Initiation à la TSF / Baudry de Saunier

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Baudry de Saunier, Louis (1865-1938). Auteur du texte. Initiation à la TSF / Baudry de Saunier. 1923.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

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

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

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

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

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

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

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

8°V
43388

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE
R.F.
IMPRIMÉS

COLLECTION BAUDRY DE SAUNIER

BAUDRY DE SAUNIER

Initiation à la T. S. F.

EXPLICATION, COMPRÉHENSIBLE POUR TOUT LE MONDE, DES PHÉNOMÈNES QUI SE PASSENT DANS L'ÉMISSION ET LA RÉCEPTION DE LA TÉLÉGRAPHIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SANS FIL

EST-CE UN NOUVEAU MYSTÈRE ? — LES ONDES D'UNE PIÈCE D'EAU EXPLIQUENT LES GRANDS PRINCIPES DE LA T. S. F. — L'ÉTHER ET SES PROPRIÉTÉS. — LES EXPÉRIENCES DE FARADAY, DE HERTZ, DE BRANLY, DE MARCONI. — LES DÉTECTEURS. — LA GALÈNE. — LA LAMPE DÉTECTRICE, ÉMETTRICE, AMPLIFICATRICE. — COMMENT SE FAIT UNE ÉMISSION. — COMMENT SE FAIT UNE RÉCEPTION. — LES APPLICATIONS INNOMBRABLES DE LA T. S. F. — L'HEURE ET LES NAVIGATEURS. - LA RADIOGONIOMÉTRIE.- LA TÉLÉMÉCANIQUE. — CE QU'ON PEUT ATTENDRE DE LA T. S. F. — CONSTRUCTION FACILE ET PEU COUTEUSE DE PETITS POSTES

10e mille. Prix : **8** francs.

ERNEST FLAMMARION, ÉDITEUR

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE
R.F.
IMPRIMÉS

Initiation à la T. S. F.

8° V
43388

COLLECTION BAUDRY DE SAUNIER

OUVRAGES DÉJA PARUS

BAUDRY DE SAUNIER. — *L'Art de bien conduire une automobile.*
— *Le Canon de 75.*
— *Les Recettes du Chauffeur* (2 vol.)
— *Sa Majesté l'Alcool.*
— *Comment Paris a été détruit par l'aviation allemande à Pâques* 1924.
ANDRÉE BEAUJARD. — *Faites votre Pâtisserie vous-même.*
— *Faites votre Confiserie vous-même.*
HENRI BONNAMAUX. — *La Menuiserie pratique* (2 vol.)
MAURICE PEFFERKORN. — *Le Football Association.*
JACQUES DEDET. — *Le Football Rugby.*
MARIA DURVILLE. — *La petite Médecine chez soi.*
— *La petite Chirurgie chez soi.*
LUCIEN JOUENNE. — *Pendant vos vacances, pêchez au bord de la mer.*
CARLO TOCHÉ. — *L'Électricité moderne* (3 vol.).

PARAITRONT INCESSAMMENT

BAUDRY DE SAUNIER. — *Principes fondamentaux de la T. S. F.*
— *Initiation à l'automobile.*
— *L'Électricité à bord des automobiles.*
— *Principes et Finesses du réglage des magnétos.*
JANE ARGER. — *L'Initiation à l'Art du Chant.*
PIERRE MAILLARD. — *La Réparation des Automobiles.*

LA COLLECTION BAUDRY DE SAUNIER TRAITE DE TOUT POUR TOUS. — SUIVRE CHEZ LES LIBRAIRES, DE MOIS EN MOIS, LA PARUTION DES NOUVEAUX OUVRAGES DE CETTE COLLECTION.

COLLECTION BAUDRY DE SAUNIER

BAUDRY DE SAUNIER

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE R.F. IMPRIMÉS

DÉPOT LÉGAL Seine n° 1218 1923

Initiation à la T.S.F.



PARIS
ERNEST FLAMMARION, ÉDITEUR
26, Rue Racine, 26

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction réservés pour tous les pays.

Copyright by BAUDRY DE SAUNIER, 1923.

NOTA

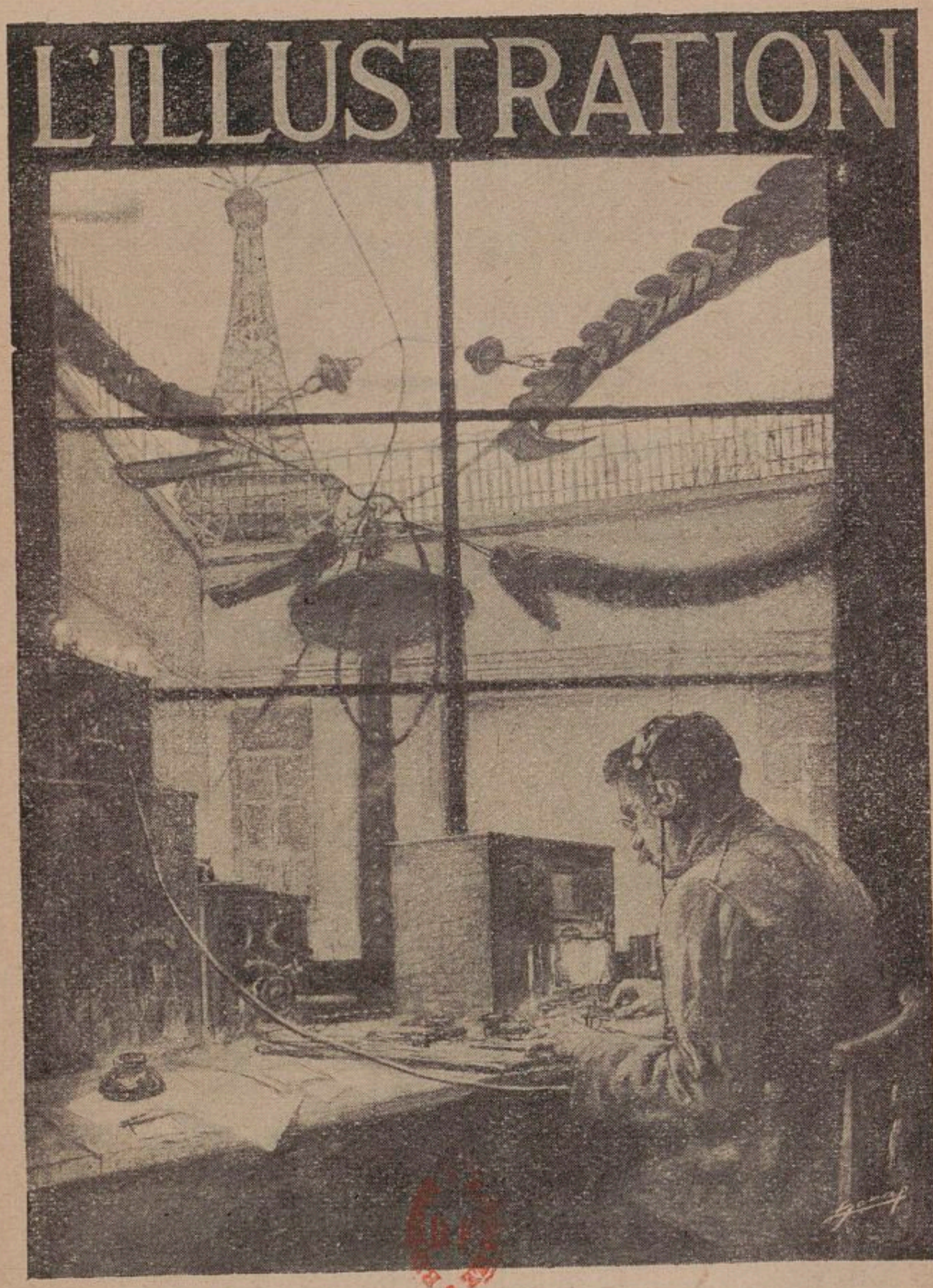
Le présent ouvrage a paru pour la première fois, le 3 mars 1923, dans la mieux documentée des revues mondiales, « L'Illustration ».

La page de couverture de cette livraison, reproduite ci-contre, montrait un opérateur de la Tour Eiffel actionnant un manipulateur pour donner l'heure. Il annonce l'arrivée imminente du *top* (lancé directement dans l'antenne par l'observatoire de Paris) qui correspond, par exemple, a 10 h. 45 rigoureux.

L'opérateur porte le casque ; il se reçoit lui-même. Ainsi peut-il controler son émission, en vérifier la tonalité, savoir si un dérangement ne s'est pas produit dans la nappe de l'antenne (brin rompu et tombé sur le sol ou sur un brin voisin, défaut dans une chaine d'isolateurs, etc.).

Derrière le vitrage on voit monter vers le ciel, du milieu d'une courette, la *sortie de poste*, soutenue en tous sens par d'énormes chaines d'isolateurs en porcelaine, aux formes bizarres ; elle va rejoindre la nappe de l'antenne tendue entre le sommet de la Tour et les pylones répartis dans le Champ de Mars.

Un imprudent qui pénétrerait dans la courette et s'approcherait de la sortie de poste, surtout par temps pluvieux puisque alors la conductibilité serait meilleure, aurait bien des chances de se mettre en court-circuit entre terre et antenne et d'être foudroyé. Le poste a étincelles de la tour a une puissance de 100 kilowatts, avec une tension de 30 a 40.000 volts. (Voir p. 55.)



REPRODUCTION DE LA COUVERTURE DU NUMÉRO DE *L'Illustration* DU 3 MARS 1923.

(Voir ci-contre la légende, et page 123.)

LE COMPLÉMENT AU PRÉSENT OUVRAGE EST

Principes Fondamentaux de la T. S. F.

expliqués à tout le monde

(*même auteur, même collection.*)

Droits de traduction et de reproduction réservés
pour tous les pays.
Copyright 1923.
by BAUDRY DE SAUNIER.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE
R.F.
IMPRIMÉS

INTRODUCTION

LE NOUVEAU MIRACLE

Les phénomènes de Sans-fil, auxquels s'accroche aujourd'hui avec tant d'enthousiasme l'engouement populaire, semblent à presque tout le monde constituer le spectacle décidément le plus extravagant auquel un homme âgé d'une cinquantaine d'années ait jamais pu assister.

Et cependant cet homme, toute sa vie, a été par la science gavé sans arrêt de merveilles nouvelles. Il a passé toute sa vie à crier au miracle !

Il a vu dans la photographie la lumière, en un centième de seconde parfois, dessiner sur une pellicule des portraits plus fidèles, des paysages plus fouillés, et avec toutes leurs couleurs, qu'aucun artiste n'en a jamais pu réaliser par de longues semaines de labeur ; il a vu ces portraits et ces paysages prendre dans la cinématographie le mouvement même qui anime la nature.

Il a appris tout à coup par l'électricité à s'éclairer sans flamme, à chauffer sans feu ses fours ; à transmettre par le téléphone, sur deux fils de cuivre, sa

parole ; à transformer les chutes d'eau en milliers de chevaux qui tirent les tramways et les trains.

Il s'est mis, avec la bicyclette, sur deux cerceaux, à courir plus vite et plus longtemps qu'aucun animal. Sous ses yeux, les voitures ont commencé à rouler toutes seules sur les routes ; bien qu'elles pèsent souvent plus de 2.000 kilos, certaines laissent à peine trace de leur passage sur la neige fraîche et le sable mouvant où, lui, qui n'en pèse que 70, enfonce jusqu'à la ceinture. Les diligences volent à 1.800 mètres d'altitude, beaucoup plus haut et plus vite que les oiseaux.

Le monde des infiniment petits s'est grand ouvert à l'homme depuis que Pasteur en a forgé la clé ; on sait aujourd'hui imposer du travail à un microbe, comme à un bœuf ; on lui ordonne de faire de la végétation, du pain, du vin, de l'alcool, du cuir, du fromage, etc., selon la formule qui nous plaît ; on sait mettre la muselière aux bactéries féroces.

La féerie étincelle tout le temps depuis cinquante ans, et de tous les côtés !

Vraiment, dans cette liste, si incomplète encore, des miracles dont le demi-siècle dernier a été le principal témoin, quel phénomène est inférieur à la Sans-fil pour la stupéfaction qu'il a d'abord donnée à notre esprit? Mais ce phénomène est devenu peu à peu notre familier. Quelques années plus tard, nous avons jugé la vie impossible sans lui.

Miracles se transforment vite en banalités. Ils ne nous paraissent *extraordinaires* que pendant le temps qu'il leur faut pour devenir *ordinaires*.

La Sans-fil est donc pour nous tous « le miracle qui vient ». Et c'est en effet une très grande révolution de plus qui s'amorce actuellement. Dès maintenant, où que vous soyez, sur la terre, sur l'eau ou dans l'air, on peut, d'un point quelconque, vous envoyer à travers l'espace, sans le moindre fil de liaison, un signal, une phrase, un discours, voire un concert. C'est plus ou moins facile et coûteux, selon les cas évidemment ; mais c'est presque toujours possible. Les améliorations de l'avenir atténueront les difficultés et les prix : la possibilité du fait n'en est pas moins d'ores et déjà acquise.

Pour essayer de comprendre les phénomènes qui se passent là, nous devons commencer par acquérir ce qu'on pourrait appeler *l'état d'âme* nécessaire à cette compréhension, et placer notre discussion dans une région mentale assez élevée. D'un sommet on embrasse mieux les phénomènes et leurs liens, comme les méandres des fleuves et des routes qui unissent entre elles les bourgades.

❀ ❀

SOYONS HUMBLES

Nous allons être mis en présence de faits que nos sens ne peuvent absolument pas admettre. Notre premier devoir est de nous bien persuader de l'inaptitude radicale du mécanisme humain à mesurer les phénomènes de la vie. Non que je veuille faire un prône sur l'humilité nécessaire à mes frères et à moi-même,

mais parce que, si nous abdiquions sincèrement et définitivement tout orgueil, nous ne serions plus portés à juger invraisemblable un phénomène pour le simple motif que notre système nerveux ne l'enregistre pas.

Par exemple, lorsque nous allons nous trouver en présence mentale d'ondes qu'une pauvre petite étincelle lance à la vitesse de 300.000 *kilomètres à la seconde* et parmi *la terre entière*, nous qui sommes habitués à taxer de « vitesse folle » le rampement d'une automobile à 150 *kilomètres à l'heure*, nos sens vont malgré nous se révolter.

Probablement nous penserons : « Après tout, qui prouve ce fait, cette vitesse?... Comment l'accepter? »

La réponse à ce doute est péremptoire : c'est la connaissance précise de cette vitesse (celle de la lumière) qui a permis aux astronomes de mesurer les distances des corps célestes entre eux, leurs volumes, les allures de leurs déplacements dans l'espace et, par exemple, d'établir souvent plus de cent ans d'avance qu'à tels jour, heure, minute et seconde, commencera tel phénomène céleste ; — la dernière éclipse totale de soleil, visible à Paris, ayant eu lieu en 1724, d'annoncer que la prochaine n'aura lieu qu'en 2026.

Il y a deux ans, le 8 avril, *au moment précis annoncé*, à 11 heures 3 minutes 28 secondes, une éclipse partielle se produisit, visible à Paris. Le plus sceptique des hommes admettra, je pense, que les astronomes ont donné ainsi, une fois de plus, la preuve de la certitude de leurs chiffres, car il semble qu'il leur

soit assez difficile de s'entendre avec le Grand Mécanicien de la nature pour établir, à l'intention du public, « un chiqué »...

Donc, si ahurissants que paraissent à notre entendement grossier les phénomènes dont je vais parler, faisons-en toujours juge non pas notre système nerveux, mais notre raison.

Notre raison d'ailleurs, quelque démesurée que soit l'estime où nous la tenions, ne saurait pas, en matière de T. S. F., nous mener plus loin qu'elle n'a pouvoir de le faire en n'importe quelle question.

Quand nous disons : « Quels mystères que ces ondes ! »... « Ah ! Saura-t-on jamais ? », nous oublions que le même soupir conviendrait avec autant d'à-propos à n'importe quel phénomène, énorme ou minuscule, dont nous sommes témoins ou jouets. On ne sait et on ne saura jamais, à tout jamais, ni pourquoi un courant oscillant, déterminé par une bobine et un condensateur, ébranle l'éther, ni pourquoi l'attaque d'un métal par un liquide dans une pile provoque tout le long d'un câble sous-marin le déplacement d'une force qu'on mesure, qu'on dirige et qui actionne des appareils à signaux ; pas plus d'ailleurs qu'on ne sait et ne saura jamais pourquoi pousse et se développe un chou; pourquoi une pomme qui se détache de l'arbre tombe sur le sol; etc.

Contentons-nous d'essayer de constater exactement les faits, et de prétendre les enchaîner logiquement. Les *effets* sont notre lot, où nous patau-

geons à l'envi. Mais la connaissance des *causes* demeure interdite à l'esprit humain. Il nous faut courber la tête et nous résigner à ne commenter que des apparences.

Ces observations un peu longues n'ont pour objet que de nous donner à tous la tenue mentale, la très humble robe de bure, qu'il convient de revêtir lorsqu'on veut circuler dans le domaine des ondes.

LE DOMAINE DES ONDES Ce domaine n'est pas nouveau pour nous. Aucun ne nous est plus familier. Mais nous vivons en lui, nous vivons même par lui, sans le savoir, d'ordinaire.

Nos sens ne sont que des antennes, spécialisées chacune à une fonction, sur lesquelles viennent frapper des ondes particulières.

Le son résulte de la commotion, plus ou moins répétée en une seconde (la hauteur du son dépend de cette *fréquence*), que donnent à nos nerfs auditifs des ondes de l'air. La lumière est le résultat de l'ébranlement ultra-rapide qu'apportent à nos nerfs optiques les ondes d'un fluide universel dont nous allons avoir à traiter tout spécialement en cet ouvrage : l'éther. Il est certain que le toucher, le goût, l'odorat résultent aussi d'oscillations spéciales.

En réalité, nous vivons dans un enchevêtrement d'ondes de toutes natures, de toutes grandeurs et

de toutes formes ; il serait superflu d'essayer d'en décrire la complexité. Mais, bien que nous ayons décrété modestement que les Hommes sont les merveilles de l'univers et tout à fait constitués à l'image de Dieu, nous sommes en réalité des mécanismes si rudimentaires que la presque totalité de ces ondes ne produit sur nous aucun effet, pas plus qu'un flot d'éloquence n'impressionne un escargot. Les ondes que perçoivent toutes les hirondelles pour se réunir à l'approche de l'hiver, celles qui vont chercher au loin les guêpes et les mouches dorées pour leur apprendre que le festin est servi, aussi bien que les ondes puissantes de la télépathie, de la prévision, de la sympathie ou de la haine, les commotions des idées, toute l'intercommunication des êtres nous traverse sans même que nous nous en apercevions !

❀ ❀

Nous percevons quelques ondes de l'air (les sons).

Seules, quelques ondes nous font vibrer, celles de l'air par exemple. Encore ne sommes-nous capables de les percevoir que dans des limites étonnamment étroites. Prouvons-le.

Pinçons dans un étau une lame d'acier, en n'en laissant dépasser qu'un centimètre au-dessus des mâchoires. Au moyen d'un instrument quelconques courbons ce bout de lame, puis lâchons-le brusquement. Il se met à vibrer extrêmement vite ; mai,

nous constatons que *nous voyons, nous n'entendons pas* vibrer la lame.

Si nous allongeons le bout qui dépasse le dessus de l'étau, la lame vibre un peu moins vite. Alors nos yeux continuent à la voir osciller ; mais en même temps nos oreilles perçoivent un son très aigu.

Allongeons encore la lame : elle vibre moins vite, et nous entendons un son grave.

Allongeons toujours : elle bat moins vite encore, nos yeux en témoignent ; mais nous n'entendons plus rien...

Donc notre grossière oreille n'est sensible aux vibrations de l'air que si elles se produisent avec une *fréquence* (un nombre de fois en une seconde) dont le maximum et le minimum sont relativement très rapprochés. Elle est sourde à toute vibration qui se reproduit soit plus de 37.000 fois en une seconde, soit moins de 16 fois. Entre les sons suraigus et les sons ultra-graves se trouvent les sons dits *musicaux*, entre 20 et 2.000 (1).

❀ ❀

Nous percevons quelques ondes de l'éther (la lumière). Dans le domaine de la lumière, l'insuffisance humaine se révèle de façon analogue. L'œil de l'homme ne perçoit qu'une faible portion du spectre

(1) La limite des sons perceptibles, dit le Dr Marage, s'étend ainsi sur 12 octaves, de l'Ut - 2 à l'Ut - 10 avec une longueur d'onde de 20 mètres pour Ut - 2 et de 9 millimètres pour Ut - 10. Les sons musicaux vont de 27 vibrations (La — 2) à 3.400 (La 6), soit 7 octaves. Les fréquences les plus usitées par la parole ou le chant vont de 20 à 2.000.

lumineux ; les ondes de l'ultra-violet (longueur 0,4 *micron* ou millième de millimètre) et de l'infra-rouge (0,75 micron) dont les effets sont cependant si puissants sur d'autres êtres, ne l'impressionnent aucunement... Le meilleur détecteur d'ondes qu'il ait même jamais pu fabriquer ne peut percevoir que des ondes considérablement plus grandes, puisque, par exemple, l'onde de 300 mètres est 400 *millions* de fois plus grande que la plus grande des longueurs d'onde du spectre.

Ces remarques nous donnent une idée, combien distante encore de la réalité, de la complexité du monde des ondes et de la piteuse figure que nous y faisons.

❀ ❀

Non, les ondes ne sont pas une nouveauté pour l'homme, puisque les phénomènes qu'il appelle la vie et la mort, deux aspects d'un unique ensemble, sont tout faits d'ondes, et que le fonctionnement de l'univers, semble-t-il, n'est qu'un jeu d'ondes indéfini.

CHAPITRE PREMIER

Quelques propriétés générales communes à toutes les ondes.

LES ONDES DE TRIANON

Les ondes, à toute époque, ont attiré les recherches des savants. Il semble qu'elles obéissent toutes à des lois d'harmonie universelle dont les esprits curieux se sont efforcés constamment de dégager les termes.

Hier, à mon poste d'écoute, sur un peu de musique de Rameau qui me venait je ne sais d'où, j'ai esquissé l'anecdote assez folle que voici :



... Un jour de l'automne de 1786, comme Mme de Lamballe se promenait avec deux amies dans le parc de Versailles, elle aperçut à travers la charmille un homme, en petite tenue d'abbé, couché à plat ventre sur le bord du bassin de *la Moisson*. Il jetait de temps en temps un caillou dans l'eau et semblait suivre avec un soin extrême la chute de ses pierres, comme aussi les ondes qui, chaque fois, se développaient jusqu'aux bords du bassin les plus éloignés.

Elle s'approcha doucement de l'abbé qui, surpris et confus, se releva soudain. Mme de Lamballe reconnut en lui l'abbé Rochon, astronome-opticien du roi, membre de l'Académie royale des sciences, qui lui avait été présenté à la Cour. L'abbé lui apprit qu'il faisait là des études sur la propagation des ondes à la surface du bassin et pensait ainsi découvrir un moyen de correspondance par signaux. Mme de Lamballe, s'étant excusée d'interrompre des expériences qui pouvaient grandement contribuer à la gloire du roi, lui demanda la faveur d'assister avec ses amies à la suite des travaux d'un savant aussi illustre. L'abbé y consentit, et même lui assura que le Ciel le secondait d'évidente façon, puisqu'Il lui envoyait, sous la forme la plus gracieuse du monde, les collaboratrices dont sa science avait précisément besoin.

