isolant, et pourvu d'une pointe à rotule facilitant le réglage de l'appareil. Devant la modicité du prix de ce détecteur, il nous semble inutile d'en entreprendre la construction, qui n'offrirait, en somme, pas grand avantage au point de vue économique et ne donnerait pas, quelle que soit l'habileté de l'amateur, des résultats aussi parfaits que ceux de l'appareil construit par un industriel.

L'auteur d'un manuel à l'usage des amateurs de T. S. F., ouvrage d'ailleurs fort bien conçu, a pris la peine d'expliquer les procédés à suivre pour fabriquer de toutes pièces un détecteur à galène. Nous y voyons d'abord la manière de préparer la galène, en chauffant dans un petit creuset, ou dans

un tube à essai, parties égales de copeaux de plomb et de fleur de soufre. Cette opération n'est pas difficile, sans doute mais l'odeur sulfureuse qui se dégage la rend assez désagréable. En brisant le fond du creuset, on recueille de petits cristaux dont les plus gros pourront servir de détecteurs. Celui que l'on aura choisi sera enchâssé dans une cupule métallique, où la galène sera maintenue par un alliage fusible à basse température, par exemple l'alliage de Wood, qui fond à 67 degrés :

Plomb	2	parties.
Étain	2	—
Bismuth	8	—
Cadmium	2	—

Ces opérations peuvent, évidemment, offrir un certain intérêt à l'amateur épris de manipulations de laboratoire ; mais, pour celui qui recherche l'économie de temps ou d'argent, le mode de préparation que nous venons de résumer est assurément le moins avantageux. Si l'on ne veut pas faire l'acquisition d'un détecteur complet, la combinaison la moins compliquée et la plus économique sera de se procurer une galène sensible (on en trouve dans les prix de 2, 4 et 6 francs, suivant la grosseur) que l'on sertira dans une petite boîte ou capsule métallique, à l'aide d'une boulette de papier d'étain (fig. 7). La boîte sera fixée par une vis au milieu d'une planchette isolante, en bois paraffiné ou, ce qui est préférable, en ébonite. Une lame de cuivre la reliera à une borne de connexion. Une autre borne portera un fil de cuivre recourbé, dont l'extrémité, taillée en pointe par deux coups de ciseaux donnés obliquement, viendra reposer sur la galène. La torsion du fil doit être telle que la pointe reste bien à l'endroit où on la pose, au cours du réglage, quand on cherche le point le plus sensible de la galène. Deux tubes de caoutchouc, collés sous la planchette, amortissent les vibrations qui risqueraient d'altérer le contact. Cette disposition nous paraît la plus simple, la plus facile à réaliser avec le minimum de dépense, tout en offrant de suffisantes garanties de bon fonctionnement.

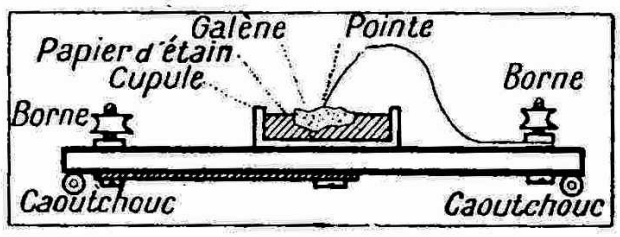


Fig. 7. — *Détecteur à galène.*

ÉCOUTEURS. — Pour cet élément si important du poste de réception, il n'y a pas plusieurs partis à prendre : l'amateur ne saurait construire lui-même les récepteurs téléphoniques ; en admettant qu'il y trouvât une économie, — ce qui est bien douteux, — il lui

serait extrêmement difficile de réaliser la précision, le fini du montage que seul permet d'atteindre, après des années d'expérience, l'outillage spécialisé des industriels qui fabriquent ces appareils. Du reste, dans le cas que nous envisageons dans ce chapitre, il suffit d'avoir des récepteurs de 500 ohms de résistance, et un appareil de ce genre, de construction très soignée, ne coûte guère plus de 20 francs, y compris les cordons à ferrets qui s'adaptent aisément, par le serrage d'un écrou, l'un au détecteur et l'autre au condensateur et au cadre, suivant le montage dont la figure 1 a indiqué le principe.

A la rigueur, on peut se contenter d'un seul récepteur ; néanmoins, il est toujours préférable, pour une audition parfaite, d'avoir un récepteur sur chaque oreille, et, pour éviter toute fatigue et garder les mains libres, le mieux est de monter les récepteurs sur deux lames élastiques, articulées de manière à s'adapter à toutes les têtes et que l'on désigne communément, en téléphonie, sous la dénomination de « casque ». La figure 8 montre la disposition généralement adoptée. Un casque à deux récepteurs de 500 ohms, construit avec tout le soin requis, coûte de 50 à 60 francs.

Le boîtier des récepteurs est soit en métal (surtout en aluminium, pour plus de légèreté), soit en matière moulée non conductrice. Cette dernière nous paraît préférable, parce qu'elle évite une cause de perturbation dans la réception ; cependant ce défaut peut être évité par une construction appropriée. Quand le boîtier est en métal, le pavillon est en ébonite. On reproche parfois à

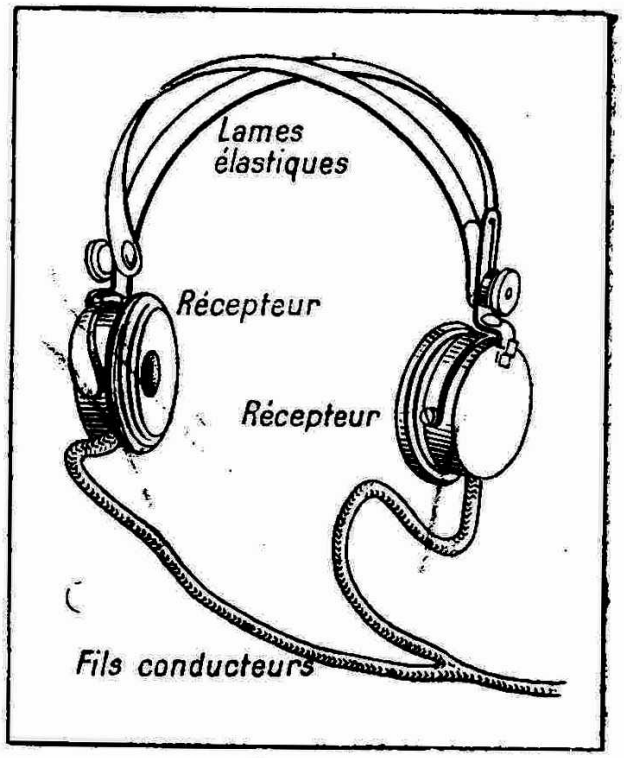


Fig. 8. — *Écouteurs et casque téléphonique.*

ces appareils de n'être pas assez larges pour couvrir complètement les oreilles et de laisser passer trop facilement des vibrations sonores étrangères aux transmissions téléphoniques. A cette critique, les constructeurs répondent que, si les récepteurs étaient plus larges, on les trouverait trop lourds. M. J. Roussel a indiqué un

moyen très ingénieux de concilier la légèreté des récepteurs avec l'élimination des bruits parasites. On découpe, dans un morceau de feutre, deux rondelles d'un diamètre notablement supérieur à celui des récepteurs ; on ménage, au centre, une ouverture ronde comme celle du pavillon, et l'on colle chaque rondelle sur un des pavillons, soit avec un peu de seccotine, soit avec deux ou trois points de gutta-percha ramollie par la chaleur. Ce dernier adhésif est préférable, de beaucoup, au précédent, car il permettra d'enlever facilement le feutre, si l'on préfère s'en passer, sans détériorer le pavillon en ébonite et en le faisant simplement un peu chauffer. Indépendamment de la meilleure audition qu'elles assurent, en couvrant complètement les plus larges oreilles, ces rondelles de feutre offrent l'avantage d'éviter la sensation désagréable que procure le premier contact de l'ébonite, lorsque sa température est sensiblement différente de celle de l'oreille.

Quand le poste récepteur est suffisamment rapproché du poste émetteur, on peut se contenter d'un seul récepteur, auquel on adapte un « haut-parleur », tel que ceux qui seront décrits au chapitre VII et qui rendent la réception accessible à plusieurs auditeurs.

MONTAGE DU POSTE DE RÉCEPTION. — Après avoir construit ou s'être procuré les différents organes de réception, il s'agit de les grouper et d'effectuer les connexions par lesquelles les ondes arriveront du cadre à l'écouteur. La figure 1 montre la disposition théorique du poste ; mais, dans l'application, le groupement réel peut être varié de bien des manières, car les divers appareils sont susceptibles d'être fixés sur un mur, ou posés sur une table, ou enfermés dans une boîte plus ou moins portative, étroitement assemblés ou séparés les uns des autres par un intervalle plus ou moins grand.

Autant qne possible, on préférera le groupement resserré ; non seulement pour avoir simultanément tous les appareils à sa portée et en vérifier plus commodément le fonctionnement, mais aussi afin d'éviter les troubles que risqueraient d'occasionner une trop grande longueur de fils ou la présence d'objets métalliques placés sur le trajet et à proximité des conducteurs. Ainsi, s'il n'est pas possible d'installer le cadre tout près des autres organes, et si on le réunit à ceux-ci par deux fils isolés réunis en cordon, on remarquera que ce dernier constitue un véritable condensateur, dont les fils de cuivre sont les armatures et les enveloppes isolantes le diélectrique, et la capacité n'en est point négligeable, s'il est assez long. On sera alors amené à réduire

quelque peu la capacité du condensateur proprement dit.

Les appareils sont réunis les uns aux autres par des fils de cuivre isolé, attachés à des bornes de connexion, qui devront être soigneusement nettoyées et dont les vis ou écrous seront serrés à fond, afin d'éviter les contacts imparfaits qui se traduiraient, à l'audition, par des bruits parasites Les extrémités des fils serrées dans ces bornes seront, elles aussi, nettoyées, raclées avec un couteau ou frottées au papier de verre et essuyées avec un linge propre. Éviter ensuite le contact des doigts, qui laisseraient des traces de graisse, matière isolante.

Dans le montage des sonneries et des téléphones à fil, les électriciens ont soin de rouler en boudins les extrémités des fils, près des bornes de connexion. Cet enroulement a l'avantage de rendre plus souples les conducteurs qui seraient trop rigides pour s'adapter aisément aux bornes : il donne, en outre, un certain cachet à l'installation. Néanmoins, il faut bien se garder de suivre cette pratique dans les montages de téléphonie sans fil : ici, les courants qui circulent dans les conducteurs sont des courants alternatifs de haute fréquence, et les parties du circuit enroulées en hélices donnent naissance à des effets de *self-induction*, qui risqueraient de nuire à la réception. Nous verrons bientôt des cas où il faut, au contraire, provoquer ces effets d'induction ; mais, dans le système de montage que nous avons présentement en vue, nous devons nous en passer et éviter cette cause de perturbation.

ESSAI ET RÉGLAGE DU POSTE. — Le moment le plus favorable pour essayer et régler les appareils de réception est évidemment celui où le poste de la tour Eiffel lance des messages téléphoniques. Cependant, si l'on veut ne rien perdre de ceux-ci, on pourra effectuer l'accord sur des dépêches télégraphiques émises suivant des ondes de même longueur. En effet, les concerts et autres émissions téléphoniques de la tour Eiffel sont transmis par des ondes de 2 600 mètres ; or, le même poste passe, chaque jour, sous cette même longueur d'ondes, des signaux horaires et des renseignements météorologiques. Les heures de ces émissions ont souvent varié. Au moment où nous écrivons ce chapitre, elles sont fixées à 2 h. 20, 8 h. 20, 9 h. 23, 9 h. 58, 10 h. 05, 10 h. 33, 21 h. 58 et 22 h. 36. Ces heures sont celles de Greenwich. On voit que les occasions ne manquent pas de vérifier l'installation et de régler les appareils de façon que tout soit prêt pour la réception téléphonique.

Les prévisions météorologiques téléphonées sont transmises, depuis le 15 juillet 1922,

à 6 h. 40, 11 h. 15, 18 h. 20 et 22 h. 10

L'oreille à l'écouteur, si le montage est bien effectué, les connexions établies avec soin, on doit entendre, soit les paroles, soit les bruissements intermittents du télégraphe. Si l'on n'entend rien, c'est que la pointe du détecteur porte sur une partie insensible de la galène ; on déplacera donc cette pointe, et l'on explorera les divers points de la surface cristalline, jusqu'à ce que l'audition arrive à son maximum d'intensité.

On se sert parfois, pour régler le détecteur à galène, d'un appareil spécial, le *buzzer* (1) ou vibrateur d'essai, que l'on peut au besoin improviser à l'aide d'une sonnerie à trembleur dont on dévisse le marteau. Ce vibrateur sera actionné par une pile de deux ou trois éléments Leclanché. Placé près du cadre, cet appareil émet des ondes qui permettent de chercher, à n'importe quel moment de la journée, la position de la pointe correspondant au maximum de sensibilité.

Le détecteur une fois réglé, on achèvera le réglage en modifiant la capacité du condensateur, l'augmentant et la diminuant tour à tour, jusqu'à ce que l'audition atteigne son maximum. Si ce résultat n'était obtenu qu'en réduisant à zéro la capacité du condensateur, il faudrait supprimer une ou plusieurs spires du cadre. On arriverait alors, par un nouveau réglage du condensateur, à une audition plus intense et plus nette.

Il faut éviter le contact des doigts sur le cristal de galène, car la moindre trace de corps gras suffit à compromettre le fonctionnement de ce détecteur, très sensible, mais très délicat. On ne devra donc le manipuler qu'à l'aide de petites pinces, en métal ou en corne. Cependant, une galène salie n'est pas définitivement mise hors de service, l'on peut la rendre encore utilisable en la lavant dans l'éther,

(1) Mot anglais qui signifie *chuchoteur*.

CHAPITRE II

LA RÉCEPTION SUR ANTENNE

Disposition générale. || Antenne. || Prise de terre. || Bobine de self. || Condensateurs, etc. || Réglage des appareils.

DISPOSITION GÉNÉRALE. — Au delà de 8 kilomètres, le poste très simplifié que nous venons de décrire ne donnerait plus à coup sûr des auditions bien nettes. La réception des ondes sur cadre exigerait alors l'emploi de lampes amplificatrices, dont nous étudierons plus loin le fonctionnement et les applications. L'installation devient tout de suite assez compliquée et entraîne une dépense qu'il vaut mieux éviter, chaque fois qu'une solution plus simple et plus économique sera possible. C'est le cas, lorsque la distance qui sépare le poste émetteur du poste récepteur ne dépasse pas 500 kilomètres, à la condition de pouvoir installer une antenne extérieure suffisamment développée. Nous n'aurons alors d'autre dépense à prévoir que les frais d'installation, et ils ne seront pas élevés outre mesure, comme on s'en rendra compte en examinant le schéma des divers organes (fig. 9).

L'antenne est reliée à une bobine d'accord, ou « self d'antenne », qui communique, d'autre part, avec une prise de terre

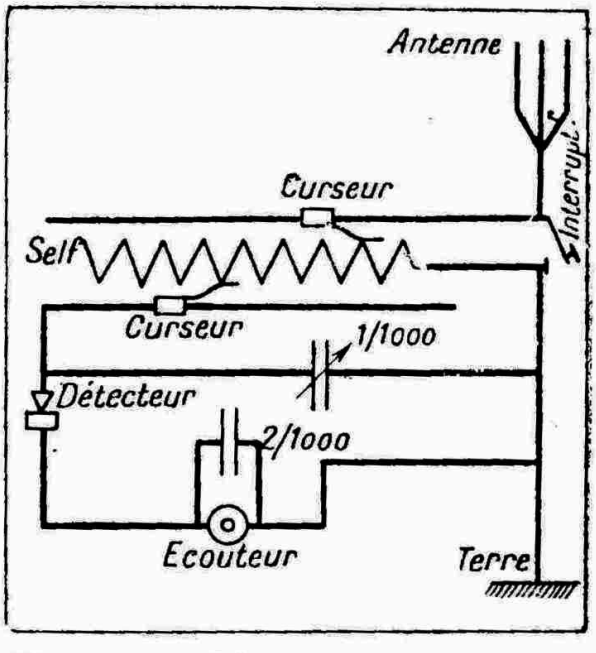


Fig. 9. — *Réception sur antenne.*

et un détecteur. L'écouteur est en connexion avec le détecteur et avec la terre ; enfin, le poste est complété par deux condensateurs, l'un fixe, en dérivation sur les bornes de

l'écouteur, l'autre réglable, entre la pointe du détecteur et la terre.

ANTENNE. — L'antenne est ordinairement constituée par un ou plusieurs fils de cuivre nus, ou, ce qui vaut mieux, de bronze dit téléphonique. Pour une installation de fortune ou d'essai, le fil de fer galvanisé peut suffire ; mais, pour un poste de réception que l'on désire monter sérieusement, on prendra du fil téléphonique de 2 millimètres de diamètre. Ce collecteur d'ondes devra être installé dans un endroit découvert, dominant les édifices voisins, les élévations de terrain et les arbres, éloigné surtout de masses métalliques telles que grillages, toits en zinc, poutrelles en fer, etc.

Oblique ou horizontale, l'antenne devra être orientée vers le poste émetteur, l'extrémité libre (opposée aux organes de réception) étant la plus éloignée de l'émetteur. Quand la distance de celui-ci ne dépasse pas une vingtaine de kilomètres, une antenne unifilaire de 40 mètres est largement suffisante, surtout si sa hauteur atteint une dizaine de mètres. Ces conditions sont aisément réalisables à la campagne, où il est facile d'installer l'antenne entre deux arbres ou entre une maison et un poteau. Quels que soient ses supports, l'antenne ne doit point y être directement attachée ; elle en sera isolée avec le plus grand soin, soit par des poulies en porcelaine ou des maillons (fig. 10) de même matière, soit par des anneaux de verre, soit par des bâtons ou des plaques d'ébonite. Si le montage est effectué pendant l'été, on évitera de tendre le fil, car le retrait occasionné par

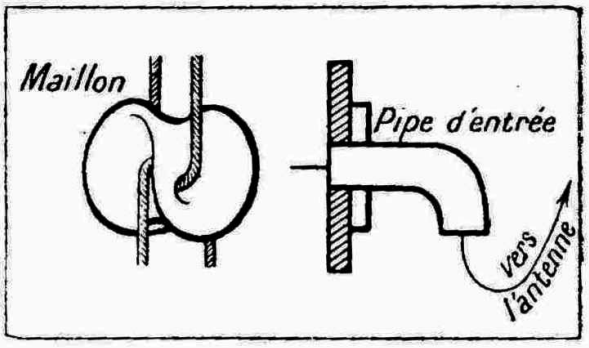


Fig. 10. — *Isolateurs.*

le froid pourrait en provoquer la rupture pendant l'hiver.

Au delà de 20 kilomètres, il faudrait, en principe, allonger le fil d'environ 1 mètre par kilomètre de distance. On trouvera généralement plus pratique de tendre plusieurs fils parallèles ou légèrement divergents. C'est ainsi que l'on peut recevoir les radiotéléphones de la tour Eiffel à 400 kilomètres, sur une antenne trifilaire de 90 mètres. Les trois fils peuvent être portés par deux vergues de bambou, soutenues elles-mêmes par des fils d'acier, auxquels elles seront reliées par des isolateurs (fig. 11). La distance entre les fils d'antenne doit être, au minimum, de 1 m,50.

A l'une de ses extrémités (la plus rapprochée du poste émet-

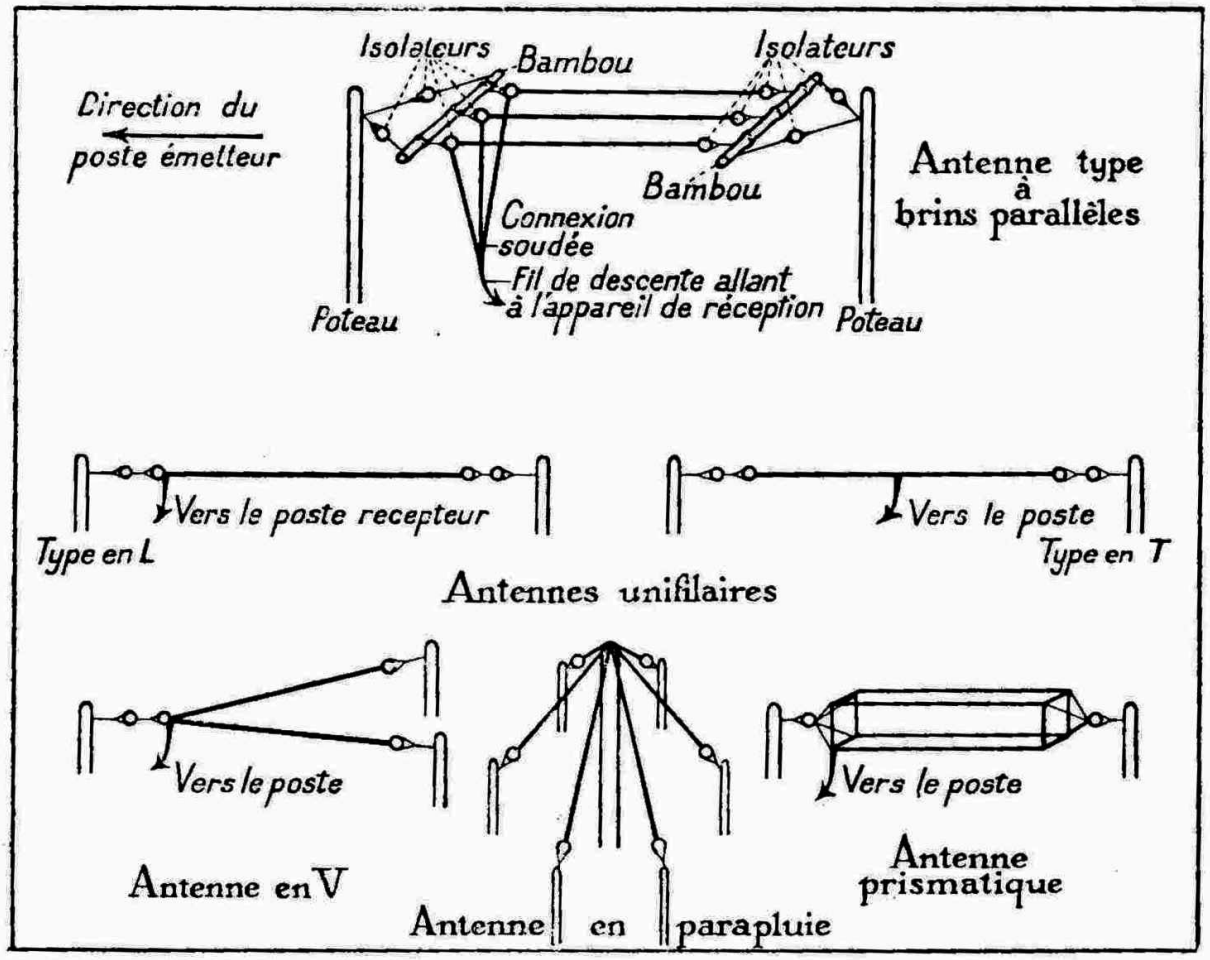


Fig. 11. — *Différents modèles d'antennes.*

teur), l'antenne sera reliée, par des fils de cuivre, au poste récepteur. L'entrée de poste doit être parfaitement isolée. A la traversée du mur ou du volet, le fil passera dans une *pipe* de porcelaine (fig. 10). Pour éviter la pénétration de l'eau de pluie, qui glisse le long du fil, celui-ci sera recourbé, sous la pipe, comme l'indique notre dessin ; de plus, il sera bon de l'entourer, à l'intérieur de la pipe, d'un bouchon paraffiné ou d'une masse de cire.

Jusqu'à l'entrée de poste, le conducteur peut être nu sans inconvénient ; à l'intérieur, il ne faut employer que des fils à grand isolement.

En temps d'orage, l'antenne pourrait devenir une cause de grave danger, si elle n'était reliée au sol ; mais, puisque notre installation comporte une prise de terre, il est bien facile d'éviter les méfaits de la foudre, en prévoyant une communication directe entre l'antenne et la terre, au moyen d'un conducteur sur lequel sera intercalé un interrupteur, de façon à supprimer cette communication directe pendant les réceptions

téléphoniques. On voit cet interrupteur sur notre schéma (fig. 9) au-dessous de l'antenne.

Ceci ne s'applique point aux postes dont l'antenne est constituée par une ligne téléphonique ou un réseau d'éclairage, qui ne sauraient être reliés directement au sol sans qu'il s'ensuive de graves perturbations dans le service. Il sera bon, au contraire, qu'un fort condensateur soit interposé entre l'antenne et le poste récepteur. Ce condensateur sera constitué par une dizaine de feuilles d'étain de la dimension d'une carte postale, séparées par des feuilles de mica légèrement plus grandes (2 centimètres de plus dans chaque sens). Cette combinaison, très simple et très économique, ne donne pas toujours des résultats satisfaisants. Quand la ligne est partout aérienne et ne passe pas à proximité d'autres réseaux, la réception est excellente, et les sons entendus sont parfois très intenses, même à grande distance, ce qui s'explique aisément par l'étendue considérable du collecteur ; mais il arrive aussi que l'audition est très faible, quand il s'agit de réseaux souterrains, ou rendue détestable par des bruissements parasites.

Malgré cette incertitude, lorsqu'on disposera du téléphone ou de l'éclairage électrique, on pourra essayer ce mode de captation des ondes, avant de construire une antenne extérieure. S'il s'agit d'une ligne téléphonique, dont les fils sont reliés à l'appareil par les bornes marquées L_1 et L_2, on desserrera une de ces bornes, et l'on y attachera un fil isolé que l'on reliera au poste radiotéléphonique. Après un premier essai, il sera bon de détacher le fil de la borne choisie et de l'attacher à l'autre borne (jamais aux deux à la fois). Il arrive souvent que l'audition est différente, suivant que l'on utilise l'un ou l'autre des deux fils de ligne.

Pour relier le poste à un réseau d'éclairage, on pourra dévisser un coupe-circuit et y attacher le fil de connexion. Il sera pourtant plus commode d'effectuer la prise sur une douille de lampe. On trouve dans le commerce des prises de courant sur douilles : un cylindre de bois ou de porcelaine évidé, façonné comme un culot de lampe à baïonnette, contient deux bornes reliées à des pastilles de cuivre qui viennent s'adapter, dans la douille, aux contacts élastiques. Le fil de connexion du poste sera fixé à l'une de ces bornes, et soigneusement isolé de l'autre borne, sous peine de court-circuit. En tournant le culot dans la douille, on peut relier le fil du poste à l'un ou à l'autre fil du réseau et choisir celui qui donne la meilleure audition. Bien entendu, si l'on se branche sur un fil passant par un interrupteur, il faudra amener celui-ci au contact,

comme si l'on voulait allumer une lampe. Ne pas oublier le condensateur, qui doit empêcher le courant d'éclairage de passer dans les organes radiotéléphoniques.

PRISE DE TERRE. — Si l'on dispose d'un puits ou d'un cours d'eau, la prise de terre sera parfaitement réalisée au moyen de quelques plaques ou grillages métalliques soudés à un câble relié au poste. A défaut, on enfouira les plaques dans un sol humide. Si l'on n'a qu'un terrain sec, les plaques seront entourées de coke, que l'on devra arroser de temps à autre d'eau salée. Le câble de prise de terre n'a pas besoin d'être isolé, mais il doit être aussi court que possible, ne présenter que le minimum de coudes, et surtout ne jamais être enroulé en boudins ou spirales : ces contours, nuisibles à la réception, pourraient aussi devenir dangereux en cas d'orage.

Dans les villes où sont installées des canalisations d'eau et de gaz, on est tenté de simplifier l'installation en reliant le poste à un robinet. Celui-ci peut, sans doute, constituer une excellente prise de terre, dans certains cas ; mais il arrive aussi que la communication avec le sol est rendue très imparfaite par des joints à la céruse, ou qu'elle est troublée par les ramifications des tuyaux vers les étages supérieurs, ramifications qui équivalent à des antennes, dont la capacité, différente de celle de la véritable antenne, occasionne des perturbations.

BOBINE DE SELF. — L'antenne du poste récepteur étant très loin d'avoir les mêmes dimensions que celle du poste émetteur (la tour Eiffel, dans l'exemple que nous avons choisi), l'accord ne peut se faire qu'en associant à l'antenne réceptrice la capacité d'un condensateur et un certain nombre de spires d'une bobine de self-induction, désignée en pratique par l'abréviation de *self*.

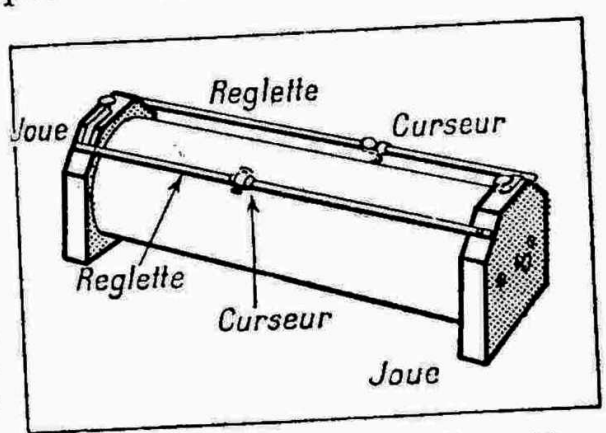


Fig. 12. — *Bobine de self.*

Cette bobine (fig. 12) n'est pas bien difficile à construire. Sa carcasse, ou tambour, sera constituée par un tube de carton de 30 centimètres de longueur et 12 centimètres de diamètre. Un tube métallique ne saurait convenir à cet usage ; un cylindre de bois pourrait servir, à la condition d'être parfaitement sec, sans quoi le retrait résultant de la dessiccation relâcherait l'enroulement, qui doit être

très rigide. On se procurera d'ailleurs facilement des tubes de carton chez les artificiers et les fabricants de cartonnage. On pourrait en construire un, en enroulant autour d'un rouleau de bois ou de métal plusieurs couches serrées de fort papier imprégné de colle forte. Une solide ligature empêche tout gondolage pendant le séchage ; au bout d'un ou deux jours, on sépare le carton de son support.

Quelle qu'en soit la provenance, le tube de carton sera recouvert, sur ses deux faces, d'une bonne couche de vernis ainsi composé :

Alcool à brûler.....	100 c.c.
Gomme laque en écailles.	8 gr.

Quand le vernis est bien sec, on procède à l'enroulement. A cet effet, on prendra du fil de cuivre de 6/10, isolé au coton ou à la soie. Éviter l'emploi de fils émaillés ou isolés à la gutta, dont le dénudage serait trop difficile. L'enroulement se fait « à tours jointifs », c'est-à-dire de façon que les spires se touchent exactement, sans laisser d'espace vide et sans chevaucher les unes sur les autres, Pour plus de sûreté, on fixera d'abord le fil sur un bord du cylindre, à l'aide d'une pince ou d'une bonne ligature; on achèvera l'enroulement dans une seule séance(ce n'est pas bien long, car la bobine ne comporte qu'une seule couche de fil), et l'on immobilisera le conducteur, à la fin du bobinage, comme on l'avait fait au début. Cette opération terminée, on passera sur l'enroulement trois couches du vernis ci-dessus, chaque couche ne devant être étendue qu'après complète dessiccation de la couche précédente. Ce vernis, pénétrant dans les fibres de l'isolant, forme en se desséchant un lien compact, qui fixe solidement le fil sur la carcasse et isole plus parfaitement chaque spire de ses voisines.

Les figures 9 et 12 montrent deux curseurs mobiles le long de la bobine, dont le montage est du type classique dit « en Oudin ». Pour faire varier le nombre des spires mises dans le circuit, il est donc nécessaire de dénuder le fil, sur le chemin parcouru par les curseurs. Ce dénudage, qui exige quelque soin, ne sera pratiqué qu'après complet durcissement du vernis. En s'aidant d'une règle, on délimite d'abord, par deux traits de crayon, les parties à dénuder; puis on repasse ces traits avec un canif bien affilé, de manière à trancher l'isolant ; celui-ci, rendu cassant par la gomme laque, s'enlève alors facilement, sous la lame du canif, par petites plaques, et laisse à nu le fil de cuivre que viendront toucher les lames des curseurs.

Ceux-ci seront facilement façonnés, au moyen de rubans métalliques repliés de manière à pouvoir glisser le long de réglettes-glissières parallèles à

l'axe de la bobine. Un prolongement assez long et flexible constituera la languette de contact. On trouve d'ailleurs dans le commerce des pièces détachées permettant d'exécuter à peu de frais une excellente bobine d'accord, avec curseurs montés sur ébonite.

Bobine et réglettes sont montées sur deux *joues* de bois verticales, portées par un socle en ébénisterie. Deux disques en bois, d'un diamètre très légèrement inférieur à celui de la bobine, sont fixés sur les joues et servent à supporter la carcasse cylindrique. Ces supports doivent être suffisamment serrés pour que l'ensemble de l'appareil reste rigide et que la bobine ne se déplace pas, pendant le réglage, même si le jeu des curseurs est un peu dur.

Le socle portera trois bornes de connexion, dont deux reliées respectivement aux réglettes des curseurs et la troisième à l'une des extrémités du fil de la bobine, l'autre extrémité restant libre. (Voir fig. 9.)

Si l'amateur ne veut pas entreprendre la construction d'une bobine de self, il en trouvera de toutes prêtes, fabriquées avec tout le soin voulu, dans les prix de 50 à 60 francs.

CONDENSATEURS, etc. — Le montage indiqué par la figure 9 comporte deux condensateurs : l'un réglable, de 1/1000 de microfarad, branché en dérivation entre la pointe du détecteur et le fil de terre ; l'autre fixe, de capacité double, monté en *shunt* aux bornes de l'écouteur. Nous ne dirons rien du premier, puisqu'il est identique à celui que nous avons décrit au chapitre précédent. Quant au second, sa capacité de 2/1000 de microfarad sera assez exactement réalisée par la superposition de 31 feuilles d'étain mesurant 4 × 6 centimètres, séparées par des feuilles un peu plus larges de fort papier paraffiné, l'une des armatures étant constituée par 15 feuilles d'étain et l'autre par 16.

Le récepteur téléphonique de 500 ohms, suffisant pour les très faibles distances, sera ici avantageusement remplacé par un écouteur de 1 000 ohms.

RÉGLAGE DES APPAREILS. — Le réglage ne peut se faire que par tâtonnements, aux heures où passent les ondes de 2 600 mètres. Ces tâtonnments seront cependant abrégés, si l'on règle d'abord le détecteur, à l'aide d'un buzzer. Quand on aura trouvé le point le plus sensible du cristal de galène, on n'aura plus à s'occuper que de la bobine de self et du condensateur variable. L'accord s'effectuera d'abord par le jeu des curseurs, que l'on déplacera tour à tour, dans l'un et l'autre sens, de façon à déterminer les positions correspondant à la meilleure audition. On terminera par le réglage du condensateur variable.

CHAPITRE III

LES LAMPES A TROIS ÉLECTRODES

Détecteurs et amplificateurs électroniques. ‖ Électrodes et connexions. ‖ Sources d'électricité.

DÉTECTEURS ET AMPLIFICATEURS ÉLECTRONIQUES. — Lorsqu'il est impossible d'installer une antenne développée en proportion de la distance, du poste émetteur les montages économiques qui viennent d'être décrits ne suffisent plus. Il faut alors recourir à un organe nouveau, la lampe à incandescence amplificatrice, dont le fonctionnement exige le concours de deux sources d'énergie électrique, mais qui offre l'avantage incomparable d'une sensibilité indéfiniment extensible. Cet appareil, qui a rendu illimitée la portée de la T. S. F., a reçu les noms les plus divers : *audion*, *tube à vide*, *valve ionique*, *thermion*, *dynatron*, *kénotron*, *pliotron*, etc. Une dénomination plus logique, *relais électronique*, n'a point prévalu, et l'usage, auquel il faut bien se conformer pour être compris de tous, a imposé celle de *lampe à trois électrodes* ou *amplificatrice*.

Les trois électrodes dont il s'agit sont : un filament de tungstène. une plaque et une

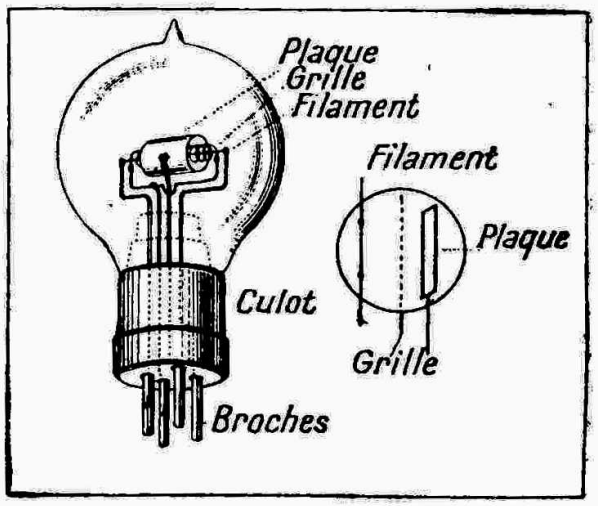


Fig. 13. — *Lampe à trois électrodes.*

Forme réelle et schéma conventionnel.

grille métalliques (fig. 13). Le tout est enfermé dans une ampoule de verre où le vide a été poussé assez loin (quelques millionièmes de millimètre de

mercure). Nous ne ferons pas, bien entendu, la théorie de cette lampe ; mais il est nécessaire d'en étudier au moins sommairement le fonctionnement, pour en comprendre le montage.

Le filament, relié à une pile ou à un petit accumulateur de 4 volts, est porté à l'incandescence ; il émet alors des *électrons*, infimes corpuscules chargés d'électricité négative, dont la masse est environ deux mille fois plus petite que celle d'un atome d'hydrogène. Si l'espace environnant est à l'état neutre, ces électrons sont projetés tout autour du filament et viennent s'attacher au verre qui, à la longue, se métallise, comme on le voit sur les vieilles lampes d'éclairage. Mais, si la plaque est chargée d'électricité positive, par exemple si elle est reliée au pôle + d'une batterie d'accumulateurs de 50 à 80 volts, alors les électrons, attirés par la charge de signe contraire, se précipiteront vers la plaque, et ce flux se traduira par un courant continu, aisément constaté en intercalant un milliampèremètre dans le circuit de l'accumulateur. Cependant, la plus légère influence électrique peut troubler ce courant : si la grille, interposée entre le filament et la plaque, est à son tour électrisée positivement, elle renforcera l'attraction exercée par la plaque, et le courant sera plus intense ; si, au contraire, elle est électrisée négativement, elle repoussera les électrons, et, ceux-ci n'atteignant plus la plaque, le courant cessera de passer ou sera très diminué.

Dès lors, il devient aisé de comprendre ce qui se passera si la grille est reliée à une source de courants alternatifs et, en particulier, à une antenne ou à un cadre récepteur de T. S. F. A chaque alternance, la grille se trouvera chargée positivement et négativement ; le courant recueilli par la plaque sera tour à tour renforcé et arrêté, et un écouteur branché dans le circuit traduira ces fluctuations par des vibrations sonores. La lampe jouera ainsi le rôle d'un détecteur.

Cependant, si ses applications devaient se borner là, la lampe à trois électrodes ne constituerait pas un bien grand progrès, car, employée comme nous venons de le dire, sa sensibilité détectrice ne serait pas très notablement supérieure à celle d'une bonne galène. Il est vrai qu'elle aurait sur celle-ci l'avantage d'un fonctionnement plus constant, sans réglage ; mais, en revanche, elle est beaucoup plus coûteuse et nécessite le concours de deux sources d'électricité. Son emploi ne serait donc pas à conseiller à l'amateur, si elle n'offrait pas d'autres ressources Sans parler, pour le moment, de son rôle dans l'émission des ondes, et pour nous en tenir à la réception, remarquons que les faibles variations de charge de la grille

se traduisent, dans le circuit de plaque, par des variations beaucoup plus importantes ; de telle sorte que, si nous relions la plaque à la grille d'une seconde lampe, la plaque de celle-ci recevra un flux d'électrons dont les variations seront beaucoup plus accusées que celles de la première lampe. Les signaux seront donc amplifiés, et, si cette amplification ne suffit pas encore, la plaque de la seconde lampe sera reliée à la grille d'une troisième, et ainsi de suite. On a pu ainsi recueillir des signaux venus d'Amérique, à l'aide d'un petit cadre relié à un récepteur comprenant huit étages d'amplification.

Le montage des postes à plusieurs lampes est assez compliqué ; nous en donnerons des schémas et des descriptions dans les chapitres suivants ; mais, auparavant, il faut nous familiariser avec le fonctionnement des lampes, les connexions à établir pour relier les trois électrodes à leurs circuits respectifs, enfin les sources d'énergie électrique qui doivent alimenter le filament et la plaque.

ÉLECTRODES ET CONNEXIONS. — La figure 13 représente une lampe à trois électrodes du type généralement usité en France (c'est le modèle de la télégraphie militaire française). Le filament de tungstène est rectiligne ; il est entouré par la grille, constituée par un fil de nickel enroulé en hélice, elle-même enveloppée par la plaque, formée d'un cylindre de nickel ou d'aluminium. Ces trois électrodes sont reliées à des broches extérieures de connexion. Comme chaque extrémité du filament doit communiquer avec une broche, nous avons, en tout, quatre broches, implantées dans le culot de la lampe, comme le montre notre dessin. Leur disposition est combinée de manière à rendre impossible toute fausse connexion.

Chaque broche est formée

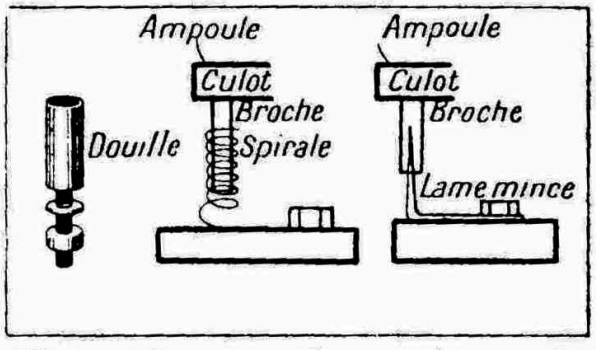


Fig. 14. — *Connexions des lampes.*

d'une tige de cuivre fendue, de façon à s'adapter exactement, à frottement un peu dur, dans une douille fixe, qui sert à la relier aux autres organes du poste. On trouve dans le commerce des douilles toutes prêtes, munies de vis à écrous et de rondelles qui permettent de les monter sur leur socle aussi facilement que des bornes de connexion (fig. 14). A défaut, on fabriquera ces douilles en coupant à la longueur voulue un tube de laiton de 2 milli-

mètres et demi de diamètre intérieur. L'extrémité supérieure sera avantageusement fraisée, si l'on est outillé pour cette petite opération, qui facilite l'introduction de la broche, et l'extrémité inférieure soudée à une lame de cuivre que l'on fixera par vis ou boulons sur un plateau de fibre ou d'ébonite.

Pour un appareil d'essai, on pourra remplacer les tubes par des fils de cuivre enroulés en spirales entourant les broches, ou même par de minces lames de cuivre que l'on fera pénétrer dans la fente des broches (fig. 14).

SOURCES D'ÉLECTRICITÉ. — Deux sources distinctes d'énergie électrique sont nécessaires au fonctionnement des lampes à trois électrodes : l'une à basse tension (environ 4 volts), pour porter à l'incandescence le filament de tungstène, et l'autre à tension plus élevée (50 à 80 volts), pour charger la plaque.

Le courant de chauffage du filament ne peut être pratiquement obtenu que d'un accumulateur. Deux éléments d'une capacité de 40 ampères-heures suffiront pour un poste à deux lampes, qu'ils pourront alimenter pendant près de vingt heures sans être rechargés.

La recharge de cet accumulateur est le point noir des postes de T. S. F. à lampes. Si l'on reçoit l'énergie électrique d'un secteur à courant continu, pas de difficulté : l'accumulateur est branché sur le circuit, en ayant soin, bien entendu, d'intercaler une résistance, constituée, soit par un rhéostat réglable, soit par des lampes ; malheureusement, l'opération est désastreuse, au point de vue économique, car, si l'on dépense de l'énergie distribuée à 120 volts pour n'en utiliser que 4, on voit que la plus grande partie du courant de charge est gaspillée en pure perte.

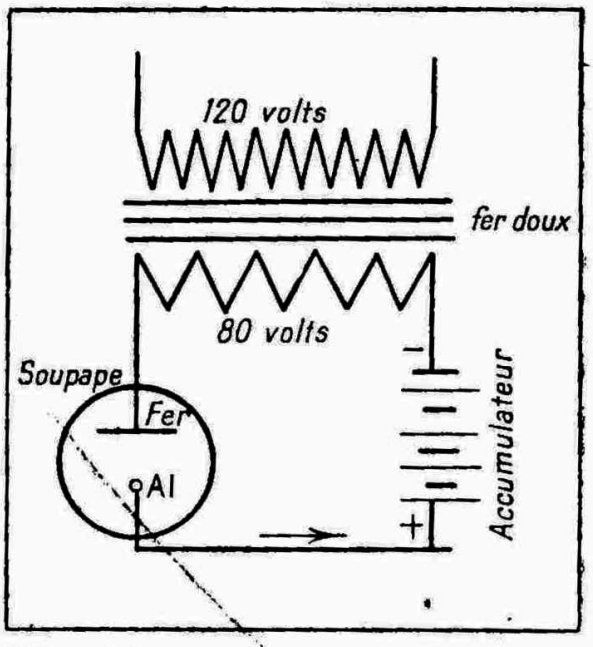


Fig. 15. — *Transformateur et soupape électrolytique.*

Avec le courant alternatif, l'installation est plus compliquée, mais le rendement sera bien meilleur. Le courant du secteur, à 120 volts, je suppose, est reçu dans la bobine à fil fin d'un transformateur (fig. 15), dont le circuit à gros fil est

dès lors parcouru par un courant à basse tension, mais de grande intensité. Ce courant induit est encore alternatif, mais il est facile de le redresser, soit en intercalant, entre le transformateur et les accumulateurs, une soupape électrolytique qui ne laisse passer qu'une alternance sur deux et fournit à la batterie un courant pulsatoire toujours de même sens, soit en combinant quatre soupapes, de manière à utiliser chaque alternance, comme le montre la figure 16.

La soupape électrolytique est un appareil très simple, que l'amateur construira aisément lui-même sans outillage, en plaçant dans un bocal une large plaque de plomb ou de fer et un crayon d'aluminium ou d'un alliage de zinc-aluminium, et en y versant une solution de phosphate d'ammoniaque ou de phosphate de soude à saturation. Et c'est tout. Dans cette cuve électrolytique, le courant ne peut circule que du fer vers l'aluminium, et non en sens inverse, ainsi que l'indiquent les schémas précédents (fig. 15 et 16).

Si l'intensité du courant de charge est telle que l'électrolyte s'échauffe outre mesure, on placera le bocal dans une jatte assez grande, pleine d'eau fraîche que l'on renouvellera de temps à autre.

Le courant à haute tension, qui doit charger la plaque, entraîne beaucoup moins de complication ; car, s'il faut disposer de 50 à 80 volts, en revanche le débit est extrêmement limité, et celui d'une pile sèche sera amplement suffisant. Les fabricants d'appareils de T. S. F. ont construit à cette fin des batteries au sel ammoniac, genre Leclanché, formées d'une cinquantaine de petits éléments réunis dans une ou deux boîtes peu encombrantes. Il serait facile à l'amateur de construire lui-même une pile analogue, avec de petits flacons à large goulot, des tiges de zinc et des baguettes de charbon enfermées dans des sacs de toile avec du peroxyde de manganèse. Cependant, il nous semble plus pratique d'utiliser tout simplement les piles sèches pour lampes de poche que l'on se procure à bas

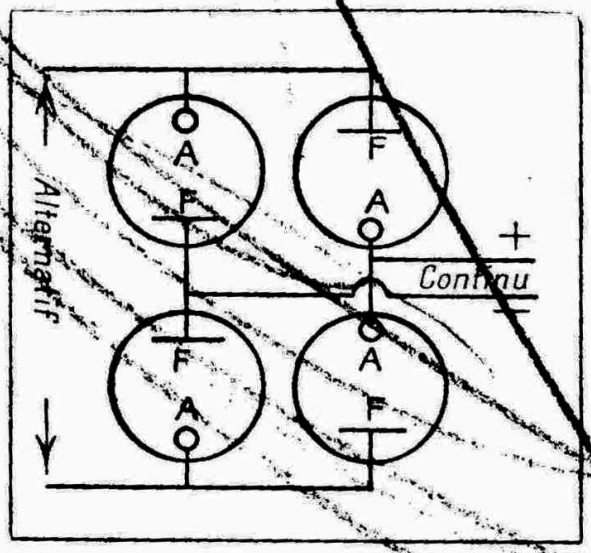


Fig. 16. — *Courant alternatif transformé en courant continu par 4 soupapes électrolytiques.*

prix dans les bazars. Ces piles sont ordinairement formées de trois éléments, dont la force électromotrice totale est voisine de 4 volts. Il suffit donc de réunir quinze à vingt de ces piles pour obtenir le voltage voulu. Bien entendu, ces piles seront groupées en tension, le pôle négatif de la première étant réuni au pôle positif de la deuxième, le pôle négatif de celle-ci au pôle positif de la troisième, et ainsi de suite.

Dans un poste qui doit fonctionner fréquemment, la pile sera avantageusement remplacée par une batterie d'accumulateurs. Il en faut une quarantaine d'éléments, mais de très faible capacité. Chaque élément sera constitué, par exemple, par un tube à essai rempli aux trois quarts d'eau acidulée dans laquelle baigneront deux petites lames de plomb.

La Société des Accumulateurs Phœnix a construit pour cet usage une batterie formée de petites cuvettes de plomb superposées, électriquement isolées les unes des autres par des cales en porcelaine. Chaque cuvette constitue ainsi à la fois un récipient et deux électrodes, une face étant positive et l'autre négative Vingt cuvettes, empilées de la sorte, sont enfermées dans un bocal de verre surmonté d'un couvercle portant deux bornes de connexions, entre lesquelles la différence de potentiel est d'environ 40 volts. Pour avoir 80 volts, il suffit donc de réunir deux de ces batteries en tension.

Si l'on dispose du courant continu, la batterie sera aisément chargée, en intercalant une résistance additionnelle, et le rendement sera ici bien supérieur à celui de la charge de la batterie de 4 volts, puisque nous utiliserons les deux tiers du voltage.

Si l'on a le courant alternatif,

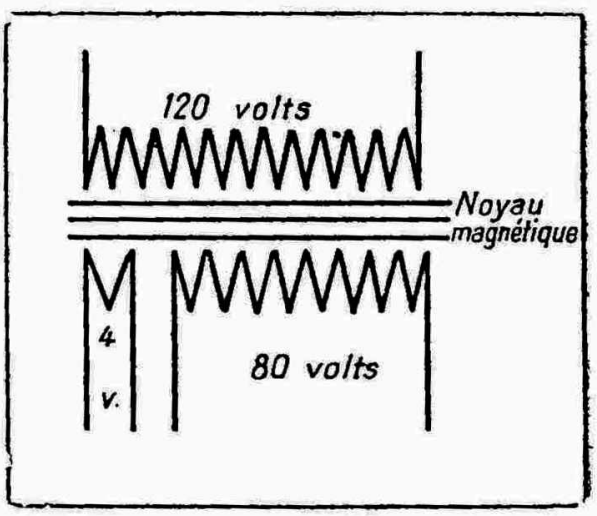


Fig. 17. — *Transformateur à double secondaire.*

on pourra charger simultanément les deux batteries, à l'aide du transformateur spécial qu'a construit dans ce but la Manufacture du Transformateur Ferrix. Le courant du secteur est reçu dans l'enroulement primaire, formé d'une bobine à fil fin Le secondaire comprend plusieurs bobines à fils de plus gros diamètres, calculés suivant les tensions à fournir. Notre schéma (fig. 17)

le suppose réduit, pour simplifier, à deux enroulements donnant l'un 4 volts, pour une batterie de chauffage des lampes, et l'autre 80 volts pour la batterie de charge des plaques. Il va sans dire que, ces courants induits étant alternatifs, il faudra intercaler des soupapes électrolytiques dans le circuit de chacune des batteries d'accumulateurs.

Les batteries, piles ou accumulateurs, seront soigneusement isolées du sol, soit par des plateaux de bois paraffiné, soit par des supports en porcelaine ou en verre. Des assiettes, des soucoupes suffiront parfaitement à cet usage.

On voit par ces indications que, sans présenter de sérieuses difficultés, l'emploi des lampes à trois électrodes entraîne quelque complication. On n'y recourra donc que lorsque l'éloignement ou l'impossibilité d'installer une antenne suffisamment développée nécessiteront l'amplification électronique. Nous allons maintenant examiner comment devra s'effectuer l'équipement du poste à lampes, suivant la distance qui le séparera du point de départ des ondes radiotéléphoniques.

CHAPITRE IV

POSTE A UNE LAMPE

Disposition générale. || Cadre. || Transformateur à enroulements réactifs. || Bobines en « galettes » ou « fonds de paniers ». || Condensateurs. || Résistance en graphite. || Rhéostat de chauffage.