(*Train d'ondes ; ondes amorties*)... Aussitôt, il remit à chacune des trois jeunes femmes, fort amusées, un morceau de liège de la grandeur d'un écu et les pria de se répartir autour du bassin, de poser sur l'eau les lièges, et de bien observer les phénomènes qui allaient se passer.

L'abbé Rochon, demeuré loin d'elles, au bord du bassin, laissa de toute sa hauteur tomber un caillou dans le



Fig. 1. — Une démonstration, supposée par l'auteur, des lois générales des ondes, sous Louis XVI. (*Composition de René Lelong.*)

miroir de l'eau, — et, aussitôt, l'on vit naître, autour du point de chute du caillou, un bourrelet d'eau tout rond, qui s'en éloigna en s'élargissant de plus en plus,

suivi immédiatement d'un second, moins haut, qui en fit autant, et d'une succession d'autres, de moins en moins hauts, qui tous gagnèrent rapidement les bords du bassin.

Les trois lièges se soulevaient au passage de ce *train d'ondes*, mais beaucoup plus fort au premier bourrelet qu'au dernier. Il était visible que la vigueur du train d'ondes allait en « s'amortissant » depuis le premier bourrelet jusqu'au dernier, et l'abbé Rochon les baptisa *ondes amorties*.

(*Bonne et mauvaise réception*)... Mme de Lamballe et l'une de ses amies, Mme de Penthièvre, déclarèrent aussitôt le jeu fort divertissant, mais la jolie Mlle d'Espinasse se refusa à partager leur sentiment : avec une moue qu'elle savait fort seyante à sa beauté, elle déclara que, séparée de l'abbé en ligne droite par la petite île du milieu du bassin qui supportait le groupe de bronze de *la Moisson*, elle ne voyait son liège s'agiter que d'imperceptibles mouvements, et qu'elle « recevait bien mal les ondes »...

(*Les ondes sont à tout le monde*)... L'abbé, sans attacher d'importance à cette protestation, inscrivit sur ses tablettes : 1° que les ondes ne peuvent fournir un système de *correspondance privée*, puisque toute personne, si elle met sur leur chemin l'appareil de réception qui convient, peut les capter ; 2° qu'il est des situations où la réception des ondes est malaisée, bien qu'elle soit théoriquement possible sur tous les points.

(*Ondes entretenues*)... L'abbé Rochon a laissé dans l'histoire de la science la réputation d'un homme à l'esprit ingénieux et tenace. A peine eut-il constaté que le jet simple d'un caillou dans l'eau ne déterminait que des ondes amorties, l'idée lui vint d'obtenir des ondes à vigueur continue, des *ondes entretenues*, dont les bourrelets ne procéderaient plus par trains, n'iraient plus en décroissant

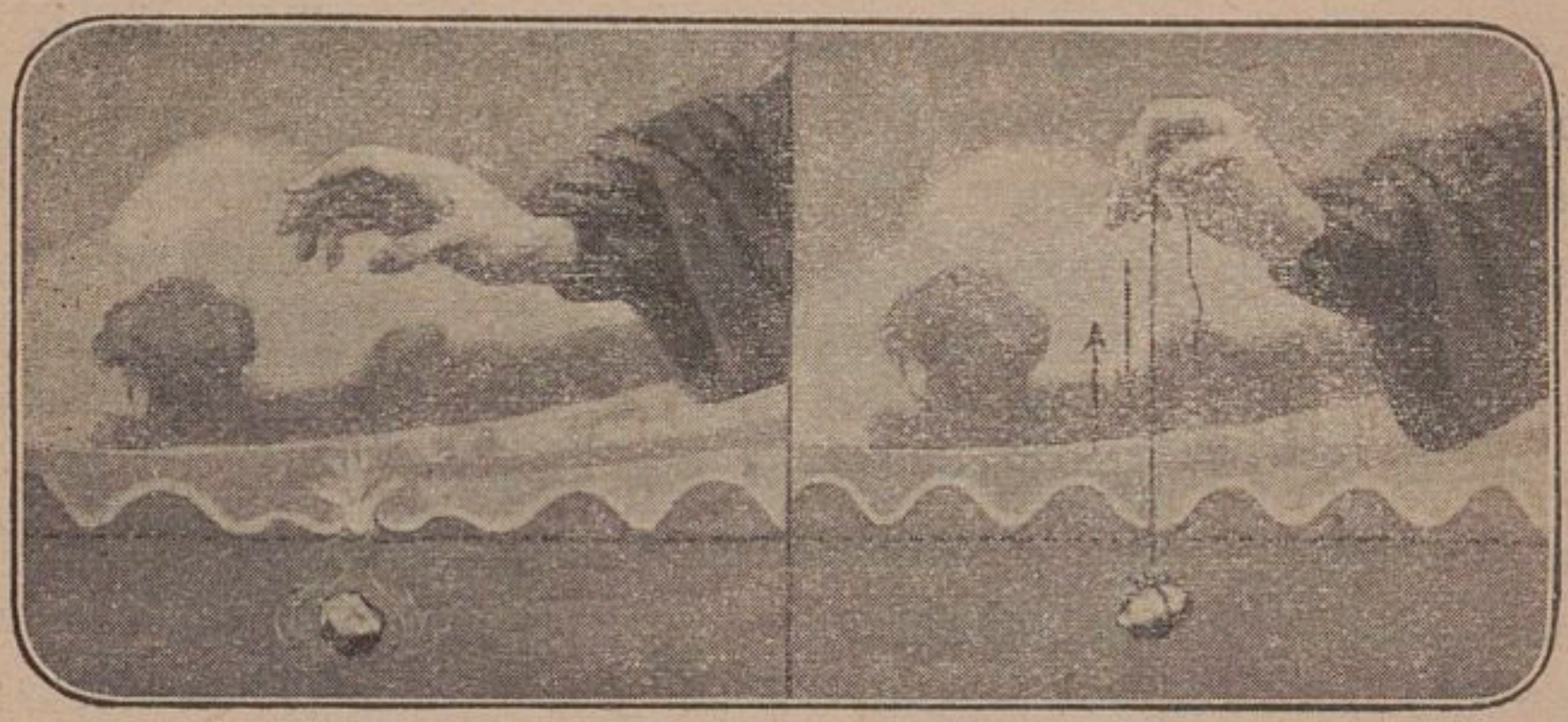


Fig. 2.

ONDES AMORTIES.

Leur énergie, s'étendant sur une surface de plus en plus grande, va toujours en s'*amortissant*.

ONDES ENTRETENUES.

Leur énergie ne s'amortit plus puisqu'elle trouve constamment un apport nouveau à l'origine.

mais, *conservant toujours le même espacement et la même hauteur*, constitueraient une succession de cerceaux identiques et ininterrompus.

Il attacha une pierre à une corde, la descendit dans l'eau ; puis la remonta jusqu'à la surface, puis la laissa redescendre... Ainsi, par une succession de mouvements

alternatifs réguliers, il détermina à la surface de l'eau la production sans fin de bourrelets qui, s'élargissant de plus en plus, fuyaient rapidement jusqu'aux bords du bassin.

Les lièges dansaient maintenant sur un rythme régulier, sauf cependant celui de Mlle d'Espinasse, qui s'entêtait à n'accuser qu'avec indolence les plissements du miroir.

(*L'alphabet par les ondes*)... Alors l'abbé expliqua aux jeunes femmes que, par son système, les plus galants des courriers pouvaient être installés, et qu'à suivre seulement le mouvement des lièges, sans qu'il prononçât une parole ou écrivît un mot, elles pourraient comprendre son message. Il lui suffirait de cesser de temps en temps la production de ses ondes, puis de la reprendre, pour envoyer à ses correspondantes des signaux brefs et des signaux longs dont la disposition correspondrait à chacune des lettres de l'alphabet : A serait représenté par un point et une longue; B, par une longue et trois points, etc., et chaque lettre serait séparée par un temps qui permettrait de ne pas la confondre avec ses voisines.

Mlle d'Espinasse se récria qu'on voulait lui fendre la tête par tant de science et que le soleil aurait fait trois fois le tour de la terre avant qu'une phrase, de la sorte, même de cinq petits mots, pût se terminer !

Le fait est que la nuit commençait à descendre dans le parc, quand l'abbé, brisé de balancer sa pierre, acheva cette phrase : « Votre sourire défie l'Aurore. »

... Cette nuit-là, l'astronome-opticien du roi, logé au château, ne dormit point. Il en voulait à cette science des

ondes de ne lui permettre pas encore d'envoyer séparément à chacune des trois Grâces le compliment qu'elles attendaient d'un homme de si bonne éducation. Car, enfin, pour laquelle des trois la pierre avait-elle dit : « Votre sourire... » ? Il se consola assez vite à penser que toutes les trois avaient certainement accueilli la phrase comme un message personnel.

Le matin suivant, comme il ajustait son petit collet devant une glace, il se frappa le front et se sourit à lui-

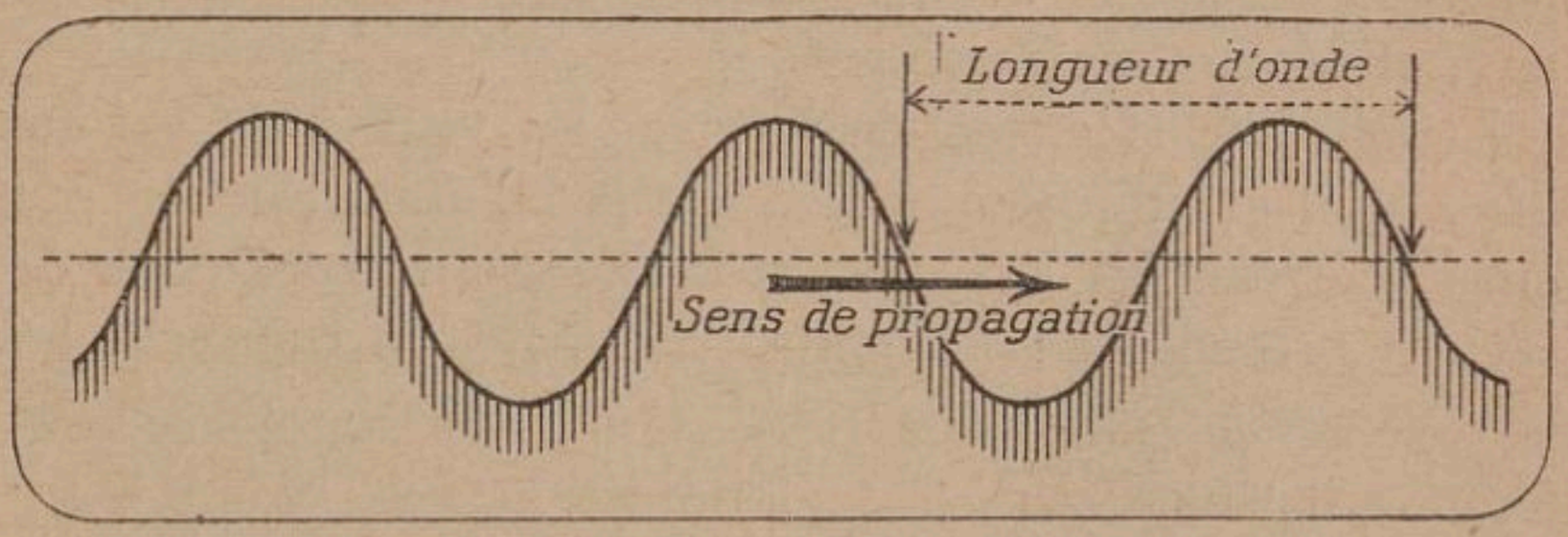


Fig. 3. — LA LONGUEUR D'ONDE. — La distance qui sépare deux points analogues de deux ondes successives, par exemple leur *front*, est la longueur d'onde (v. fig. 16, 17, 19 et 20).

même. Il avait trouvé ! La correspondance privée au moyen des ondes n'était pas impossible !

(*L'identité révélée par la longueur d'onde*)... Les trois jeunes femmes, descendues à heure exacte au rendez-vous devant l'Orangerie, se désespéraient d'attendre le savant, lorsqu'elles le virent arriver serrant sous ses bras trois pierres d'inégales dimensions. Un grand carrosse attendait dans la cour du château ; tout le monde fut trans-

porté à Trianon aux bords de l'étang qui borde le village. Le petit bassin de *la Moisson* semblait à l'abbé insuffisant désormais pour la suite de ses études.

L'abbé expliqua à ses gracieuses aides que, maintenant, elles feraient à sa place les signaux par les ondes, et que lui, bien loin d'elles, leur tournant le dos mais observant seulement les mouvements de son liège, faisait gageure de proclamer chaque fois avec certitude de quelle main lui viendraient les ondes.

A chacune il remit une des trois pierres, notant que Mme de Lamballe avait le chiffre 4, Mme de Penthièvre le 5, et Mlle d'Espinasse le 6.

Étendu sur le gazon de la rive, les yeux fixés sur un liège qu'il avait accommodé à son gré, l'abbé Rochon put ainsi contrôler par l'expérience la sagesse de ses calculs de la nuit précédente : les ondes que Mme de Lamballe lui envoyait étaient, de bourrelet à bourrelet, espacées de 4 pouces ; celles de Mme de Penthièvre et de Mlle d'Espinasse, de 5 et de 6. On ne pouvait les confondre. Dans les communications par ondes, on pouvait donc reconnaître son correspondant à la *longueur d'onde* de ses signaux !

(*Le brouillage et les parasites*)... Comme il répétait l'expérience une dixième fois, il s'aperçut tout à coup que son liège était pris d'une sorte d'accès de danse tremblée qui ne paraît guère permise à un instrument scientifique. Les ondes d'ailleurs semblaient se battre...

L'abbé, pensant d'abord y perdre la raison, découvrit assez vite la cause du phénomène : derrière un saule, là-bas, le fils du jardinier essayait d'amener à lui un bateau et déterminait ainsi sur l'eau d'autres ondes. Le

savant nota que la transmission par ondes peut être affectée de *brouillage*, qui est la confusion des ondes entre elles.

La malchance le suivit quand il voulut reprendre son expérience pour la treizième fois. Un coup de vent rida la surface de l'étang, et des feuilles jaunies, détachées des peupliers, vinrent y glisser. Les ondes n'arrivaient plus

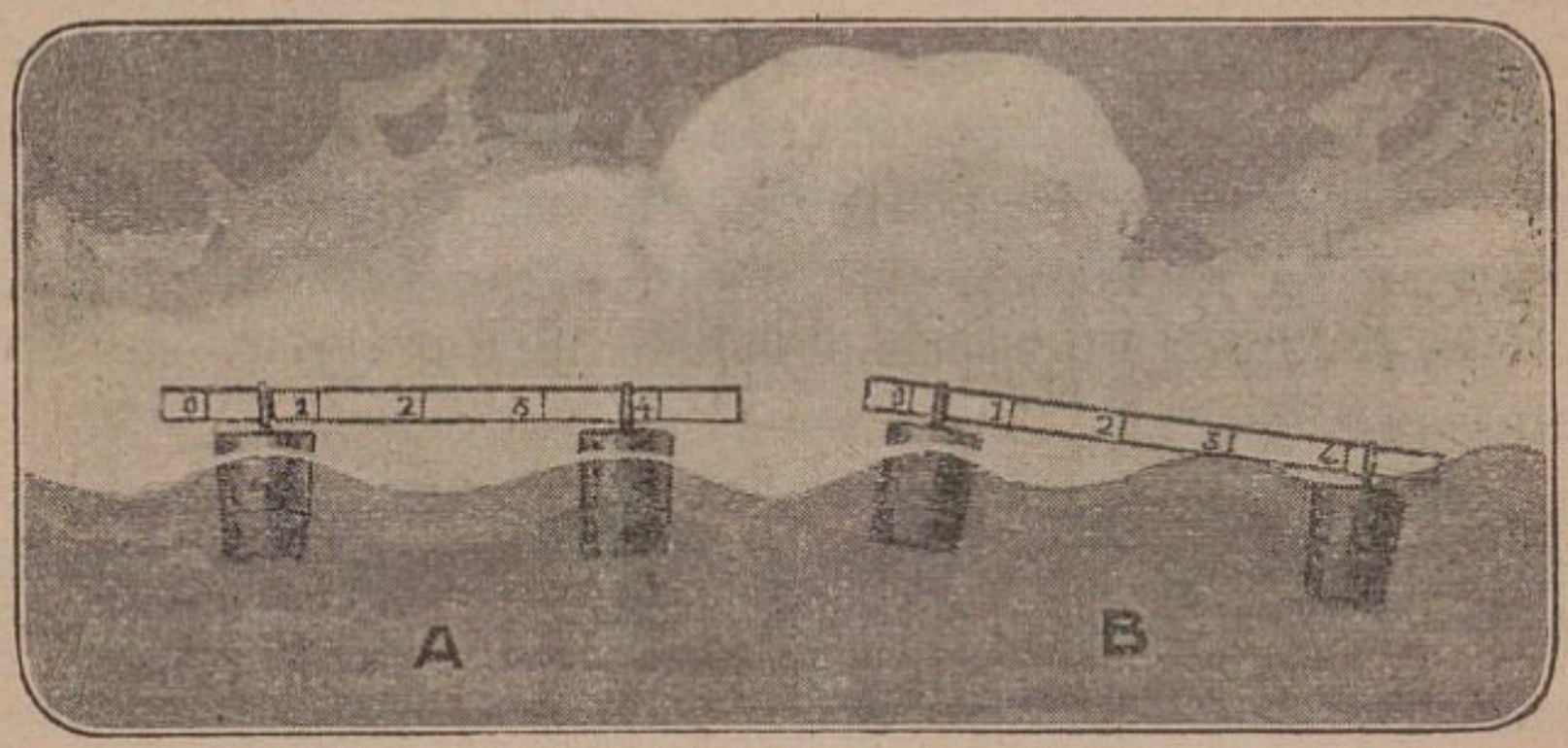


Fig. 4. — ACCORD ET DÉSACCORD. — Si les deux bouchons sont exactement distants de la même quantité que deux ondes consécutives, comme en A, la planchette monte et descend régulièrement : il y a accord. Autrement, comme en B, elle s'agite de façon désordonnée : il y a désaccord.

nettement au liège ; des ondelettes et des vagues énormes s'y mêlaient. Le savant nota que la transmission par ondes peut être troublée par des *parasites*, qui sont des causes extérieures de perturbation des ondes.

La journée s'acheva ainsi en essais cent fois répétés de correspondance privée par émission et réception d'ondes

de longueur connue ; et, comme l'abbé avait promis que le lendemain il se livrerait à des travaux plus surprenants encore, on confia les trois pierres aux jardiniers, et l'on rentra souper à Versailles.

(*L'accord*)... Le lendemain, l'abbé Rochon se présenta à ses admiratrices avec, sous le bras, une planchette très légère dont une des faces portait deux curseurs en liège ; il pouvait à volonté faire varier l'écartement de ces curseurs avant de la poser sur l'eau. Le savant semblait avoir grande fierté de cette petite mécanique ; il lui attribuait un pouvoir de divination des ondes auquel on ne voulut croire qu'après une série d'expériences, qui parurent en effet prodigieuses.

Car l'abbé, ayant écarté les deux curseurs de liège de 4 pouces, plaça la planchette sur l'eau et annonça à Mme de Lamballe que si, à l'autre bout de l'étang, elle déterminait des ondes à l'aide de la pierre chiffrée 4 qui lui avait été attribuée la veille, la planchette se mettrait à monter et à descendre sur les petites vagues en demeurant toujours horizontale, alors que les ondes émises par les pierres de Mme de Penthièvre et de Mlle d'Espinasse ne réussiraient jamais qu'à donner à la planchette des mouvements désordonnés et même à la faire basculer. Si bien qu'en somme on ne pourrait comprendre que les seuls signaux envoyés par Mme de Lamballe.

Il démontra par là que, pour recevoir à plein effet les signaux dus à des ondes, il faut commencer par *s'accorder* avec elles, c'est-à-dire que l'appareil de réception doit être construit ou réglé pour une longueur d'onde très exac-

tement déterminée, qui est la longueur même des ondes du poste d'émission qu'on veut « recevoir ».

Les expériences, maintes fois renouvelées, démontrèrent constamment que si, par exemple, la pierre donnait naissance à des ondes écartées de 5 pouces les unes des autres, la planchette là-bas ne se balançait horizontalement sur l'eau que si les deux flotteurs étaient précisément écartés l'un de l'autre de 5 pouces.

L'abbé insista pour que cette notion de *l'accord*, qui a tant d'importance dans la transmission des signaux, pénétrât bien les jeunes cerveaux de ses admiratrices, plus propres cependant à emmagasiner des propos moins sévères.

(*Un détecteur*)... Les jours suivants s'écoulèrent ainsi en ces « jeux d'ondes », hautement prisés à la Cour. Les réunions de Trianon autour du grand étang bénéficièrent bientôt d'une telle fortune que le roi, un matin, dit-on, ne dédaigna pas d'y paraître en compagnie de Parmentier.

L'astronome ne cessait d'a lleurs d'imaginer presque chaque jour quelque tour ingénieux. C'est ainsi qu'un après-midi il annonça à la foule serrée sur les gazons qu'il allait faire passer à travers les eaux de l'étang des ondes qu'aucun des assistants ne pourrait apercevoir, mais qui n'en feraient pas moins, à l'autre bout de la pièce, monter et descendre le liège pour produire des signaux.

En effet, il relia le liège flottant sur l'eau à une longue tige verticale dont le bas, plongé à cinq pieds dans l'élément, portait une sphère creuse. A son poste d'émission, au

bout de l'étang, il descendit lentement, à cinq pieds sous l'eau également, une pierre attachée à une ficelle très fine ; puis il la remonta un peu ; puis il la redescendit... En sorte que la surface de l'eau n'était qu'à peine frisée par de très petites ondes, qu'on ne pouvait percevoir à la pointe opposée de l'étang.

Mais de son côté la pierre, agitée au sein du liquide, émettait des ondes si vigoureuses que la sphère là-bas les recevait et faisait violemment monter et descendre le liège qu'elle portait au bout de la tige. Et les spectateurs comprirent ainsi très bien tous les signaux de l'abbé.

A cette vue, la Cour poussa des cris d'admiration, tandis que le savant inscrivait parmi ses notes qu'on peut réaliser un *détecteur d'ondes*, c'est-à-dire un œil qui décèle les ondes invisibles aux humains.

(*Un amplificateur*)... Cependant M^lle^ d'Espinasse n'avait pas oublié qu'aux premières heures des expériences des ondes, autour du bassin de *la Moisson*, dans le parc de Versailles, l'abbé Rochon lui avait assigné un poste de réception où les signaux semblaient s'alanguir à venir jusqu'à elle.

L'abbé devinait la petite rancune qui couvait là et saisit l'occasion d'une nouvelle invention pour transformer en amitié un si dangereux sentiment.

Sous ses yeux, près de la rive de l'étang où elle était assise, il disposa un gros liège dans l'eau, qui portait un long roseau horizontal ; si bien qu'au moindre remous de l'étang, quoique le liège bougeât à peine, le bout de la perche, amplifiant le mouvement, se déplaçait de quelques

pouces et rendait visibles les signaux. Debout, près du petit appareil, se tenait le fils du jardinier, à qui l'abbé avait appris le rôle à jouer en cette circonstance.

De son côté, l'astronome avait rapidement gagné son poste d'émission et s'était mis à envoyer à Mlle d'Espinasse des ondes entretenues, coupées par les intervalles qui convenaient. Elles étaient si peu accusées qu'on ne les vovait pas courir sur l'eau et que le gros liège semblait

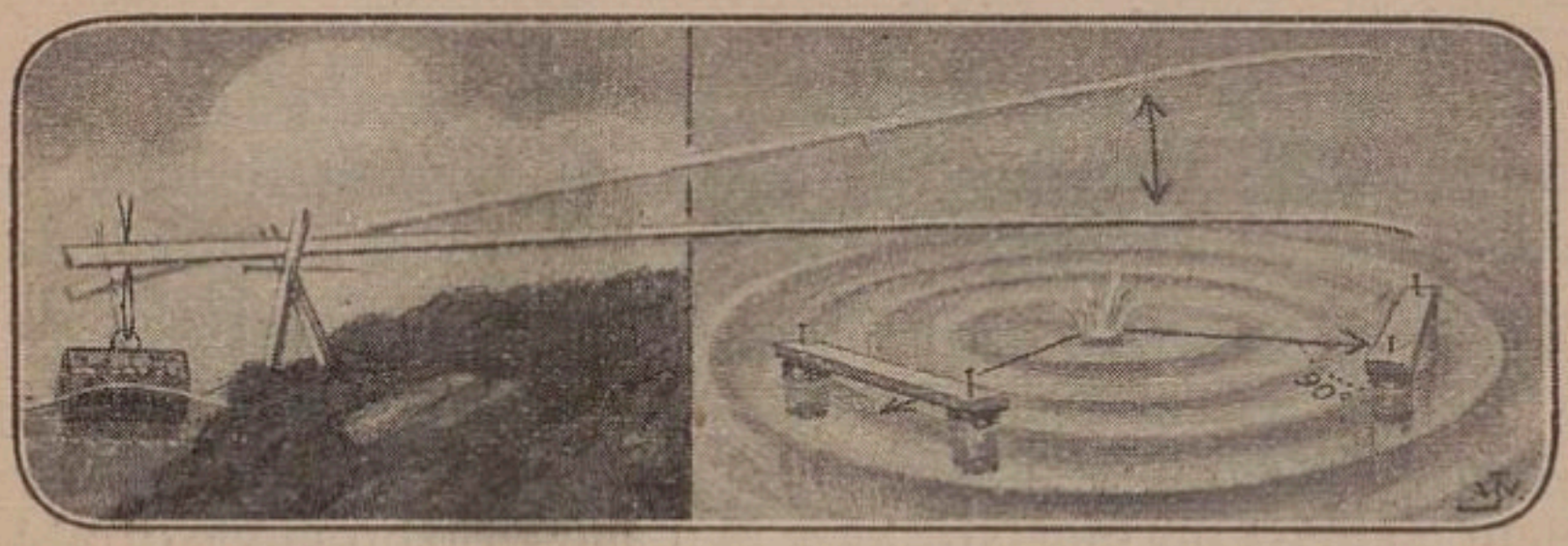


Fig. 5.

AMPLIFICATION.

Si les ondes sont presque imperceptibles à l'œil humain, on amplifie leur manifestation par un levier.

GONIOMÉTRIE.

L'origine des ondes se trouve à l'intersection (angle de 90°) des deux droites qui sont perpendiculaires aux planchettes.

immobile. Mais le bout du roseau montait et descendait longuement : le fils du jardinier, chaque fois, disait tout haut la lettre de l'alphabet qui correspondait à ces mouvements.

Et Mlle d'Espinasse apprit ainsi, devant toute la Cour, que la galante attention de l'abbé Rochon : « Votre sourire

défie l'aurore », avait pour destinataire son charmant visage. Elle n'en avait jamais douté.

L'abbé inscrivit sur ses tablettes que l'on peut accroître par un *amplificateur* leur apportant un surcroît d'énergie (le fils du jardinier), les ondes qui arrivent au poste de réception avec trop de faiblesse pour le faire fonctionner.

(*Une expérience de goniométrie*)... Un bonheur si persévérant, pensait l'abbé tout nourri des classiques, ne pouvait manquer d'irriter quelque dieu jaloux.

Un jour, le savant avait montré à ses admirateurs que, de la simple direction des ondes, on pouvait déduire le lieu où se trouve l'émetteur de ces ondes : qu'il suffisait de monter sur deux flotteurs une première planchette et de l'installer en ligne perpendiculaire à la propagation des ondes, c'est-à-dire de façon qu'une ligne droite, les coupant en deux portions, fît avec la planchette un angle droit ; puis...

Un de ses collègues de l'Académie royale des Sciences, irrité de tant de fortune chez autrui, osa l'interrompre, le traiter de magicien, et lui demander de quel nom saugrenu il fallait baptiser ce merveilleux instrument...

L'abbé Rochon eut l'imprudence de pousser trop loin sa confiance dans le grec, et répondit qu'on l'appelait — de γωνια, angle, et μετρον, mesure, — un *goniomètre* !

A ces mots affreux, les femmes s'enfuirent en criant, et l'assemblée regagna en toute hâte les carrosses...

CHAPITRE II

Dans la Haute Électricité.

Mes jeux de petites vagues à la surface de l'eau peuvent avoir mis en tête du lecteur quelques-uns des principes et des termes qui concernent la science de toutes les ondes, de quelque nature qu'elles soient. Mais ils ne sauraient évidemment pas être l'origine de procédés pratiques de correspondance généralisée entre humains. Les nappes d'eau ne se trouvent pas en tous lieux, et l'énorme masse de matière à ébranler que représente même leur surface seulement, exigerait de l'émetteur de signaux une gigantesque dépense d'énergie ; au surplus, la portée d'une telle signalisation ne pourrait-elle être que de quelques dizaines de mètres, dans les conditions même les plus favorables.

Le problème d'une communication à très longue distance, 500 kilomètres par exemple, entre deux personnes qui ne peuvent employer une ligne télégraphique, se présente donc ainsi : elles ne peuvent communiquer ni

par fil, ni par eau. Par l'air non plus, car l'air a une masse relativement considérable (1.200 grammes par mètre cube) : une énorme pièce d'artillerie seule réussirait, par vent favorable, à ébranler les couches d'air, épaisses de 500 kilomètres, qui séparent les deux correspondants !

Doivent-ils donc, à notre époque, renoncer à communiquer? Non. Un élément les réunit, qu'ils ne voient pas, qu'aucun de leurs sens ne perçoit car cet élément n'a aucune masse : l'éther. Ils pourront correspondre s'ils parviennent à la fois, chacun, à ébranler les couches d'éther qui les séparent et à percevoir ces ébranlements.

L'interprétation qu'ils donneront à ces ébranlements aura pu faire l'objet d'une convention entre eux, plus ou moins sommaire. Par exemple, un ébranlement pourra signifier : *bonjour* ; deux ébranlements consécutifs : *je suis en bonne santé* ; trois : *je reviens*. Etc. Il suffira que l'un et l'autre sachent « émettre » et « recevoir » les signaux, et naturellement qu'ils soient en possession du matériel indispensable à ces deux fonctions.

Tout en croyant imaginer du nouveau, ils feront d'ailleurs du vieux : les grands feux, les signaux lumineux, les appareils de Chappe, les sémaphores, les flammes et pavillons de la marine étaient ou sont de la T. S. F. par éther, mais de la T. S. F. à ondes de nature spéciale, de la T. S. F. *par la lumière*.

QU'EST-CE QUE L'ÉTHER ?

L'éther — il n'a rien de commun avec la substance que vendent les pharmaciens ! — est un fluide immatériel qui baigne et imbibe toute substance sur la terre, qui remplit aussi les espaces interplanétaires.

Les physiciens en ont longtemps soupçonné l'existence, sans pouvoir la certifier; car, en l'absence d'un fluide qui puisse se mettre en mouvement, la lumière, qui est incontestablement due à des vibrations qu'on connaît et qu'on mesure, n'aurait pas eu d'explication. Les théories récentes d'Einstein semblent démontrer que l'éther existe en effet.

Le domaine de l'éther est donc effroyablement plus grand que celui de l'air, puisque l'air n'existe plus guère au delà d'un cercle d'une vingtaine de kilomètres autour du microscopique point rond qu'est la Terre, alors que c'est par l'éther que nous arrive, par vibrations marchant à 300.000 kilomètres à la seconde, la lumière de certaines étoiles, en des centaines d'années et parfois beaucoup plus...

❀ ❀

L'éther est partout. Les propriétés de l'éther, au point de vue vibratoire, sont très différentes de celles de l'air. Si l'on enferme sous une

cloche de verre un mouvement de pendule muni d'un timbre, on voit le marteau frapper en même temps qu'on entend le timbre résonner. Et si, au moyen d'une pompe aspirante, on enlève de la cloche l'air qu'elle renferme, on continue bien à voir le marteau s'agiter, mais aucun son ne parvient plus à l'oreille.

Ce qui prouve que nos yeux sont des appareils faits pour recevoir les vibrations de l'éther ; nos oreilles, des appareils faits pour recevoir les vibrations de l'air ; et que l'éther demeure là même où l'air est absent, dans ce que nous appelons faussement « le vide ».

❀ ❀

L'éther transmet un million de fois plus vite que l'air.

Une autre constatation démontre encore la différence des propriétés de ces deux fluides. A qui n'est-il arrivé, se trouvant dans les champs, de constater qu'un coup de fusil tiré par un chasseur très éloigné produisait son effet auditif beaucoup plus lentement que son effet visuel ? L'œil voit le coup de feu instantanément ; l'oreille ne l'entend qu'après un temps d'autant plus grand que la distance entre le chasseur et le témoin est plus grande.

C'est que l'ébranlement d'éther que détermine le coup de feu (ébranlement de forme spéciale, produisant sur l'œil la sensation dite *lumière*) atteint le témoin à la vitesse de 300.000 kilomètres à la seconde, vitesse pratiquement infinie, tandis que l'ébranlement d'air (de forme spéciale

aussi, produisant sur l'oreille la sensation dite *son*) ne chemine qu'à la vitesse de 330 mètres (1).

C'est ainsi encore qu'on peut déterminer la distance à laquelle se trouve un orage, en comptant le nombre des secondes qui séparent le moment où l'on voit l'éclair et celui où l'on entend le tonnerre : la distance est d'autant de fois 330 mètres qu'on a compté de secondes.

❀ ❀

L'éther transmet bien d'autres vibrations que celles de la T. S. F. Enfin je me permets d'attirer l'attention du lecteur sur l'observation que voici. Je viens d'écrire que le coup de feu du chasseur a imprimé à l'éther une vibration d'un *caractère spécial*, du caractère qui donne à l'œil l'impression de la lumière.

En effet, l'éther n'est pas spécialisé à une seule forme de vibrations, pas plus que l'air d'ailleurs. Ces fluides peuvent vibrer de façons très différentes selon les valeurs des forces qui les attaquent et, nécessairement, ils produisent alors des effets tout différents.

---

(1) Il est impossible de représenter ici par un schéma la différence qui existe entre les vitesses de propagation des ondes de l'air (qui font cependant près de 1.200 kilomètres à l'heure) et de propagation des ondes de l'éther. En effet, la vitesse-éther est à peu près *un million de fois plus grande* que celle de la vitesse-air. Par conséquent, si on représentait, ne fût-ce que par un point d'un millimètre, le chemin parcouru par le son en une seconde, il faudrait représenter la vitesse d'une onde de T. S. F. ou de lumière par un trait d'un kilomètre — soit près de 10.000 fois la largeur d'une des pages de ce volume !...

Par exemple, pour nous en tenir à l'éther, les vibrations qui frappent notre nerf optique de telle façon que l'impression *voir* se manifeste en nous, sont extrêmement courtes, — courtes au delà de ce que peut concevoir notre imagination puisqu'elles n'ont qu'un demi-micron d'écartement entre elles (le micron est le millième de millimètre) et qu'elles sont au nombre de 600 trillions à la seconde (6×10^{14}) ; alors que les vibrations d'éther émises et reçues par les appareils de Sans-fil ont parfois une distance entre elles de 20.000 mètres par exemple, ce qui implique la production « seulement » de 15.000 vibrations à la seconde.

L'ébranlement qu'on donne à l'éther pour la production des signaux de T. S. F. est donc tout particulier ; c'est un « ébranlement à la Hertz », c'est-à-dire un ébranlement obtenu par le procédé dont le physicien allemand a trouvé l'origine vers 1890, et que nous étudierons plus loin.

Ondes différentes, résultats différents. L'œil de l'homme ne perçoit pas les ondes hertziennes parce qu'elles vibrent trop long ; et le « détecteur », l'œil de la Sans-fil, ne perçoit pas les ondes de lumière parce qu'elles vibrent trop court.

❀ ❀

Cette remarque nous force à planer un instant au-dessus de notre sujet même.

Il est tout à fait probable qu'à travers l'éther se transmettent d'innombrables formes de vibrations que nous ne sommes pas aptes à saisir, la correspondance des animaux entre eux, les impressions d'orientation, de changement de temps qui nous semblent si inexplicables, les appels et les

nouvelles que se donnent les insectes, peut être les microbes eux-mêmes.

En tout cas, cette remarque suggère une explication à l'existence, si étrange lorsqu'on en juge superficiellement, d'animaux pourvus d'yeux qui, en pleines ténèbres, circulent ou volent avec autant de vitesse et d'habileté que d'autres en plein jour ; ou encore d'animaux qui vivent dans une nuit sans fin, très agiles, dépourvus cependant de ces petits récepteurs spéciaux que nous appelons des yeux.

C'est que les ondes de l'éther, avec lesquelles leurs récepteurs s'accordent, sont différentes de celles qui font vibrer le mécanisme optique humain. Ils voient sur d'autres longueurs d'onde que nous. Ils ont *leur* lumière, en laquelle nous sommes aveugles, comme ils sont souvent aveugles en la nôtre.

❀ ❀

Les ondes de l'éther ont des enjambées plus ou moins grandes ; mais toutes parcourent la même distance à la seconde.

Enfin, comme je tiens, dans notre progression en ce domaine des ondes, à ne laisser aucune incertitude derrière moi, je veux dire pourquoi j'ai écrit plus haut qu'une distance de 20.000 mètres entre deux ondes successives *implique* une production de 15.000 de ces ondes à la seconde.

C'est que, dans l'éther, toutes les ondes, de *quelque nature qu'elles soient* (lumière, T. S. F., etc.), se propagent à la même vitesse de 300.000.000 de mètres à la seconde.

Par conséquent, plus les ondes ont une grande enjambée, autrement dit plus un de leurs bonds franchit de distance dans une fraction de seconde donnée, et moins nombreuses elles ont besoin de faire de bonds pour parcourir les 300.000.000 de mètres en une seconde. Imaginez que les bonds des ondes courtes soient des arceaux de jeu de croquet et que ceux des ondes longues égalent l'arche de l'Arc de Triomphe : pour couvrir un kilomètre en une seconde, il en faudra évidemment un nombre beaucoup plus grand, une plus grande fréquence, dans le premier cas que dans le second.

Si l'on veut admettre une autre comparaison, on peut supposer qu'une puce et une sauterelle, remarquablement agiles, aient à couvrir chacune 1 mètre en une seconde. La puce devra fournir en cette seconde 20 bonds, je suppose, soit une longueur d'onde de 5 centimètres ; alors que la sauterelle n'en fournira que 4, longueur d'onde 25. La puce a donc une *fréquence* 5 fois plus grande que la sauterelle, puisqu'elle a une *longueur d'onde* 5 fois plus petite.

Cette observation est capitale. Elle concerne la *longueur d'onde* qui, en Sans-fil, a une importance de premier ordre, puisqu'elle constitue en quelque sorte (l'abbé Rochon nous l'a montré) *l'identité* du poste qui émet. Dis-moi quelle longueur d'onde tu as, et je saurai qui tu es.

Nous examinerons un peu plus loin, et dans ses détails majeurs, cette notion ; je suis aise d'avoir pu, dès maintenant, en donner l'approche à mes lecteurs.

QU'EST-CE QUE LES ONDES EMPLOYÉES EN T. S. F.?

Si nous voulons avoir la compréhension très nette des phénomènes de la Sans-fil, il faut que nous parcourions leur histoire et remontions à l'expérience que fit, il y a bien près de cent ans, l'Anglais Faraday.

L'INDUCTION En 1831, Faraday, célèbre physicien, démontra des choses bien étranges :

Ayant installé droites sur une table (fig. 6) deux boucles de fil de cuivre l'une à côté de l'autre, séparées par quelques millimètres, et ayant fait passer dans la première le courant d'une pile, il s'aperçut que, dans la seconde, cependant *complètement isolée de la première*, naissait un courant électrique !

Il s'en rendait compte au moyen d'un petit appareil, nommé galvanomètre, installé à demeure dans le circuit : l'aiguille déviait sur son cadran *chaque fois* que le courant *induit* passait dans la boucle.

En effet, Faraday s'aperçut qu'il n'y avait de courant dans cette seconde boucle qu'*à deux moments* : à celui où il établissait le courant dans la première bobine, et à celui où il le rompait. Hors de ces moments, l'aiguille du galvanomètre demeurait à zéro, bien que le courant continuât à passer dans la première bobine.

Enfin Faraday constata, à l'examen du galvanomètre, que le courant induit dans la seconde bobine allait dans un sens quand on installait le courant dans la première bobine, et qu'il allait dans un autre lorsqu'on coupait le courant.

De plus, fait considérable, le courant induit semblait éprouver plus de résistance à s'établir dans la bobine qu'à en repartir : il semblait qu'une force cachée dans la bobine induite s'opposait à ce qu'il entrât, et au contraire qu'elle l'aidait à en sortir vivement...

Je me permets de requérir ici la bienveillante attention du lecteur, car de la compréhension de ces phénomènes résultera pour lui la clarté des explications qui suivront.

Ainsi Faraday avait fait là des constatations capitales, dont évidemment on ne put opérer toute l'analyse que dans les années ultérieures, en s'éclairant des lumières acquises après lui. Nous allons rapidement les relater.

❀ ❀

Tout courant émet un flux, comme un aimant.

D'abord il avait démontré qu'un circuit électrique (la première boucle et sa pile par exemple) envoie autour de lui des radiations, un véritable *flux de lignes de force* qui, *identique à celui qui émane des pôles d'un aimant*, va à travers l'éther induire un courant dans un circuit voisin, dans un circuit qui n'a cependant aucun point de contact matériel avec lui !

La distance qui séparait les deux « postes » au temps de Faraday n'était que de quelques centimètres : aujourd'hui elle peut être de 10 et 12.000 kilomètres. Mais le fond du problème n'a pas changé.

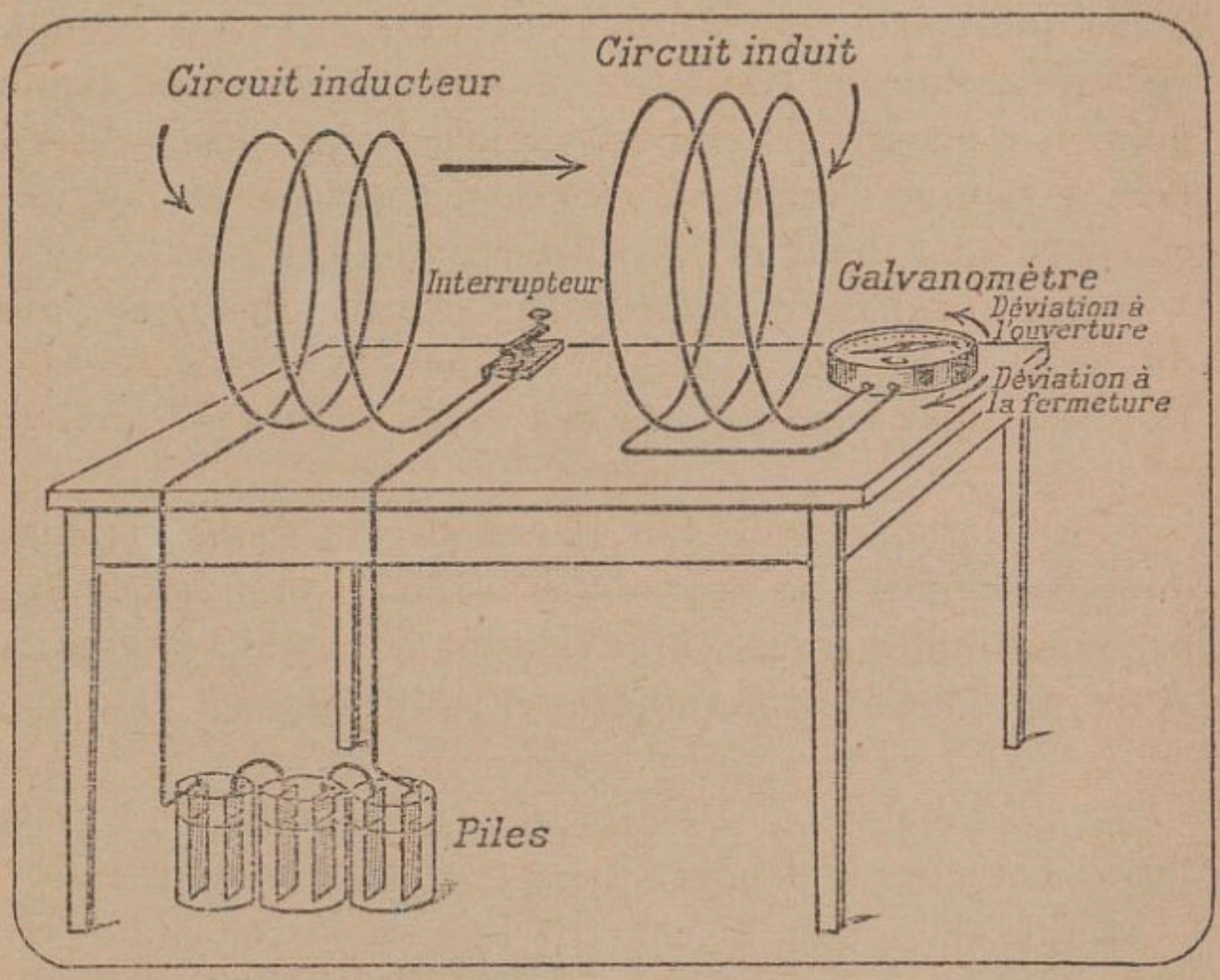


Fig. 6. — L'expérience de Faraday sur l'induction, en 1831. — Première réalisation, embryonnaire, de télégraphie sans fil. En produisant par un interrupteur des variations de courant dans un circuit *inducteur* alimenté par des piles, Faraday obtenait la déviation d'un galvanomètre intercalé dans un circuit, placé en face du premier, mais n'ayant avec lui aucune liaison métallique : c'était le *flux magnétique* circulant dans l'éther entre les deux circuits qui permettait au savant d'obtenir ainsi, à une distance maximum de 20 à 25 centimètres, ces premiers effets de sans-fil, par courant *induit*.