DISPOSITION GÉNÉRALE. — La figure 18 montre la disposition schématique d'un poste susceptible de recevoir les messages radiotéléphoniques

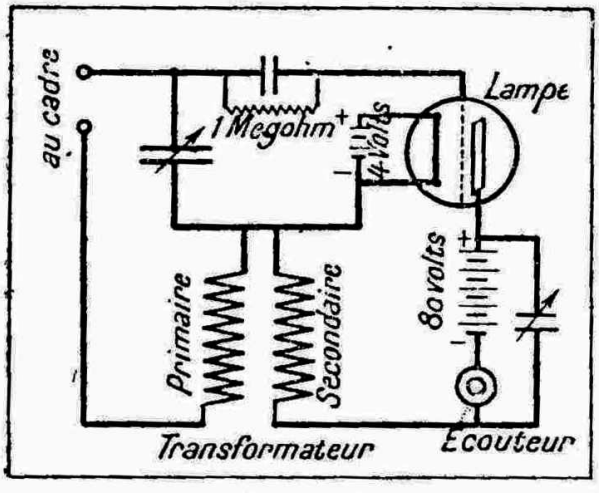


Fig. 18 — *Poste à une lampe.*

de la tour Eiffel dans un rayon de 150 kilomètres. Les ondes captées par un cadre sont reçues dans un appareil d'accord, un transformateur à enroulements réactifs, et aboutissent à la grille d'une lampe à trois électrodes, dont la plaque est reliée à un écouteur de 2 000 ohms au moins. Deux condensateurs variables et un très petit condensateur fixe, shunté par une forte résistance (1 mégohm), complètent l'équipement.

CADRE. — Si le cadre rudimentaire décrit au chapitre I est encore susceptible de servir aux premiers essais d'un poste à lampe, il est néanmoins préférable d'utiliser ici un collecteur dont les spires soient régulièrement séparées les unes des autres. Il vaut donc mieux construire un cadre spécial, tel que celui que nous représentons par la figure 19.

Ce cadre, de 1 mètre de côté, sera constitué par des lattes de 6 centimètres de largeur et 2 centimètres au moins d'épais-

seur. Il aura alors une rigidité suffisante, sans être trop lourd. Quatre lattes formeront les côtés du cadre ; deux autres, plus longues, seront disposées en croisillons, et de petites équerres achèveront de rendre indéformable l'assemblage maintenu par des clous ou des vis. Sur les croisillons seront fixés quatre petits liteaux en travers desquels auront été pratiquées 30 entailles destinées à main-

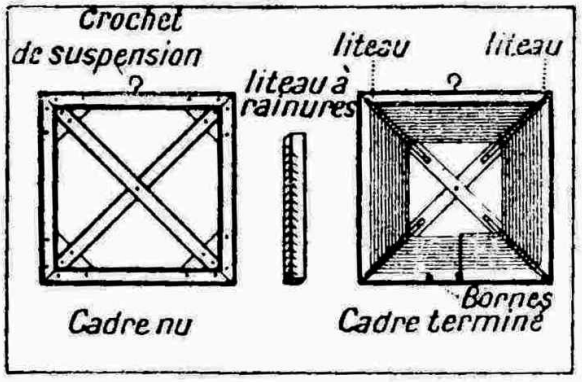


Fig. 19. — *Cadre à enroulements concentriques.*

tenir le fil en spires concentriques non jointives. Ces entailles, qui doivent être taillées obliquement, de façon que le fil soit tendu vers le centre du cadre, seront exécutées à l'aide d'une scie à métaux, ou d'une scie à bois à lame mince, et agrandies au besoin par un trait de lime. La carcasse, une fois montée, sera enduite de paraffine étendue à chaud ou d'un vernis à la gomme laque. Quand celui-ci sera bien sec, on pourra procéder à l'enroulement : 30 spires de fil de 10/10 isolé au coton s'accorderont bien avec les émissions radiotéléphoniques de la tour Eiffel. Chacune des extrémités sera fixée à une borne de connexion.

TRANSFORMATEUR A ENROULEMENTS RÉACTIFS. — Cet organe, qui réalise le montage dit « en Tesla », est constitué par deux enroulements dont les déplacements relatifs permettent d'obtenir une *syntonisation*, un accord plus ou moins parfait avec le poste émetteur, ainsi que l'élimination des ondes provenant d'autres stations, en faisant varier le couplage. Ces variations sont produites de diverses manières, soit en rapprochant ou éloignant les bobines, soit en modifiant l'angle que font entre eux leurs axes respectifs, soit en utilisant une longueur plus ou moins grande de leurs enroulements.

Une combinaison un peu rustique, mais par là-même très facilement réalisable par l'amateur, a été indiquée par M. Franck Duroquier, dans *Je sais tout* (15 juin 1922, p. 298). Les fils sont enroulés sur deux caisses sans fond (fig. 20), de dimensions suffisamment différentes pour que, reliées par des charnières, la plus petite puisse entrer dans la plus grande ou en sortir plus ou moins, en tournant sur les gonds, comme le ferait une porte très épaisse.

Chacune de ces caisses sera construite en assemblant quatre

planchettes de 1 centimètre d'épaisseur, fixées par de petits clous ou des vis à tête plate. Pour la caisse extérieure, qui servira de bobine primaire, on prendra deux planchettes mesurant 22 × 27 centimètres, et deux autres mesurant 22 × 25 centimètres. Pour la caisse intérieure, ou bobine secondaire, on assemblera deux planchettes de 10 × 23 centimètres et deux de 10 × 19 centimètres

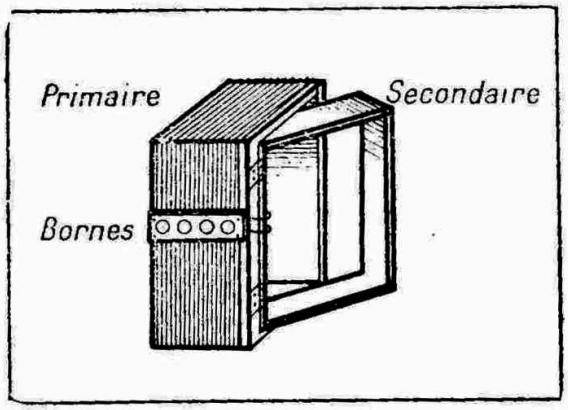


Fig. 20. — *Bobines à enroulements réactifs.*

Les deux carcasses de bobines ainsi constituées seront d'abord vernies à la gomme laque, et, quand l'enduit aura complètement séché, on effectuera les deux enroulements, constitués chacun par 70 mètres de fil de 8/10 isolé au coton ou à la soie.

Les deux enroulements, faits à spires jointives, devront être dirigés en sens inverse : c'est-à-dire que, si l'on commence chaque bobinage par la droite de la carcasse vue de face, l'enroulement primaire s'effectuera de haut en bas, et le secondaire de bas en haut. Tous deux seront ensuite recouverts de vernis à la gomme laque.

Les deux bobines achevées seront réunies par deux charnières, comme le montre la figure 20. Une plaquette de bois paraffiné, ou mieux d'ébonite, fixée sur la caisse extérieure, recevra quatre bornes de connexion correspondant aux extrémités des deux enroulemnts. L'enroulement secondaire sera relié à ses bornes par deux petits câbles de fils de cuivre très souples bien isolés. Des conducteurs trop rigides ne tarderaient pas à se casser, à la suite des mouvements réitérés de la bobine mobile. Le réglage, en effet, s'effectue en faisant tourner cette bobine sur les charnières.

BOBINES EN « GALETTES » OU « FONDS DE PANIERS ». — Les caisses à charnières que nous venons de décrire sont faciles à construire, et le fonctionnement en est sûr ; cependant, on peut leur reprocher d'être un peu encombrantes et de ne pas se prêter à des combinaisons de couplage très variées. Une autre solution, plus élégante et plus souple, est fournie par les bobines plates à enroulements concentriques, communément désignées sous les dénominations caractéristiques de *galettes* ou de *fonds de paniers*. Le prix en est des plus modestes —

3 francs environ, — de sorte que l'on peut, sans grever lourdement son budget, en acheter plusieurs et les grouper de différentes manières, les enroulements primaires et secondaires étant constitués chacun par une ou plusieurs galettes empilées, dont les fils pourront être, selon le cas, réunis en parallèle ou en tension.

Cependant, malgré la modicité du prix de ces bobines, l'amateur, qui a des loisirs et se plaît à construire lui-même son poste de toutes pièces sera peut-être bien aise de fabriquer aussi ses galettes. Nous devons donc lui fournir à cet effet quelques indications pratiques.

On se procurera d'abord des planchettes en bois mince ou du carton bien rigide, ou encore des feuilles d'ébonite ou de celluloïd, et l'on y découpera des disques d'environ 25 à 30 centimètres de diamètre. Ces dimensions n'ont du reste rien de limitatif ; ce sont simplement celles qu'adoptent généralement les fabricants. On y pratiquera, dans le sens des rayons, un nombre impair d'entailles, de façon à former un nombre impair d'ailettes, séparées par des intervalles assez larges pour laisser passer le fil (cuivre isolé, de 5 à 9/10). Pour ne pas compliquer le schéma (fig. 21), nous n'avons dessiné que 5 divisions ; en réalité il y en aura 15. De même, les spires seront beaucoup plus nombreuses que celles qui sont représentées.

Un bout du fil étant fixé sut une borne centrale, on le fai, passer dans l'une des entailles puis sous une des ailettes, puis sur l'ailette suivante, en passant par toutes les entailles, de manière que le fil se trouve alternativement sur l'une et l'autre face du disque, à la façon de l'osier sur l'armature d'un fond de panier, — d'où le surnom donné à ce mode de bobinage. Quand le fil a fait un tour

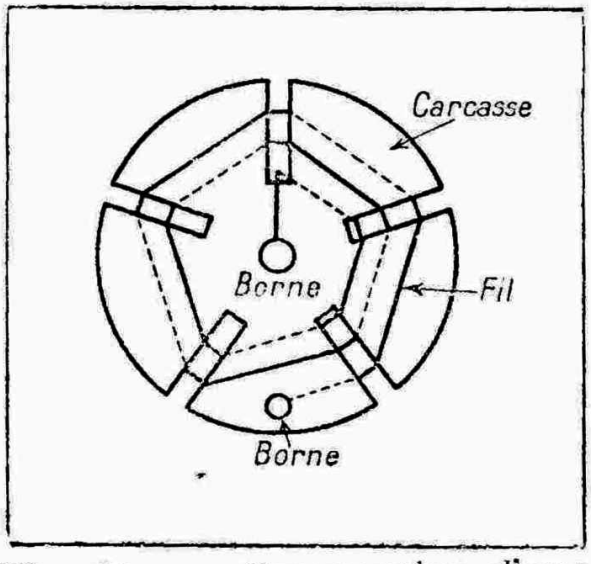


Fig. 21. — *Construction d'une bobine « fond-de-panier ».*

complet, en raison du nombre impair d'ailettes, la seconde spire passe sur les faces opposées à celles qu'occupait la première, et cette interversion se renouvelle à chacune des spires consécutives. Il s'ensuit que les rangées concentriques de fil sont partout régulièrement séparées les unes des autres ; à la condition, bien entendu, que l'enroulement soit exécuté avec soin, le fil tou-

jours bien tendu. Arrivé au bord du disque, on coupe le fil, on en dénude l'extrémité, et on le fixe à une borne de connexion. Les deux bornes

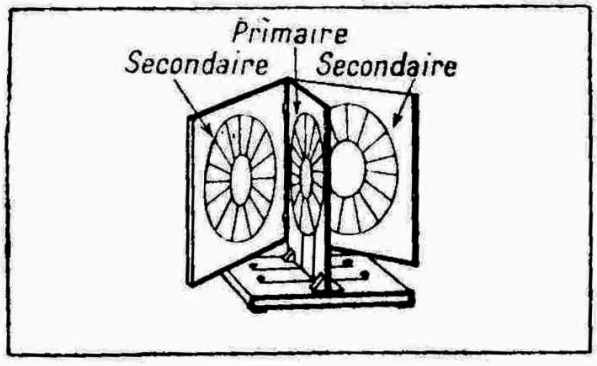


Fig. 22. — *Couplage de bobines en galettes.*

devront être très peu épaisses ; il vaudra même mieux les remplacer par deux petits trous par lesquels passera le fil, à frottement dur ; les connexions se feront alors en dehors des galettes, qu'il sera ainsi plus facile de rapprocher. L'enroulement sera ensuite recouvert d'une bonne couche de vernis à la gomme laque. Si, après ces opérations, la galette était un peu gondolée, on la redresserait en la tenant quelque temps sous presse.

La figure 22 montre le mode d'emploi des bobines en galettes. Sur un socle horizontal est dressée une planchette verticale portant deux volets à charnières. Chacun des panneaux peut recevoir une ou plusieurs bobines. On pourra, par exemple, constituer l'enroulement primaire par deux galettes appliquées sur chacune des faces du panneau fixe, et le secondaire par des galettes adaptées aux volets mobiles. Le déplacement de ces derniers réalisera l'accouplement variable des deux circuits.

CONDENSATEURS. — Les deux condensateurs variables peuvent être construits comme ceux que nous avons décrits au chapitre I. Toutefois, en raison des faibles capacités requises dans le cas actuel, on peut les simplifier notablement, les réduire, par exemple, à deux demi-disques de zinc, de 12 à 20 centimètres de diamètre, se superposant plus ou moins complètement. Et, pour éviter les difficultés d'ajustage qu'entrainent les condensateurs à

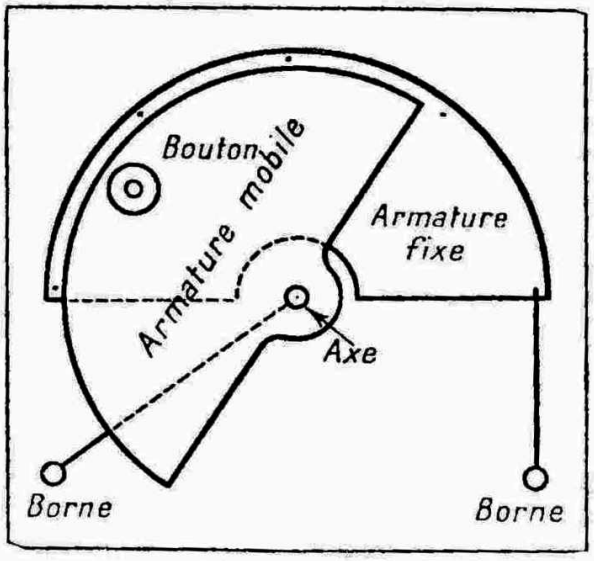


Fig. 23.—*Condensateur variable.*

air, nous n'aurons qu'à séparer les armatures par un diélectrique solide, papier paraffiné, mica ou celluloïd. L'armature inférieure (fig. 23) sera fixée

par des vis sur une planchette de bois paraffiné ou d'ébonite ; l'autre sera mobile autour d'un axe constitué par une vis et munie d'un bouton de manœuvre en bois ou en ivoire. La feuille isolante sera tendue entre les deux armatures.

Quant au condensateur fixe, de très faible capacité, — environ 1/5000 de microfarad, — on le réalisera bien simplement au moyen de deux feuilles d'étain de 1 centimètre de largeur, séparées par un papier paraffiné et se recouvrant

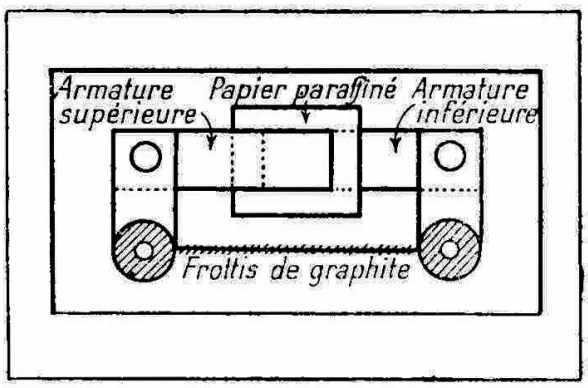


Fig. 24. — *Petit condensateur et shunt de 1 mégohm.*

sur 1 centimètre de longueur (fig. 24). La surface utile de chaque armature n'aura donc que 1 centimètre carré, le surplus de la bande d'étain ne servant qu'à assurer la connexion. Celle-ci sera faite en perçant dans la feuille d'étain un trou par lequel passera la vis de la borne ; par-dessus la feuille d'étain, on placera une rondelle de plomb bien nettoyée au couteau, puis une lame de cuivre destinée à relier le condensateur à la résistance dont il va être question et enfin l'écrou de cuivre.

RÉSISTANCE EN GRAPHITE. — Le petit condensateur fixe doit être shunté par une résistance de 1 *mégohm*, c'est-à-dire de 1 million d'ohms. Il ne saurait être question de la réaliser à l'aide d'un fil métallique, car, si fin que soit celui-ci, il en faudrait une longueur énorme, qui serait fort encombrante, d'autant plus que l'on devrait éviter les effets de self-induction qui troubleraient la réception. Il faut donc avoir recours à des corps dont la conductibilité soit très inférieure à celle des métaux. On a proposé, à cet effet, un tracé d'encre de Chine étendue sur un papier rigide, à surface lisse, que l'on recouvre ensuite de paraffine. Malgré cet enduit protecteur, les variations de l'état hygrométrique de l'air se traduisent par des variations de résistance. Aussi préfère-t-on, généralement, les résistances en graphite, très facilement obtenues en frottant un crayon demi-dur sur une planchette isolante à surface mate. Pour un poste d'essai, une installation de fortune, on peut se contenter d'une planchette en bois non verni ; mais, pour un montage de quelque durée, il vaut mieux se servir d'une plaque d'ébonite.

Comme celle-ci doit aussi servir de socle au petit condensateur, elle aura 5 à 6 centi-

mètres de longueur, à peu près autant de largeur et 5 millimètres au moins d'épaisseur. On y percera d'abord quatre trous, situés aux angles d'un rectangle de 2 × 3 centimètres, et d'un diamètre suffisant pour laisser passer les vis des bornes ou boulons de connexion. La partie sur laquelle sera frotté le crayon devra préalablement être soigneusement dépolie avec du papier d'émeri très fin, que l'on passera toujours dans le sens de la longueur, jamais dans le sens transversal, afin d'éviter les stries latérales. On aura ainsi une surface qui paraîtra lisse, à l'œil nu, mais qui, en réalité, offrira des aspérités sur lesquelles le graphite s'accrochera très régulièrement.

Autour des deux trous correspondant aux extrémités de la résistance, on tracera un cercle d'environ 1 centimètre de diamètre, que l'on noircira avec le crayon, de manière à avoir une surface d'aspect métallique. Ce frottis a pour but d'assurer les connexions. Entre ces deux cercles de graphite, on tracera alors la ligne qui doit constituer la résistance (fig. 24). Un seul trait de crayon donnerait une résistance trop forte, 4 à 5 mégohms environ ; dans le cas ici prévu, on ne s'écartera pas trop des conditions requises en frottant le crayon de façon à former une bande de graphite large d'environ 2 millimètres. Entre chaque disque de graphite et la tête de vis ou l'écrou de connexion, on intercalera une rondelle de plomb mince qui, fortement serrée, assurera un contact parfait.

Bien qu'une extrême précision ne soit pas indispensable dans la valeur indiquée pour notre résistance, il sera utile de la régler, si l'on peut se procurer un milliampèremètre. L'opération est des plus simples. Nous disposons d'une batterie de 80 volts ; relions ses pôles avec notre résistance et le milliampèremètre branchés en série, et rappelons-nous la loi d'Ohm :

$$I = \frac{E}{R},$$

ce qui signifie, dans le langage articulé, que l'intensité est proportionnelle à la force électromotrice et inversement proportionnelle à la résistance. Pratiquement, le nombre d'ampères est le quotient du nombre de volts divisé par le nombre d'ohms. Dans le cas envisagé, l'intensité, exprimée en ampères, devra être le nombre obtenu en divisant 80 (volts) par 1 000 000 (ohms), c'est-à-dire 0,000 08.

Si le milliampèremètre accuse une intensité moindre, c'est que la résistance est trop forte : on la diminuera en frottant de nouveau le crayon sur la plaquette, en élargissant au besoin le tracé. Si, au contraire, l'intensité est supérieure au chiffre prévu, c'est que la résistance es

trop faible : on l'augmentera en frottant la bande de graphite avec une gomme à effacer. Arrivé au point voulu, on soufflera sur le frottis, de manière à chasser les particules de graphite non adhérentes, et l'on fixera la résistance en l'enduisant de paraffine juste assez chaude pour couler goutte à goutte et se figer aussitôt. Plus chaude, elle risquerait de pénétrer sous les rondelles de plomb et de rendre les connexions imparfaites.

RHÉOSTAT DE CHAUFFAGE. — Afin de ne pas trop compliquer le schéma du montage (fig. 18), nous y avons supposé le filament de la lampe directement relié aux pôles de la batterie de 4 volts, sans interrupteur ni résistance de

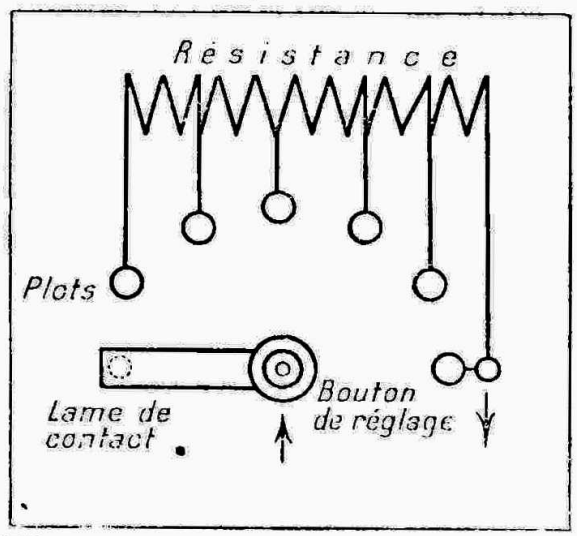


Fig. 25. — *Rhéostat de chauffage.*

réglage. En réalité, l'interposition d'un rhéostat dans le circuit de chauffage est nécessaire au bon fonctionnement de la lampe, car il arrive souvent que le médiocre rendement d'un poste correctement établi n'a

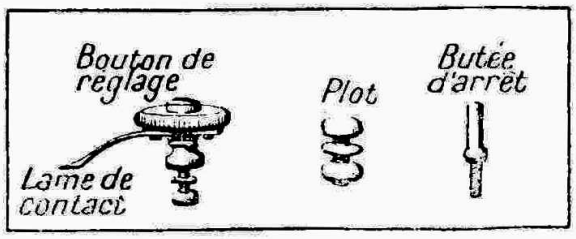


Fig. 26.—*Pièces de commutateur.*

d'autre cause qu'une incandescence défectueuse, le filament de tungstène émettant trop ou pas assez d'électrons. En particulier, si le voltage de la batterie à haute tension vient à fléchir, il conviendra de réduire l'intensité du courant de chauffage.

Le rhéostat sera construit avec du fil de ferro-nickel de 5/10, enroulé en une quinzaine de spires de 1 centimètre de diamètre, sur lequel on fixera de deux en deux spires, des fils de cuivre aboutissant à des plots de contact servant à intercaler dans le circuit une longueur variable de fil résistant. A cet effet, les plots seront disposés à égale distance autour de l'axe d'une lame élastique (fig. 25). Un ***plot nul***, c'est-à-dire ne communiquant pas avec le fil, marquera la position d'extinction de la lampe, le circuit étant ouvert quand la lame de contact s'y appuyera. En déplaçant la lame, on l'amènera sur le second plot, qui fermera le circuit à travers la

totalité de la résistance. Les plots suivants correspondront à des résistances décroissantes jusqu'au dernier, où le courant passera directement de la batterie au filament, à son maximum d'intensité.

La figure 26 montre les pièces nécessaires à la construction d'un commutateur. Pour un poste d'essai, on pourrait constituer plus simplement le rhéostat, en enroulant le fil de ferro-nickel sur un tube de porcelaine recouvert d'amiante. On formerait ainsi une bobine à spires non jointives, et un curseur monté comme ceux des selfs d'antenne servirait à graduer la résistance.

CHAPITRE V

POSTE A QUATRE LAMPES

Disposition générale. || *Montage des lampes.* || *Table de liaison.* || *Ecouteurs.* || *Cadre.*

DISPOSITION GÉNÉRALE. — Au delà de 150 kilomètres, l'amplification réalisée par une seule lampe ne suffit

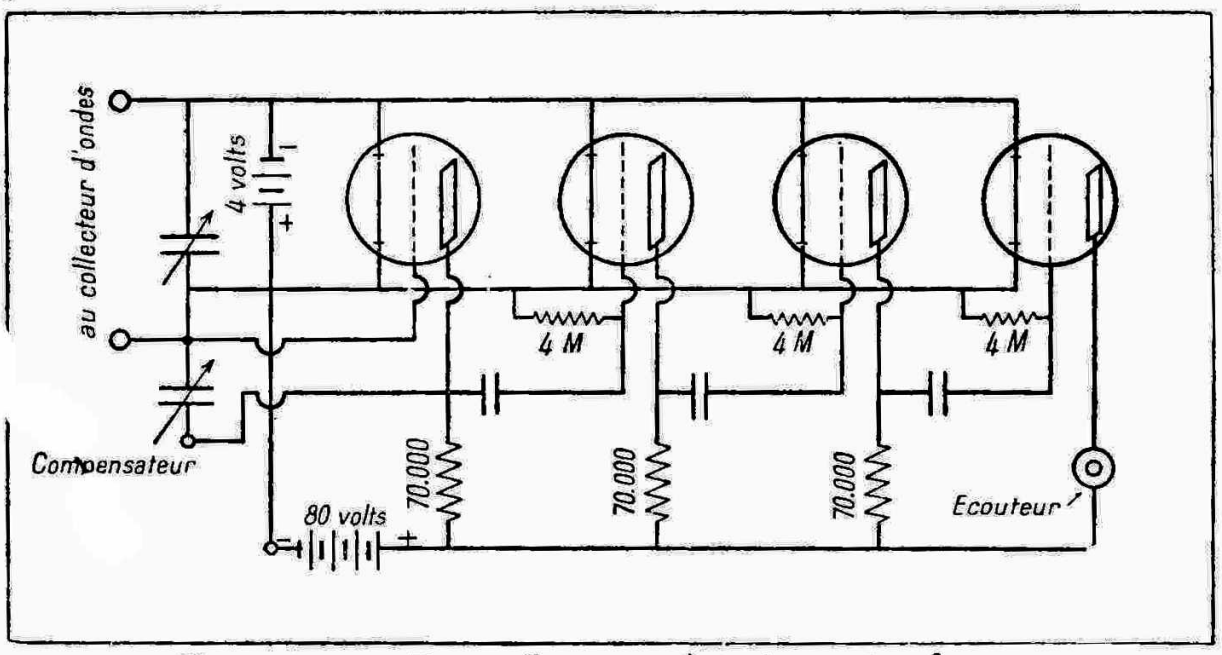


Fig. 27. — *Poste de reception à quatre lampes.*

plus ; on en augmenterait, sans doute, la portée, en recueillant les ondes sur une antenne de grande capacité ; mais, si les sons devenaient ainsi plus intenses, ils se trouveraient plus ou moins déformés, et la parole, notamment, ne serait plus transmise avec toute la pureté de timbre que la téléphonie sans fil permet de conserver par des montages appropriés. Suivant la distance, on peut combiner des postes à deux, à trois

lampes et plus ; mais pour ne pas multiplier les exemples de montages, nous passerons tout de suite à la description d'un poste à quatre lampes, qui permet d'entendre, dans toute la France, les émissions radiotéléphoniques de la tour Eiffel, et même celles de plusieurs stations étrangères.