Le courant induit est toujours alternatif. Faraday avait fait voir en outre que le courant induit dans ces conditions n'est plus du *continu*, comme l'est celui de la pile qui débite le courant inducteur, mais de l'*alternatif* ; c'est-à-dire que ce courant induit change de sens plusieurs fois en une seconde si l'on établit et coupe le courant plusieurs fois en une seconde dans le circuit inducteur. En sorte que, graphiquement, ce courant est ondulé, qu'une même période (haut et bas) est faite de deux *alternances*, l'une positive, l'autre négative (fig. 3, 16, 17, 19).

❀ ❀

Tout courant s'induit lui-même. Faraday enfin avait appris que le courant induit, au moment même où il va entrer dans la boucle, *se détermine à lui-même un contre-courant*. Ce contre-courant va à sa rencontre et tend à s'opposer à ce que le courant s'établisse. Au contraire, il s'ajoute à lui et le pousse violemment dehors quand le courant repart.

On dit alors que le courant fait de la self-induction (de l'anglais *self*, soi-même), qu'il s'induit lui-même.

***

LA SELF En réalité, il n'y a pas de circuit, si petit qu'on veuille l'imaginer, qui ne réagisse ainsi non seulement sur les autres mais aussi sur lui-même.

Cependant la longueur et la forme même du circuit jouent un rôle important dans la valeur de cette réaction,

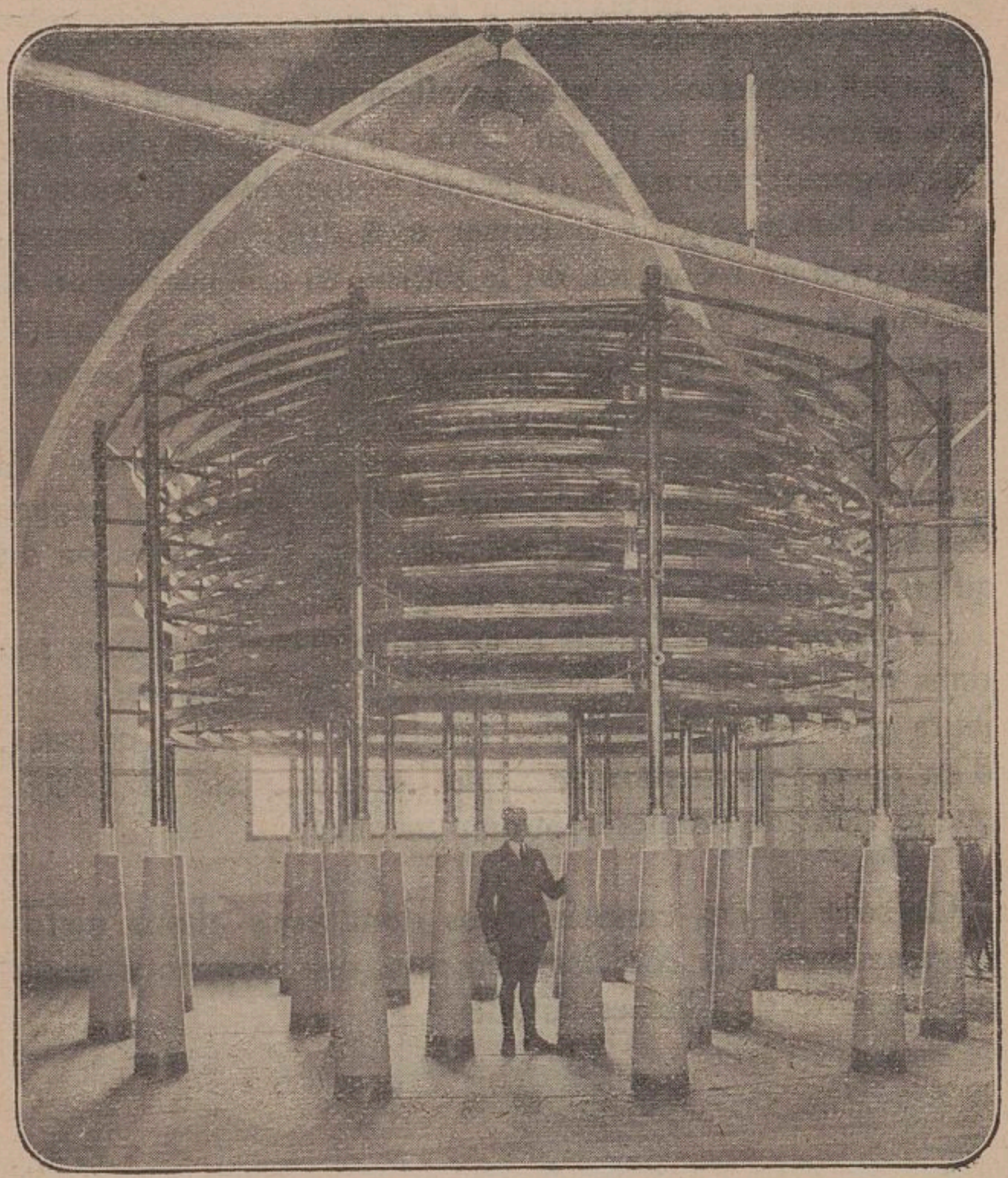


Fig. 7. — Cette figure, qui représente la grande « self » de la station de Sainte-Assise, un des plus grands postes français, montre l'importance que joue la self-induction dans l'émission (et la réception) des ondes de sans-fil. Ces spires de self, montées sur des pyramides isolantes, servent à donner aux ondes la longueur qu'il faut pour franchir, sans affaiblissement trop marqué, les énormes distances qui séparent cette station de ses correspondants de la Chine, du Japon, du Brésil et de l'Afrique du Sud. La portée est en effet liée, dans une certaine mesure, à la longueur de l'onde.

La self-induction, ou plus usuellement la *self*, est d'autant plus grande que le fil qui forme la boucle est plus long. Elle augmente encore si, au lieu de former de ce fil une seule grande boucle, ou de le laisser tout droit, ce qui revient à peu près au même ici, on le tourne en une succession de spires ; si on lui donne l'aspect d'un ressort à boudin ; si, en quelque sorte, on ramasse en paquet les pouvoirs magnétiques du courant.

Le *solénoïde* ainsi constitué possède — Ampère l'a prouvé — exactement les propriétés d'un aimant : il dégage des lignes de force ; il a deux pôles, etc. En ce cas, on dit qu'on a constitué une *bobine de self*.

La *bobine de self*, que nous rencontrons à chaque pas dans la Sans-fil, avec le *condensateur* son compère, a toujours pour effet de retarder l'établissement d'un courant, d'en opérer momentanément le barrage, pour les raisons que je viens de donner sommairement (1).

Ce sont là des connaissances dont nous allons mettre soigneusement de côté les éléments, car elles nous seront par la suite d'utilité essentielle.

❀ ❀

Au point de vue de l'émission de signaux, les expériences de Faraday n'avaient apporté aux chercheurs que de quoi bâtir l'avenir. Évidemment, en établissant et coupant le courant de sa pile avec des espacements de temps variables, ce physicien déterminait dans le circuit voisin des mouve-

(1) Voir l'ouvrage *Principes Fondamentaux*.

ments, de l'aiguille du galvanomètre qui auraient pu correspondre à des signaux. Mais, comme la distance franchie par ces communications était au maximum de vingt à vingt-cinq centimètres, le résultat pratique était foncièrement nul.

Nous trouvons néanmoins dans les expériences de Faraday le premier rudiment de l'emploi de l'éther à la propagation d'ondes disciplinées par l'homme.

❀ ❀

L'induction est la base même de la T. S. F.

Insistons. Faraday a démontré qu'un courant électrique dégage autour de lui une sorte d'émanation de fluide, un flux magnétique, des lignes de force qui s'en vont, à travers l'éther, induire un autre courant (dit *secondaire*) dans les substances bonnes conductrices de l'électricité, par exemple dans un fil métallique.

Les effets d'intensité et de portée de l'induction sont d'autant plus énergiques (d'une façon générale tout au moins) que les variations du courant inducteur sont plus fréquentes et plus rapidement réalisées. Cette loi explique pourquoi la base de la T. S. F. est, en résumé, *le courant alternatif à grande fréquence*.

Cette première notion de l'induction, à petite ou à énorme distance, est capitale en T. S. F. Non seulement *le poste émetteur fait de l'induction* sur les postes récepteurs, même à plusieurs milliers de kilomètres d'eux, mais encore ne rencontrerons-nous pas un seul appareil de sans-fil où la réaction des circuits les uns sur les autres ne soit favorable ou défavorable à la production d'un effet important.

HERTZ DÉTERMINE LE CIRCUIT OSCILLANT EN 1890

Le rôle du condensateur (capacité). Un espace de près de soixante ans sépare dans ces découvertes la seconde étape de la première. Ce n'est qu'aux environs de 1890 qu'un grand physicien allemand, Hertz, cherchant à démontrer que la lumière et l'électricité obéissent aux mêmes lois, a trouvé le moyen de déterminer un ébranlement tout spécial de l'éther, de provoquer l'émission d'ondes à propriétés très particulières, dites désormais « ondes hertziennes », qui sont à la base de tous les phénomènes si curieux que nous étudions ici.

Voici ce qui arriva. Nous avons vu que le courant induit de Faraday est toujours alternatif, même s'il est provoqué par un courant primaire continu. Mais sa *fréquence*, le nombre des changements de sens que subit ce courant secondaire en une seconde, est fort petite puisque l'opérateur est obligé d'établir et de rompre à la main le courant primaire de la pile.

Hertz eut l'idée géniale d'installer dans le circuit primaire de Faraday, porté à une grande tension, un petit appareil, connu depuis cent cinquante ans, un *condensateur*, où le courant de la source s'accumulait, gagnant en force électromotrice, jusqu'au moment où cette tension était si forte que le petit appareil se déchargeait brusquement par une étincelle.

Cette étincelle déclenchait dans tout le circuit, par un balancement plusieurs fois répété et extrêmement rapide, une

série d'oscillations électriques d'abord très vigoureuses, puis immédiatement décroissantes. Et l'étincelle disparaissait.

Aussitôt les choses rentraient dans l'ordre primitif. Le condensateur se rechargeait à nouveau, puis déterminait par un autre coup d'étincelle une autre série d'oscillations, et ainsi de suite. Hertz avait réalisé ainsi un *circuit oscillant* (1).

Devant ces phénomènes, évidemment, les expressions aussi bien que les sens font faillite. Ainsi je suis obligé d'analyser lentement le remplissage du condensateur, comme je le ferais pour un seau à la fontaine, alors qu'en réalité *charge* et *décharge* s'opèrent en une infime fraction de seconde ! Les temps que mettent ces deux fonctions à se réaliser varient selon la *capacité* du condensateur et l'écartement qu'on donne aux deux boules (l'éclateur) entre lesquelles sautent les étincelles. Un train d'ondes d'étincelles vidant un condensateur se manifeste souvent par dix millions de vibrations à la seconde !

❀ ❀

Coup de marteau électrique. Mais les résultats que détermine ce train d'ondes sont plus surprenants encore. Ce coup de décharge

---

(1) Le premier *condensateur électrique* connu, la bouteille de Leyde (ville de Hollande), fut inventé en 1746, donc près de cent ans après la création de la première « machine électrique » par Otto de Guéricke, en 1650. Le condensateur est un appareil d'*électricité statique* (*stare*, rester), car il emmagasine sur ses surfaces des charges d'électricité qui y demeurent jusqu'au moment où leur différence de potentiel a acquis assez de valeur pour que les deux pôles se rejoignent brusquement par une série d'étincelles, lesquelles produisent dans le circuit qui les émet de véritables oscillations électriques. (Voir *l'Électricité moderne*, par Carlo Toché, tome I, Collection Baudry de Saunier, chez Flammarion.)

donne au circuit dont fait partie l'éclateur une telle commotion que tout le circuit se met à vibrer également. L'éclatement des étincelles est l'*excitateur* des oscillations du circuit ; et voici que le circuit ainsi excité émet tout autour de lui un flux magnétique qui, dans le laboratoire de Hertz, avait une portée d'une cinquantaine de mètres !

Ici, n'allons pas croire que le circuit émetteur soit pris d'un frémissement *matériel* extrêmement ténu qu'on pourrait percevoir en approchant de lui la main. Les vibrations dont il s'agit sont en quelque sorte immatérielles comme l'éther lui-même ; ce sont des vibrations électriques, c'est, si on peut le dire, *de l'énergie qui oscille.*

Notre système nerveux ne peut saisir un tel phénomène ; nous ne nous apercevons du passage des courants électriques et de leur valeur que par la valeur même des effets qu'ils déterminent.

❀ ❀

La longueur des ondes ne dépend que de la self et de la capacité du circuit qui les émet.

Il est important de se loger bien en tête cette notion de l'immatérialité des vibrations des circuits, encore que nous ne puissions les bien admettre qu'en les comparant, naturellement, à des analogies matérielles.

Par exemple, et c'est là le fondement même de la Sans-fil, le circuit qui renferme une self et un condensateur se met à osciller avec une *fréquence* (nombre d'oscillations à la seconde) qui, loin d'être le produit du hasard, est

déterminée rigoureusement par la valeur de la *self* de ce circuit et celle de la *capacité* que ce circuit possède de lui-même.

Plus on donne de longueur aux fils métalliques qui font partie de ce circuit, plus on augmente la longueur des ondes qu'il émet. Inversement, si, dans ce même circuit, on intercale un second condensateur (les électriciens savent que cette opération a pour résultat la diminution de la capacité totale du circuit), plus l'oscillation est, en quelque sorte, rendue libre dans ses mouvements ; plus donc la fréquence des oscillations du courant augmente ; autrement dit, plus la longueur des ondes diminue.

(Plus les ondulations

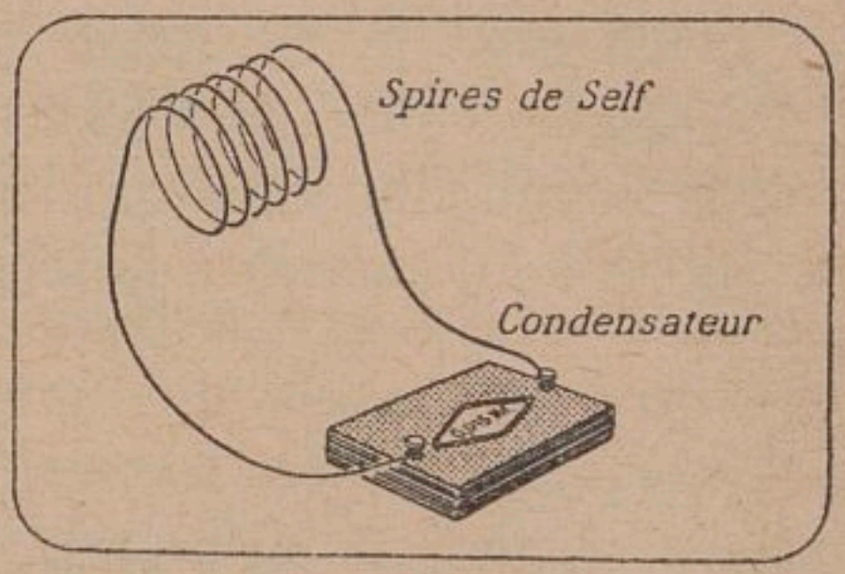


FIG. 8. — UN CIRCUIT OSCILLANT. — Quelques spires de self, et un condensateur formé tout simplement, au besoin, de lames de papier d'étain et de mica, suffisent pour constituer un circuit oscillant. La longueur des ondes émises par ce circuit sera d'autant plus grande que la self et la capacité propres de ce circuit seront elles-mêmes plus grandes. Et c'est là une des bases essentielles de la T. S. F.

Une « self » est constituée par un fil métallique enroulé en spires. Une « capacité » (ou condensateur) revêt des formes très variées. La bouteille de Leyde du XVI^e^ siècle était un condensateur : bouteille de verre garnie d'une feuille d'étain à l'intérieur et d'une autre à l'extérieur ; les deux feuilles formaient les *armatures*, et le verre formait le *diélectrique*. — Il y a des condensateurs *à mica*, constitués par des feuilles d'étain séparées par du mica. Il y a des condensateurs *à air*, constitués par des lamelles métalliques séparées par une couche d'air, etc — Mica et air forment ainsi le diélectrique du condensateur. — Self et capacité sont parfois *fixes*, parfois *variables* au gré de l'opérateur (voir p. 199 et 201).

sont longues, je le répète, moins nombreuses, moins « fréquentes » elles doivent être *en une seconde*, pour franchir la formidable étape qui leur est imposée par la nature, de 300.000 kilomètres à la seconde.)

DES ANALOGIES Si l'on veut éclairer de quelque lumière ces sombres abstractions, n'est-il pas excellent de leur chercher autour de soi des analogies matérielles?

L'étincelle, ce n'est que la cause, la déterminante, de l'ébranlement du circuit dans lequel elle jaillit. L'étincelle vibre à sa façon, et le circuit vibre à la sienne.

De même, le marteau qui frappe une longue corde d'acier n'a pas forcément les mêmes propriétés vibratoires que cette corde. Le marteau vibre selon sa constitution propre, c'est-à-dire selon la nature du bois de son manche, selon sa grosseur et sa longueur, selon la substance, la forme et le poids de son fer, selon la poigne qui le tient, selon la hauteur où cette poigne s'applique sur le manche, etc.

La corde d'acier, elle, vibre selon des facteurs tout différents (substance, grosseur, longueur, tension, etc.), qu'il serait superflu d'analyser ici. La longueur de ses ondes n'a donc de rapport ni avec la puissance du bras qui manie le marteau, ni avec la fréquence des coups de marteau.

Pareillement, un tout petit poste de T. S. F., très peu puissant, aurait le pouvoir d'émettre des ondes de grandes longueurs aussi bien que le fait un poste pourvu de

machines très fortes ; mais, nécessairement, sa portée serait beaucoup moindre, puisqu'en somme il émettrait dans l'espace, avec chaque onde, une quantité d'énergie beaucoup moindre aussi.

Je ferai observer qu'*en augmentant la tension* du fil d'acier (en y ajoutant progressivement des *condensateurs*, en quelque sorte), on augmente la fréquence de ses vibrations (il en donne davantage en une seconde) — donc *on diminue la longeur de ses ondes* et on fait monter son ton.

Inversement, en allongeant le câble (sans augmenter sa tension), c'est-à-dire *en accroissant la self* de ce fil d'acier, on diminue la fréquence de ses vibrations, donc *on augmente la longueur de ses ondes*.

❀ ❀

Le circuit qui les reçoit doit pouvoir vibrer sur la même longueur d'ondes.

Ces principes bien compris, tout s'éclaire en Sans-fil.

J'ai montré plus haut, autour des bassins de Versailles et de Trianon, qu'une bonne « réception » en T. S. F. ne peut se faire sans qu'*on s'accorde* sur l'exacte longueur d'onde de l'émetteur.

Comment aura-t-on, au poste récepteur, une corde d'acier qui vibre exactement comme celle qui se trouve au poste émetteur, sinon en lui donnant la longueur (self) et la tension (capacité) que possède la corde émettrice?

De même, comment, en réception de T. S. F. (le circuit récepteur joue là le rôle de circuit secondaire de Faraday), pourra-t-on s'accorder sur la longueur d'onde

de l'émetteur (circuit primaire), autrement qu'en prenant pour le secondaire les valeurs de self et de capacité de ce primaire ?

Aussi allons-nous voir qu'en T. S. F. tout appareil doit être *accordé* avec celui du poste correspondant et que, dans un même appareil, tous les circuits doivent être accordés entre eux. *Le condensateur et la bobine de self, qu'on y rencontre toujours et partout, sont les deux instruments de cet accord.*

Mais combien délicats parfois sont les *réglages* ! Quelle quantité infime d'énergie parvient à un appareil lorsque l'onde, qui fatalement déroule ses orbes sur la terre entière, a été émise, par exemple, à 6.000 kilomètres de distance !

Alors, la simple approche de l'opérateur dérange le réglage, parce que l'opérateur est lui-même une capacité électrique ! Souvent il ne manie le condensateur que par un long manche d'ébonite (substance peu conductrice) ; ou bien il place l'appareil dans une cage de verre et ne fait varier la capacité qu'au moyen d'une vis micrométrique !

C'est le domaine de l'ultra-ténu et presque de l'impondérable, où tout circuit, si inappréciable qu'il paraisse, réagit sur ses voisins qui, eux-mêmes, réagissent sur lui ; où les infimes organes d'une simple lampe de détection constituent eux-mêmes des condensateurs inévitables, dont le jeu ici nocif intervient, surtout dans la réception des ondes courtes.

LES EXPÉRIENCES DE HERTZ Hertz, schématiquement du moins, disposait ainsi ses expériences.

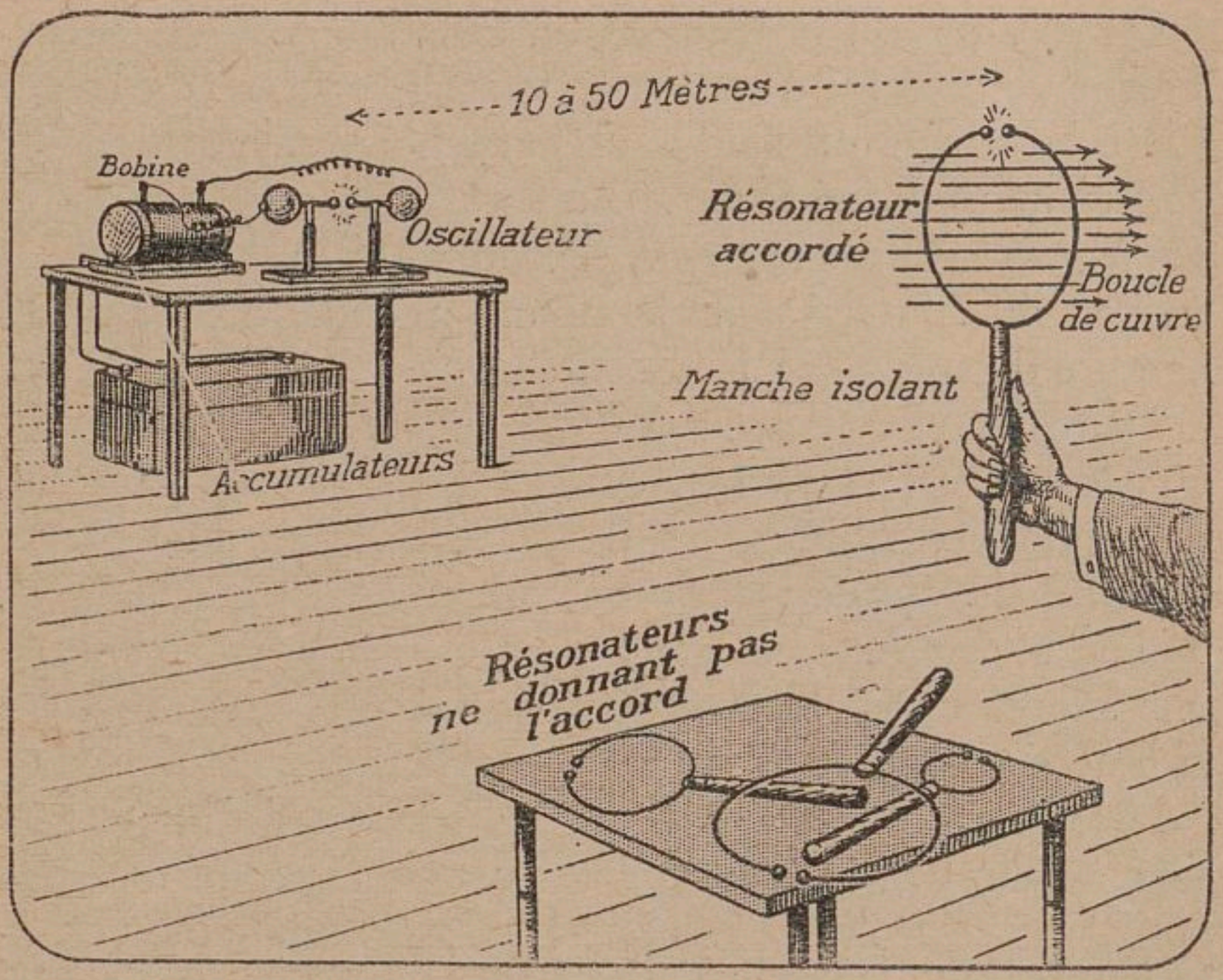


Fig. 9. — L'EXPÉRIENCE DE HERTZ SUR LES EFFETS DE RÉSONANCE. — Vers 1890, le physicien allemand Henri Hertz obtint, à des distances atteignant 50 mètres, des étincelles dues à des ondes cheminant sans fil dans l'éther. L'émetteur ou oscillateur était formé de deux boules de cuivre chargées par une forte bobine de Ruhmkorff. Le récepteur était un cerceau de cuivre (appelé résonateur) portant une minuscule coupure entre deux boules de cuivre; à chaque étincelle de la bobine correspondaient de petites lueurs entre les boules du cerceau. Certains cerceaux donnaient des effets plus intenses que les autres : Hertz eut l'intuition de l'*accord*, de la *résonance*, qu'il fallait chercher à établir entre l'émetteur et le récepteur.

Il reliait à une batterie d'accumulateurs une *bobine de Ruhmkorff*, comme le font encore aujourd'hui les jeunes électriciens amateurs qui veulent déterminer des lueurs phosphorescentes dans des tubes de Geissler.

On sait que cet instrument est constitué par un enroulement de gros fil, dans lequel passe le courant de la pile (c'est le circuit primaire), et par un enroulement de fil beaucoup plus fin et beaucoup plus long, *qui ne touche pas le premier* (c'est le circuit secondaire). L'élévation de la tension du courant dans le circuit secondaire dépend du nombre de spires qui le constituent.

Dans ce circuit secondaire, par suite de l'induction, qu'a découverte Faraday, naît et disparaît constamment, par suite des ruptures et des rétablissements incessants du primaire (occasionnés par un rupteur magnétique), un courant de haute tension. C'est là — rien ne se crée — une simple *transformation* de l'énergie emmagasinée dans la batterie.

Hertz réunissait les pôles de ce courant de haute tension à deux sphères de cuivre portant chacune une tige horizontale dite *éclateur* ou *oscillateur*. Les éclateurs, l'oscillateur, étaient séparés par une distance qu'on pouvait faire varier à la main. Les deux sphères constituaient donc un condensateur, — électriquement dit : une *capacité*, — et les deux conducteurs de cuivre qui formaient les supports des éclateurs constituaient la *self*. Tous les facteurs d'un circuit oscillant étaient ainsi réunis. La self, ici, était extrêmement faible, on le voit ; aussi la longueur des ondes n'atteignait-elle que 5 à 6 mètres et, par conséquent, leur fréquence était considérable.

A quelques mètres de là, dans une chambre voisine,

étaient disposés sur une table plusieurs cercles de cuivre, de diamètres différents et de substances différentes. Tous étaient coupés en un de leurs points : les deux bords de la

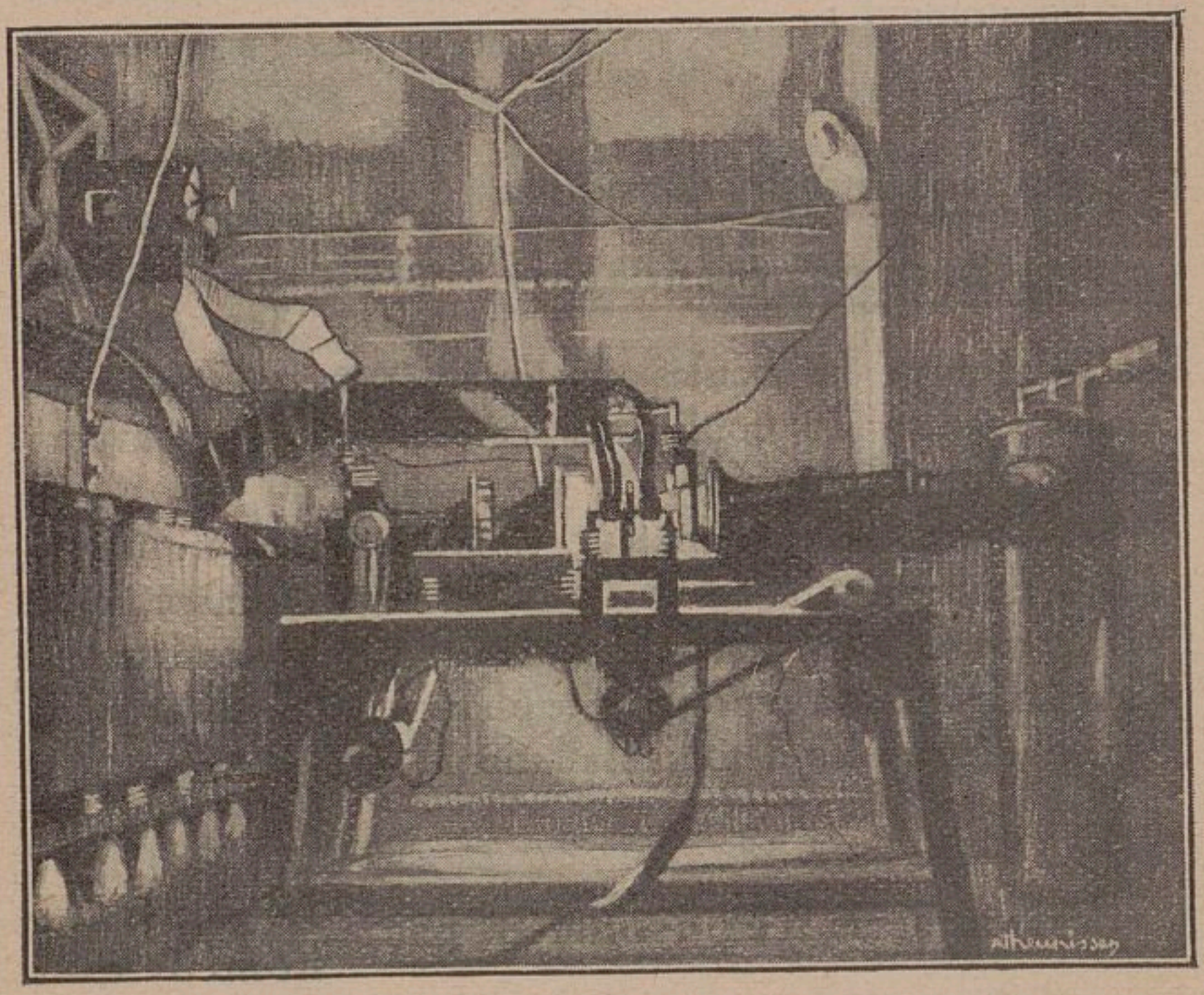


Fig. 10. — Une vision saisissante : le poste a étincelles de la Tour Eiffel pendant une émission. — Le visiteur qui pénètre pour la première fois dans la salle à haute tension de la Tour Eiffel au moment d'une émission, éprouve toujours quelque terreur. Du blanc éblouissant, du noir sombre, des formes imprécises... Des claquements effroyables... Une odeur d'orage... Personne ne demeure là. « Danger de mort ! » C'est, en effet, bien le tonnerre en chambre. Ce croquis a été pris pour nos lecteurs par M. A. Theunissen, grâce à l'obligeance du commandant Jullien, chef du Centre radiotélégraphique de Paris et de son adjoint, le capitaine Bergeron.

coupure étaient garnis d'une boule ; l'écartement entre les deux boules n'était que de 1 à 2 millimètres.

Hertz démontrait alors plusieurs phénomènes très curieux, *trois* notamment :

❀ ❀

Les cerceaux induits donnaient eux-mêmes des étincelles. Le premier consistait en ceci : chaque fois que, dans le laboratoire, des étincelles éclataient entre les boules de l'oscillateur, des étincelles sautaient entre les boules des cercles qui se trouvaient dans la chambre voisine.

Par conséquent l'oscillateur émettait un flux magnétique qui, *à travers même les murs de la maison*, allait induire un courant dans les cercles. On prétend que le physicien parvint à reproduire le phénomène à 50 et même 60 mètres entre les deux installations.

❀ ❀

Mal orientés, ils n'en donnaient pas. Le second phénomène qu'il démontrait encore était celui-ci : selon l'orientation qu'on donnait aux cercles par rapport à l'oscillateur, le jaillissement des étincelles en eux variait. Dans telle position, celle où le flux les frappait en pleine surface, le résultat électrique était nul ; il se révélait et s'accentuait de plus en plus au fur et à mesure qu'on tournait davantage les cercles, jusqu'au moment où ils se présentaient au flux par leur tranche : l'effet d'induction était alors maximum.

On a donc pu en conclure que la position des deux postes

(émetteur et récepteur) l'un par rapport à l'autre, n'est pas indifférente. Certes, théoriquement, puisque toute vibration quelconque de l'éther se propage à l'immensité totale du fluide immatériel, et que ce fluide est partout, *nulle vibration n'est inexistante pour aucun poste*. Mais on conçoit que la pratique ne s'accommode pas d'une théorie aussi distante ! En réalité, on a bien soin que tout poste, quelque puissance qu'il ait, soit orienté au mieux vers le correspondant avec lequel il a le plus à travailler (voir p. 160).

❀ ❀

Mal accordés, ils n'en donnaient pas non plus.

Enfin, un troisième phénomène capital apparaissait nettement dans les expériences de Hertz. Bien que tous les cercles récepteurs fussent minutieusement orientés, certain d'eux semblait toujours mieux disposé à répondre, étincelle à étincelle, aux crépitements de l'oscillateur.

Nous en devinons la raison : c'est que tous ces cercles, inégaux en nature et en surface, possédaient nécessairement des selfs et des capacités différentes ; celui qui, en vibrant ainsi électriquement, *s'accordait* le mieux avec le poste émetteur, était celui dont la longueur d'onde se rapprochait le plus de la longueur d'onde du circuit de ce poste.

En effet, dès que Hertz modifiait la capacité du condensateur d'émission, en rapprochant par exemple les boules de l'oscillateur, un autre cercle que le précédent se mettait à fournir des étincelles avec plus de facilité que ses voisins, parce que la nouvelle longueur d'onde du poste résonnait mieux avec la sienne propre.

Haute et basse fréquence. On nomme souvent Hertz inventeur de la *haute fréquence*. Le titre se justifie par ce fait : les courants alternatifs que fournissaient à son époque les machines électriques les plus perfectionnées, les meilleurs *alternateurs* par exemple, ne pouvaient pas fournir un courant alternatif d'une fréquence supérieure à 100 ou 200 changements de sens en une seconde. Or, les courants alternatifs lancés à travers l'éther, que venait de déterminer Hertz dans son laboratoire, avaient généralement une longueur d'onde de quelques mètres, cinq environ. Puisque, je l'ai dit plusieurs fois déjà, les ondes d'éther parcourent 300.000 kilomètres à la seconde, il fallait donc qu'elles fussent au nombre de 60 *millions à la seconde*, ce qui est une bien *haute* fréquence, on en conviendra !

En T. S. F. pratique, d'ordinaire, les ondes courtes sont de 100 à 300 mètres ; donc leur fréquence va de trois millions à un million. Les plus longues, 30 kilomètres fréquence dix mille.

On nomme *basse fréquence*, en T. S. F., les variations de changement de sens de courant qui correspondent aux possibilités de nos nerfs auditifs, entre 16 et 37.000 à la seconde, la fréquence des sons perceptibles pour nous.

Une des difficultés que présente la Sans-fil consiste précisément à ramener les ondes, reçues sur leur très haute fréquence naturelle, à une fréquence beaucoup plus basse que seule peut admettre notre oreille, donc le téléphone.

En résumé le rôle de Hertz dans la T. S. F. peut, en toute impartialité, se définir ainsi :

La T. S. F. procède par vibrations de l'éther. Pour les produire, elle se sert forcément d'un *courant alternatif*.

Ce courant alternatif a d'autant plus d'effet qu'il est plus puissant, ce qui est de toute évidence, mais aussi qu'il a des changements d'alternance plus rapides et plus nombreux. Vitesse énorme dans l'alternation et répétition énorme du phénomène dans une seconde, telles sont deux des qualités que doit posséder un courant *inducteur* pour réaliser de l'induction à grande distance.

Ce qui revient à dire que le courant alternatif inducteur doit avoir une très grande fréquence.

Or, à l'époque de Hertz, on ne savait pas produire de courant alternatif à périodes très nombreuses. Hertz a montré qu'on pouvait en réaliser *un* au moyen d'un *circuit oscillant* (par décharge d'un condensateur dans un circuit contenant une self suffisante).

Ce procédé a sa valeur, mais ne peut mériter l'admiration. Le courant alternatif déterminé par étincelles est fâcheusement diminué par l'amortissement de ses ondes (allant jusqu'à l'extinction) et par l'intermittence de sa production (v. p. 84).

Le premier donc, Hertz a révélé l'existence *d'ondes d'éther spéciales*, différentes de celles qui produisent le phénomène dit *lumière*, et il a indiqué un expédient pour les produire. Nous verrons que l'éclatement d'étincelles n'est que *l'un* des quatre procédés aujourd'hui employés pour provoquer la naissance de vibrations électriques de haute fréquence, qu'on a pris l'habitude d'appeler *ondes hertziennes* même lorsque l'étincelle ne coopère en rien à leur naissance, comme c'est aujourd'hui toujours le cas (sauf pour les ondes amorties).

BRANLY INVENTE LE PREMIER RADIOCONDUCTEUR EN 1891

A peine Hertz avait-il fait connaître au monde savant ses expériences de laboratoire, le Français Branly, en 1891, imaginait un curieux petit appareil qui allait leur donner déjà quelque valeur pratique, un *radioconducteur*.

❀ ❀

La limaille devient conductrice sous l'influence des ondes. Branly prenait un petit cylindre en verre, le remplissait, à peu près à moitié, de limaille de fer (poudre qui tombe d'un morceau de fer quand on le lime) et le fermait à chaque bout par un petit piston, en fer également. La limaille était donc serrée entre les deux pistons réunis chacun à l'un des pôles d'un circuit dans lequel se trouvaient une pile et une sonnerie.

L'installation ainsi faite, la sonnerie restait silencieuse. Le courant ne passait pas à travers la limaille, à cause du phénomène dit du *contact imparfait*, qu'il n'y a pas lieu d'expliquer ici.

Mais, dès qu'à proximité de ces organes ainsi reliés les uns aux autres éclataient des étincelles, donc se produisaient des oscillations de l'éther, la sonnerie se mettait à tinter ! Et, une fois démarrée, elle tintait sans arrêt, bien que les étincelles eussent depuis longtemps cessé de jaillir ! On ne pouvait l'arrêter qu'en donnant sur le cylindre à limaille un petit coup, une légère chiquenaude par exemple.

Les conclusions à tirer de cette expérience étaient multiples.

D'abord celle-ci : les vibrations magnétiques de l'éther orientent les atomes de la limaille de fer de telle sorte qu'elle acquiert la propriété de conduire l'électricité, jusqu'au moment où les vibrations d'un choc les remettent brusquement dans leur orientation primitive. L'onde les *cohère* ; le choc les *décohère*.

❀ ❀

C'est aussi un détecteur. Puis cette autre : l'organe nouveau constitue un révélateur d'ondes autrement efficace que les deux boules de cuivre de Hertz sur la coupure d'un cerceau de cuivre ! On peut désormais éloigner graduellement le poste d'émission et le poste de réception de quelques centaines de mètres : à cette distance, alors que les cerceaux de Hertz ne donnent plus d'étincelles depuis longtemps, la sonnerie de Branly se met encore en action dès que des ondes sont émises. L'appareil nouveau était donc *détecteur*.

La sensibilité de détection était accrue lorsque la limaille était d'or ou d'argent.

❀ ❀

Il peut déterminer l'entrée en jeu d'une énergie étrangère. Enfin cette autre conclusion encore : le simple passage des ondes sur le radioconducteur pouvait déterminer soudain (c'était là une nouvelle et bien précieuse acquisition de la science) la mise en

jeu d'une force étrangère, placée en attente en quelque sorte, celle de la pile même.

Cette force pouvait naturellement avoir la valeur qu'on entendait lui donner : le passage des ondes sur le petit appareil aurait donc pu déterminer l'explosion d'une poudrière, si tel avait été le résultat qu'on cherchât à obtenir du phénomène.

Il y a là, remarquons-le, comme à l'état latent, une première idée de l'*amplification* qui a aujourd'hui pris une place si importante dans la T. S. F. (1).

❀ ❀

Mais il faut décohérer. Malheureusement le radioconducteur de Branly présentait la tare congénitale que je viens d'indiquer : dès qu'une série d'ondes avait passé sur lui, il établissait indéfiniment le passage du courant de la pile et, par conséquent, rendait l'organe insensible aux séries d'ondes qui suivaient. Pour qu'il reprît constamment sa sensibilité, il fallait qu'on lui appliquât presque sans arrêt de petits coups.

En pratique, on chargeait de ce soin le marteau d'une sonnerie dont on avait enlevé le timbre, qui frappait régulièrement sur le verre. On le conçoit, c'était là une complication regrettable.

Cette critique, d'ailleurs, ne tend pas à diminuer en quoi que ce soit le mérite de M. Branly. Son invention, j'ai essayé de le bien exposer, détermine presque toutes les grandes bases de la T. S. F. pratique.

---

(1) Voir dans ce même ouvrage plusieurs schémas d'amplification (fig. 30 et 73). Voir aussi *Principes Fondamentaux de la T. S. F., expliqués à tout le monde.*

POPOFF SE SERT D'UN PARATONNERRE EN 1894

Le radioconducteur de Branly révélé, les savants réagirent à cette nouvelle chacun selon son tempérament.

La plupart n'y virent qu'une curieuse expérience de physique de plus. Un tout petit nombre se demanda si toute cette technique ne pourrait pas se transformer en un peu de pratique solide. Admirer est bien, profiter est mieux.

❀ ❀

Il annonce l'approche des orages. L'un d'eux, un professeur russe de Cronstadt, Popoff, imagina, en 1894, d'employer le cohéreur à la révélation des orages qui se préparent dans l'atmosphère.

« Ce que fait Hertz, en somme, pensa-t-il, c'est du tonnerre en chambre. Branly est l'annonciateur de cette foudre en miniature. Or, le Céleste Physicien, lui, nous fait du tonnerre vrai, des décharges de plusieurs kilomètres de longueur entre ces condensateurs gigantesques que sont les nuages, qui ébranlent l'éther autrement fort que les petits cerceaux de cuivre de ces messieurs. Essayons, au moyen du détecteur de Branly, de percevoir ces violents ébranlements de l'éther alors que l'orage est encore au loin. Nous pourrons crier à qui saura nous entendre, au besoin par télégraphe ou téléphone ordinaire : « Voici « l'orage qui vient. Hâtez-vous de rentrer vos moissons ! »

Popoff, avec logique, pensa encore : « Pour bien recevoir le flux magnétique qui arrive à travers l'espace, embrassons le volume d'éther le plus vaste possible. Le circuit de réception de Hertz, son cerceau fendu, ne peut capter qu'un très petit nombre des lignes de force émises par le circuit de l'éclateur. Ouvrons au circuit récepteur les bras aussi grands que peut les ouvrir un circuit récepteur ! »

Popoff dressa sur une maison un paratonnerre, soigneusement isolé de tout contact conducteur, le fit suivre d'un détecteur de Branly, et conduisit l'autre pôle au fond d'un puits pour que le passage du courant fût meilleur. Le circuit se fermait donc par la terre et, par l'éther, revenait au paratonnerre.

En dérivation sur le détecteur, Popoff installa un électro-aimant. Quand un orage s'accumulait au loin, débutant par quelques décharges, le radioconducteur laissait passer le courant de la pile dans l'électro-aimant, lequel attirait un style rempli d'encre qui se déplaçait sur un papier enregistreur. La décohésion se faisait constamment par un moyen analogue à celui que j'ai expliqué.

On obtenait ainsi une succession de hachures dont on pouvait tirer quelques déductions pratiques.

MARCONI RÉALISE LE PREMIER, EN 1896, UN DISPOSITIF RÉEL DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Deux ans plus tard, un Italien de génie inventif, homme de ténacité émérite, Marconi, ramassa tous les éléments un peu épars que nous venons d'analyser et s'ingénia, en leur ajoutant ses trouvailles personnelles, à en faire une application qui pût être utile à toute l'humanité : la télégraphie.

❀ ❀

Le manipulateur et le récepteur Morse sont associés au radioconducteur. La source n'était plus ni la foudre en laboratoire de Hertz et de Branly, ni le tonnerre authentique de Popoff, mais simplement un courant primaire coupé par un *manipulateur* ordinaire de télégraphie.

Le récepteur comportait un radioconducteur de Branly, et un style fonctionnant par électro, ainsi que je l'ai indiqué ; sur la bande, le style inscrivait des signaux Morse. On sait que Samuel Morse, peintre américain, imagina vers 1835 un ensemble d'organes de télégraphie électrique et un alphabet de signes, adoptés depuis par tous les peuples.

Il m'est impossible d'entrer ici dans les détails des réalisations successives que tenta Marconi. A chacun des organes il apporta quelque perfectionnement ; il eut constamment pour objectifs l'harmonie des moyens et le rendement maximum des éléments employés, si bien qu'en 1899 il atteignait la portée qui, avec raison, parut

prodigieuse à l'époque, de 50 kilomètres ! Entre Douvres et Wimereux, séparés par cette distance, les « marconigrammes » s'échangeaient à travers l'éther aussi facilement que se transmettent par des fils de cuivre, entre deux villes du continent, les classiques télégrammes. Véritablement la T. S. F. a été créée par la foi de Marconi.