La figure 27 en montre la disposition générale. Les deux bornes de gauche sont reliées au collecteur d'ondes, cadre réglable comme nous l'expliquerons plus loin, ou antenne extérieure conjuguée avec une bobine de self construite comme celle que nous avons décrite au chapitre II.

Les deux condensateurs variables, condensateur d'entrée et compensateur, seront établis comme ceux du poste à une lampe.

MONTAGE DES LAMPES. — Les quatre lampes seront montées sur le même socle. Ce sera, par exemple, une tablette de bois paraffiné, ou mieux une plaque d'ébonite, d'environ 10 × 30 centimètres, sur laquelle auront été vissées les douilles de connexion. Celles-ci seront disposées de telle sorte que les broches des filaments se trouvent rangées latéralement, afin de faciliter le montage des dérivations, les broches des grilles à gauche, et celles des plaques à droite, comme l'indique le schéma d'assemblage (fig. 28).

Les lampes sont branchées en parallèle sur la batterie de 4 volts. Il n'est pas nécessaire de régler séparément le chauffage de chaque filament. Il suffira donc d'intercaler près de la batterie, avant les dérivations alimentant les filaments, un rhéostat de chauffage, que nous n'avons pas figuré pour ne pas surcharger le dessin.

Le collecteur d'ondes, antenne ou cadre, est relié à la grille de la première lampe :

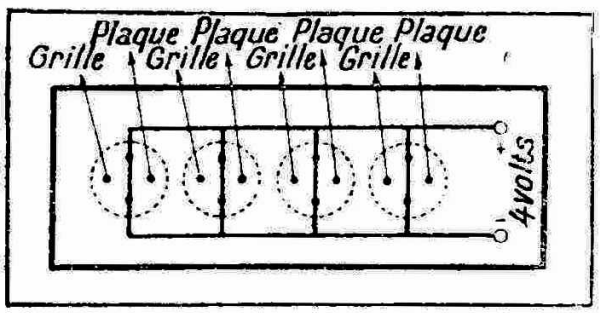


Fig. 28. — *Connexions des lampes.*

la plaque de celle-ci communique avec la grille de la deuxième lampe, et ainsi de suite ; mais ces connexions ne sont pas établies directement et s'effectuent par l'intermédiaire d'un système de petits condensateurs fixes et de résistances en graphite, les unes de 4 mégohms, les autres de 70 000 ohms. Ces différents organes de liaison seront réunis sur la même tablette, comme nous allons l'expliquer.

TABLE DE LIAISON. — Une plaque de bois dur paraffiné ou d'ébonite, d'environ 10 ×

14 centimètres, sera d'abord percée de trous aux endroits marqués, sur la figure 29, par de petites rondelles. Ces trous serviront à passer les vis de connexion, vis de cuivre munies de rondelles de cuivre et de plomb, ces dernières pour assurer le contact des feuilles d'étain et des résistances en graphite. L'emplacement des condensateurs et des résistances est indiqué sur le dessin. Partout où devra être passé le crayon de graphite, on aura soin de frotter la surface avec du papier de verre fin ou de la toile d'émeri, toujours suivant le sens du tracé, comme il a été dit au chapitre précédent. Tous les trous seront entourés d'un fort frottis de graphite. La tablette ainsi préparée, on pourra y monter les condensateurs et les résistances.

Les condensateurs sont constitués par de petites bandes d'étain de 3 centimètres de longueur sur 1 centimètre de largeur, séparées par un petit carré de papier paraffiné. Elles se recouvrent seulement sur une longueur de 1 centimètre, de telle sorte que la surface utile des armatures ne soit que de 1 centimètre carré. Les bouts qui dépassent sont percés d'un trou rond, dans lequel passe la vis de connexion ; on applique sur la feuille d'étain, d'abord la rondelle de plomb, puis la rondelle de cuivre, et enfin l'écrou de serrage.

Les résistances de 4 mégohms sont établies comme celle de 1 mégohm, décrite au chapitre précédent, mais en faisant le tracé au crayon, ou quatre fois plus fin ou quatre fois plus long. La distance entre les bornes étant de 3 centimètres environ, un trait de crayon de 1/2 millimètre de largeur réalisera approximativement la résistance voulue.

Quant aux résistances de 70 000 ohms, elles exigeront un frottis plus large, ou plus court,

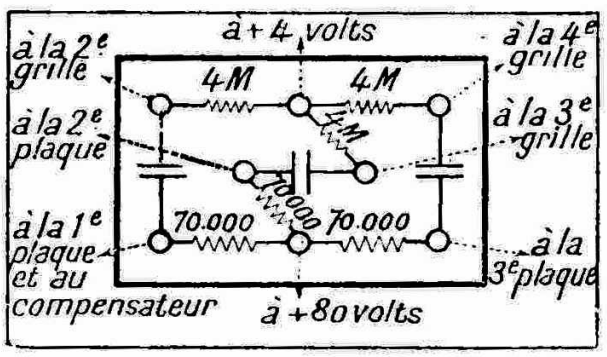


Fig. 29. — *Table de liaison.*

et plus abondant. Entre des bornes écartées de 3 centimètres, leur largeur sera d'environ 1 centimètre. Du reste, toutes ces résistances pourront être étalonnées au milliampèremètre, comme nous l'avons dit au chapitre précédent. Si l'on utilise, par exemple, une partie de la batterie de plaque de manière à avoir une différence de potentiel de 70 volts, l'aiguille de l'instrument de contrôle devra marquer exactement 1 milliampère. Si elle marque davantage, c'est que la résistance est inférieure à

70 000 ohms : on enlèvera donc un peu de graphite avec la gomme élastique ; si, au contraire, l'intensité est inférieure à 1 milliampère, on diminuera la résistance en augmentant le dépôt de graphite. A défaut d'instrument de mesure, on réglera les résistances par tâtonnements, ajoutant ou supprimant du graphite, jusqu'à ce que la réception soit nette, sans ronflement ni sifflement.

La tablette terminée sera protégée par un couvercle en bois ou en carton, que l'on scellera avec des bandes de papier collées tout autour. Il sera bon de passer ensuite une couche de vernis ou de paraffine.

ÉCOUTEURS. — Le poste à quatre lampes exige des récepteurs téléphoniques à haute résistance : 4 000 ou même 8 000 ohms. Le schéma général (fig. 27) suppose l'écouteur directement intercalé dans le circuit de plaque de la dernière lampe : cette disposition, très simple, est aussi celle qui assure l'audition la plus intense ; mais elle n'est pas sans inconvénient. En effet, le courant de la batterie à haute tension, dont le circuit est fermé par le flux d'électrons, traverse constamment les bobines du récepteur et, suivant le sens du montage, augmente ou diminue le magnétisme des noyaux et de la membrane ; celle-ci ne vibre donc plus normalement, et la sensibilité de l'écouteur s'en trouve, à la longue, affaiblie. Cet inconvénient sera néanmoins très atténué, si l'on a soin de ne jamais laisser inutilement fonctionner la lampe, et si l'on intervertit, de temps à autre, les connexions de l'écouteur, de manière que le courant de la batterie parcoure ses bobines tantôt dans un sens et tantôt dans le sens opposé. On pourrait même, pour plus de commodité, intercaler un commutateur inverseur.

Une autre solution a été proposée ; elle est parfaitement efficace, mais ajoute au montage une complication de plus et diminue sensiblement l'intensité de l'audition. C'est un transformateur, dont le primaire est intercalé dans le circuit de plaque, tandis que le secondaire est relié à l'écouteur. Dans ces conditions, le courant continu résultant du flux d'électrons ne produit aucune action sur le récepteur, tandis que les courants alternatifs transmis par les ondes de T. S. F. déterminent dans le secondaire des courants induits qui font vibrer les récepteurs, Ce transformateur peut être établi suivant le rapport 1/10 c'est-à-dire que les deux enroulements comportent le même nombre de spires de fils de même diamètre : par exemple, 3 000 spires de fil de cuivre de 1/100 solé à la soie. En effet, dans le cas dont il s'agit, il n'y a pas lieu de modifier la tension, et le rôle des bobines d'induction est

seulement d'éviter le passage d'un courant continu dans les récepteurs. Les deux enroulements seront superposés sur une bobine de carton dont le noyau contiendra un faisceau de fils de fer doux. Enfin, il sera bon que le primaire soit shunté par un condensateur de 1 millième de microfarad environ.

CADRE. — Si la réception est faite sur cadre, on ne saurait se contenter, dans le cas que nous envisageons ici, des collecteurs rudimentaires décrits aux chapitres I et IV. Le poste à quatre lampes étant assez sensible pour capter des ondes de diverses provenances, il devient nécessaire de serrer davantage l'accord avec le poste que l'on désire entendre, sans être gêné par des bruits parasites. Dès lors, il ne suffit plus d'orienter le cadre vers la station dont on désire entendre les émissions radiotéléphoniques ; il faut encore réaliser, dans une certaine mesure, le syntonisme des deux postes correspondants, en faisant varier, non seulement la capacité du condensateur d'entrée, mais aussi le nombre de spires du cadre.

Ce collecteur d'ondes pourra être constitué par quatre plaques de bois (pleines ou ajourées), de 2 centimètres au moins d'épaisseur, de 1 mètre à $1^{m},20$ de longueur et d'environ 10 à 15 centimètres de largeur, solidement assemblées et maintenues par des équerres ou des lames vissées sur les angles. Cet assemblage formera une bobine carrée, dont les joues seront constituées par de minces lattes en bois vissées sur les côtés (fig. 30). Le tout sera recouvert, soit d'une couche de paraffine étendue à chaud, soit d'un vernis à la gomme laque. Quand celui-ci sera parfaitement sec, on procédera à l'enroulement du fil.

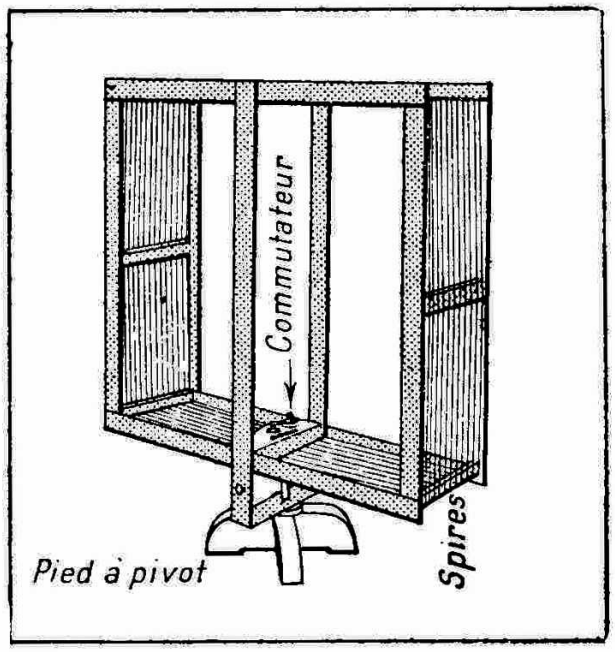


Fig. 30. — *Cadre à enroulements fractionnés, sur pied à pivot.*

On emploiera à cet effet 400 à 450 mètres de fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre, isolé au coton ou à l'émail. Les spires ne doivent pas être jointives, mais laisser entre elles un petit intervalle. Dans ce but, on peut d'abord planter sur les angles de petites pointes que l'on enlèvera ensuite, quand tout sera bien tendu ; ou bien

ce qui est préférable, on tracera, sur les arêtes du cadre, une série de petites entailles, des traits de scie dans lesquels pénétreront légèrement les spires successives. Ces rainures-guides seront taillées avant le vernissage ou le paraffinage, de façon qu'il n'y ait aucune partie du bois non protégée contre l'humidité.

Il faut prévoir le réglage du cadre. On dénudera donc le fil isolé, sur divers points de sa longueur, par exemple de 10 en 10 spires, et l'on y soudera des fils reliés aux plots d'un commutateur dont la lame de contact communiquera avec le poste.

La sensibilité du récepteur à quatre lampes lui permettant de correspondre avec plusieurs stations de T. S. F., notre cadre devra être mobile, de façon qu'il soit facile de l'orienter vers le point de départ des ondes à recevoir. Certains cadres sont montés sur un pivot vertical tournant sur un socle, comme les casiers à livres ; d'autres sont suspendus au plafond par une tige et un anneau. A chacun de choisir la disposition qui lui paraîtra la plus commode ou la moins encombrante.

CHAPITRE VI

LA RÉCEPTION A GRANDE DISTANCE

Amplification en haute et en basse fréquence. || *Poste à six lampes.* || *Transformateurs de liaison.* || *Bobines d'accord.*

AMPLIFICATION EN HAUTE ET EN BASSE FRÉQUENCE. — L'amplification des ondes recueillies par l'antenne ou par le cadre ne s'accomplit pas sans quelques réactions, qui s'accroissent avec le nombre de renforcements successifs et occasionnent finalement des bruits parasites dans les écouteurs, sifflements ou bourdonnements. Il y a pour-

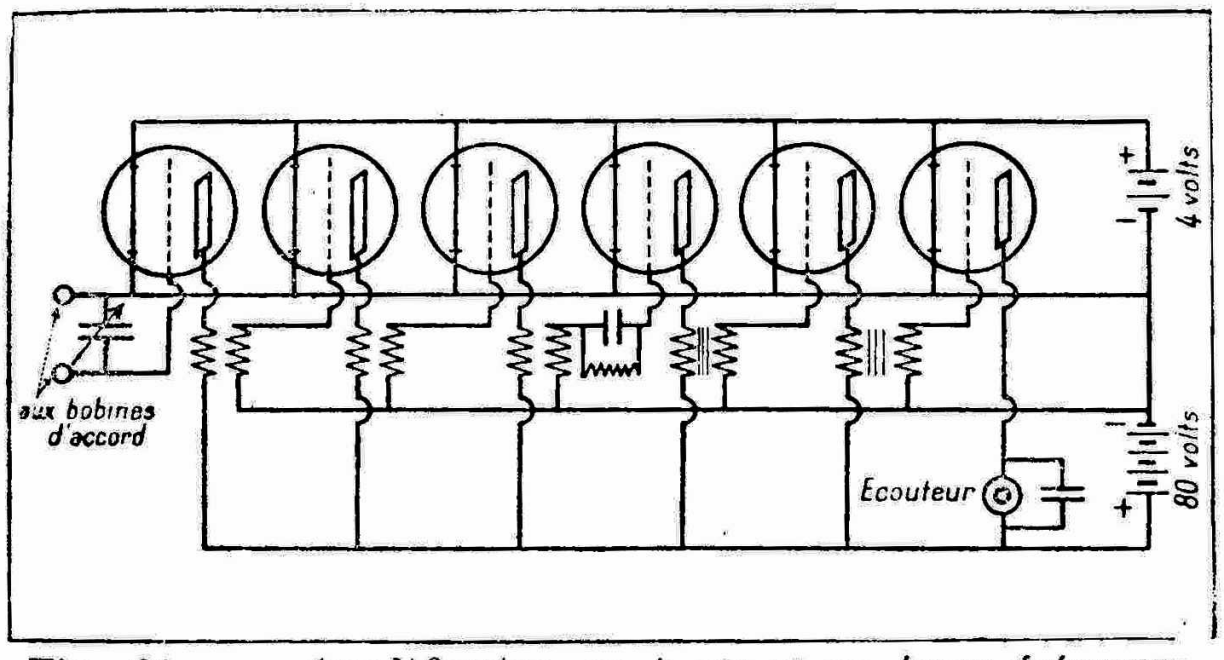


Fig. 31. — *Amplification en haute et en basse fréquence.*

tant un moyen d'éviter suffisamment ces déformations, en divisant les amplificateurs en deux groupes, séparés par un détec-

teur, galène ou lampe à électrons convenablement montée.

Les lampes placées avant le détecteur recevant les courants rapidement alternés venus du collecteur d'ondes sont dénommés « amplificateurs haute fréquence » ; celles qui reçoivent les courants coupés par le détecteur sont des « amplificateurs basse fréquence ».

POSTE A SIX LAMPES. — La figure 31 montre la disposition générale d'un poste à six lampes, qui amplifient plusieurs milliers de fois le courant recueilli par l'antenne, sans le déformer sensiblement. Les trois premières lampes, à gauche du dessin, amplifient en haute fréquence et sont couplées indirectement par de petits transformateurs sans noyau de fer, dont le primaire est relié à une plaque et le secondaire à la grille de la lampe suivante. La quatrième lampe, qui sert de détecteur, a sa grille séparée du secondaire du troisième transformateur par un condensateur de 1/10 000 de microfarad, shunté par une résistance en graphite de 1 mégohm. Les deux dernières lampes amplifient en basse fréquence et sont reliées par des transformateurs à noyaux magnétiques. Un condensateur variable est disposé à l'entrée, et l'écouteur téléphonique est monté en parallèle avec un condensateur fixe de 1 à 3 millièmes de microfarad.

La plupart de ces organes ont été déjà décrits dans les chapitres précédents ; seuls, les petits transformateurs de liaison ne figuraient pas dans les montages que nous avons rencontrés jusqu'ici ; aussi devons-nous indiquer la manière de les fabriquer à ceux qui ne voudraient pas les acheter tout faits (leur prix est d'une trentaine de francs).

TRANSFORMATEURS DE LIAISON. — Les trois premiers transformateurs (haute fréquence) sont constitués chacun par deux enroulements superposés sur la même bobine, sans noyau de fer. Les deux enroulements peuvent être formés de fils de même diamètre : on prendra, par exemple, du fil de cuivre de 12/100, isolé à la soie ou à l'émail. La carcasse de la bobine, en bois mince paraffiné, aura 5 centimètres de longueur et 5 centimètres de diamètre. Le primaire comprendra 15 couches de fil bobiné en spires jointives, chaque couche étant séparée de la suivante par une feuille de papier paraffiné. La bobine primaire, une fois achevée, sera entourée d'une bande de toile paraffinée qui en fera deux ou trois fois le tour. On procédera alors au bobinage du secondaire, qui entourera le primaire, en formant 25 à 30 couches de spires jointives, chaque couche isolée de ses voisines par du papier paraffiné,

comme on l'a fait pour l'enroulement primaire. Enfin, la bobine terminée sera entièrement recouverte d'un fourreau de toile paraffinée.

Les deux derniers transformateurs (basse fréquence) sont un peu plus compliqués. La carcasse en est constituée par une bobine de bois mince ou de carton, dont les joues seront formées de deux plaquettes carrées de 5 centimètres de côté, percées, au milieu, d'une ouverture ronde de 1 centimètre de diamètre, destinée à recevoir un tube de bois mince ou de carton. La distance intérieure entre joues sera d'environ 4 centimètres. Cette carcasse sera paraffinée ou vernie à la gomme laque.

Les deux enroulements, primaire et secondaire, seront effectués à l'aide du même fil : du cuivre de 8/100, isolé à la soie. Il en faudra 100 mètres pour le primaire, 500 pour le secondaire du transformateur de la cinquième lampe, et 1 000 pour celui de la dernière. Le montage exige les mêmes soins que celui des bobines de haute fréquence : spires jointives, couches séparées par du papier paraffiné, fourreaux de toile paraffinée. En outre, les transformateurs de basse fréquence doivent être munis d'un noyau magnétique. Celui-ci sera constitué par un faisceau de fils de fer doux, de 0,5 millimètre de diamètre et à peu près 20 centimètres de longueur. Ces fils seront préalablement recouverts, séparément, d'un vernis à la gomme laque. Après dessiccation de cet enduit, on les introduit dans le tube de la bobine, en nombre suffisant pour former un faisceau compact. Les extrémités de ces fils, qui débordent largement de part et d'autre de la bobine, sont alors pliées, moitié à droite, moitié à gauche (fig. 32), puis rabattues de manière à se rejoindre et à former un circuit magnétique fermé. Cette fermeture pourra

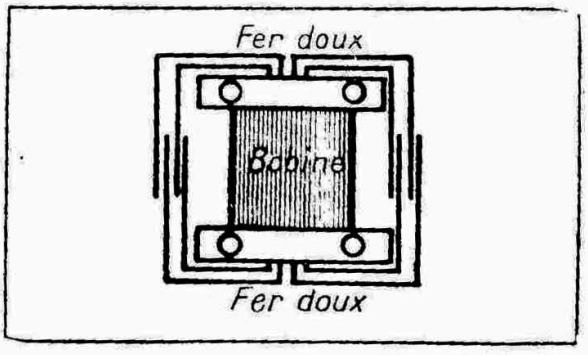


Fig. 32. — *Transformateur à circuit magnétique fermé.*

être complétée par une feuille de tôle mince enroulée pardessus, et serrée à son tour dans un manchon de toile paraffinée.

Les transformateurs seront disposés aussi près que possible des lampes, par exemple sous le socle ou derrière le panneau qui leur sert de support, afin d'éviter les longs fils de connexion qui pourraient devenir le siège de courants induits parasites. Ces fils, aussi courts que possible, seront soigneusement isolés et bien séparés les

uns des autres. Les noyaux de fer seront reliés, par des fils de cuivre isolés, au pôle positif de la batterie à haute tension. Cette connexion a pour but d'éviter certains effets d'induction qui risquent de se produire, en cas de forte amplification, et se traduiraient par un sifflement des plus inopportuns.

BOBINES D'ACCORD. — Les divers organes que nous venons de passer en revue sont reliés au secondaire d'un transformateur, dont le primaire est intercalé dans le circuit du collecteur d'ondes, cadre ou self d'antenne. Ces deux enroulements sont montés sur des bobines concentriques (fig. 33), susceptibles de se recouvrir l'une l'autre plus ou moins complètement. La bobine extérieure, fixe, porte l'enroulement primaire ; la bobine intérieure, montée sur une joue à glissière, peut sortir plus ou moins de la première. En outre, des dispositions particulières permettent de faire varier la longueur de fil concourant réellement à l'induction.

Sur un socle en bois épais, d'environ 30 centimètres de longueur et 15 de largeur, on établit d'abord la bobine extérieure, dont les joues, carrées, ont environ 14 centimètres de côté. Elles sont percées d'une ouverture circulaire de 11 centimètres de diamètre, destinée à recevoir le tube de carton mince autour duquel sera enroulé le fil. Ce tube aura 10 centimètres de diamètre et 13 centimètres de longueur ; il sera solidement collé dans l'épaisseur des ouvertures des joues, puis le tout sera verni à la gomme laque. Après complet séchage du vernis, on procède à l'enroulement, constitué par du fil de 8/10, bien isolé à la soie, bobiné à tours jointifs. Une des extrémités est attachée à une borne fixée sur la joue de gauche ; une autre borne, montée sur la même

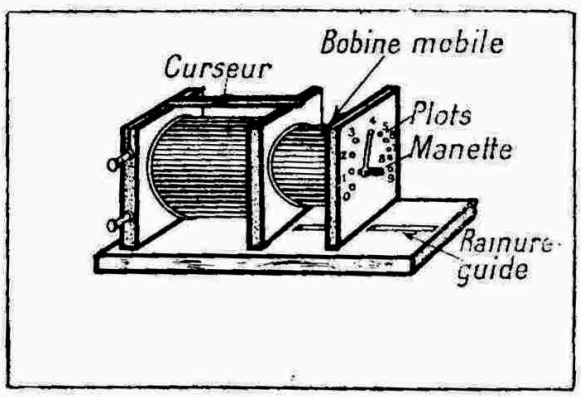


Fig. 33. — *Bobines d'accord.*

joue, est reliée à la réglette d'un curseur mobile. L'enroulement, composé d'une seule couche, est verni, comme nous l'avons expliqué pour la self d'antenne (page 23), puis dénudé, de la même manière, sur le trajet du curseur.

La bobine intérieure, mobile, est portée par une seule joue, sous laquelle a été inséré un *ergot*, une cheville qui sert à guider ses déplacements. A cet effet, on aura pratiqué dans le socle une rainure dans laquelle coulissera la cheville. La joue est percée de sept ou huit trous, par

lesquels passeront les boucles de fil constituant les éléments variables de l'enroulement secondaire. En regard de chaque trou, un plot de contact, qui peut être constitué par un petit clou de tapissier à tête de cuivre arrondie. La joue mobile porte, en outre, à son centre, une rondelle de bois, de 9 centimètres de diamètre, destinée à maintenir le tube de carton sur lequel sera bobiné le secondaire. Ce tube est collé comme le précédent et verni. L'enroulement y est effectué avec du fil de 45/100, isolé à la soie. L'extrémité étant passée dans le premier des petits trous percés dans la joue mobile est attachée au plot correspondant, et l'on enroule le fil autour du tube de carton. Après avoir ainsi bobiné 20 spires, on replie le fil sur lui-même, de façon à le faire pénétrer, en double épaisseur, à travers le second trou de la joue ; on le dénude, sur 1 ou 2 centimètres, et l'on fixe la boucle sous le second plot de contact. On reprend ensuite l'enroulement, comme précédemment, jusqu'à ce que l'on ait placé 20 nouvelles spires, après quoi on fait une nouvelle boucle, que l'on relie au troisième plot, et ainsi de suite, la fin du fil étant fixée à une borne de connexion vissée sur la joue mobile. Une seconde borne sera reliée à l'axe d'une manette de cuivre qui, en se déplaçant sur les plots de contact, permettra d'insérer dans le circuit une longueur plus ou moins grande de l'enroulement secondaire. Bien entendu, la bobine mobile sera aussi soigneusement vernie que la bobine fixe.

Ce transformateur à accouplement variable réalise une des nombreuses variantes du montage en Tesla, dont nous avons déjà vu l'application dans le poste à une lampe. Si l'amateur recule devant la construction

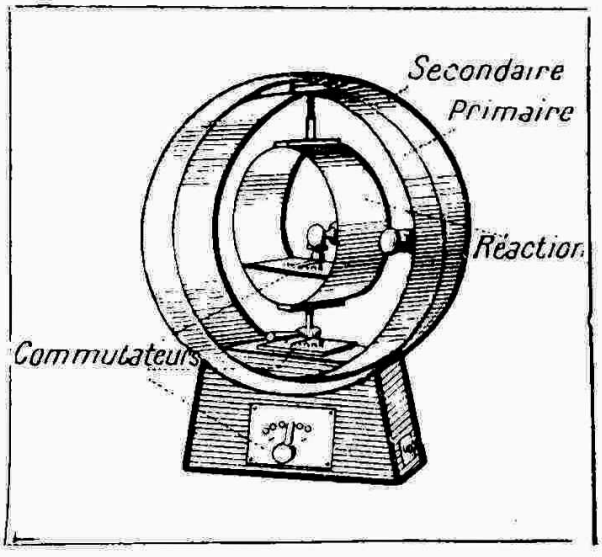


Fig. 34. — *Montage en Tesla sur cadres tournants (système J. Roussel).*

de cet appareil, assez compliqué il faut en convenir, il en trouvera, chez les électriciens, au prix d'une centaine de francs.