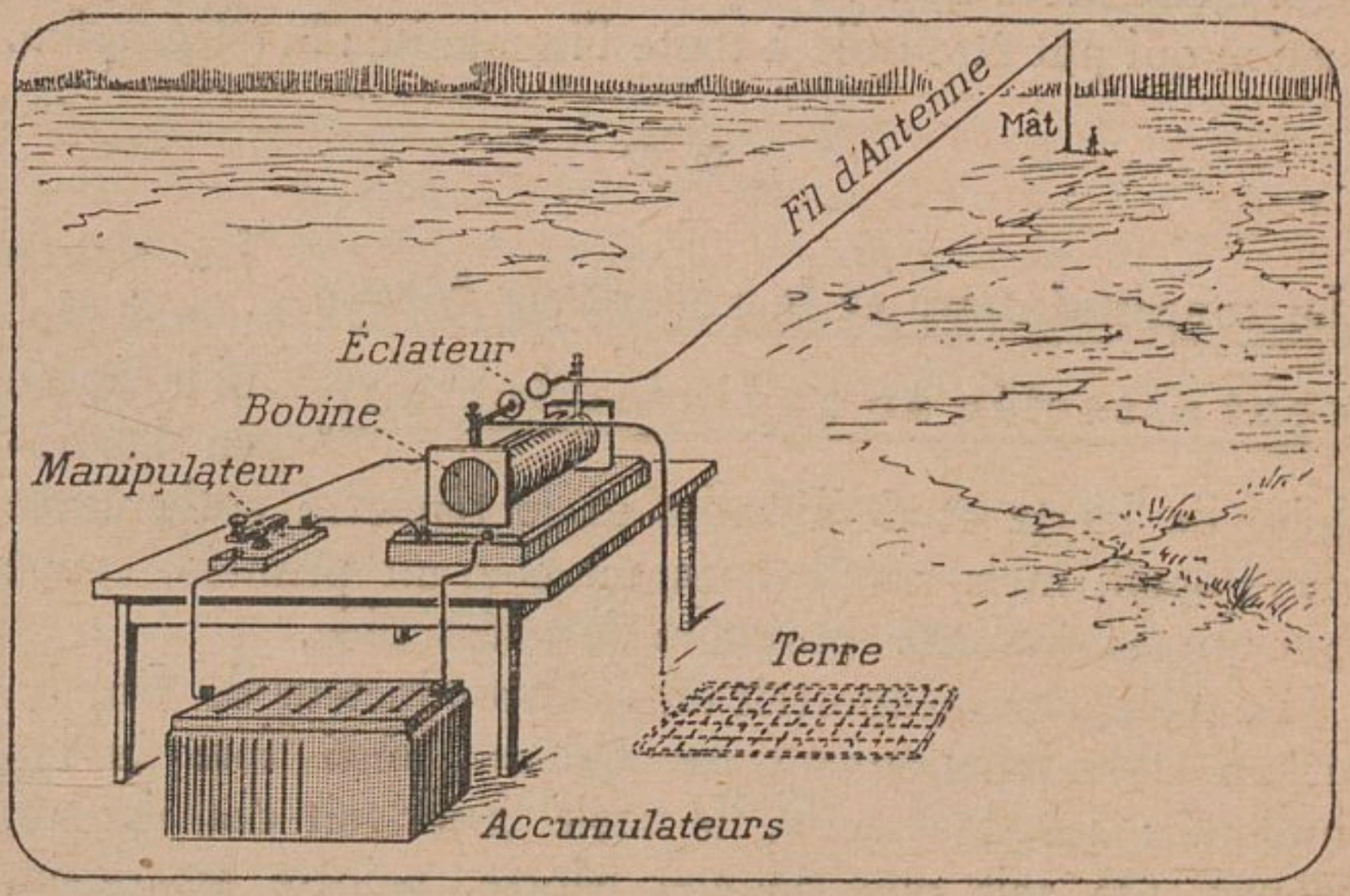


Fig. 11. — Le poste émetteur de Marconi. — C'est ce dispositif très simple qui permit à Marconi d'obtenir les premières communications dépassant 10 kilomètres. Le fil d'antenne, assez long, dont l'extrémité est supportée par un mât, joue un rôle prépondérant pour la portée.

❀ ❀

Marconi crée l'antenne. De la disposition générale des éléments du système primitif de Marconi, dont nos figures 11 et 12 indiquent

l'ordre, retenons que l'*antenne*, fil simple ou fils conjugués remplaçant le paratonnerre, est pour la première fois employée ici ; que, pour la première fois aussi, on trouve dans Marconi la compréhension du rôle énorme de l'accord entre l'émission et la réception : dans une des expériences les plus connues du célèbre ingénieur, l'antenne

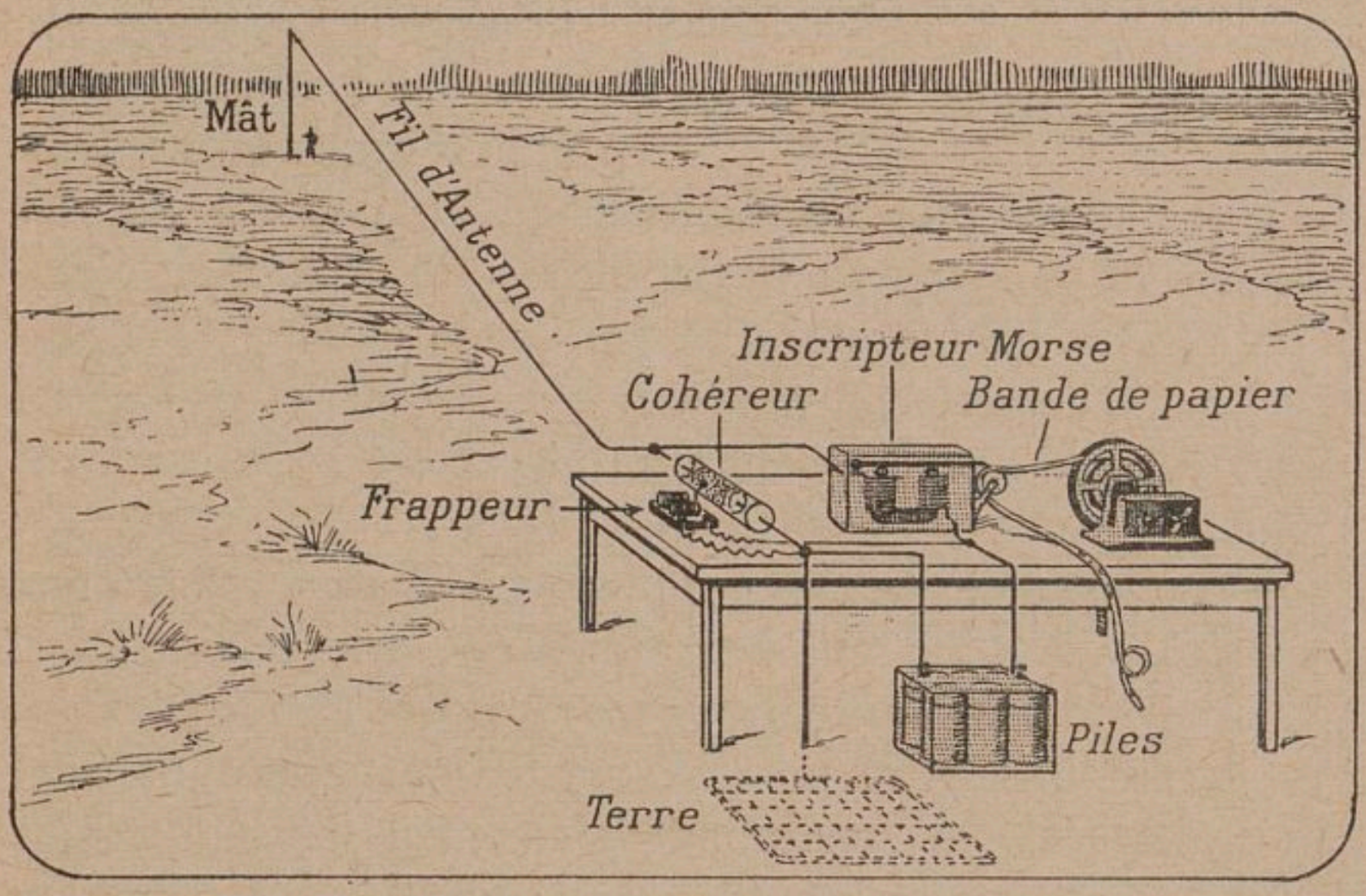


Fig. 12. — Le poste récepteur de Marconi. — Le radioconducteur, ou cohéreur, petit tube comportant une mince couche de limaille d'or ou d'argent serrée entre deux tiges de métal, est un organe très sensible à l'influence des ondes. — Sous leur action, que leur transmet l'antenne, il devient conducteur et permet à une batterie de piles d'actionner un appareil télégraphique Morse.

d'émission a 16 mètres de longueur; 16 mètres aussi l'antenne de réception.

Comment les signaux alphabétiques étaient-ils échangés?

Ils l'étaient, il y a plus de vingt ans, par des procédés qui correspondent sensiblement à ceux d'aujourd'hui. Nous allons donc nous arrêter un peu à leur étude. (V. fig. 14 et p. 122.)

❀ ❀

Émission d'un marconigramme (ondes amorties). Examinons rapidement l'*émission*. L'homme qui actionne le manipulateur établit par là même, pendant une durée plus ou moins longue, le courant qui, des piles, va au primaire de la bobine de Ruhmkorff : le trembleur de cette bobine entre en jeu, coupe et rétablit le courant par successions rapides ; un courant alternatif est induit dans le circuit secondaire, lequel est lié au condensateur.

Le condensateur se charge ; puis se décharge, non en une seule étincelle d'un seul bloc, mais en série d'étincelles : à chaque étincelle, l'antenne se met à vibrer électriquement, c'est-à-dire à émettre un flux magnétique alternatif dont la *fréquence*, et par conséquent la longueur plus ou moins grande des ondes, dépendent de la constitution même du circuit dans lequel se trouve l'antenne, un flux dont d'autre part la *puissance* dépend de la puissance même de la source qui alimente ce circuit.

Les ondes s'irradient ainsi en tous sens à travers l'espace, plus ou moins longues, plus ou moins fortes. Autant de fois jaillit une étincelle (qui, je le répète, se décompose en une suite rapide d'éclatements de force décroissante), autant de fois part du circuit de l'antenne un « train d'ondes » inductrices à force décroissante aussi.



Fig. 13. — La broderie interrompue. — Composition de *L. Sabatier*.
Cette gravure est en quelque sorte allégorique de la pénétration tout à fait intime que réussit la T. S. F. au sein des familles. Par elle des concerts descendent vraiment des cieux pour s'engager dans les logements modestes aussi bien que dans les salons luxueux. Il y a là une arme de lutte contre la désertion des campagnes.

La première onde d'un train est très accentuée ; la seconde l'est moins ; après 15 à 20 oscillations, l'*amortissement* du phénomène, c'est-à-dire son extinction, est complet.

Les phénomènes se succèdent nécessairement avec une rapidité qui échappe totalement à nos sens :

Un éclateur fournit de 20 à 1.000 *étincelles par seconde.*

Un train d'ondes a une durée de *un dix millième à un cent millième de seconde.*

Si le manipulateur, pour transmettre par exemple *un point*, n'établit le contact que pendant un vingtième de seconde, ce qui est ultra-rapide pour une main humaine, on voit que, pendant ce temps, l'antenne émet de 500 à 5.000 trains d'ondes ! Pour un trait, un cinquième de seconde, elle en envoie de 2.000 à 20.000 ! Entre le point et le trait, l'opérateur maintient ouvert le circuit pendant un vingtième de seconde, afin de séparer nettement les deux signaux.

Les lecteurs voudront bien examiner la figure 20 pour voir de quels éléments vibratoires est ainsi constituée, par exemple, la lettre *N* du Morse.

❀ ❀

Réception d'un marconigramme. L'antenne du poste récepteur reçoit les chocs de tous ces trains d'ondes amorties ; elles sont plus ou moins atténuées par la distance, mais elles arrivent toujours rigoureusement dans l'ordre et avec la fréquence qu'elles tiennent du poste émetteur.

Les principaux Signaux Morse

Alphabet

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

Chiffres

1 .————	6 —....
2 ..———	7 ——...
3 ...——	8 ———..
4 ....—	9 ————.
5	0 —————

Signaux de Service

—.—.—.	br	*Invitation à transmettre*
.—.—.	ar	*Fin de transmission*
...—.	sn	*Compris*
.—...	as	*Attente*
..——..	?	*Répétez*
—...—	=	*Séparation*
...———...	SOS	*Signal de détresse*

Fig. 14. — Les principaux signes internationaux de la télégraphie.

Cette antenne se met à vibrer. Elle est influencée par induction. Si le circuit dans lequel elle se trouve a une valeur de self et de capacité qui n'est pas trop éloignée de celle qu'a l'antenne d'émission, elle résonne avec le flux qui lui arrive, mais assez mal ; il ne s'induit pas moins en elle un courant alternatif de haute fréquence qui agit quelque peu sur le radioconducteur.

Si elle est « accordée », si elle a exactement la même fréquence vibratoire que sa camarade, elle se met à vibrer avec enthousiasme ! Alors un courant alternatif, aussi intense que possible, parcourt son circuit et agit au maximum également sur le radioconducteur. Les signaux deviennent aussi précis et nets que le permettent les conditions d'installation de l'ensemble des organes.

❀ ❀

Comment agissent ces vibrations sur le récepteur Morse. J'ai rappelé, il y a un instant, la constitution d'un appareil récepteur Morse en télégraphie électrique ordinaire : un contact bref du style avec la bande de papier trace un point ; un contact prolongé donne un trait.

Or, dans le procédé de télégraphie sans fil que nous étudions en ce moment (débuts de Marconi), le courant qui passe dans l'électro-aimant est mis sous la dépendance absolue du radioconducteur, lequel dépend lui-même à la fois des ondes qui donnent cohésion à la limaille (donc livrent passage au courant) et du petit marteau qui, frappant régulièrement et vite sur le cylindre de verre, décohère la limaille (donc coupe le courant dans l'électro).

Ce sont les espacements des étincelles qui règlent la cadence. Mais nécessairement le petit marteau, misérable matière,

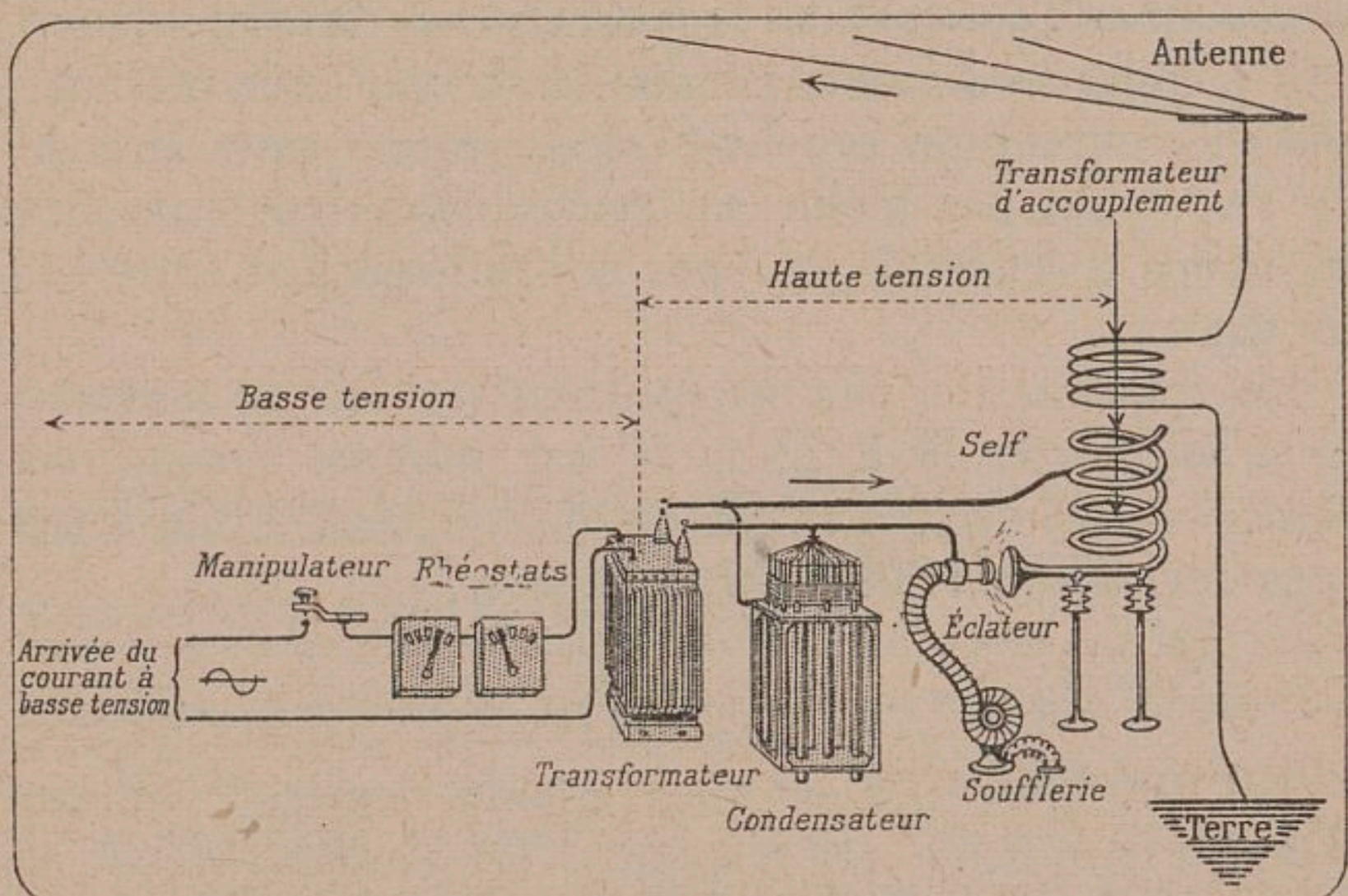


Fig. 15. — Schéma d'installation d'un poste d'émission a étincelles et a excitation indirecte (c'est-à-dire que la bobine de l'antenne reçoit par induction l'énergie développée dans le circuit primaire, lequel renferme l'éclateur). — Le poste est alimenté par un alternateur à basse tension et à basse fréquence. Le manipulateur, actionné par le télégraphiste, produit les signaux Morse. Les rhéostats règlent la puissance utilisée. Le transformateur élève le courant à la haute tension nécessaire pour que le condensateur se charge. L'éclateur, avec sa soufflerie qui refroidit les surfaces entre lesquelles jaillissent constamment les étincelles et le gros serpentin de cuivre, qui forme la self du circuit oscillant, complètent l'appareil générateur d'oscillations. L'antenne avec sa self et la prise de terre forment le dispositif qui fait rayonner les ondes dans l'éther et les envoie au loin.

fonctionne incomparablement moins vite que les ondes immatérielles ne traversent la limaille. Il en résulte que ce sont les coups de marteau qui donnent la cadence à la transmission ; de même que, dans les voies publiques, les charrettes à bras imposent aux automobiles la lente cadence de la circulation.

Les ondes sont morcelées par les coupures du marteau ; mais le courant qui actionne l'électro et par suite le style, ne s'y établit pas moins en concordance rigoureuse avec les temps d'action ou de repos qui différencient entre eux les signaux.

La transmission par manipulateur se fait en moyenne à la vitesse de 20 à 22 mots par minute, chaque mot étant supposé de cinq lettres ou chiffres, c'est-à-dire à peu près de 1.200 à 1.300 mots à l'heure.

***

Tel est, brossé en ses plus grandes lignes, le schéma d'une transmission télégraphique de signaux Morse au moyen de la Sans-fil. Marconi transmettait ainsi au début du siècle actuel ; nous transmettons à peu près de la sorte encore les radiotélégrammes, sauf en ce qui concerne le détecteur, ainsi qu'on va le voir.

Le dispositif de la télégraphie sans fil est donc extrêmement simple, si bien que tout homme non maladroit peut le réaliser et à très peu de frais.

Il nous suffira de partir de ce schéma élémentaire des expériences de Marconi pour déduire maintenant les uns des autres les perfectionnements qui ont amené la T. S. F. aux résultats publics dont nous pouvons tous jouir aujourd'hui.

LE DÉTECTEUR, MAIN SUBTILE, MAIN QUI AMPUTE

C'est, en effet, à perfectionner tous ces principes de base que les efforts des chercheurs se sont appliqués depuis près de vingt ans. Nous n'allons examiner que les plus considérables progrès, sans d'ailleurs nous soucier de leur ordre chronologique.

❀ ❀

Le téléphone peut-il admettre des ondes amorties telles qu'elles arrivent à l'antenne ?

Il était naturel qu'on recherchât d'abord cette commodité : recevoir par un téléphone les signaux Morse émis par ondes amorties.

Le récepteur mécanique de Morse, avec son mouvement d'horlogerie qui entraîne une bande, avec son style et son encre, ne se prêtait guère aux installations légères, rapidement faites, à bon marché, qu'on avait le droit d'espérer d'une invention dont le nom évoque l'idée d'extrême simplicité : sans-fil.

A l'adoption du téléphone en l'occurrence, s'opposaient des objections. Les télégrammes, si on les recevait par téléphone, ne laisseraient pas de trace. Évidemment. Aussi leur réception impliquerait qu'on sût « lire au son », c'est-à-dire traduire en lettres et en chiffres, presque instantanément, les *tac-tac*, *tac-tac-tac* rapides qui, seuls, feraient vibrer la plaque du téléphone.

Mais, dans la plupart des cas, ces deux objections

n'avaient pas de valeur. Et puis, n'était-ce pas s'acheminer vers la téléphonie parlée ou chantée que de rechercher tout d'abord la réception par téléphone des ondes amorties émises par les postes à étincelles? Les efforts se sont donc acharnés à faire au téléphone une place dans la T. S. F.; aujourd'hui il y a un trône.

❀ ❀

Sa membrane et notre oreille ne comprennent rien à ces énormes fréquences.

Le téléphone a comme organe principal une membrane de métal. Tantôt attirée par un électro-aimant, tantôt ramenée à sa position primitive par son élasticité propre, elle a été calculée naturellement pour vibrer à une fréquence que puisse admettre l'oreille humaine.

J'ai rappelé, au début de cet ouvrage, que le maximum que puissent enregistrer nos nerfs auditifs est d'environ 37.000 vibrations par seconde, le son le plus aigu : il ne servirait donc de rien qu'on construisît des téléphones dont la membrane fût capable de vibrations plus fréquentes, puisqu'ils ne correspondraient ni à notre voix, ni à notre pouvoir d'audition.

Or, si nous installons un téléphone dans le circuit même de l'antenne de réception, ou même en dérivation sur ce circuit, l'électro-aimant de l'appareil va recevoir un courant bien étrange pour lui, un courant dont il est absolument incapable de s'accommoder !

Ce courant, en effet, c'est une série d'oscillations, d'un courant tour à tour positif et négatif, qui s'inversent avec

une fréquence double de celle des ondes (deux alternances par onde), c'est-à-dire souvent 6.000.000 de fois à la seconde ! (Les ondes les plus longues qu'on emploie actuellement ont 30.000 mètres ; les plus courtes, 45 mètres.)

Pauvre téléphone ! Sa membrane est faite pour vibrer 37.000 fois par seconde, au maximum ! Dans l'étrange courant que nous lui imposons, tour à tour attirée et repoussée avec une vitesse que les mots ne sauraient exprimer, sa membrane n'a pas les moyens de nous obéir. Elle prend le seul parti que la physique lui permette : elle ne vibre pas.

❀ ❀

Il faut couper les ondes à la taille. Qu'allons-nous faire? Cherchons un appareil à placer entre l'antenne et le téléphone, au bon endroit, qui ampute les ondes d'une de leurs alternances, l'alternance négative (voir les figures 16 et 19).

Si nous trouvons cet appareil, nous obtiendrons par son jeu que chaque train d'ondes arrive au téléphone avec sa partie haute seulement ; nous aurons transformé le courant alternatif si rapide, induit dans l'antenne, en une succession de petits fragments de courant continu qui attireront la membrane toujours dans le même sens.

Alors, pour que la membrane vibre avec une vitesse correspondant aux possibilités d'audition de l'oreille humaine, il suffira que l'éclateur du poste d'émission soit réglé à la cadence de 20 étincelles à la seconde au moins

et de 2.000 au plus (1). Le nombre d'étincelles à l'émission et le nombre des vibrations de la membrane téléphonique à la réception seront forcément toujours identiques.

L'appareil bienfaisant qui coupe ainsi par le milieu du corps les oscillations et fait qu'un téléphone peut recevoir des ondes amorties, avait été esquissé par Branly. Son radioconducteur non seulement ne laissait passer un courant que sous l'influence des ondes, mais encore se refusait à admettre les deux alternances d'un courant alternatif.

Toutefois cette dernière propriété n'était pas toujours bien nette; il en advint qu'on n'utilisa jamais le radioconducteur en téléphonie, même pour recevoir des amorties.

Mais les vrais détecteurs allaient arriver.

Le détecteur électrolytique. Le premier *détecteur* assurément digne de ce nom tant pour sa sensibilité aux ondes que pour ses qualités

---

(1) Les postes qui émettent à la cadence de 20 à 60 étincelles à la seconde sont dits à *émission rare* ou *émission ronflée*. Les autres donnent des *étincelles chantantes*, parce que la fréquence de leur émission correspond à des notes musicales, lesquelles se subdivisent en graves, aiguës ou sifflantes, suivant la hauteur du son gradué. Les bons opérateurs de T. S. F. possèdent, par accoutumance, une oreille extrêmement sensible, qui leur permet de reconnaître leur correspondant, à coup sûr, grâce à sa tonalité, malgré le tohu-bohu des émissions de plusieurs postes travaillant en même temps.

de « redresseur de courant », a été imaginé, en 1903, par le commandant Ferrié, aujourd'hui général, grand maître de la T. S. F. française.

Ainsi que le fait supposer son qualificatif, cet appareil a pour principe de base la décomposition d'un liquide, en quelque sorte instantanée, par le passage d'un courant. Cette décomposition est périodique. Elle n'a pas lieu si le courant va dans un certain sens ; alors, les deux électrodes en platine, plongées dans un liquide acidulé (donc bon conducteur), laissent passer le courant. Mais, si le courant se renverse, subitement se dégagent à l'extrémité du fil positif de petites bulles qui l'encapuchonnent, qui arrêtent automatiquement ce courant. Ces phénomènes se reproduisent, quoi qu'en puissent juger nos sens, avec la fréquence des ondes elles-mêmes.

A son époque, le détecteur Ferrié constituait, par rapport au radioconducteur de Branly, une simplification, car le décohéreur était supprimé. Il était d'ailleurs plus sensible et plus régulier. Il a augmenté beaucoup la portée de la télégraphie puisque, je l'ai expliqué, l'onde atteint en somme tous les lieux au monde et que le pouvoir d'émission d'un poste n'a évidemment pas à croître si le pouvoir de réception augmente chez ses correspondants.

Les détecteurs à cristaux. La galène. Le plus simple des détecteurs, car il n'exige ni organe additionnel, ni aucun liquide qui en assure le fonctionnement, est constitué à la fois par un cristal qui forme un des pôles, et par un petit

fil métallique qui vient toucher ce cristal en un point, formant l'autre pôle. Il fait partie d'une famille de détecteurs qui ont été étudiés par Pickard vers 1905.

En réalité, ce cristal peut être considéré comme pourvu des mêmes propriétés que le petit appareil de Branly. C'est un « radioconducteur » également, c'est-à-dire un organisme encore assez peu connu dans ses fonctions, où le passage des ondes modifie les orientations moléculaires. Mais, dans le cas présent du cristal, ces modifications ne persistent pas après le passage des ondes comme elles le font dans la limaille.

Les essais sur cristaux ont tour à tour porté sur un petit bloc de pyrite de fer avec une pointe de cuivre ; de carborundum avec une pointe de carbone, etc. Les meilleurs résultats ont été fournis par un morceau de sulfure de plomb ou *galène* (qu'on trouve à l'état naturel, en grandes quantités, au Maroc et en Espagne), sur lequel appuie un fil extrêmement fin, de cuivre ou d'or, dit *chercheur*. C'est là un détecteur fort peu coûteux.

La sensibilité de la galène est plus grande encore que celle des détecteurs que nous avons jusqu'ici étudiés, mais elle n'est pas uniformément répartie sur toute la surface du petit bloc. Pour obtenir une excellente détection et un bon redressement des ondes, il faut que l'opérateur cherche sur la galène le point le meilleur; il faut aussi que la pression du fil métallique sur le cristal ne soit ni trop forte, ni trop faible. Aussi la spirale est-elle ample, douce, montée sur deux rotules qui nous permettent de tâter au mieux le cristal dans tous les sens (fig. 22).

Un peu de poussière, ou le contact gras des doigts, suffisent à empêcher l'établissement du courant. Aussi

la galène est-elle souvent enfermée dans une logette en verre d'où sort la tige seulement qui permet l'exploration par la spirale.

Le seul inconvénient que présente la galène est la facilité avec laquelle se déplace à sa surface, sous l'influence d'une trépidation par exemple, la pointe de la spirale métallique qu'on a fixée au point sensible. Pour cette raison ne rencontre-t-on jamais ce détecteur sur un avion et, à plus forte raison, sur une voiture de route ou de chemin de fer.

Pour un amateur, cet inconvénient est bien faible, et la galène, détecteur très simple, très efficace, très pur, contribue certainement pour une part très grande à la diffusion de la T. S. F. entre toutes les mains.

La lampe à trois électrodes. C'est la lampe merveilleuse ! On l'aperçoit, simple, triple ou quadruple, sur presque tous les appareils. Elle devient le symbole de la Sans-fil.

Elle a permis à l'émission et surtout à la réception téléphoniques de tels progrès, elle joue un rôle si grand dans toutes les manifestations de T. S. F., que tout amateur sérieux doit en connaître assez minutieusement le fonctionnement (voir page 101).

La lampe merveilleuse, qui, depuis 1904, a fait l'objet de longs travaux et de solides brevets de la part de MM. Flemming, de Forest, etc., a été complètement mise au point en France pendant la guerre, notamment en 1917, par nos brillants ingénieurs radiotélégraphistes. Elle a

rendu à notre pays de grands services. Elle a ouvert les temps heureux de la T. S. F. dans le monde.

❀ ❀

LES ÉLECTRONS

Son principe repose sur les théories atomiques les plus modernes.

La science admet aujourd'hui, et les expériences semblent prouver qu'il ne s'agit pas là d'une simple théorie, que les atomes d'un corps sont entourés d'une infinité de petits grains immatériels qui gravitent autour d'eux avec une extrême vitesse. On les nomme des *électrons* ; au point de vue électrique, ils sont toujours négatifs.

Lorsqu'on chauffe un corps, les électrons tendent à s'échapper de l'orbite dans lequel ils évoluent ; si la température atteint une grande valeur, ils fuient en tous sens et peuvent en quelque sorte « bombarder » de charges négatives d'électricité un corps conducteur placé dans leur voisinage et de polarité positive. On conçoit, d'autre part, qu'un courant ne puisse pas s'établir à contre-sens de la marche des électrons. (Voir, à la fin de l'ouvrage, *Dans quel sens circule un courant électrique?* page 257.)

Ces extraordinaires propriétés de l'incandescence ont été employées à l'établissement d'un détecteur ultra-sensible et fort bon amputateur d'alternances, la lampe dite *audion* (du mot latin *audire*, écouter, parce que sa première fonction a été, pendant la guerre, de surprendre le bavardage des sans-filistes ennemis).

Les résultats que donne la lampe font excuser la complication trop certaine de son emploi. Le chauffage d'une

des électrodes de la lampe (le filament) exige l'emploi d'une batterie d'accumulateurs ; la mise au potentiel utile d'une autre électrode (plaque) nécessite la présence d'une seconde batterie de voltage assez élevé. On ne peut contester que ces deux blocs ne soient des assistants bien encombrants et de caractère capricieux.

Il faut, en outre, reprocher à la lampe merveilleuse l'élévation de son prix et sa fragilité. Mais quels défauts ne lui pardonnerait-on pas ?

LES ONDES ENTRETENUES

Le procès de l'étincelle. Lorsque tout à l'heure nous avons étudié les expériences de Hertz, j'ai fait remarquer que ce physicien nous avait, d'une part, révélé les propriétés d'un *circuit oscillant*, autrement dit, d'un courant qui change d'alternances avec une extrême rapidité ; et que, d'autre part, il nous avait indiqué l'*un* des moyens qu'on peut employer pour produire un courant alternatif à très grande fréquence : installer dans un circuit pourvu de self un condensateur qui, chargé d'électricité à haute tension, se décharge de temps en temps par *une série d'oscillations bruyantes et lumineuses qu'on nomme étincelle*. Cette étincelle détermine dans le circuit une série d'oscillations aussi, qui n'ont d'ailleurs pas de rapport avec celles de l'étincelle, et qui sont des ondes, des ondes *amorties*, dont la première oscillation est très vigoureuse, dont les oscillations suivantes perdent de plus en plus de puissance.

❀ ❀

Un beau paresseux. Une expression ici mérite quelques explications : « Le condensateur se décharge *de temps en temps*. »

Tout est relatif. Quand fonctionne un poste à étincelles de T. S. F., nos yeux et nos oreilles sont convaincus que cette foudre jaillit sans aucune interruption.

En réalité, après avoir fourni une étincelle, le conden-

sateur exige *un temps considérable* pour se recharger : on calcule que le temps qui sépare deux étincelles est 500 fois plus long que la durée d'une étincelle ! Si bien qu'en somme, le condensateur se repose énormément plus qu'il ne travaille...

❀ ❀

Les ondes amorties ont beaucoup de défauts. Il est donc peu surprenan que les phénomènes par lui déterminés ne possèdent pas la vigueur à laquelle on pourrait s'attendre, que les ondes amorties n'aient pas une portée qui corresponde à la puissance dépensée par la machine à émission ; qu'elles aient, en un mot, « un mauvais rendement ».

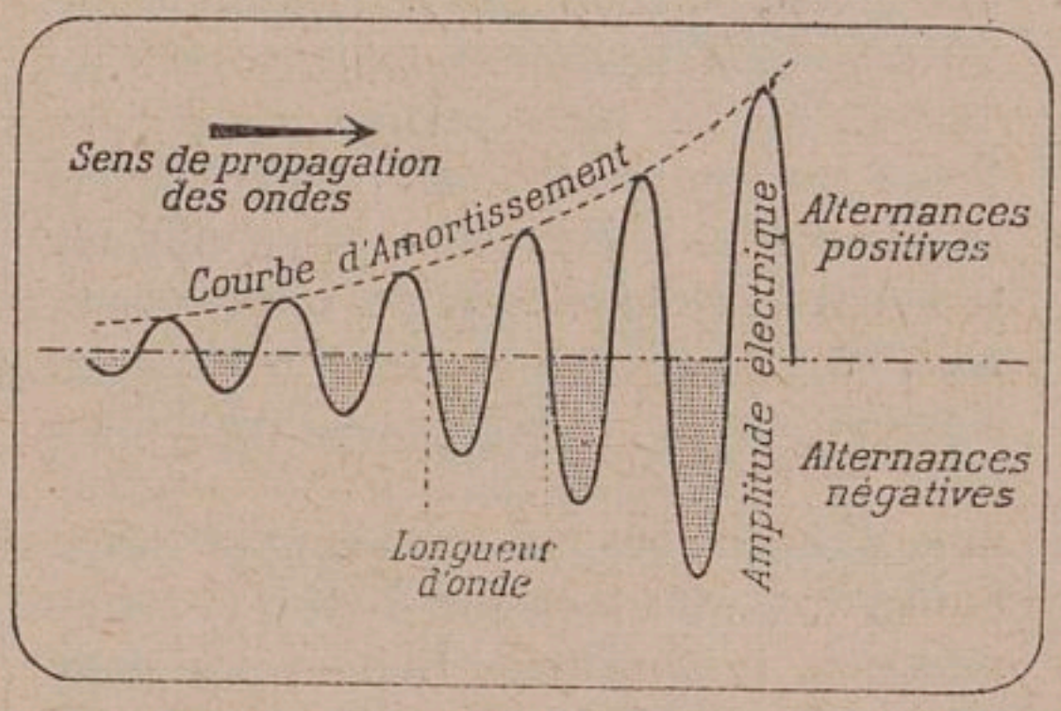


Fig. 16. — Représentation physique schématique d'un train d'ondes amorties. (V. fig. 17.)

Il n'est pas surprenant davantage que l'onde amortie, qui est une sorte de choc de flux, ne se prête pas très bien à l'accord. Sans doute, pour écouter un poste d'étincelles, on arrive bien à déterminer tel réglage où l'audition est majeure ; mais on ne peut guère opérer avec précision et, si l'on ne possède pas une grande habitude de communication avec tel correspondant, on ne le distingue pas

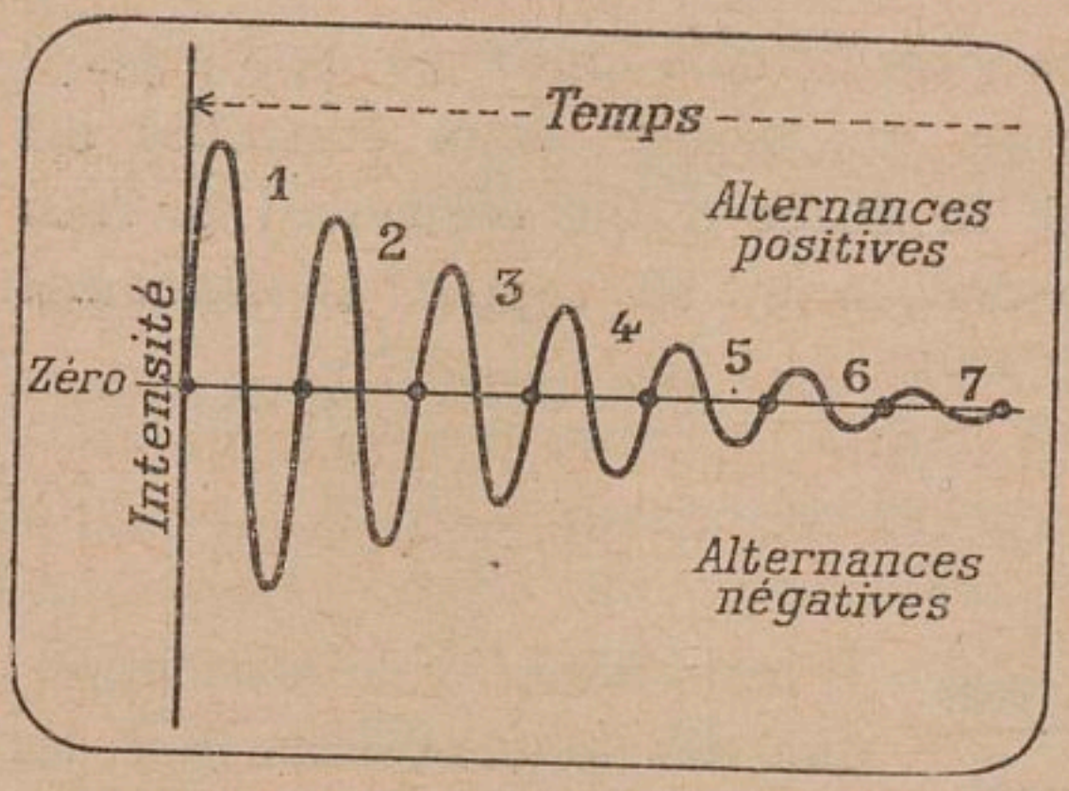


Fig. 17. — L'AMPLITUDE OU INTENSITÉ DES OSCILLATIONS D'UN TRAIN D'ONDES, MONTRÉE SCHÉMATIQUEMENT EN FONCTION DU TEMPS. — Si nous portons en *abscisse* (ligne horizontale) le *temps* pendant lequel se passent les phénomènes, et en *ordonnée* (ligne verticale) *l'intensité* des phénomènes, nous voyons qu'un « train d'ondes », supposé ici de 7 oscillations seulement pour la facilité des explications, se compose d'oscillations qui ont toutes la même durée, mais sont bien loin d'avoir la même intensité. L'oscillation 1, dont les deux alternances s'éloignent le plus possible de la ligne du *zéro*, représente, dans la dépense d'énergie que fait la source, le maximum de cette énergie. Les alternances de l'oscillation 2 s'éloignent déjà moins du zéro : elle est donc moins puissante, déjà un peu *amortie*, etc. — Communément on représente ainsi les ondes de T. S. F. En me plaçant à un autre point de vue, celui de la propagation des ondes, de leur mouvement physique (fig. 16 et 19), j'ai montré l'ordre de la progression des oscillations dans l'espace.

facilement, nous le verrons, dans le brouillage et au milieu des parasites.

Enfin, je n'ai pas besoin d'expliquer que les ondes amorties ne se prêtent en aucune façon à la téléphonie parlée ou chantée. Ces bonds de l'éther ne pourraient transporter sans la démolir la voix ou la musique, tissus infiniments délicats et fragiles.

TROIS AUTRES MOYENS DE FAIRE DES ONDES

Donc les chercheurs se sont mis en quête de moyens de produire des ondes par les circuits oscillants, ou, plus exactement, de

moyens de produire des ondes à haute fréquence. Ils en ont trouvé *trois*, que je me bornerai à citer ici, sans entrer dans leur technique.

— *La lampe à arc* a été employée en cette fonction, pour la première fois, vers 1900, par W. Duddell. Le circuit à faire vibrer, pourvu de self et de capacité naturellement, est relié aux pôles d'un arc à courant continu qui jaillit

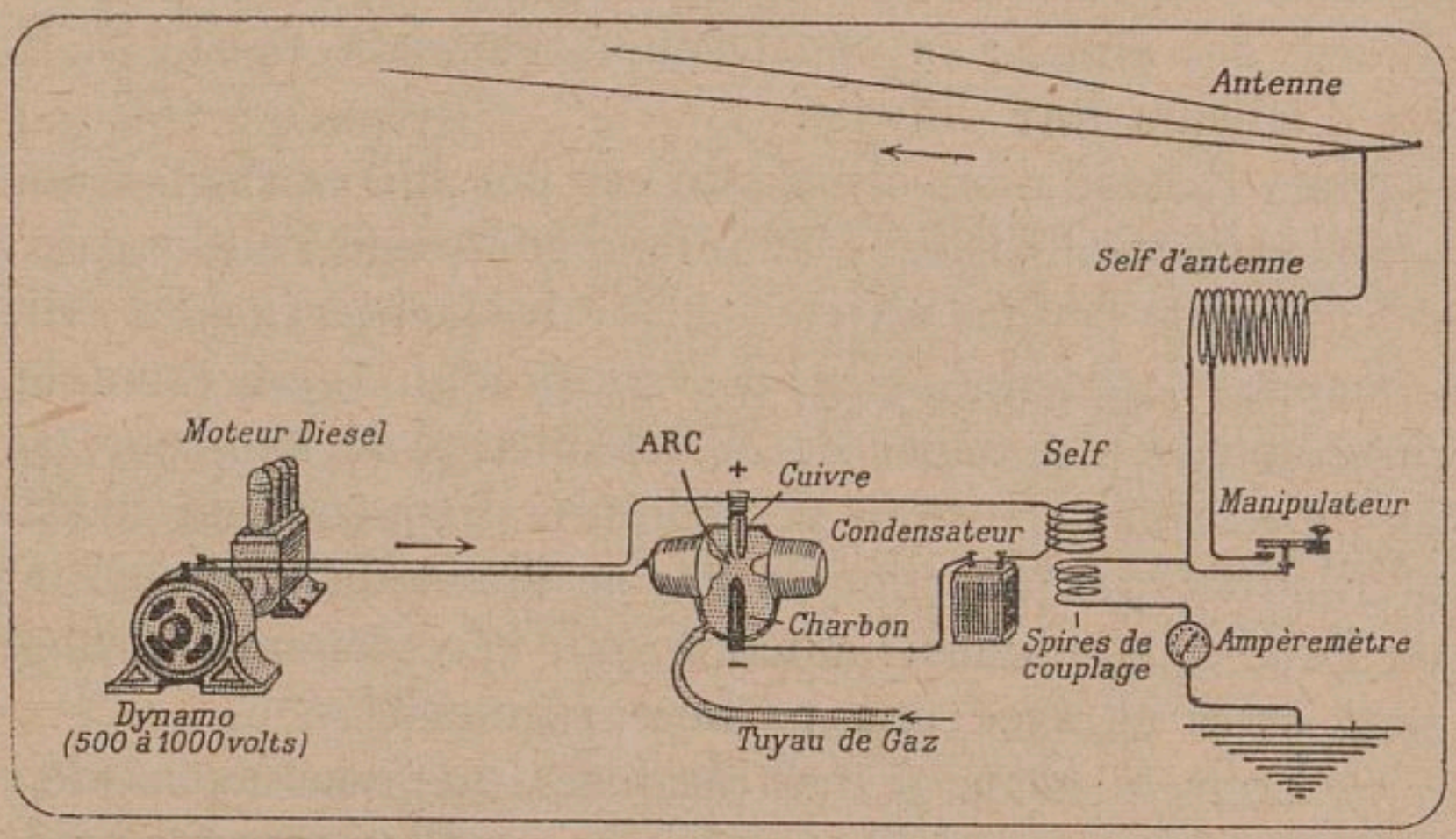


Fig. 18. — SCHÉMA D'UN POSTE ÉMETTEUR A ARC. — L'arc est très employé pour la production d'ondes entretenues. Il jaillit entre deux pôles de cuivre et de charbon placés en face de puissants électro-aimants. On entretient dans la chambre de l'arc une atmosphère de gaz d'éclairage, pour faciliter le passage du courant d'un pôle à l'autre de l'arc, diminuer par conséquent la *résistance* à ce passage. Le circuit oscillant, branché aux bornes de l'arc, est couplé avec l'antenne par quelques spires de self placées en face de spires analogues intercalées dans l'antenne. La figure représente un dispositif de télégraphie sans fil par ondes entretenues ; les signaux Morse sont produits à l'aide du manipulateur. On pourrait faire ainsi de la téléphonie en branchant à la place du manipulateur un microphone (voir p. 141).

entre deux gros crayons, l'un de charbon, l'autre de cuivre. Le jaillissement est permanent, la recharge du condensateur se fait sans aucun arrêt (fig. 18).