Un autre système, un peu plus encombrant, mais d'un maniement plus aisé, plus souple aussi au réglage, a été conçu et réalisé par M. J. Roussel. Les bobines sont remplacées par deux cadres ronds, deux larges cerceaux concentriques (fig. 34) portant, l'un le circuit primaire,

et l'autre, le secondaire. Le cerceau extérieur est fixe ; l'autre est monté sur deux pivots verticaux en cuivre, et non en fer.

Voici les indications fournies par l'inventeur pour la construction de son appareil de couplage :

1° Cerceau extérieur (circuit secondaire) :

Diamètre.....	4 cm.
Largeur.....	11 —
Fil employé.....	193 m. de 6/10
Nombre de spires..	150
Sections.....	6 de 25 spires.

Les différentes sections aboutissent aux plots d'un commutateur, dont la lame de contact tourne sur un axe relié aux organes de réception.

2° Cerceau intérieur (primaire) :

Diamètre.....	37 cm.
Largeur.....	11 —
Fil employé.....	174 m. de 6/10
Nombre de spires..	150
Sections.....	6, comprenant successivement 7, 14, 21, 28, 35 et 45 spires.

Les sections aboutissent à un commutateur relié à la self d'antenne.

Il n'est pas très facile à un amateur de construire ces cerceaux. M. Roussel conseille de les faire exécuter par un fabricant de tamis, qui les établira très correctement aux dimensions indiquées. On lui recommandera de les agrafer par des rivets de cuivre, et non de fer, d'amincir les extrémités de la latte de bois et de coller les parties superposées. Les cerceaux devront être soigneusement vernis à la gomme laque, avant de recevoir leurs enroulements. L'axe en cuivre de la bobine intérieure sera monté avant le bobinage.

Ce dispositif, susceptible de recevoir toutes les longueurs d'onde actuellement usitées, par addition de selfs et augmentation de la capacité du condensateur variable d'entrée, est un de ceux qui se prêtent le mieux aux plus fortes amplifications.

L'appareil représenté par la figure 34 comprend un troisième cadre, mobile à l'intérieur des deux autres, sur un axe vertical. C'est une « bobine de réaction », inutile en téléphonie, mais dont nous verrons l'application dans la réception télégraphique par ondres entretenues.

En cas de réception sur cadre, celui-ci est mis en série dans le circuit du secondaire, dont on prend d'abord le minimum de spires. Le réglage s'effectue par le jeu du condensateur d'accord. Si le cadre est insuffisant, on prend un plus grand nombre de spires du secondaire.

Si la réception se fait sur antenne, la self de celle-ci est reliée au cerceau primaire, et les variations du couplage s'obtiennent en faisant tourner cette bobine sur son axe vertical, le couplage étant « serré » au maximum quand les plans des deux enroulements, inducteur

et induit, sont parallèles. A mesure que l'on s'écarte du parallélisme, le couplage se relâche, et il tombe à zéro quand les plans des deux enroulements font entre eux un angle de 90 degrés. En faisant tourner le cerceau intérieur de 180 degrés, on intervertit le sens du couplage, et c'est encore toute une nouvelle série de combinaisons possibles. Les manœuvres s'effectuent rapidement et permettent d'obtenir une syntonie d'une extrême acuité, éliminant toutes les ondes étrangères au poste avec lequel on veut correspondre.

Dans la plupart des postes de réception pour amateurs que l'on trouve chez les marchands, les bobines d'accord sont fixes, mais formées d'enroulements fractionnés, aussi bien le primaire que le secondaire, et le couplage s'effectue par le jeu de commutateurs (fig. 35) qui introduisent dans l'un ou l'autre circuit un nombre variable de spires. Dans certains modèles, il y a aussi un commutateur inverseur, qui intervertit le

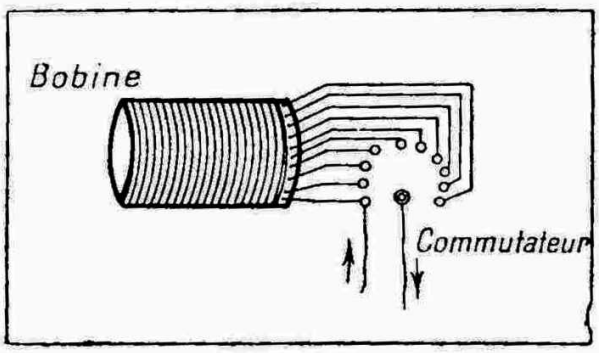


Fig. 35. — *Bobine à enroulements fractionnés et commutateur.*

sens des couplages et détermine ainsi le même résultat que celui que l'on obtient, dans l'appareil précédent, en faisant tourner d'un demi-tour le cerceau intérieur.

CHAPITRE VII

LES HAUT-PARLEURS

Utilité et inconvénients. || Écouteurs spéciaux. || Pavillons renforçateurs. || Haut-parleur microtéléphonique. || Haut-parleurs à réaction électro-magnétique. || Haut-parleurs électroniques.

UTILITÉ ET INCONVÉNIENTS. — Une audition téléphonique prolongée finit par devenir fatigante, lorsqu'il faut garder les écouteurs aux oreilles, la tête serrée dans les lames du casque ; d'autant plus que les récepteurs utilisés dans les transmissions à grande distance sont relativement lourds, trop lourds pour certaines personnes sujettes aux névralgies. En outre, l'audition ainsi réalisée est individuelle, et souvent on la voudrait collective. On peut, il est vrai, brancher en parallèle deux, trois, quatre paires d'écouteurs ; mais on ne saurait les multiplier davantage sans affaiblir outre mesure les vibrations qui se font entendre dans chacun d'eux. Or, l'amateur qui a réussi à construire un poste radiotéléphonique fonctionnant à souhait est volontiers sociable et convie non seulement sa famille, mais aussi ses amis à venir partager le plaisir que lui procure son ouvrage. Ce serait, sans doute, un spectacle pittoresque, qu'une dizaine d'auditeurs coiffés du harnais relié par des cordons au coffre de réception, — tels des chevaux attachés autour d'un poteau, — mais la plupart des invités n'en seraient guère satisfaits. Il n'y a, dès lors, qu'une solution : renforcer les vibrations sonores à l'aide d'un haut-parleur dont la voix se fasse entendre dans toute la salle.

Il existe plusieurs moyens de faire parler le téléphone à haute voix, et nous allons les indiquer. Toutefois, disons tout de suite qu'aucun d'eux n'est parfait : l'amplification des vibrations sonores n'est acquise qu'au détriment de leur pureté, et l'altération qu'elles subissent est d'autant plus accentuée que

le renforçateur est poussé vers son plein rendement. Si donc on tient absolument à employer un haut-parleur, il faudra le choisir aussi puissant que possible, mais ne lui demander qu'un faible effort, sous peine de ne plus entendre que ce timbre nasillard qui rend si désagréables les conversations téléphoniques par fil, ou cette voix de Polichinelle du phonographe, qui prétend reproduire la parole et la musique, mais n'en donne en réalité qu'une mauvaise caricature, équivalent acoustique de ces miroirs bossués qui ne réfléchissent que des images ridiculement déformées.

ÉCOUTEURS SPÉCIAUX. — Nous ne devons demander à l'organe renforçateur que le moindre effort compatible avec une bonne audition ; il faut donc, tout d'abord, que les vibrations émises par l'écouteur ne soient pas trop faibles. Un petit écouteur de 500 ohms conjugué avec un puissant haut-parleur ne donnerait que des résultats lamentables. On se procurera donc un bon téléphone, à membrane épaisse et de grand diamètre (8 à 9 centimètres), avec des bobines de 4 000 ohms ou même davantage. Les maisons Ducretet, Brunet, Desprès et plusieurs autres construisent des récepteurs remplissant assez bien les conditions requises. Cependant, si l'on ne regarde pas à la dépense, il vaudra mieux faire l'acquisition d'un récepteur spécial, tel que ceux de Baldwin ou de Brown. Ces appareils sont fabriqués en Amérique, mais on peut se les procurer à Paris (1).

Le *Baldwin* est essentiellement constitué par une lame de fer doux placée entre les pôles d'un aimant entouré de bobines de 2 000 ohms. Les courants alternatifs destinés à provoquer les vibrations sonores parcourent les bobines et traversent la lame de fer doux, dont les mouvements sont transmis à une membrane de mica. Cet écouteur est très sonore, et ses vibrations se prêtent très bien à l'amplification.

Le *Brown* contient une membrane conique d'aluminium solidaire d'une armature de fer doux très rigide, qui vibre dans un champ magnétique constitué par un aimant recourbé, prolongé par des pièces polaires feuilletées, entourées par les bobines du récepteur. Le jeu de l'armature est susceptible d'être réglé au moyen d'une vis, et l'on arrive à lui faire rendre des sons stridents, qui conviennent bien à la télégraphie, mais non à la téléphonie, à moins que l'appareil ne soit utilisé que comme *avertisseur* et joue ainsi le rôle des sonneries de téléphone à fil. Pour la réception téléphonique proprement dite, le Brown est réglé de manière à éviter ces discordances, et il

(1) Chez M. Dubois, 211 boulevard Saint-Germain.

donne alors d'excellentes auditions, des sons très purs et assez intenses pour supporter l'amplification par un des renforçateurs que nous allons indiquer.

PAVILLONS RENFORÇATEURS. — Le plus simple des haut-parleurs est constitué par un cornet de métal, un pavillon de trompette qui s'ajuste sur l'ouverture de l'écouteur, près de la membrane vibrante. Le prix d'achat en est très modique, et son fonctionnement ne coûte rien ; ce serait donc le renforçateur idéal, si la plupart des modèles qu'on en construit n'altéraient plus ou moins les sons. L'amateur se contente parfois d'un vieux pavillon de phonographe, généralement en métal ultra-léger, et n'obtient qu'un résultat pitoyable : la voix devient rauque et nasillarde, des bruits parasites la troublent et ajoutent à la musique un accompagnement dont on se passerait volontiers. C'est que ce pavillon, destiné au phonographe, n'a pas été étudié pour le téléphone. D'ailleurs tout pavillon en métal mince ne convient pas à cet usage, à cause des vibrations propres qu'il émet et qui, s'ajoutant aux vibrations téléphoniques, déterminent des interférences, des battements très désagréables. Ces pavillons, néanmoins, peuvent être utilement appliqués à la télégraphie, ou servir d'avertisseurs ; mais, pour la réception téléphonique, une construction toute spéciale s'impose.

La figure 36 représente un pavillon en forme de cône obliquement tronqué. Outre sa forme originale, ce renforçateur est caractérisé par l'emploi d'un métal épais : ce n'est plus

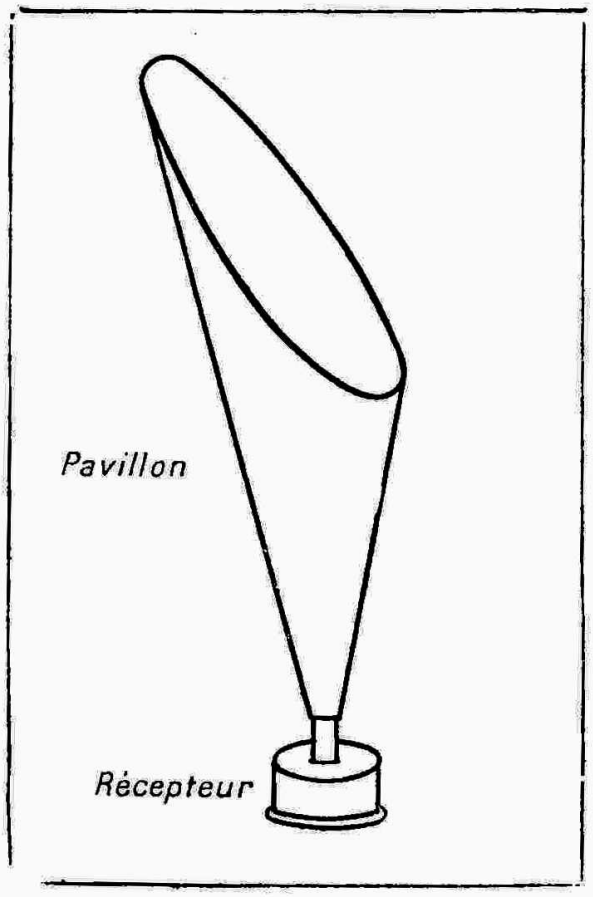


Fig. 36. — *Pavillon haut-parleur.*

une feuille mince, mais de l'aluminium fondu. L'amateur obtiendra aisément un résultat équivalent, en fabriquant un cône de même forme avec une feuille de métal ou de carton épais qu'il entourera de bandes de toile ou de filasse imprégnées de plâtre fin gâché. Après éva-

poration de l'eau, ce fourreau sera verni à la gomme laque. On aura ainsi un haut-parleur d'aspect assez rustique, mais exempt de résonances nuisibles.

Il ne sera guère plus difficile de construire un renforçateur analogue au *Diffusor* (fig. 37), inventé par MM. A. et L. Lumière, et actuellement appliqué aux phonographes Pathé. Sur un cercle métallique, ou sur un cerceau de bois, de 30 à 40 cen-

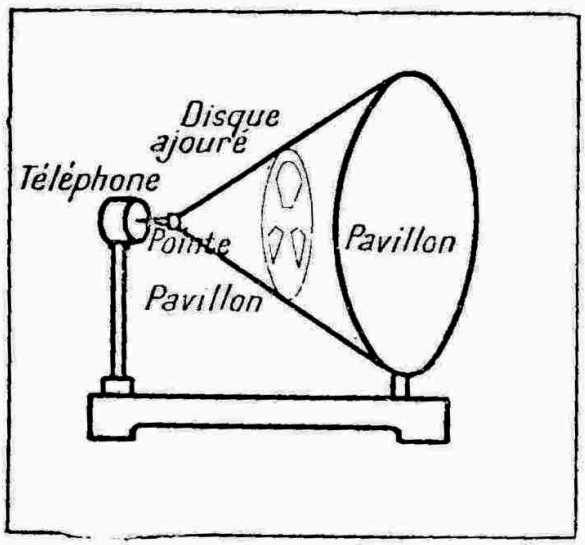


Fig. 37. — *Principe du « Diffusor ».*

timètres de diamètre, on colle un cône en papier fort, par exemple du papier à dessin de Canson, dont le sommet porte une virole à laquelle est adaptée une tige métallique extérieurement terminée en pointe. Cette pointe portera sur la membrane vibrante de l'écouteur. Le cône en papier doit être enduit de plusieurs couches de vernis à la gomme laque, qui lui donneront une rigidité comparable à celle d'un métal, mais sans sonorité propre. A l'intérieur du cône, à peu près à égale distance entre la pointe et le cerceau, se place un disque métallique ajouré (trois secteurs évidés) entouré d'un bracelet amortisseur : ce dernier peut être constitué par une mèche de lampe Pigeon collée à la seccotine autour du disque. Ce pavillon, adapté à un bon téléphone, surtout à un Brown, amplifie très suffisamment les sons, sans trop les déformer.

HAUT-PARLEUR MICRO-TÉLÉPHONIQUE. — Le principe de cet amplificateur a été indiqué et mis en application, dès 1900, par M. Alphonse Berget. La membrane d'un récepteur téléphonique est solidaire de celle d'un microphone à poussière de charbon, de telle sorte que les vibrations de la première soient reproduites par la seconde. Le microphone étant relié à une pile et à un second récepteur téléphonique, les vibrations qui lui sont transmises se traduisent par des variations des résistance dans le circuit local, d'où résultent, dans le second téléphone, des vibrations sonores beaucoup plus intenses que celle qui se produisent dans le premier récepteur.

Un pavillon adapté au second récepteur permet d'ailleurs de renforcer encore les sons ainsi amplifiés (1).

(1) Cf. A. Berget, *La télégraphie sans fil*, p. 70.

Il est du reste possible d'établir, sur le même principe, une amplification à deux étages ; c'est-à-dire que le second récepteur pourra être disposé comme le premier et relié de même à un second microphone, qui sera mis dans le circuit d'un troisième récepteur.

M Joseph Roussel a réalisé un haut-parleur de ce genre, composé de deux éléments microtéléphoniques en série. Il nous prévient, toutefois, que la construction du microphone est très délicate. Des cupules de carbone, de quelques millimètres de diamètre, servent de supports à une nappe régulière de granules de carbone en nombre fixe et déterminé, de telle sorte que le nombre des points de contact demeure invariable. Dans ces conditions, assure l'auteur, et pour une construction *extrêmement soignée*, le système est très stable et peut servir, soit d'avertisseur, soit de haut-parleur.

HAUT - PARLEURS A RÉACTION ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE. — Ces appareils ne s'ajoutent pas à un écouteur ordinaire ; ils produisent directement des vibrations sonores de grande amplitude, d'ailleurs susceptibles d'être encore renforcees par un pavillon, mais ils exigent le concours d'une source d'énergie, dont la force électromotrice est ordinairement de 5 à 10 volts. Nous décrirons seulement le type le plus usité en France, l'*Ampliphone*, construit par M. Quinet.

La membrane vibrante n'est pas magnétique : c'est un disque de maillechort ondulé, de 8 centimètres de diamètre et environ 1/2 millimètre d'épaisseur, fortement serré sur ses bords par une bague filetée. Au centre et au-dessous de ce disque est suspendue une légère bobine d'ivoire portant un enroulement de fil fin relié par des conducteurs souples au secondaire d'un transformateur dont le primaire est intercalé dans le circuit de plaque de la dernière lampe du poste récepteur. Cette bobine est mobile dans le champ magnétique annulaire d'un électro-aimant blindé, alimenté par une pile ou un accumulateur de 6 volts. Sous l'action des courants alternatifs venus du transformateur, la bobine se met à vibrer entre les pôles électromagnétiques, et ses oscillations se communiquent au disque de maillechort, qui vibre à l'unisson. Ce disque est d'ailleurs surmonté d'une caisse de résonance à laquelle s'adapte un pavillon assez épais pour éviter toutes vibrations parasites.

Le constructeur de l'ampliphone a pris soin d'avertir le public que cet appareil n'est pas sensible : il ne renforcera pas des émissions faibles ou moyennes, mais seulement des émissions déjà très fortes, qui s'entendraient en laissant le casque ordinaire sur la table. Il ne donne rien sur des amplifi-

cateurs haute fréquence et ne doit être branché qu'après plusieurs lampes d'amplification à basse fréquence. Les résultats sont alors merveilleux.

Les appareils américains *Magnavox* et *Télémégaphone* sont basés sur le même principe que le précédent, mais coûtent beaucoup plus cher.

HAUT-PARLEURS ÉLECTRONIQUES. — Nous avons vu, page 47, que l'on ne saurait multiplier les étages d'amplification par lampes à trois électrodes sans altérer les sons ; ce défaut est atténué, comme on le sait, en faisant précéder le détecteur d'amplificateurs de haute fréquence et en le faisant suivre d'amplificateurs de basse fréquence ; mais, après ces deux séries de lampes, on a épuisé les ressources de l'amplification en cascade, réalisée en reliant la plaque d'une lampe à la grille de la suivante. Il reste pourtant un moyen d'amplifier encore les sons par de nouvelles lampes ; mais alors celles-ci devront être groupées en parallèle, c'est-à-dire que toutes leurs grilles seront reliées ensemble à la plaque du dernier amplificateur à basse fréquence, et toutes leurs plaques réunies au circuit de l'écouteur. Celui-ci peut, du reste, être constitué par un haut-parleur électro-magnétique ou par plusieurs récepteurs accouplés en parallèle.

Ces combinaisons n'intéressent guère l'amateur, car elles s'appliquent plutôt aux auditions publiques, dans de grandes salles. Nous donnons néanmoins un schéma du montage (fig. 38), où l'on voit que, outre les sources d'énergie nécessaires au fonctionnement des lampes détectrices et amplificatrices ordinaires, il faut une batterie de chauffage de 6 volts et une batterie de charge des plaques de 200 volts. Le montage comporte, de plus, un condensateur fixe de 2/1000 de microfarad, une

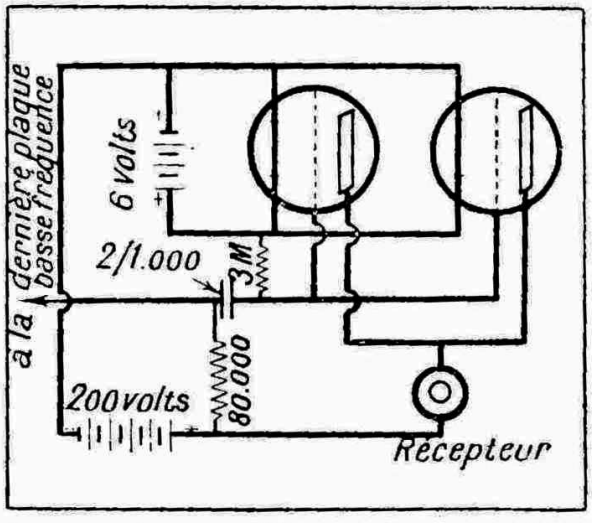


Fig. 38. — *Haut-parleur électronique.*

résistance de 3 mégohms, et une autre de 80 000 ohms. Pour simplifier le dessin, nous n'avons représenté que deux lampes, montées en parallèle pour additionner leurs intensités, et un seul récepteur téléphonique. En réalité, il y en a généralement bien davantage, une douzaine et plus, dans les grandes auditions de « radio-concerts ».

CHAPITRE VIII

LES POSTES TRANSPORTABLES

Conditions générales. || *Poste à lampes.* || *Poste à galène.* || *Cadre.* || *Antenne improvisée.* || *Prise de terre.* || *Cerf-volant porte-antenne.* || *Précaution essentielle.*

CONDITIONS GÉNÉRALES. — Il peut être nécessaire de déplacer le poste radiotéléphonique, soit pour l'utiliser dans différentes résidences, à la ville ou à la campagne, sans être obligé de procéder chaque fois à une nouvelle installation, soit pour recevoir les nouvelles de presse et les prévisions météorologiques au cours d'un voyage, soit, enfin, tout simplement, pour s'offrir le plaisir d'un concert donné à des centaines de kilomètres, distraction très facilement réalisable pour quiconque possède une voiture dans laquelle seront rangés les appareils. L'équipement sera plus ou moins compliqué, suivant le système de réception adopté. A première vue, la combinaison la plus parfaite, susceptible d'assurer l'audition des postes les plus éloignés, immédiatement, sans longs préparatifs de montage, c'est la réception sur cadre et lampes à trois électrodes. Celles-ci seront, en effet, indispensables, si l'on vise aux portées les plus étendues ; mais, alors, quelle complication ! Non seulement le cadre est encombrant, mais il faut transporter, avec les organes de détection, d'amplification et d'accord, deux batteries d'accumulateurs ou de piles, l'une de 4 volts et l'autre de 80.

Combien est plus commode, plus simple, moins fragile et moins encombrant le rustique poste à galène, à la condition de recueillir les ondes sur antenne ! Sans doute, une antenne ordinaire, comme celles que nous avons décrites au chapitre II, limiterait singulièrement la portée de l'audition ; mais il n'en est plus de même, si notre collecteur est constitué par un fil de plusieurs centaines de mètres, porté par un cerf-volant.

Celui-ci peut d'ailleurs être démonté pour le transport, replié et enfermé dans un fourreau, comme un parapluie, et très rapidement monté. Une telle antenne fournit des résultats extraordinaires, à la condition, toutefois, d'observer certaines précautions que nous indiquerons.

POSTE A LAMPES. — Suivant la portée de transmission dont on désire disposer, on adoptera le poste à une ou à quatre lampes, dont nous avons décrit (chapitres IV et V) les organes et le montage. Les appareils seront groupés dans une caisse, avec le minimum de place perdue ; mais il faudra prévoir un emballage distinct pour les lampes, dont le filament est très fragile : elles seront séparées de leurs douilles, pendant le transport, et mises à l'abri des trépidations dans des boîtes de carton ondulé garnies d'ouate.

Les batteries d'accumulateurs ordinairement en usage dans les postes fixes ne sauraient convenir, dans le cas que nous envisageons ici ; car les cahots du véhicule n'auraient pas seulement pour effet de provoquer des projections d'acide ; ils occasionneraient aussi l'altération des électrodes, qui risquent de venir au contact et d'être mises hors d'usage par un court-circuit, ou de perdre leurs matières actives, les oxydes que la charge a déposés sur les lames de plomb en couches spongieuses.

Pour la batterie de 4 volts, le mieux est d'employer des accumulateurs d'automobile. Ceux-ci ont été construits spécialement pour résister aux trépidations et sont en service depuis assez longtemps pour que les constructeurs les aient parfaitement étudiés et mis au point en vue de leur destination particulière.

Quant à la batterie de 80 volts, la seule solution pratique est d'employer des piles sèches, soit celles qui sont spécialement fabriquées pour les transmissions sans fil, soit celles qui servent à l'allumage des lampes de poche et qu'il sera facile de grouper comme nous l'avons déjà indiqué, page 30.

POSTE A GALÈNE. — Ce poste sera très aisément logé dans un petit coffret, puisqu'il se réduit à un bien petit nombre d'organes : détecteur à galène, bobine de self, condensateurs et écouteurs. Tous ces objets sont d'ailleurs très robustes et ne craignent guère les cahots de la voiture, à l'exception toutefois du détecteur, qu'il sera plus prudent de démonter pour le transport et de placer dans une boîte ouatée.

CADRE. — Il est bien évident que les cadres précédemment décrits ne sauraient être commodément transportés. Ils

ne sont pas seulement lourds ; ils sont surtout fort encombrants. Si l'on tient essentiellement à ce genre de collecteur d'ondes, le mieux est de construire, ou de commander à un menuisier, un cadre pliable suivant le schéma ci-joint (fig. 39). Ce cadre est formé de légers liteaux articulés. Les deux côtés horizontaux sont rigides, les deux autres portent

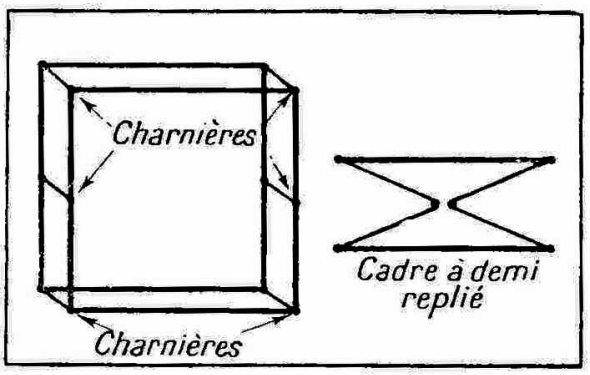


Fig. 93. — *Cadre à charnières*

des charnières à leurs extrémités et sur le milieu de leur longueur, de manière à se replier comme l'indique le dessin.

Comment faire tenir un enroulement de fil sur un pareil support, maintenir les spires conductrices séparées les unes des autres? Problème assez difficile, qui a été néanmoins très habilement résolu par M. Vereeke (1), l'inventeur du « Tissu Hertzien ».

La chaîne de ce tissu est constituée par de petits câbles souples formés de fil de cuivre très fins ; la trame, par des fils non conducteurs, en jute, par exemple. On forme ainsi une natte, dont les fils longitudinaux sont conducteurs et maintenus isolés les uns des autres par les fils transversaux. Une telle natte, de longueur suffisante, peut constituer une bonne antenne intérieure ; mais nous pouvons l'utiliser aussi sur un cadre, en ayant soin de faire, à la jonction des deux extrémités, autant de ligatures qu'il y a de fils de cuivre, ligatures qui doivent être effectuées de telle sorte que le bout du premier fil soit relié au commencement du second fil, la fin de celui-ci au commencement du troisième, et ainsi de suite, afin que les courants recueillis parcourent successivement toute la longueur des conducteurs, en faisant le tour du cadre, sans sauter directement d'une spire à la suivante. Le commencement du premier fil sera attaché à une borne vissée sur l'un des liteaux, la fin du dernier fil à une autre borne.

Le tissu hertzien est actuellement fabriqué en trois catégories, caractérisées par le nombre des fils de cuivre qui en forment la chaîne :

N°1 : 100	conducteurs	= 27 fr. le mèt.
N°2 : 50	—	= 21 fr. 70 —
N°3 : 25	—	= 20 fr. —

ANTENNE IMPROVISÉE. — Il n'est pas bien difficile d'installer rapidement une an-

(1) A Paris, 75, avenue Jean-Jaurès.

tenne extérieure semblable à celle de la figure 11, en l'attachant à des arbres. Ce collecteur d'ondes est très aisément transportable, étant constitué par trois ou quatre fils de 50 mètres de longueur, maintenus parallèles par deux tiges de bambou transversales, dont ils seront isolés par des poulies en porcelaine, des blocs d'ébonite ou de forts anneaux de verre. A l'une de leurs extrémités, les fils collecteurs seront

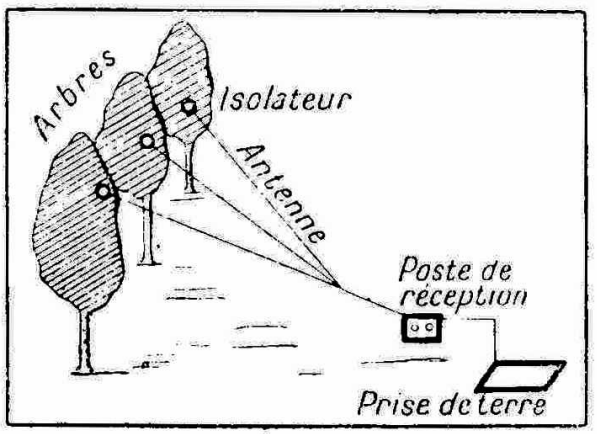


Fig. 40. — *Antenne en V sur trois arbres.*

réunis à un fil commun, à grand isolement, reliés aux organes de réception. Les vergues de bambou seront munies de cordages qui serviront à les attacher aux arbres.

Une disposition plus simple, et plus facile à improviser, est l'antenne dite « en éventail » ou « en V » (fig. 40), qui s'accroche à trois arbres, par l'intermédiaire de trois cordages terminés par des isolateurs. Ceux-ci doivent être éloignés des arbres, de 5 mètres au moins. Les trois fils conducteurs, qui forment l'antenne, doivent être de même longueur et tendus obliquement sur un même plan, tous à égale distance du sol. La pointe du V, qui est tournée vers le poste de réception, doit être également dirigée vers le lieu d'émission des ondes. C'est dire qu'il faudra choisir les points d'attache de ce genre d'antenne (les arbres, dans le cas actuel) du côté opposé à ce point d'émission.

PRISE DE TERRE. — L'emploi d'une antenne exige nécessairement une prise de terre. A cet effet, on se procurera une canne métallique terminée en pointe, que l'on enfoncera dans un sol humide. Si le terrain est sec, il vaudra mieux y étendre un grillage métallique à surface aussi étendue que possible, ou, à défaut, un long fil de cuivre nu étalé par terre, de façon à suppléer à la médiocre conductibilité de la surface du sol par la multiplicité des points de contact.

CERF-VOLANT PORTE-ANTENNE. — L'antenne la plus avantageuse, celle qui donne les meilleurs résultats, surtout pour les grandes distances, celle aussi qui est le plus rapidement installée, est constituée par un fil métallique de plusieurs centaines de mètres, porté par un cerf-volant. Si celui-ci est d'un modèle démontable (on en construit qui se

replient dans un fourreau, comme un parapluie), ce genre de collecteur sera, en définitive, le moins encombrant de tous, le plus facile à transporter et à monter, en un mot, le plus pratique, — avec cette seule restriction qu'il faudra y renoncer en l'absence de vent ; mais les journées de calme absolu sont tout à fait exceptionnelles.

Un cerf-volant plat n'aurait pas une force portante suffisante ; il faut employer un « cellulaire », du type Chanute, perfectionné par le capitaine Sacconey, d'au moins un mètre de hauteur. On peut aisément se procurer, dans les bazars, un appareil de ce genre, suffisamment robuste et démontable pour le transport. Cependant, bien que le prix n'en soit pas extrêmement élevé, l'amateur préférera peut-être construire lui-même son porte-antenne aérien ; d'autant plus que ce travail ne présente point de sérieuse difficulté, si l'on s'en tient au modèle simple représenté par la figure 41.

Les dimensions que nous allons indiquer ne sont données qu'à titre d'exemples ; mais, si l'on ne s'y conforme pas, il vaudra mieux les dépasser que de construire un engin insuffisant.

L'aspect général du cerf-volant cellulaire est celui de deux caisses sans fond, à bases en losanges, disposées dans le prolongement l'une de l'autre. Les panneaux en sont constitués par de la toile légère mais solide, du shirting, par exemple, sans apprêt, tendu sur une armature en bois. Cette armature sera constituée, soit par des tiges de bambou de 1 centimètre de diamètre, soit par des baguettes en sapin de fil, de 9×15 millimètres de section. Les quatre baguettes principales auront $1^{m},10$ de longueur.

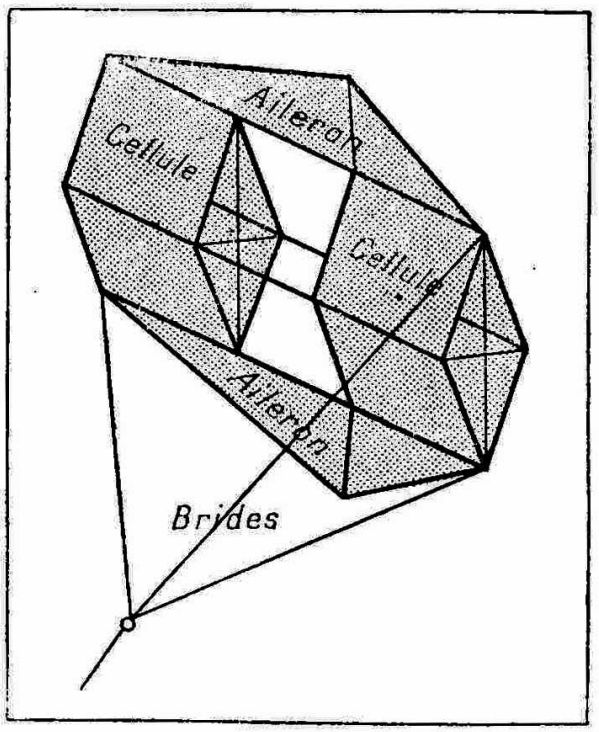


Fig. 41. — *Cerf-volant.*

C'est autour de ces quatre montants que seront fixées, par des coutures, les deux cellules de toile, constituées chacune par une bande de 38 centimètres de largeur et $2^{m},40$ de longueur. La rigidité de cet assemblage sera assurée, à chaque bout des baguettes longitudinales, par quatre baguettes transversales, deux de 1 mètre, deux de 75 cen-

timètres terminées par des crochets ouverts que l'on engagera dans des anneaux de cuivre attachés aux tiges longitudinales. Il sera utile d'y ajouter des tendeurs en croisillons, établis sur les diagonales. En outre, une longue baguette, de $1^{m},80$, passée dans deux anneaux fixés sur deux montants opposés, servira à tendre deux pièces de toile supplémentaires, deux « ailerons triangulaires », dont le plus long côté sera cousu contre les montants près desquels passe la baguette, et l'angle opposé attaché à ladite baguette. Des tendeurs en croisillons pourront être ajoutés, vers le milieu des montants, pour plus de solidité.

Toutes ces pièces étant assemblées par des anneaux et des crochets, le cerf-volant est facile à démonter, et, une fois plié, ne tient pas plus de place qu'un fusil dans son fourreau.

Le cerf-volant sera attaché à la corde ou « ligne » de retenue à l'aide de trois brides dont les longueurs relatives sont importantes à observer, pour la stabilité de l'appareil. La première, attachée à l'une des extrémités, mesurera, par exemple, 85 centimètres ; dans ce cas, les deux autres, attachées aux extrémités opposées, devront avoir 65 centimètres. Ces trois brides aboutissent à une boucle, à laquelle est attachée la corde de retenue.

Celle-ci sera constituée par un fil fouet n° 18 passé à l'huile de lin, enroulé sur un treuil pourvu d'une fourche destinée à le fixer solidement au sol. On peut prévoir une longueur de 500 à 600 mètres.

L'antenne sera un peu plus courte, car elle ne sera pas attachée immédiatement au-dessous du cerf-volant. On conseille généralement d'en fixer le sommet à une centaine de mètres plus bas : c'est autant de perdu pour la captation des ondes, et, si l'on se borne à élever le cerf-volant à 200 ou 300 mètres, un intervalle de 50 à 80 mètres sera suffisant pour la stabilité de l'appareil. Le fil d'antenne sera en bi-métal (acier recouvert de cuivre) de 6/10 de millimètre. Il sera attaché à la ligne de retenue par l'intermédiaire d'un bout de corde portant un isolateur.

Pour lancer le cerf-volant, après avoir solidement assujetti le treuil et relié l'antenne à la terre, comme nous l'expliquerons plus loin, on filera une certaine longueur de corde, d'autant plus longue que le vent sera plus faible. Si la brise est assez forte, on déroulera 30 ou 40 mètres de corde, on portera le cerf-volant dans la direction du vent, jusqu'à ce que la corde soit tendue, puis, le soutenant verticalement, aussi haut que possible, on le lâchera lorsqu'on sentira que le vent l'enlève. Si le vent est faible ou irrégulier, il faudra dérouler d'abord une plus grande longueur de corde, 80 mètres par exemple. Il sera

même parfois nécessaire de courir un peu, en présentant le cerf-volant au vent. Une fois l'appareil soulevé, il monte parfois assez péniblement, jusqu'à une cinquantaine de mètres ; mais, au delà, il est rare qu'il ne rencontre pas quelque courant aérien suffisamment puissant et régulier pour que l'ascension s'achève normalement. On déroulera peu à peu la ligne, par la manœuvre du treuil, jusqu'à ce que le porte-antenne ait atteint la hauteur voulue.

PRÉCAUTION ESSENTIELLE. — Nous avons déjà signalé les précautions qu'exigent les collecteurs aériens, pour éviter les méfaits de l'électricité atmosphérique. Or, si celle-ci est déjà une source possible de danger, quand l'antenne ne dépasse pas la hauteur d'une maison, on concevra la gravité des risques inhérents à l'emploi d'une antenne élevée à plusieurs centaines de mètres, si l'on se rappelle que la différence de potentiel entre le sol et l'atmosphère croît avec l'altitude, à raison de quelque 150 volts par mètre, plus ou moins, suivant diverses circonstances météorologiques.

Non seulement il faudra s'interdire absolument de lancer le cerf-volant par temps orageux, mais, même pendant les journées les plus sereines, on devra tout d'abord s'assurer une bonne prise de terre et y relier *directement* l'antenne, avant de la faire monter. Cette communication immédiate ne sera interrompue que pendant la réception. A cette fin, la caisse contenant les organes du poste portera deux bornes de connexion reliées l'une à l'antenne, l'autre à la prise de terre, et toutes deux à un interrupteur constitué par une lame de laiton élastique, manœuvrée à l'aide d'une poignée isolante (ivoire ou ébonite) et portant sur un plot de contact. Pendant l'audition, la lame sera écartée du plot ; elle y sera ramenée tout de suite après et devra y rester jusqu'à ce que le cerf-volant ait été ramené à terre.

Ces recommandations paraîtront peut-être trop rigoureuses à quelques-uns, puériles à d'autres. Il vaut pourtant mieux pécher par excès de prudence que de s'exposer à un grave accident. Méfions-nous des caprices de l'électricité atmosphérique, et ne jouons pas avec la foudre.

CHAPITRE IX

LES DÉFAUTS DE RÉCEPTION

Troubles provenant de phénomènes naturels. || Défauts d'un poste à galène. || Défauts des postes à lampes.

TROUBLES PROVENANT DE PHÉNOMÈNES NATURELS. — L'un quelconque des postes de réception que nous venons de décrire étant parfaitement construit et réglé, il ne faut pas s'attendre à des auditions uniformément régulières, par n'importe quel temps, à toute heure du jour et de la nuit On l'a déjà remarqué dans la télégraphie sans fil : les ondes de longueur moyenne sont mieux transmises la nuit que le jour, tandis que c'est tout le contraire pour les ondes de très grande longueur. L'audition est aussi influencée par l'état hygrométrique de l'air et du sol ; elle est généralement meilleure après la pluie que par un temps très sec, et cette différence est à rapprocher de celle qui existe entre les transmissions au-dessus des mers et les transmissions au-dessus des continents, les premières étant plus intenses, ou de portée plus étendue, que les secondes. Cependant, ces différences ne sont pas très considérables et n'apportent pas dans la réception des troubles comparables à ceux qui résultent de certaines manifestations de l'électricité atmosphérique ou du magnétisme terrestre.

Qu'un orage éclate même assez loin pour que l'on n'entende aucun tonnerre et que l'on n'aperçoive pas le moindre éclair : aussitôt des bruits parasites se font entendre dans les écouteurs. Les courants telluriques, les perturbations magnétiques provoquées par les taches solaires, occasionnent des troubles analogues et se manifestent par des vibrations sonores, tantôt espacées, par à-coups, tantôt prolongées en bruissements plus ou moins intenses. Ces influences ne se limitent d'ailleurs pas à la T. S. F. ; les transmissions par fil y sont également soumises, et l'appareil le plus rustique, le moins

sujet aux défaillances, le vieux télégraphe Morse lui-même, enregistre parfois des signaux étranges, qui ne proviennent certainement pas du manipulateur.

Nous sommes donc complètement désarmés, devant ces perturbations, dont la cause échappe à notre contrôle : il n'y a qu'à les subir avec résignation et à attendre que le calme se soit rétabli dans la nature, après avoir, toutefois, vérifié que le trouble provient bien d'un phénomène naturel et ne résulte pas, tout simplement, d'un dérèglement de nos appareils, dérèglement dont les causes peuvent être multiples, comme nous allons le voir.

DÉFAUTS D'UN POSTE A GALÈNE. — Dans le poste très simple que représente la figure 1, la recherche des défauts n'est ni longue ni difficile, car les causes de perturbations y sont très peu nombreuses. La principale est le dérèglement du détecteur, et l'on y remédiera aisément, surtout si l'on possède un buzzer, en déplaçant la pointe mobile jusqu'à ce que l'on ait trouvé un point de contact favorable à l'audition. S'il est reconnu que le défaut ne provient pas du détecteur, on le trouvera, le plus souvent, dans une mauvaise connexion. Il faudra vérifier les fils, et surtout leurs points d'attache, s'assurer que les écrous des bornes sont bien serrés. Parfois, une connexion paraît bonne, et pourtant le courant ne passe pas : c'est que le fil conducteur est cassé, tandis que l'isolant est resté en bon état et dissimule la rupture : cet accident se produit surtout avec les conducteurs de très faible diamètre, dont la résistance mécanique est extrêmement limitée. Si donc on veut s'assurer que le fil tient bien sur la dorne, il ne faudra exercer qu'une traction légère. Pour vérifier s'il n'existe aucune solution de continuité dans les conducteurs, le mieux est d'employer une pile et un petit galvanomètre (il en est de très peu coûteux) ou, à défaut, une sonnerie.

Ce petit appareil servira également à vérifier les condensateurs. Ceux-ci ne doivent laisser passer absolument aucun courant, le diélectrique devant réaliser un isolement parfait entre les armatures. Dans les condensateurs à air, un contact accidentel peut facilement se produire, si l'une des lames vient à être faussée, accident qui sera d'autant plus fréquent que les lames seront plus rapprochées. Dans certains condensateurs, les lames mobiles ne sont séparées des lames fixes que par un intervalle de 1/2 millimètre : il faut alors une extrême précision, dans la construction de ces appareils, et le moindre gauchissement détermine un malencontreux contact.

Dans les condensateurs fixes le contact entre les armatures

peut résulter, soit d'un déplacement de la feuille isolante, soit d'une déchirure ou d'une piqûre. Il est rare que le diélectrique soit crevé mécaniquement, puisque le condensateur fixe, ne devant pas être touché, est placé, en bonne règle, derrière un panneau ou dans une boîte ; il ne risque guère, non plus, d'être traversé par une étincelle, s'il est constitué par une lame de mica ; mais, si c'est une simple feuille de papier paraffiné très mince, il n'est pas impossible qu'une surtension accidentelle y détermine un petit trou : c'est la reproduction de l'expérience classique du perce-carte.

Le collecteur d'ondes est facile à vérifier, s'il est constitué par un cadre, dont il suffit d'examiner le fil et les connexions ; mais il n'en est plus de même, quand il y a une antenne et une prise de terre. On recherchera si les fils de l'antenne sont bien isolés du sol; si, depuis l'installation ou la précédente vérification, une branche d'arbre n'a pas poussé jusqu'à venir les toucher, et s'ils sont bien reliés au poste par un bon contact. La prise de terre peut aussi occasionner des mécomptes : très soigneusement établie et excellente au début, elle devient parfois défectueuse, à la suite d'une longue période de sécheresse.

Vérifier aussi la self d'antenne, s'assurer du bon contact des curseurs, de leur élasticité ; nettoyer, au besoin, le chemin des curseurs, en frottant à la toile d'émeri très fine les parties dénudées de la bobine.

L'écouteur lui-même est sujet à caution ; ses conducteurs souples extérieurs sont constitués par deux faisceaux de fils de cuivre fins ; s'ils se coupent, en totalité ou en partie, le courant se trouvera arrêté complètement ou ne passera plus que très affaibli. Il arrive aussi que la membrane cesse de vibrer et se colle contre l'aimant. On dévissera alors le boîtier, on retournera la membrane, et on la replacera, sens dessus dessous, en intercalant, au besoin, une mince rondelle de papier.

DÉFAUTS DES POSTES A LAMPES. — Ici, les causes possibles d'un fonctionnement défectueux. ou même d'une interruption complète de l'audition, sont très diverses et souvent bien difficiles à découvrir. Cependant, l'amateur qui a construit lui-même son poste et sait, par conséquent, de quelle façon sont établies toutes les connexions, en retrouvera beaucoup plus aisément les défauts que celui qui utilise un appareil dont le fabricant ne l'a pas initié à tous les détails du montage.

Les causes de troubles indiquées dans le paragraphe précédent, se retrouvent toutes, ici, à l'exception, bien entendu, de celles qui proviennent du détecteur, et elles sont plus nombreuses et plus ardues à

démêler, parce que l'installation est beaucoup plus complexe et comporte des conducteurs qui se croisent et des bobines à enroulements superposés. Les transformateurs, notamment, donneront parfois « du fil à retordre », c'est bien le cas de le dire, car, lorsqu'on constate un isolement imparfait, il n'y a pas d'autre remède que de refaire les bobinages.

Le sens des connexions a son importance, dans les bobines d'accord, et surtout dans les lampes. D'abord, il est bien évident que les plaques doivent être reliées au pôle positif de la batterie de charge, et non au pôle négatif ; mais le sens du courant de chauffage n'est lui-même pas indifférent : le pôle commun doit être au négatif de la batterie de plaque et au positif de la batterie de chauffage.

Dans le cas d'une double série d'amplifications, en haute et en basse fréquence, le courant de chauffage doit être plus intense pour la haute fréquence. Souvent, la faiblesse de l'audition provient d'un chauffage insuffisant, résultant d'un fléchissement de la force électromotrice. On vérifiera la tension de la batterie de chauffage, qui doit être, normalement de 4 volts, et ne jamais descendre au-dessous de $3^{v},8$.

On vérifiera aussi la tension de la batterie de charge ; cependant, pour celle-ci, il y a un peu plus de latitude, et une différence de quelques volts n'altère pas sensiblement la réception, surtout si l'on diminue un peu l'intensité du courant de chauffage, celui-ci devant être proportionné à la charge de la plaque.

D'autres troubles peuvent provenir d'une des batteries, à haute ou à basse tension : connexions relâchées, conducteurs oxydés, plaques de plomb déformées, court-circuit, sulfatation de l'électrolyte. Si le voltmètre indique une tension notablement inférieure à celle que devrait fournir une charge normale, il faudra examiner un à un tous les éléments.

On s'assurera que les lames de contact portent bien sur les plots et que les surfaces en contact sont nettes, sans oxydation ni taches grasses.

Des sons parasites peuvent résulter du contact d'un organe métallique du poste avec un conducteur étranger, et même avec le corps de l'opérateur, contact qui fait intervenir une « capacité », un véritable condensateur dont l'influence n'est point négligeable. On évitera ce défaut par un isolement parfait de l'installation. C'est pourquoi il est utile de poser les deux batteries sur des supports de porcelaine ou de bois paraffiné. Pour la même raison, les parties métalliques des écouteurs ne doivent pas être tenues à la main ; il vaut mieux écouter, le casque en tête, les pavillons en ébonite appliqués contre les oreilles.

Les bobines des récepteurs peuvent, à la longue, être détériorées par le courant de plaque, si elles sont directement intercalées dans le circuit. C'est pour éviter cet accident, ainsi que l'altération du magnétisme des noyaux, que certains schémas de montage prévoient un transformateur spécial, dont le primaire est branché dans le circuit de plaque, et le secondaire relié aux écouteurs. Malheureusement, comme nous l'avons dit, ce dispositif a l'inconvénient de diminuer assez sensiblement l'intensité de l'audition, et l'on trouvera généralement plus avantageux de s'en passer ; mais alors il faudra surveiller les écouteurs, intercaler un interrupteur qui supprimera toute communication en dehors des séances d'audition, et intervertir de temps à autre les connexions.

Des perturbations résultent aussi d'une altération des résistances en graphite, en raison du peu de cohésion de la poudre dont elles sont formées. Cette altération du frottis conducteur se traduit par un sifflement qui dénature les sons et rend l'audition très défectueuse, sinon impossible. On vérifiera donc, au milliampèremètre, si la conductibilité n'a pas varié, et, si l'on constate un changement notable, on n'hésitera pas à refaire la résistance endommagée.

CHAPITRE X

L'ÉMISSION RADIOTÉLÉPHONIQUE

Conditions légales. || *Générateur d'ondes.* || *Montage d'un poste d'émission.*

CONDITIONS LÉGALES. — Ce n'est que très exceptionnellement que l'amateur aura à installer un poste d'émission téléphonique sans fil. Jusqu'à ces derniers temps, même, il lui était formellement interdit de le faire, l'administration des Postes et Télégraphes s'étant réservé le monopole exclusif de toute sorte de messages télégraphiques ou téléphoniques, par fil ou sans fil, sans aucune exception. Cette rigoureuse interdiction a été quelque peu atténuée par l'arrêté du 2 juin 1920, l'article 44 de la loi de finances du 31 juillet 1920 et l'arrêté du 18 juin 1921. Désormais, l'Administration accorde l'autorisation d'installer des postes radiotéléphoniques entre deux points dont la distance n'excède pas 50 kilomètres, moyennant une redevance annuelle de 45 francs par kilomètre. La longueur d'onde utilisée doit être de 200 mètres au plus, et la puissance maximum dans l'antenne 100 watts, à moins de justifier de motifs particuliers pour dépasser ces limites.

Malgré ces restrictions, et les formalités à accomplir pour obtenir l'autorisation, beaucoup de particuliers auraient intérêt à installer des postes privés, pour correspondre directement de leur domicile à leur bureau, ou d'un magasin à une usine, sans passer par l'intermédiaire d'un central téléphonique plus ou moins empressé à donner les communications... si les postes autorisés étaient libres de transmettre ce que leurs occupants jugent à propos de se dire. Hélas ! Il n'en est rien. Par une invraisemblable contradiction, l'Administration qui autorise, sur demande motivée et moyennant finances, l'établissement de postes d'émission radiotéléphonique, défend de s'en servir pratiquement et

ne les tolère que pour des études théoriques. C'est ce qui résulte de l'article 5 de l'arrêté du 18 juin 1921 :

« Les postes concédés ne peuvent être utilisés que pour des recherches scientifiques ou des essais d'appareils ; ils ne peuvent servir, en aucun cas, à transmettre des correspondances ayant un caractère personnel et actuel, même dans l'intérêt particulier du seul concessionnaire. »

Pourtant, à la réflexion, si absurde que paraisse d'abord ce texte, il se justifie par la nature même des transmissions sans fil, telles qu'on les pratique actuellement. Tant que l'émission est limitée à quelques grands postes, il est facile de distinguer leurs messages respectifs, soit en fixant d'avance l'heure à laquelle ils sont envoyés, soit en employant des ondes de longueurs très différentes, faciles à isoler les unes des autres par le réglage des appareils d'accord. Il n'en serait plus du tout de même, si plusieurs postes privés échangeaient simultanément des signaux télégraphiques ou des paroles ; car il ne serait pas possible d'isoler telle ou telle onde, trop peu différente des autres ondes. Cette confusion s'aggraverait, à mesure que se multiplieraient les interlocuteurs, et l'on en arriverait vite à ne plus entendre, dans les récepteurs, que le brouhaha, le bruit de voix confus et tumultueux que l'on perçoit dans une réunion publique où tout le monde parle à la fois. Si vous passez devant la Bourse, à l'heure la plus animée, essayez de comprendre ce qui se dit sous le péristyle : ces vociférations inintelligibles vous donneront une idée de ce que deviendraient bientôt les communications téléphoniques sans fil, si elles n'étaient strictement réglementées. Il se peut que les électriciens découvrent, plus tard, des moyens plus parfaits de syntonisation ; mais, dans l'état présent, il vaut mieux que la radiotéléphonie privée demeure limitée à des postes d'études.

Quoi qu'il en soit, il pourra être très intéressant pour l'amateur d'installer, soit en ville, soit à la campagne, un poste d'émission, d'y transmettre des conversations ou de la musique, et de s'initier ainsi plus complètement à la téléphonie sans fil. C'est pourquoi nous allons décrire les éléments d'un petit poste d'émission et la manière de les monter.

GÉNÉRATEUR D'ONDES. — La transmission sans fil des vibrations sonores s'effectue à l'aide d'ondes électro-magnétiques régulièrement espacées et se succédant assez rapidement pour que l'écouteur ne fasse rien entendre, tant qu'aucun son n'est émis devant le transmetteur. La série des vibrations perçues par l'oreille humaine étant comprise entre 30 et

40 000 par seconde, la fréquence des ondes utilisées en radiophonie doit être supérieure à 40 000, sous peine d'altérer les sons transmis. Si cette condition est satisfaite, l'écouteur ne vibrera que par l'effet des modulations que le microphone aura fait subir aux ondes silencieuses et fonctionnera, par conséquent, de la même manière qu'un récepteur de téléphonie par fil, avec cette différence que les sons, la musique, la parole elle-même seront reproduits avec une pureté bien supérieure, pourvu que les appareils aient été bien réglés.

La difficulté était de produire des courants alternatifs à 40 000 périodes par seconde. Une première solution avait été fournie par l'emploi d'arcs électriques, combinés avec des condensateurs. L'installation était compliquée, dispendieuse, et la régularité de son fonctionnement laissait beaucoup à désirer. Aussi l'a-t-on abandonnée, lorsqu'il est devenu possible de construire des alternateurs produisant directement les courants de haute fréquence requis. C'est là la solution qui, de prime abord, semble la plus logique ; ce n'est pourtant pas celle qui est le plus généralement adoptée aujourd'hui ; ce n'est surtout pas celle que nous devons conseiller à l'amateur, car l'alternateur à haute fréquence est une machine coûteuse, qui doit être mise en mouvement par un moteur et qu'il faut surveiller attentivement, en raison de sa très grande vitesse de rotation.

Le générateur le plus pratique, et qui d'ailleurs est utilisé même dans les grands postes d'émission, comme celui de la tour Eiffel, n'est autre que la lampe à trois électrodes, qui nous a déjà servi à détecter et à amplifier les ondes hertziennes, dans les postes de réception. Cette lampe, en effet, possède la merveilleuse propriété d'émettre des oscillations entretenues, lorsqu'on fait réagir, par un couplage électro-magnétique, le circuit filament-grille sur le circuit filament-plaque. A cette fin, divers montages ont été combinés ; mais tous se ramènent, en principe, à une induction de spires intercalées dans le circuit de la grille sur d'autres spires intercalées dans le circuit de la plaque. Les oscillations électriques engendrées de la sorte sont d'une constance tout à fait remarquable.

MONTAGE D'UN POSTE D'ÉMISSION. — La figure 42 montre la disposition la plus simple que nous ayons pu trouver pour le montage d'un poste d'émission de faible puissance, — le seul qu'il nous soit permis d'installer. Cette simplicité n'exclut d'ailleurs pas la sûreté et la régularité des transmissions.

L'antenne et la prise de terre sont absolument indispensables; car, si la réception peut se faire

sur cadre, il n'en est pas de même pour l'émission. On se conformera donc, pour la construction et l'établissement de ces organes essentiels, à ce que nous en avons dit au chapitre II. La portée des transmissions est, sans doute, proportionnée à la puissance mise en jeu, mais elle dépend aussi des dimensions de l'antenne. Celle-ci devra donc être d'autant plus

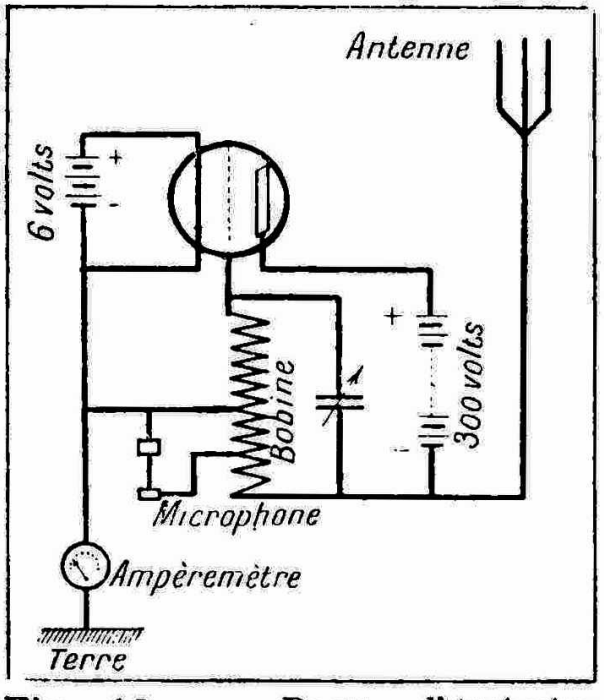


Fig. 42. — *Poste d'émission radiotéléphonique.*

développée, d'autant plus longue ou comporter un nombre de fils d'autant plus grands, que l'on sera plus éloigné du poste ou des postes récepteurs.

Le courant de chauffage du filament est plus intense que pour la réception : il faut, ici, une batterie de 5 à 6 volts. Pour simplifier le schéma, nous n'y avons pas fait figurer le rhéostat de chauffage ; celui-ci est néanmoins indispensable pour le réglage de l'émission. Quant au circuit de plaque, nous devons lui fournir une force électromotrice de 200 volts au moins, et il est même préférable de la porter à 300 volts. On se servira d'éléments analogues à ceux qui servent à la réception, et, si l'on dispose de deux ou trois batteries, on les réunira en tension, de manière à obtenir le voltage requis.

La grille est reliée à l'antenne à travers une bobine shuntée par un condensateur variable de 2 à 3 millièmes de microfarad. La construction du condensateur a déjà été expliquée ; mais la bobine offre une disposition toute particulière.

Cette bobine est constituée par une cinquantaine de spires de fil de cuivre de 6/10, isolé à la soie ou au coton, enroulée sur un cylindre de bois ou de carton de 12 centimètres environ de diamètre. Ce rouleau aura été préalablement verni à la gomme laque. Quand cet enduit a parfaitement séché et durci, on peut commencer l'enroulement du fil. Lorsqu'on en a enroulé la moitié, soit 25 spires, on en dénude 2 ou 3 millimètres, on le racle au canif pour être sûr de bien mettre le métal à découvert, et l'on y fixe, par une ligature très serrée, un fil de cuivre qui sera relié au microphone, à la prise de terre et au pôle négatif de la batterie de chauffage, comme l'indique le

schéma (fig. 42) ; on reprend ensuite l'enroulement, que l'on interrompt encore, après une dizaine de nouvelles spires, pour dénuder encore le fil, comme précédemment, et y attacher un second conducteur, qui sera relié seulement au microphone, de façon que celui-ci soit shunté par une dizaine de spires. On achève alors le bobinage, et on le vernit à la gomme laque.

Le microphone n'a rien de particulier : on peut employer le modèle à granule ordinaire du commerce ; on peut aussi construire un microphone à contacts multiples, constitué par deux plaquettes de charbon creusées de cupules entre lesquelles ballottent des crayons de charbon taillés en pointes. Plaquettes et crayons seront facilement fabriqués avec des charbons provenant de piles hors d'usage, que l'on aura soin de laver à l'eau chaude et de brosser vivement pour les débarrasser de toutes les impuretés qu'y a accumulées la polarisation. Les plaquettes seront fixées sur une mince planchette de sapin, bien sec et sans nœuds, de 1 millimètre d'épaisseur au maximum, et de 7 à 8 centimètres de côté, soigneusement vernie à la gomme laque.

L'intensité de l'émission est réglée par le jeu du condensateur et du rhéostat de chauffage. Elle est mesurée par l'ampèremètre intercalé dans le circuit de la prise de terre. Il ne faut pas employer à cet effet un instrument électromagnétique, constitué par une bobine mobile dans le champ d'un aimant, car il s'agit ici de contrôler des courants alternatifs de haute fréquence, et nous ne pouvons le faire qu'avec un ampèremètre *thermique*, dont l'organe essentiel est un fil que le passage du courant échauffe et dont les dilatations commandent les déplacements de l'aiguille.

La puissance ainsi mise en jeu est d'environ 10 watts, si l'on emploie une lampe ordinaire, du modèle habituellement appliqué aux amplificateurs de réception. Si l'on veut disposer d'une puissance supérieure, il suffit de grouper plusieurs lampes en parallèle, c'est-à-dire en réunissant respectivement toutes les grilles au même fil, toutes les plaques à un autre fil commun, et en chauffant les filaments par des dérivations de la même batterie, dont la capacité devra, bien entendu, être proportionnée au débit qui lui sera demandé.

Au lieu de réunir plusieurs petites lampes, ce qui complique l'installation, il sera généralement préférable d'utiliser des lampes plus puissantes : le modèle de 50 watts, à plaque renforcée, convient bien aux postes d'amateurs. Les grandes stations de T. S. F. disposent d'appareils encore plus robustes, 250 watts par exemple, et l'on a même construit des modèles de 1 kilowatt et plus ; mais de telles puissances d'émission

sont interdites à l'amateur.

Le poste que nous venons de décrire suffira à tous ses besoins, en faisant varier le nombre ou la puissance des lampes. La construction en est simple, le fonctionnement assuré, et il offre, de plus, l'avantage de servir indifféremment, par une très légère modification, soit à l'émission téléphonique, soit à l'émission télégraphique. En effet, si l'on désire transmettre, non plus des paroles ou de la musique, mais des signaux télégraphiques suivant le code Morse, il suffit de remplacer le microphone par un manipulateur, une « clé de Morse » (fig. 43), que l'on construira sans peine au moyen d'une lame de laiton élastique munie d'un bouton de bois et d'un clou à tête de cuivre arrondie servant de plot de contact. On pourra, du reste, placer à côté l'un de l'autre le microphone et le manipulateur, et les relier tour à tour aux autres organes, à l'aide d'un commutateur à deux directions, suivant que l'on désirera faire de la téléphonie ou de la télégraphie.

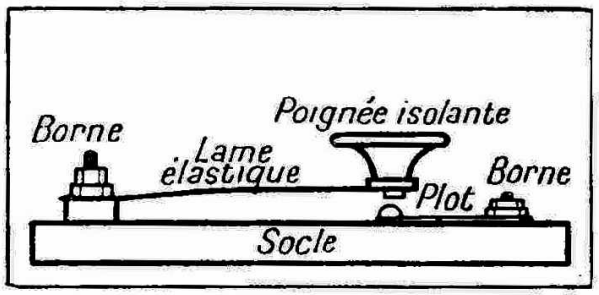


Fig. 43. — *Clé de Morse.*

CHAPITRE XI

DÉTAILS PRATIQUES DE CONSTRUCTION

Postes d'essais et postes définitifs. || *L'outillage.* || *Les matières premières.* || *L'exécution. Ébénisterie.* || *Travail de l'ébonite.* || *Travail des métaux.* || *Formation d'une batterie d'accumulateurs.*

POSTES D'ESSAIS ET POSTES DÉFINITIFS. — Dans les chapitres précédents, nous avons donné plusieurs schémas de montage, montrant le lien des divers organes et leur disposition théorique. Nous y avons ajouté quelques indications sur la fabrication de certaines pièces essentielles : condensateurs, bobines d'accord, transformateurs, résistances, etc. Ces données sont suffisantes pour réaliser complètement un poste d'essai, dont les éléments constitutifs pourront être, indifféremment, groupés sur une table ou sur un mur, où ils seront fixés sommairement. Cette disposition convient assez à des expériences, car elle permet d'avoir sous les yeux tous les organes, de les vérifier constamment, de les démonter rapidement, de les modifier et d'étudier de nouvelles combinaisons.

Mais, lorsque après différents essais, on aura trouvé la combinaison la plus favorable à l'audition ou à l'émission radiotéléphonique, il sera préférable

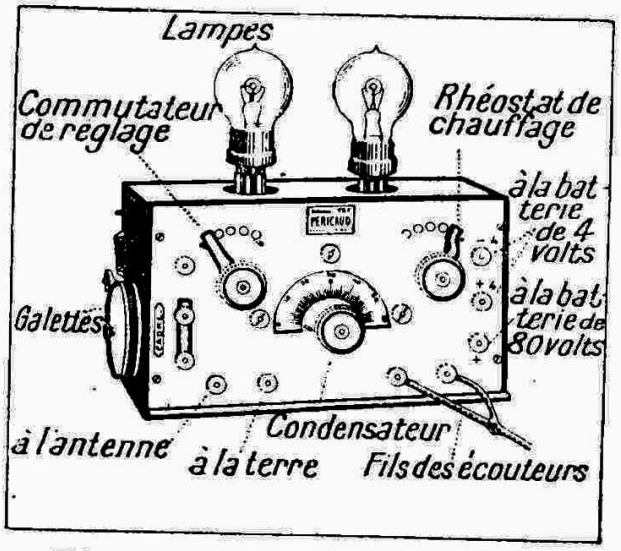


Fig. 44. — *Poste de réception*

d'effectuer le montage définitif dans un meuble (fig. 44) contenant les divers organes du poste, à l'exception des lampes qu'il vaut mieux laisser à l'exté-

rieur, afin d'éviter un échauffement excessif. Ce meuble n'aura pas seulement l'avantage de protéger les condensateurs variables contre les poussières et les bobines contre l'humidité ; en dissimulant les fils qui se croisent dans tous les sens, les résistances en graphite empâtées dans la paraffine, les condensateurs fixes et les transformateurs dont l'apparence est quelque peu rustique, il donne au poste un aspect plus attrayant et, moyennant un petit travail supplémentaire et sans difficulté, en fait un véritable meuble qui ne déparera ni un cabinet de travail ni un salon. Du reste, la plupart des personnes qui auront l'occasion de le voir et d'y écouter des concerts apprécieront beaucoup plus le talent de l'ébéniste que l'ingéniosité du monteur électricien. Il ne faut donc rien négliger, pour donner à notre ouvrage tout le fini qui achèvera de le mettre en valeur.

L'OUTILLAGE. — Outre l'outillage habituel du monteur électricien (pince ronde, pince plate, pince coupante, tournevis, drille, etc.), il pourrait être avantageux de disposer d'une filière pour confectionner soi-même des vis de cuivre, et même d'un tour pour faciliter les bobinages ou le polissage de l'ébonite ; néanmoins, ces deux outils ne sont nullement indispensables, surtout le dernier, qui serait beaucoup plus onéreux que l'achat d'un poste complet.

Pour le travail du bois, on aura les outils habituels du menuisier : scie à débiter, scie à chantourner, varlope, bouvet, trusquin, maillet, ciseaux, goujes, etc. En outre, une scie à métaux sera nécessaire, non seulement pour le découpage des pièces de cuivre, mais aussi pour l'ébonite. L'aluminium, le zinc en feuilles, le plomb, se découpent facilement avec des ciseaux. Un étau à main sera très utile pour façonner certaines pièces. A défaut d'établi de menuisier, il sera bon d'avoir aussi un étau se fixant sur une table.

Un assortiment de limes est nécessaire : limes plates, demi-rondes, tiers-points, fines ou râpes, facilement interchangeables sur le même manche.

Pour les percements, un vilebrequin, simple ou à engrenages (chignole), auquel s'adapteront des mèches de différentes grosseurs et une fraise pour l'évasement des trous destinés à recevoir les vis à tête plate. Un équarrissoir permettra d'agrandir les trous qui seraient trop petits et pour lesquels on ne posséderait point de mèches exactement du calibre voulu. Un poinçon emmanché servira, soit à percer de petits trous dans des lames métalliques minces, soit à marquer sur le bois la place des trous à percer à la vrille ou au foret.

Les écrous peuvent être serrés à l'aide d'une pince plate ; néanmoins, il est infiniment plus

commode de se servir d'une petite clé spéciale.

LES MATIÈRES PREMIÈRES. — La plus importante, du moins sous le rapport des quantités à employer, c'est le bois, et l'amateur a le choix entre toutes les essences en usage dans l'ébénisterie. Cependant, si nous tenons au bel aspect du coffre contenant notre poste, nous donnerons la préférence au noyer ou à l'acajou, susceptibles d'acquérir un poli magnifique. Le chêne, plus difficile à travailler, ne serait pas à conseiller à un amateur débutant dans l'art du menuisier.

Autant que possible, il faut choisir un bois bien sec, assez vieux pour n'être plus sujet à se déformer. Cette qualité serait peut-être assez difficile à trouver chez un marchand de bois, et il vaut mieux s'y prendre autrement. Certains marchands de bric-à-brac se procurent de vieux lits en noyer, dont ils détachent les panneaux, qu'ils revendent à des peintres. Ceux-ci recherchent beaucoup ces bois anciens, qui ne risquent plus de se gondoler, car ils ont fini de travailler depuis longtemps. Nous ferons donc comme les peintres, et nous fabriquerons notre meuble avec des bois sur lesquels les divers organes du poste ne risqueront pas de se déplacer.

Les lampes, les condensateurs, les résistances en graphite doivent être montés sur ébonite, meilleur isolant que le bois. On s'en procurera donc des plateaux, après avoir bien calculé les dimensions nécessaires, car c'est une matière assez chère. On pourrait, sans doute, la remplacer par la fibre comprimée ou par le marbre ; mais la première se déforme, à la longue, sous l'influence de la chaleur et de l'humidité, et le second est difficile à travailler, surtout pour le percement des trous, les inégalités de structure représentées par les veines faisant fréquemment dévier l'outil. Néanmoins, l'amateur assez adroit pour vaincre ces petites difficultés d'exécution pourra avantageusement employer le marbre et aura ainsi un meuble superbe, surtout s'il sait bien assortir les couleurs des veines de la pierre avec celles de l'ébénisterie.

Les autres matériaux sont ceux que nous avons déjà eu l'occasion de désigner, à mesure que nous décrivions les différents organes des postes : vis de cuivre, bornes, plots de contact, lames souples de commutateurs, fils de connexion. Il est bon d'adopter un seul type, de vis à écrous, le même diamètre et le même pas pour toutes, de façon que toutes les rondelles et tous les écrous s'adaptent à toutes les vis, ce qui évite toute recherche, toute perte de temps, et permet, en outre, de n'avoir qu'une seule clé pour le serrage de tous les écrous.

L'EXÉCUTION. ÉBÉNISTERIE. — En possession de tous nos matériaux, nous commencerons par débiter les planches qui entrent dans la construction du meuble. Autant que possible, on se sera procuré des panneaux assez larges pour éviter les assemblages à plat, bord à bord. Cette condition n'est pas bien difficile à réaliser ; à défaut, il faudra réunir deux planches, dont les bords à joindre auront été façonnés l'un en saillie et l'autre en rainure s'ajustant exactement. A cet effet, ces bords seront travaillés au bouvet. Les menuisiers ont un double jeu de bouvets, mâles et femelles ; mais il existe aussi, à l'usage des ébénistes amateurs, des rabots simplifiés servant tour à tour de mâle et de femelle, par le simple déplacement d'un guide. Ainsi préparés, les deux bords seront enduits d'un peu de colle forte passée à chaud et maintenus solidement par un serre-joint jusqu'à parfaite dessiccation.

Ayant scié aux dimensions voulues les cinq panneaux de bois (le sixième panneau sera une plaque d'ébonite ou de marbre), on égalise au rabot les coupes destinées à l'assemblage en équerre. Évidemment, il serait préférable d'effectuer l'assemblage en queue d'aronde, beaucoup plus solide, mais il est d'une exécution délicate et exige une certaine pratique de la menuiserie. Nous ne pouvons donc guère le conseiller à un ébéniste improvisé, tandis que l'assemblage simple à angles droits ne demande qu'un peu d'attention.

Les bords à assembler seront percés de petits trous destinés à recevoir des vis à bois. Il faudra toujours poser le foret sur la face extérieure du panneau, et ne jamais commencer un trou par le côté opposé. Il arrive souvent, en effet, qu'au moment où la mèche achève de traverser le bois, celui-ci éclate plus ou moins, c'est-à-dire qu'il s'en détache une petite lanière ; ce défaut n'a aucune importance, lorsqu'il se produit sur la face interne, qui restera cachée, mais il importe de l'éviter sur la face extérieure, et c'est pourquoi la perforation doit s'exécuter en commençant par le côté du panneau qui sera apparent. L'entrée sera, en outre, légèrement évasée à la fraise, de façon que les vis à têtes plates puissent être enfoncées complètement.

D'autres trous devront être percés, soit pour le passage des fils, soit pour le montage des divers organes. A cet effet, on aura dessiné, sur une feuille de papier, un plan détaillé du poste ; on y pointera l'emplacement exact des vis ou des traversées de fils, et, ce plan étant posé sur le panneau correspondant, on marquera au poinçon les trous à pratiquer dans le bois.

Les panneaux ainsi préparés seront assemblés, maintenus par des vis de cuivre à tête plate

et par des liteaux intérieurs, à coupe carrée ou triangulaire, qui pourront être collés ou retenus par des vis.

Si l'assemblage est défectueux, il ne faudrait pas chercher à le masquer par des cornières en cuivre ; l'aspect en serait peut-être agréable ; mais, en raison des courants alternatifs qui circulent dans le poste, nous devons éviter les pièces métalliques dont la présence risquerait d'occasionner quelquephénomène d'induction inopportun. Il vaudra mieux dissimuler le joint manqué au moyen de moulures en bois, que l'on se procurera aisément toutes faites, ou que l'on fabriquera soi-même, si l'on a un rabot *ad hoc*, muni de lames à l'aide desquelles s'obtiennent des profils très variés. Ces moulures seront retenues par de petites vis de cuivre ou simplement collées.

Des moulures plus épaisses, appliquées à la base du coffre, achèveront de lui donner un aspect de belle ébénisterie.

Quant au panneau antérieur, il sera constitué par la plaque de marbre ou d'ébonite dont nous avons parlé. Cette plaque portera les boutons des commutateurs des bobines d'accord, du rhéostat de chauffage, des condensateurs, ainsi que les bornes de connexions, comme le montre la figure 44. Elle devra être fixée sur la boîte à l'aide de fortes vis de cuivre pénétrant dans les liteaux intérieurs qui renforcent l'assemblage ; mais elle ne sera mise en place qu'après le vernissage.

Si notre ouvrage est fait de vieux panneaux provenant de meubles déjà vernis, il ne sera pas nécessaire de poncer (sauf sur les tranches sciées) avant le vernissage, et celui-ci pourra même être remplacé par un polissage à l'encaustique (cire fondue dans l'essence de térébenthine) ou toute autre préparation vendue par les droguistes pour l'entretien des meubles. Mais, si nous avons affaire à du bois neuf, la beauté du vernis dépendra en grande partie du soin que nous aurons apporté au ponçage préalable.

Ce travail préparatoire consiste à polir le bois, d'abord avec du papier de verre ou de la toile d'émeri demi-fins, puis avec des numéros de plus en plus fins, jusqu'à ce que la surface soit parfaitement unie. On peut aussi se servir de tampons enduits de poudre de pierre ponce, comme l'indique du reste le nom donné à cette opération. Le ponçage n'offre aucune difficulté et n'exige que de la patience, car il faut le prolonger de manière que la surface ne présente plus la moindre aspérité, et que l'on sente, au toucher, une finesse et une douceur parfaites.

La composition des vernis à meubles a fait l'objet d'une foule de recettes. La suivante convient bien à la plupart des bois :

Alcool à 95°	1 000 c.c.
Sandaraque	200 gr
Gomme laque en écailles.	60 —
Colophane	125 —
Térébenthine de Venise.	125 —
Verre pilé	150 —

Le verre pilé ne sert qu'à faciliter la dissolution des résines, en s'interposant entre leurs grains, qui tendent à s'agglomérer et à réduire les surfaces en contact avec le dissolvant. On peut le remplacer par du gros sable bien lavé. Après macération suffisante, activée par l'agitation fréquente du flacon, on décante la partie liquide, et l'on filtre.

Si le meuble est en bois blanc, on peut employer un vernis plus simple :

Alcool à 95°	1 000 c.c.
Gomme laque blanche récemment préparée.	100 gr.

Pour l'acajou, on emploiera de préférence :

Alcool à 95°	1 000 c.c.
Gomme laque brune	100 gr.
Santal rouge	70 —

Ces vernis sont ordinairement appliqués au moyen d'un tampon entouré de toile fine. Le tampon, maintenu constamment imbibé, est promené successivement sur toutes les parties de la surface sur laquelle on opère, par un mouvement circulaire de la main, d'une façon égale, pendant tout le temps nécessaire pour obtenir un brillant parfaitement uniforme. Toutefois, le vernissage au tampon n'est possible que sur les panneaux tout unis, sans corniches ni moulures, car la moindre saillie empêche le tampon d'adhérer partout. On peut, il est vrai, vernir au pinceau, qui pénètre dans les rainures, mais cette méthode est loin de réaliser la finesse du vernissage au tampon. Il vaut donc mieux si l'on tient au bel aspect de l'ébénisterie, vernir les panneaux avant l'application des moulures, celles-ci étant d'ailleurs vernies de même, séparément, en les montant provisoirement sur des cales en bois fixées contre un établi, afin de faciliter leur ponçage et l'application du vernis au tampon.

Remarquons que, même verni, le bois n'est pas suffisamment isolant pour les courants de haute fréquence venus de l'antenne ou du cadre collecteur. Les bornes ou plots par lesquels doivent passer ces courants ne seront donc pas directement vissés sur le bois, mais montés sur une bague ou une plaquette d'ébonite. C'est, du reste, pour le même motif que les douilles des lampes sont portées par une tablette d'ébonite fixée sur le panneau supérieur.

TRAVAIL DE L'ÉBONITE. — Autant que possible, on se procurera des tablettes d'ébo-

nite aux dimensions voulues. S'il faut débiter une plaque, on la sciera à l'aide de la scie à métaux, que l'on manœuvrera bien régulierement et sans pousser trop fort, surtout vers la fin, sous peine d'éclatement. On se méfiera des derniers traits de scie, qui risquent de gâter tout le travail. Pour éviter une rupture de travers, il est bon d'assujettir la plaque d'ébonite sur une planchette de bois mince, qui lui sert de support et que l'on scie en même-temps. La même précaution devra être prise pour percer des trous : il ne faut jamais percer l'ébonite dans le vide, mais poser la plaque sur un bloc de bois assez dur, et n'exercer sur le porte-foret qu'une traction modérée, surtout vers la fin. Si le trou doit être assez large. on commencera par en percer un petit, à la drille, et cet avant-trou servira ensuite de guide pour la mèche qui produira l'ouverture définitive.

Les bords de la plaque seront dressés d'équerre ou arrondis, d'abord à l'aide de grosses râpes, puis avec des limes de plus en plus fines, et achevés à la toile d'émeri.

Quant au polissage de l'ébonite, il n'est guère praticable que si l'on possède un tour, car il exige de grandes vitesses. On l'effectue à l'aide de tampons imbibés d'huile de paraffine et trempés dans la chaux de Vienne (carbonate de chaux pulvérisé). Le procédé est simple, mais très long, et il demande beaucoup de patience. Le polissage n'est d'ailleurs nullement indispensable, et l'ébonite mate, telle qu'on la trouve dans le commerce, suffit parfaitement.

Si l'ébonite est cassante à froid, elle est très plastique à chaud, et l'on pourra profiter de cette propriété pour la façonner, la cintrer ou la redresser, la mouler, etc. Il suffit pour cela de la tremper quelques minutes dans l'eau bouillante et de la travailler avant qu'elle soit refroidie.

TRAVAIL DES MÉTAUX. — Les feuilles minces de cuivre, de zinc ou d'aluminium seront découpées à la cisaille ou même avec des oiseaux ordinaires. Le plomb est coupé de même, ou avec un couteau, mais il est bon de mouiller d'abord l'instrument tranchant. Le cuivre en plaques épaisses sera débité avec la scie à métaux et façonné à la lime, la pièce étant serrée dans l'étau entre deux plaques de plomb, afin d'éviter qu'elle garde l'empreinte des mors.

Les connexions intérieures seront effectuées à l'aide de fils de cuivre ou de bronze ; le bronze dit téléphonique, de 2 millimètres de diamètre, conviendra dans la plupart des cas. Le fil isolé au coton ou à la soie et le fil émaillé suffisent pour les courants à basse tension ; mais, pour la haute tension, si l'on ne veut pas acheter un fil spécial, il faudra enfermer le fil ordi-

naire dans un petit tuyau de caoutchouc.

Les soudures devront toujours être faites à la résine, jamais à l'acide.

Les commutateurs sont constitués par une lame de laiton flexible, mobile sur un axe de connexion, de façon à pouvoir être amenée sur différents plots de contact. On devra munir cette lame d'un bouton fait d'une matière non conductrice (bois verni, ivoire, ébonite, etc.), par lequel on la manœuvrera. Il faut que la manœuvre soit un peu dure, afin d'assurer un bon contact. La figure 45 montre une façon bien simple de réaliser ces conditions. La lame élastique est recourbée, traversée deux fois par la vis qui lui sert d'axe, et un écrou, maintenu par un contre-écrou, permet de régler le serrage.

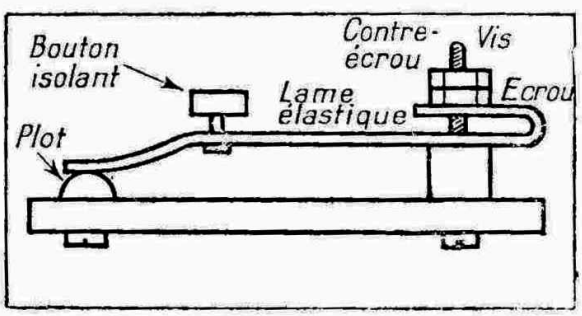


Fig. 45. — *Manette de commutateur.*

Les pièces de cuivre ou de laiton des appareils de physique ont un très bel aspect doré, qui leur a été donné bien simplement par immersion dans un vernis spécial. Nous pourrons faire de même pour les pièces de cuivre apparentes à l'extérieur de notre meuble ou de notre cadre : bornes, lames de commutateurs, douilles des lampes, etc.

Voici une excellente formule de *vernis or :*

Alcool à 95°.....	600 c.c.
Gomme laque en grains pulvérisée.....	90 gr.
Copal.....	30 —
Sangdragon.....	1 —
Santal rouge.....	1 —
Verre pilé ou sable lavé.	10 —

Le verre et le sable ne servent qu'à activer la dissolution, en s'interposant entre les fragments de gomme laque et de copal. Après suffisante macération, décanter et filtrer.

Pour vernir les pièces de cuivre ou de laiton, on les fait d'abord chauffer légèrement, puis on les trempe dans le vernis, à plusieurs reprises, s'il le faut. Les objets ainsi traités conservent longtemps leur bel aspect doré et se nettoient très bien.

Toutefois, il importe de remarquer que, si mince que soit la couche de vernis ainsi déposée, elle risque de créer une résistance nuisible aux connexions, les résines étant des isolants. On aura donc soin de gratter le vernis, aux points de contact, qui d'ailleurs sont généralement dissimulés, derrière la lame d'un commutateur, ou sous les écrous des bornes ou à l'intérieur des

douilles de lampes. Il n'y a d'exception que pour les plots de contact.

FORMATION D'UNE BATTERIE D'ACCUMULATEURS. — Nous avons déjà fait brièvement allusion (chapitre III), à la possibilité de construire une batterie d'accumulateurs pour l'alimentation du circuit de plaque des lampes. Il est nécessaire de fournir quelques renseignements pratiques sur la construction et la mise en fonctionnement de cette batterie.

En raison de la très faible capacité requise, les éléments, en nombre de 40 pour les postes récepteurs et de 150 pour les postes transmetteurs, seront de très petites dimensions. Les vases en seront constitués, par exemple, soit par des flacons à large goulot de 8 à 10 centimètres de hauteur, soit par des stubs à essais de 2 à 3 centimètres de diamètre. La partie superieure devra être paraffinée, sur une hauteur de 1 à 2 centimètres, afin d'éviter la formation de cristaux grimpants qui déborderaient les vases et occasionneraient des coulées d'acide. L'opération est très simple : on fait fondre de la paraffine dans une petite casserole, on la laisse un peu refroidir, et l'on y plonge un instant chacun des vases, l'ouverture en bas.

Les électrodes seront contituées par de petites lames de plomb, que l'on recourbera en U, de façon que chacune d'elles forme la cathode d'un élément et l'anode de l'élément suivant, comme le montre la figure 46. Seules, les deux plaques extrêmes, constituant les pôles de la batterie, seront plus courtes et porteront une borne de connexion.

L'électrolyte, le liquide que doivent contenir les vases, sera préparé en mélangeant 1 volume d'acide sulfurique pur et 5 à

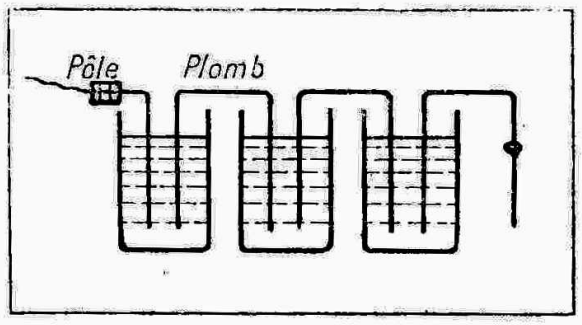


Fig. 46. — *Accumulateurs.*

6 volumes d'eau, ce qui correspond à une densité de 1,15 environ. L'acide ordinaire du commerce ne convient pas pour cet usage, en raison des impuretés qu'il contient. Le mélange sera effectué lentement, en versant l'acide dans l'eau, par petites quantités, afin d'éviter un trop fort échauffement.

Avant d'être placées dans les vases, les lames de plomb seront décapées dans :

Eau	100 c.c.
Acide sulfurique	10 —
Acide nitrique	5 —

Après quelques minutes d'immersion dans ce bain, elles

seront rincées et mises en place.

La batterie sera enfermée dans une caisse en bois paraffiné, pas trop près des autres organes du poste, qui risqueraient d'être altérés par les émanations acides. Les fils de connexion seront très soigneusement isolés.

Nous avons indiqué, au chapitre III, comment devait être chargée la batterie, suivant que l'on disposait de courants alternatifs ou d'un courant continu. Il importe d'ajouter ici qu'une batterie toute neuve, telle que nous venons de la construire, ne saurait fournir un bon rendement à la suite d'une charge unique. Les électrodes doivent d'abord être « formées ». On chargera d'abord longuement la batterie, mais on remarquera néanmoins qu'elle se décharge trop rapidement. Ce défaut s'atténue, à mesure que la surface des plaques se couvre d'oxydes et devient spongieuse. La capacité s'accroît ainsi peu à peu, et, à la suite de charges et de décharges assez nombreuses, devient suffisante pour alimenter le circuit de plaque des lampes pendant plusieurs semaines.

Pendant la charge, le liquide prend un aspect laiteux, dû au dégagement de petites bulles de gaz qui viennent crever à la surface et projettent de minuscules gouttelettes ; il peut en résulter des dégâts, que l'on évitera en coiffant les éléments de toile paraffiné. L'état de la charge se mesure ordinairement au voltmètre, comme nous avons indiqué. Une autre méthode, plus rapide, consiste à plonger un densimètre dans le liquide : quand un élément est complètement chargé, de la densité s'élève à 1/22 ; elle retombe à 1/15, quand il est épuisé.

Si la batterie est enfermée dans une caisse, l'évaporation sera très lente ; néanmoins, quand le niveau du liquide aura sensiblement baissé, il faudra y ajouter seulement de l'eau pure, jamais d'acide.

Les éléments seront vérifiés un à un, assez fréquemment, et ceux qui présenteront un vice quelconque devront être aussitôt réparés. S'ils doivent rester quelque temps sans fonctionner, il ne faut pas les vider, mais charger la batterie à saturation et l'abandonner à circuit ouvert. Il sera bon de donner une petite charge de temps en temps, tous les quinze jours par exemple, jusqu'à ce que le liquide devienne laiteux. Ce traitement entretiendra très longtemps la batterie en bon état.

CHAPITRE XII

LA TÉLÉGRAPHIE DANS LES POSTES TÉLÉPHONIQUES

De la téléphonie à la télégraphie. || Alphabet Morse. Organes particuliers à la télégraphie.

DE LA TÉLÉPHONIE A LA TÉLÉGRAPHIE. — La plupart des amateurs de téléphonie sans fil achètent ou construisent leur poste dans l'intention bien arrêtée de s'en tenir à l'audition des concerts et des nouvelles transmises dans le langage articulé. La télégraphie, dont les signaux sont constitués par des bruissements intermittents, les rebute d'abord, parce qu'il leur semble extrêmement difficile d'apprendre à déchiffrer ces hiéroglyphes phonétiques. Cependant, à la longue, l'usage même de la téléphonie, l'essai des appareils, les obligeant fréquemment à entendre ces vibrations monotones, qui toutes ont leur signification et dont quelques-unes apportent des renseignements fort intéressants, ils en arrivent peu à peu a désirer comprendre le sens de ce langage mystérieux. Ainsi, tel qui n'aurait jamais été tenté, jadis, d'acheter des appareils de télégraphie sans fil, se trouvera amené, par la pratique du téléphone, à entreprendre un apprentissage qui lui aurait répugné s'il n'avait été mis en goût par l'audition de la parole et de la musique. Il le fera d'autant plus volontiers que ses appareils d'émission et de réception se prêtent également bien à la téléphonie et à la télégraphie, sauf certains modes de montage qui exigeront un petit accessoire.

ALPHABET MORSE. — La première chose à faire, pour passer de la téléphonie à la télégraphie, est d'apprendre l'alphabet Morse, dans lequel chaque lettre, chaque chiffre, chaque signe de ponctuation est représenté par une combinaison de points et de traits. Dans la télégraphie par fil, le récepteur Morse imprime bien réelle-

ment, sur une bande de papier, ces points et ces traits, que le télégraphiste traduit aussitôt en caractères ordinaires ; mais, dans la réception au son, il faut faire intervenir une nouvelle convention : le point sera représenté par un bruissement bref, le trait par un bruissement trois fois plus long.

Dès lors, l'apprentissage du télégraphiste sans fil doit comprendre deux phases : 1° apprendre l'alphabet Morse ; 2° s'exercer à déchiffrer les bruissements de l'écouteur en les traduisant par des points et des traits, lesquels sont ensuite traduits en lettres et autres signes. On voit par là que le télégraphiste suffisamment entraîné effectue simultanément deux opérations mentales : en entendant les vibrations sonores coupées de silences, il se représente les points et les traits auxquels elles correspondent, et, immédiatement, il voit de quelle lettre il s'agit. A la longue, d'ailleurs, ces opérations se confondent inconsciemment, et, sans le moindre effort, l'opérateur qui écoute un télégramme le comprend immédiatement, aussi clairement que s'il s'agissait d'une réception téléphonique.

Avant d'en arriver là, on devra écouter les messages, le casque en tête et la plume à la main. A mesure que l'on entendra les bruissements, on inscrira, sur une feuille de papier, les points et les traits que représentent les sons brefs ou longs qui se font entendre dans les récepteurs.

L'audition terminée, on pourra traduire, tout à loisir, toutes ces combinaisons de points, de traits et d'intervalles, par les lettres, les chiffres et les signes de ponctuation qu'ils signifient, en consultant le tableau suivant :

ALPHABET MORSE

LETTRES

a	·—	k	—·—
ä	·—·—	l	·—··
à ou â	·——·—	m	——
b	—···	n	—·
c	—·—·	ñ	——·——
ch	————	o	———
d	—··	ö	———·
e	·	p	·——·
é ou è	··—··	q	——·—
f	··—·	r	·—··
g	——·	s	···
h	····	t	—
i	··	u	··—
j	·———	ü	··——

v — — —
w — — —
x — — — —
y — — — —
z — — — —

CHIFFRES

1 — — — — —
2 — — — — —
3 — — — — —
4 — — — —
5 — — — — —
6 — — — — —
7 — — — — —
8 — — — — —
9 — — — — —
0 (1) — — — — —

Barre de fraction — — — —

SIGNE DE PONCTUATION ET AUTRES

Point. . . . . (.) — — — — — —
Point et virgule. . . . . (;) — — — — — —
Virgule. . . . . (,) — — — — — —
Deux points. . . . . (:) — — — — — —
Point d'interrogation ou demande de répétition d'une transmission non comprise. . . . . (?) — — — — — —
Point d'exclamation. . . . . (!) — — — — — —
Apostrophe . . . . . (') — — — — — —
Trait d'union . . . . . (-) — — — — —
Guillemets. . . . . (« ») — — — — — —
Parenthèse. . . . . ( ) — — — — — —
Souligné (avant ou après le ou les mots ou le membre de phrase) . . . . — — — — — —
Appel (préliminaire de transmission). . — — — — —
Double trait (séparant les diverses parties d'un télégramme). . . (=) — — — — —

INDICATIONS DE SERVICE

Télégramme d'État . . . . . — — —
— de service . . . . — —
— privé urgent. . . . . — —
— privé ordinaire. . . . . — — —
Compris. . . . . — — —
Erreur. . . . . — — — — — — — —
Fin de transmission. . . . . — — — —
Invitation à transmettre . . . . . — — —
Attente . . . . . — — —
Fin de travail. . . . . — — — — —

(1) En France, le zéro est plus généralement représenté par un seul trait, deux fois plus long que les traits ordinaires.

ORGANES PARTICULIERS A LA TÉLÉGRAPHIE. — Les postes téléphoniques établis suivant les montages indiqués par les figures 18 et 27 peuvent également servir à la télégraphie, sans aucune modification, car ils sont également aptes à recevoir les ondes amorties et les ondes entretenues. Il n'en est pas de même des postes à galène, qui ne fonctionnent, en principe, que sur ondes amorties. Il est vrai que les vibrations téléphoniques sont bien entendues, quoique transmises par ondes entretenues, mais celles-ci sont modulées par les variations de résistance du microphone, et ce sont en réalité ces variations qui déterminent les vibrations sonores de l'écouteur, tandis que les ondes elles-mêmes produisent des vibrations trop rapides pour impressionner notre organe d'audition. Cette modulation des ondes n'existe pas en télégraphie : le transmetteur ou clé de Morse (fig. 43) ne produit pas des variations d'intensité ; c'est un interrupteur qui ferme le circuit plus ou moins longtemps, suivant qu'il s'agit de transmettre un trait ou un point. Dès lors, on entend bien, dans l'écouteur, des bruits secs annonçant la coupure ou la fermeture du circuit, mais on ne distingue pas celle-ci de celle-là, et l'on ne sait plus, en définitive, si l'espace entre deux bruits représente un trait, un point ou l'intervalle entre deux signaux.

Cet inconvénient n'existe pas dans la transmission par ondes amorties, la succession rapide des « trains d'ondes » se traduisant par des bruissements brefs ou longs qui représentent bien des points et des traits ; mais la tendance actuelle est aux transmissions par ondes entretenues, de fréquence trop élevée pour être directement perceptibles à l'oreille humaine.

Heureusement, il existe des moyens de tourner la difficulté. Les ondes entretenues actuellement usitées en télégraphie déterminent, dans le circuit de réception, des courants induits de fréquence supérieure à la limite de perception des vibrations sonores, mais la membrane du téléphone n'en vibre pas moins ; elle vibre même trop vite et c'est pourquoi nous ne l'entendons pas. Cependant, pour entendre un son, il suffit d'intercaler dans le circuit un organe qui interrompe périodiquement les courants induits, de manière à lancer dans le téléphone des trains d'onde, dont la fréquence ne dépasse pas les limites de l'audition.

Cet organe auxiliaire a reçu le nom de *ticker* (du verbe anglais *to tick*, faire entendre) ; il a été réalisé de différentes manières, qui se réduisent en définitive à deux systèmes : l'interruption mécanique et l'interruption électrique. Le ticker mécanique est essentiellement constitué par une roue dentée mise en rotation rapide par un

mouvement d'horlogerie. L'axe en est relié à une borne de connexion ; une autre borne est en relation avec une lame élastique dont l'extrémité libre, légèrement recourbée, porte sur les dents de la roue. Cet appareil étant intercalé dans le circuit de l'antenne ou du cadre, à mesure que la roue tourne, le circuit est alternativement fermé et ouvert, suivant que la lame élastique est en contact avec une dent ou n'en touche aucune. Il est facile de régler la vitesse du mouvement, de façon que ces alternances correspondent, dans le téléphone, à des vibrations sonores. Bien entendu, celles-ci ne sauraient se produire qu'aux moments où le collecteur reçoit des ondes électriques. Nous entendrons donc seulement des sons intermittents, brefs ou longs, reproduisant les signaux transmis.

Les tickers que l'on trouve chez les marchands ne sont pas bien chers — une trentaine de francs ; — mais il est facile d'en improviser un, soit avec un vieux réveil-matin, soit même avec un phonographe à disques, ceux-ci étant remplacés par une rondelle métallique sur les bords de laquelle on aura taillé des dentelures.

Quant au ticker électrique, il est basé sur le principe du « trembleur » des sonneries ; mais la lame mobile en est beaucoup plus courte, afin de se déplacer beaucoup plus rapidement, de façon que ses vibrations constituent un son. Les amateurs qui possèdent une petite bobine de Ruhmkorff, dont l'interrupteur émet ainsi des ondes sonores, comprendront tout de suite le fonctionnement du ticker électrique. Nous ne le citons d'ailleurs que pour mémoire, sans en conseiller l'emploi, car il ne rend que de très médiocres services.

Quel que soit le ticker employé, il faudra éviter que les sons ou bruits directement produits par son fonctionnement viennent troubler la réception. Ce qu'il s'agit d'entendre, en effet, ce n'est pas le ticker lui-même, mais les vibrations déterminées dans la membrane du récepteur par les courants induits intermittents. A cet effet, on posera le ticker sur un épais matelas de feutre, ou bien on le suspendra par des lanières de caoutchouc. Une solution encore préférable consiste à l'enfermer dans un coffret capitonné, qui offre le double avantage d'étouffer plus complètement les vibrations bruyantes et de préserver le mécanisme de la poussière.

Un autre moyen, beaucoup plus parfait, de recevoir toutes les ondes télégraphiques nous est fourni par la lampe à trois électrodes. Celle-ci peut être associée au détecteur à galène ; mais, si l'on se rappelle que nous n'avons recommandé ce mode de réception qu'en raison de son extrême simplicité, on comprendra que nous ne vou-

drions pas y ajouter toutes les complications d'un poste à lampes, pour une application accessoire.

Quant aux postes radiotéléphoniques à lampes, ils reçoivent aussi bien les ondes amorties et les ondes entretenues, à la condition que le montage en soit *autodyne*. Sans entrer à ce sujet dans des explications qui ne sauraient trouver place dans ce manuel pratique, bornons-nous à dire que les montages indiqués par les figures 18 et 27 satisfont aux conditions requises.

Le montage de la figure 31 exigerait l'adjonction d'un *hétérodyne*. Celui-ci est constitué par une lampe dont la plaque est reliée à une bobine rapprochée des bobines de réception, Oudin ou Tesla. Il se produit alors par induction des ondes d'interférences, des battements qui se traduisent, dans le récepteur, par des vibrations sonores. Dans l'appareil Roussel (fig. 34), la bobine de réaction est montée sur le petit cadre intérieur, dont le circuit est mis en série avec celui des plaques d'une ou deux lampes. En faisant tourner ce cadre, on règle le couplage de la réaction avec le secondaire.

TABLE DES GRAVURES

Fig.

1. — Poste récepteur à courte distance..... 7
2. — Orientation du cadre.... 8
3. — Condensateur variable à lames tournantes..... 9
4. — Pièces détachées de condensateur variable..... 10
5. — Condensateur à tiroirs... 11
6. — Condensateurs en parallèle 12
7. — Détecteur à galène..... 13
8. — Écouteurs et casque téléphonique 14
9. — Réception sur antenne... 18
10. — Isolateurs..... 19
11. — Antenne trifilaire..... 20
12. — Bobine de self..... 22
13. — Lampes à trois électrodes. Forme réelle et schéma conventionnel..... 24
14. — Connexions des lampes. 27
15. — Transformateur et soupape électrolytique..... 28
16. — Courant alternatif transformé en courant continu par 4 soupapes électrolytiques.. 29
17. — Transformateur à double secondaire 30
18. — Poste à une lampe..... 32
19. — Cadre à enroulements concentriques 33
20. — Bobines à enroulements réactifs 34
21. — Construction d'une bobine « fond-de-panier ».. 35
22. — Couplage de bobines en galettes... 36
23. — Condensateur variable. 36

Fig.

24. — Petit condensateur et shunt de 1 mégohm..... 37
25. — Rhéostat de chauffage. 39
26. — Pièces de commutateur 39
27. — Poste de réception à quatre lampes..... 41
28. — Connexions des lampes. 42
29. — Table de liaison..... 43
30. — Cadre à enroulements fractionnés, sur pied à pivot. 45
31. — Amplification en haute et basse fréquence..... 47
32. — Transformateur à circuit magnétique fermé..... 49
33. — Bobines d'accord..... 50
34. — Montage en Tesla, sur cadres tournants (système J. Roussel)..... 51
35. — Bobine à enroulements fractionnés et commutateur. 53
36. — Pavillon haut-parleur. 56
37. — Principe du « Diffusor ». 57
38. — Haut-parleur électronique 59
39. — Cadre à charnières..... 62
40. — Antennes en V sur trois arbres... 63
41. — Cerf-volant..... 64
42. — Poste d'émission radiotéléphonique 75
43. — Clé de Morse..... 77
44. — Poste de réception.... 78
45. — Manette de commutateur... 85
46. — Accumulateurs... .. 86

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE 5

CHAPITRE PREMIER

LA RÉCEPTION A COURTE DISTANCE

Simplicité de l'installation. — Cadre. — Condensateur. — Détecteur. — Écouteurs. — Montage du poste de réception. — Essai et réglage du poste..... 7

CHAPITRE II

LA RÉCEPTION SUR ANTENNE

Disposition générale. — Antenne. — Prise de terre. — Bobine de self. — Condensateurs, etc. — Réglage des appareils 18

CHAPITRE III

LES LAMPES A TROIS ÉLECTRODES

Détecteurs et amplificateurs électroniques. — Électrodes et connexions. — Sources d'électricité..... 25

CHAPITRE IV

POSTE A UNE LAMPE

Disposition générale. — Cadre. — Transformateur à enroulements réactifs. — Bobines en « galettes » ou « fonds de paniers ». — Condensateurs. — Résistance en graphite. — Rhéostat de chauffage..... 32

CHAPITRE V

POSTE A QUATRE LAMPES

Disposition générale. — Montage des lampes. — Table de liaison. — Écouteurs. — Cadre..... 41

CHAPITRE VI

LA RÉCEPTION A GRANDE DISTANCE

Amplification en haute et en basse fréquence. — Poste à six lampes. — Transformateurs de liaison. — Bobines d'accord 47

Numérisé en Mars 2025 par F1CJL 400dpi

CHAPITRE VII

LES HAUT-PARLEURS

Utilité et inconvénients. — Écouteurs spéciaux. — Pavillons renforçateurs. — Haut-parleur microtéléphonique. — Haut-parleurs à réaction électro-magnétique. — Haut-parleurs électroniques 54

CHAPITRE VIII

LES POSTES TRANSPORTABLES

Conditions générales. — Poste à lampes. — Poste à galène. — Cadre. — Antenne improvisée. — Prise de terre. — Cerf-volant porte-antenne. — Précaution essentielle. 60

CHAPITRE IX

LES DÉFAUTS DE RÉCEPTION

Troubles provenant de phénomènes naturels. — Défauts d'un poste à galène. — Défauts des postes à lampes..... 67

CHAPITRE X

L'ÉMISSION RADIOTÉLÉPHONIQUE

Conditions légales. — Générateur d'ondes. — Montage d'un poste d'émission..... 72

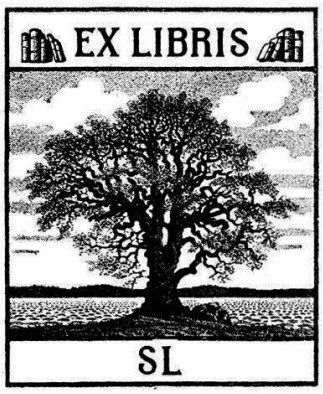
CHAPITRE XI

DÉTAILS PRATIQUES DE CONSTRUCTION

Postes d'essais et postes définitifs. — L'outillage. — Les matières premières. — L'exécution. Ébénisterie. — Travail de l'ébonite. — Travail des métaux. — Formation d'une batterie d'accumulateurs..... 78

CHAPITRE XII

LA TÉLÉGRAPHIE DANS LES POSTES TÉLÉPHONIQUES

De la téléphonie à la télégraphie. — Alphabet Morse. — Organes particuliers à la télégraphie..... 88

IMPRIMERIE CRÉTÉ
CORBEIL (S.-et-O.)