— *L'alternateur* à haute fréquence, machine électrique analogue à celle que l'industrie emploie (en basse fréquence) pour la production de courant alternatif (courant d'éclairage, de transport de force, etc.), est employé dans les grands postes d'émission pour la production presque directe des ondes ; sa construction aux fins de T. S. F. est d'ailleurs fort difficile.

Mais l'installation électrique est par lui amenée à une grande simplicité. Elle ne comprend guère que l'alternateur, calculé pour donner un courant de fréquence égale à celle des ondes hertziennes que l'on veut produire : par exemple, pour obtenir des ondes de 30.000 mètres de longueur, on utilise un alternateur qui possède une fréquence de 10.000 oscillations par seconde. On envoie directement le courant de l'alternateur dans l'antenne qui, nécessairement, vibre sans arrêt et avec une parfaite régularité.

— Enfin *la lampe à trois électrodes*, que nous avons déjà vue apparaître tout à l'heure, est aujourd'hui souveraine de l'émission comme elle l'est de la réception.

Pour l'émission, elle est alimentée par une batterie d'accumulateurs dans les petits postes, par une dynamo dans les grands. Sa « grille » est un véritable balancier électrique de haute précision, qui bat rigoureusement et indéfiniment la mesure aux oscillations de l'éther. Elle détermine des ondes plus régulières encore que l'arc ou que l'alternateur ; pour cette raison elle est toujours préférée à un autre émetteur lorsqu'il s'agit de téléphonie parlée ou chantée.

Tous les trois donnent des ondes entretenues. Ces trois moyens de production d'ondes de haute fréquence possèdent, on vient de le deviner, une propriété commune : la régularité. Plus de secousses, plus de décharges brusques, plus de temps morts dans le circuit ! Dès que la première oscillation est partie, une autre la suit, de même forme et de même force qu'elle ; des milliards de cerceaux immatériels, tous émis par une puissance constamment égale à elle-même, s'irradient autour de l'antenne et en une seconde franchissent leurs 300.000 kilomètres !

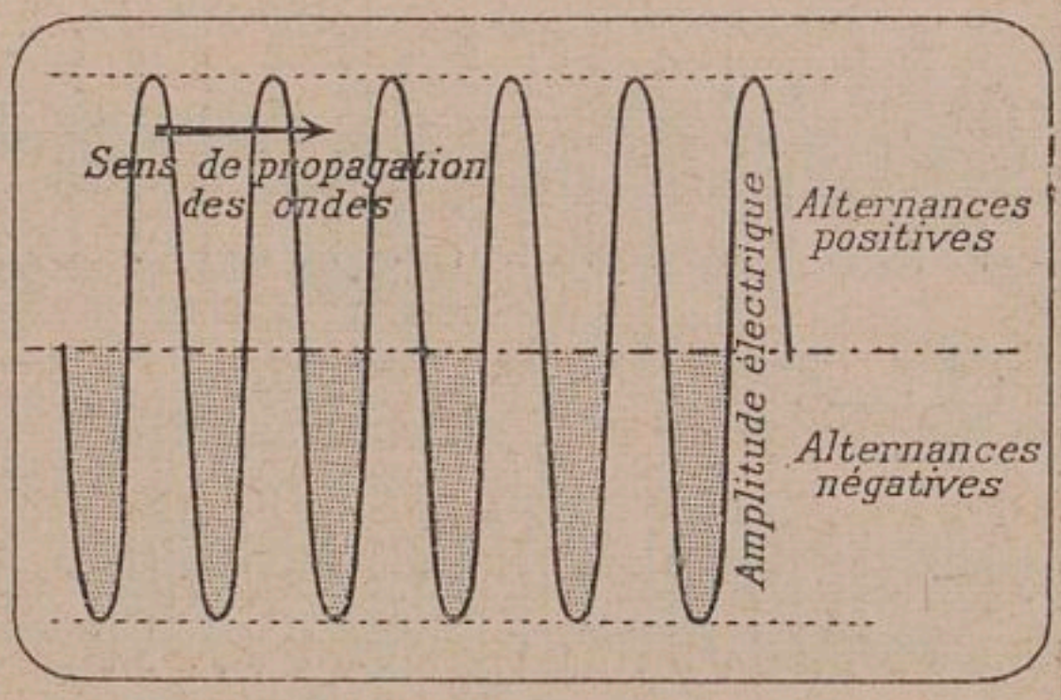


Fig. 19. — Représentation schématique d'ondes entretenues.

Les ondes ne sont plus lancées dans l'espace par petits paquets à queue décroissante ; elles sont toutes *entretenues* par la source d'énergie, et toutes identiques.

❀ ❀

Les ondes entretenues sont-elles bien différentes des ondes amorties? Si on les compare graphiquement, on voit qu'elles ne se différencient que par la figure et par la discipline.

Alors que les amorties vont par groupes où l'oscillation de tête prend pour elle seule la majeure partie de l'énergie et en repasse le reste à sa suivante, qui en fait autant pour la camarade qui la suit, — jusqu'à ce que toute l'énergie soit épuisée, — les entretenues sont toutes égales en pied et en tête ; elles ne cheminent par groupes que si un manipulateur de télégraphie divise leur procession. Les

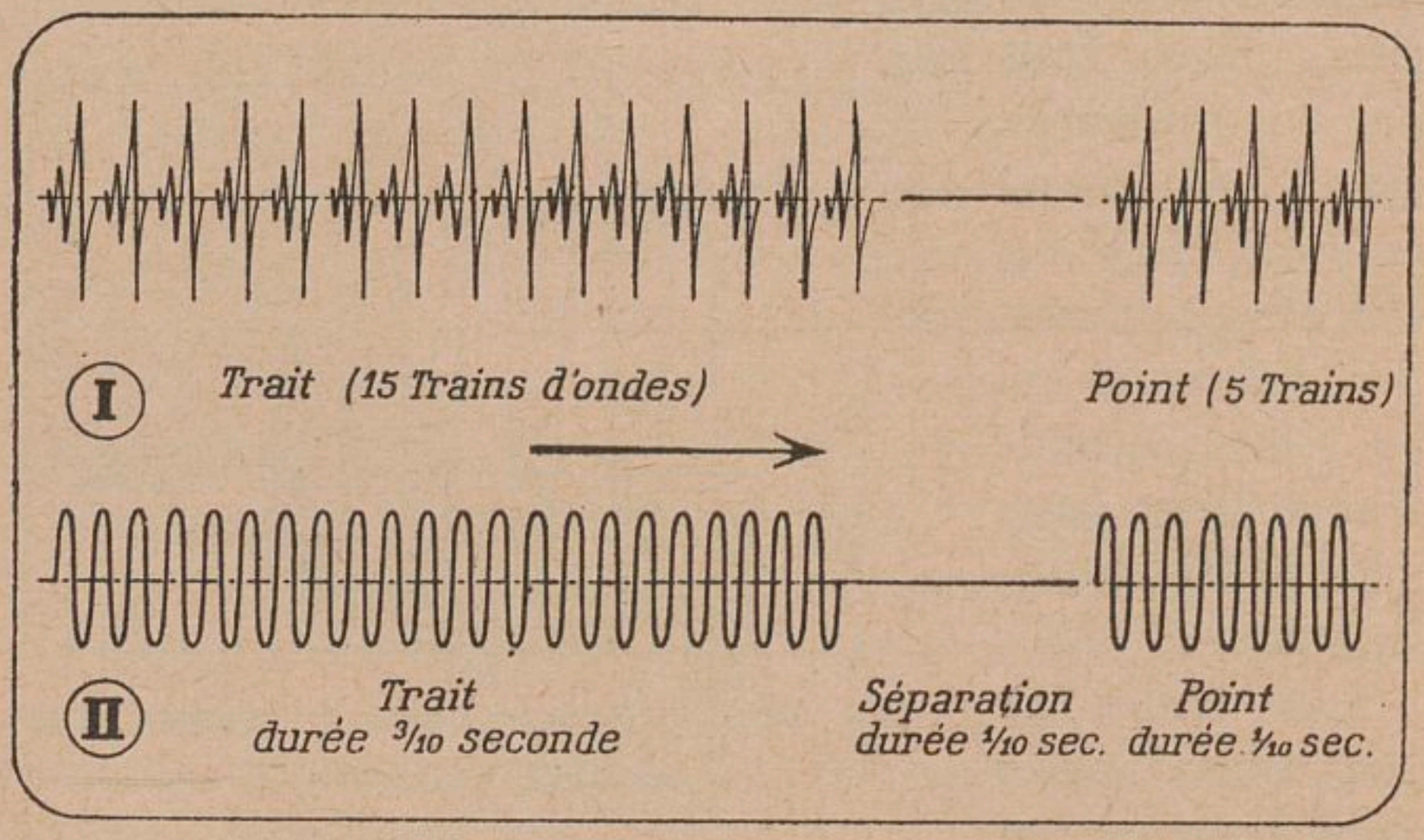


Fig. 20. — ENVOI DE LA LETTRE N EN ONDES AMORTIES ET EN ONDES ENTRETENUES. — Ce sont deux systèmes très différents employés en radiotélégraphie. — I. Les amorties, plus anciennes, sont produites par les postes à étincelles ; elles sont caractérisées par des trains d'ondes successifs composés chacun de quelques oscillations rapidement décroissantes. — II. Les entretenues sont aujourd'hui à l'ordre du jour ; elles sont caractérisées par une succession d'oscillations absolument régulières comme amplitude.

unes et les autres, d'ailleurs, obéissent rigoureusement à toutes les lois éthériennes que nous avons déjà définies.

Les entretenues peuvent évidemment fournir par brèves

et par longues des signaux. Le manipulateur les sectionne, si j'ose dire, par bandes plus ou moins longues. Le ruban « amorties » est brodé, de loin en loin, par un petit zigzag ; le ruban « entretenues » porte un feston ininterrompu. Qu'importe? Le Morse coupe de ces rubans des morceaux toujours aussi courts ou aussi longs qu'il les lui faut pour en faire des signes (voir fig. 14).

❀ ❀

Le téléphone n'en veut pas, même si on les coupe à la taille.

Mais le lecteur s'étonnera certainement du fait suivant: le récepteur téléphonique ne s'accommode pas du tout des ondes entretenues, — si on les lui présente « nature ».

En effet, ces ondes entretenues arrivent dans le détecteur et y subissent bien l'amputation de leurs alternances négatives, à l'exemple des amorties. Mais une grave différence se révèle dans les résultats !

Alors que le détecteur, traitant des amorties, nous fournit un courant sensiblement continu, mais sectionné par des intervalles de temps qui séparent entre elles les étincelles, coupures qui permettent à l'inerte plaque du téléphone de vibrer aux très lentes cadences qu'admet seules notre oreille, le détecteur traitant des entretenues envoie à l'électro-aimant de notre appareil un courant continu *ininterrompu*. Et l'entêtement du téléphone vient de là ! Dès que le courant passe dans l'électro, la membrane se colle à cet électro et reste à lui collée ! Collée, elle ne vibre pas, ne fait pas vibrer l'air, donc ne donne aucune sensation à notre oreille !

Collée? Quelle raison, en effet, aurait-elle de quitter cet aimant qui, sans arrêt l'attire, et avec la même intensité, pendant toute la durée d'un signal Morse ?

Il y a là une difficulté sérieuse ; sa solution ne va pas sans complications.

❀ ❀

On peut les couper encore (le tikker). Le remède premier nous est fourni par analogie avec le manipulateur, lequel fractionne les processions des amorties ou des entretenues à leur départ.

Imaginons un appareil qui, à leur arrivée, les fractionne, suivant une cadence audible, par petits bouts égaux : à chaque coupure, le courant cessera dans l'électro-aimant, et la plaque du téléphone se décollera. Ainsi nous nous retrouverons à peu près dans le cas, déjà analysé, où des amorties, amputées de leur alternance négative, donnant par leur nature même un courant fragmenté, à la cadence des étincelles (basse fréquence), permettent à la plaque de vibrer.

Les Américains ont appelé *tikker* (anglais *to tik*, faire tic-tac) ce petit appareil, à peu près complètement abandonné aujourd'hui. Il consistait en une petite roue dentée, actionnée par un mécanisme d'horlogerie, qui tournait sur une lame faisant ressort. La roue était à un pôle du courant, la lame à un autre : chaque échappement de dent produisait une rupture.

En pratique, on entendait dans le téléphone les grincements du tikker surtout...

Mais il vaut mieux faire dégringoler leur fréquence. Le remède véritable à ce collage de la membrane du téléphone en présence d'entretenues détectées est compliqué, mais élégant : il est purement électrique.

Il consiste, pour le poste *récepteur*, à installer chez lui un tout *petit poste émetteur* (un *hétérodyne*, du grec ετερος, étranger, et δυναμις, puissance), composé d'une batterie d'accumulateurs, d'une lampe émettrice et d'un circuit oscillant, qui envoie sur les ondes venant du grand poste émetteur d'autres ondes, moins fortes naturellement, mais cependant assez vigoureuses pour agir sur elles.

C'est, encore là, une question de réglage : il faut donner aux ondes de l'hétérodyne, par le maniement d'une bobine de self et d'un condensateur, une fréquence un peu différente de celle que possèdent les ondes entretenues du grand poste. On détermine ainsi une sorte d'enchevêtrement des deux courants qui annihile presque en totalité leurs oscillations. C'est ce qu'on appelle l'*interférence*. Il ne reste après la bataille que la différence des fréquences des ondes composantes, il ne reste que des *ondes de battement*, se reproduisant avec une fréquence beaucoup plus lente que celle des ondes qui les ont déterminées.

Par exemple, si l'onde à recevoir est de fréquence 100.000 (c'est-à-dire de 3.000 mètres de longueur), on règle l'hétérodyne à la fréquence de 99.500. Il en résulte un son de battement de basse fréquence, 500. Or, 500 vibrations à la seconde donnent à la membrane du télé-

phone un joli son. Les signaux Morse pourront dès lors, lancés par entretenues, arriver sur cette belle tonalité (1).

❀ ❀

L'hétérodyne rachète sa complication par ses bienfaits. On voit donc que l'hétérodyne produit en sans-fil de remarquables effets. On lui doit beaucoup des progrès si rapides, en portée, en syntonie et en netteté, qu'a faits la télégraphie sans fil depuis dix ans.

Car d'abord l'hétérodyne permet de « recevoir » un radio-télégramme sur le ton que l'on désire. De plus, il renforce de toute son énergie propre — et elle peut être grande — l'émission du grand poste ; de plus encore, il met le poste récepteur presque totalement à l'abri des bruits parasites (orages, etc.), car ces ondes nocives ne donnent pas avec l'onde propre de l'hétérodyne un son de battement que puisse percevoir une oreille. Il permet aussi à un poste récepteur de s'accorder de façon très serrée sur les ondes du poste qu'il veut recevoir ; il détermine avec elles des ondes de battement qui dominent de beaucoup les ondes étrangères frappant de tous les côtés l'antenne du poste à l'écoute. Enfin, c'est un fait d'expérience, l'hété-

---

(1) Je me permets d'insister sur cette notion : l'*hétérodyne*, et sa petite sœur l'*autodyne*, ne sont employées qu'en réception de *télégraphie par ondes entretenues*. Elles ne figurent naturellement pas dans la réception de téléphonie parlée ou chantée. Des ondes de battement ne pourraient faire là qu'un étrange hachis de mots et de sons. Nous verrons plus loin (p. 142) par quel procédé se fait la transmission téléphonique.

rodyne augmente beaucoup la sensibilité du détecteur, donc la portée des transmissions en général (1).

❀ ❀

Dès lors le téléphone peut émettre et recevoir. Ainsi les principales difficultés du transport de la voix et du chant à travers l'éther ont été abattues une à une par de successives trouvailles.

Le détecteur, l'onde entretenue et l'hétérodyne (qui ne s'emploie, je le répète, que dans la réception de signaux Morse émis par ondes entretenues) ont fait le chemin à l'application la plus saisissante de la T. S. F., la téléphonie de la parole et de la musique, réalisée par le mécanisme suivant :

Le poste téléphonique émetteur, par la plaque vibrante d'un microphone, façonne, *module* les ondes entretenues, fait varier à l'infini leur succession, leurs atténuations et leurs coupures ; cette modulation fait descendre la fréquence des ondes à une fréquence audible, puisque c'est la fréquence même des ondes sonores de la voix qui impose cette modulation.

Au poste téléphonique récepteur, l'électro-aimant reçoit le courant induit par ce flux délicatement nuancé; c'est un courant continu (puisque le détecteur l'a ainsi transformé) mais d'intensité infiniment changeante. L'élasticité de la membrane lutte contre l'attraction infiniment changeante aussi qu'exerce sur elle l'électro, tantôt plus faible, tantôt plus forte.

---

(1) Voir l'ouvrage *Principes Fondamentaux*.

Et la plaque de l'écouteur se met à vibrer en harmonie complète dans la force et dans la durée, avec le poste d'émission. C'est bien la parole ou le chant même du correspondant, la voix gaie ou triste des instruments de musique, qui, du microphone, saute dans l'espace et retentit, même à plusieurs centaines de kilomètres, dans tous les postes d'écoute accordés.

❀ ❀

Pourquoi emploie-t-on encore des ondes amorties ?

Et cependant les ondes amorties demeurent encore au clavier des grands postes.

Pourquoi ?

Parce qu'elles possèdent une qualité fondamentale : l'extrême facilité de leur réception.

En mer, un petit bateau, meilleur chasseur de poissons que d'ondes, pourvu d'une antenne assez misérable, d'une galène et d'un écouteur, reçoit par ondes amorties l'heure de la Tour Eiffel, comme le majestueux transatlantique *Paris*. Pourrait-il emporter à son bord une batterie, une lampe, une bobine à manette pour recevoir par hétérodyne en entretenues?

Grâce aux amorties, le plus modeste des amateurs peut, à l'autre bout de la France et pour quelques francs, saisir non seulement des signaux horaires, mais encore, s'il est accoutumé à « lire au son, » les bulletins météorologiques destinés aux avions et aux bateaux, parfois même « accrocher » un poste étranger.

Il n'a pas le régal complet des communications d'art ou

de science que la T. S. F. peut aujourd'hui nous offrir ; mais il en a du moins de bonnes petites miettes.

❀ ❀

LE ROLE EXACT DU DÉTECTEUR En résumé, et il est indispensable d'avoir sur ces points une très nette compréhension des faits — le détecteur, quel qu'il soit, supprime totalement, ou presque totalement, les alternances négatives du courant de haute fréquence qui lui arrive de l'antenne. Mais il n'en modifie pas la période, ou du moins ne la modifie pas au point de la faire tomber à la basse fréquence qui lui est indispensable pour être perçu, par une voix humaine.

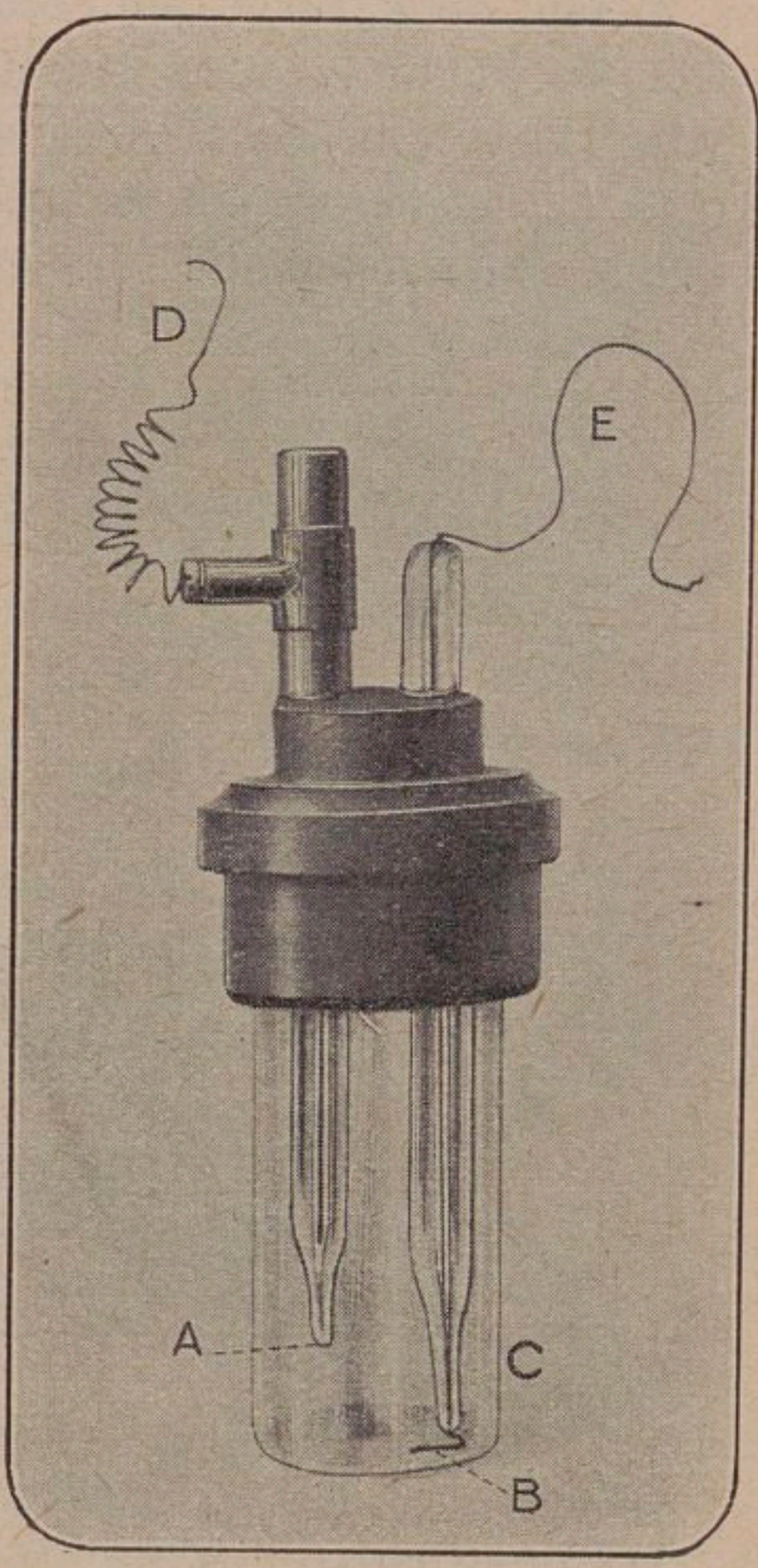


Fig. 21. — LE DÉTECTEUR ÉLECTROLYTIQUE FERRIÉ. — Il se compose d'une pointe de platine extra-fine A, premier pôle, qui affleure à l'extrémité d'un tube de verre dans lequel elle est prisonnière. Un fil de platine plus gros B forme le second pôle du détecteur. Les deux pôles A et B plongent dans de l'acide sulfurique étendu que contient l'ampoule C. Les deux fils D et E relient le détecteur à l'appareil de réception.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE IMPRIMÉS R.F.

Il faut donc, pour que l'écouteur reçoive un courant à fréquence audible (autrement dit un courant capable de faire vibrer la membrane de l'écouteur, laquelle ne peut vibrer qu'à des cadences admissibles pour notre oreille), il faut que le courant à haute fréquence frappant l'antenne porte

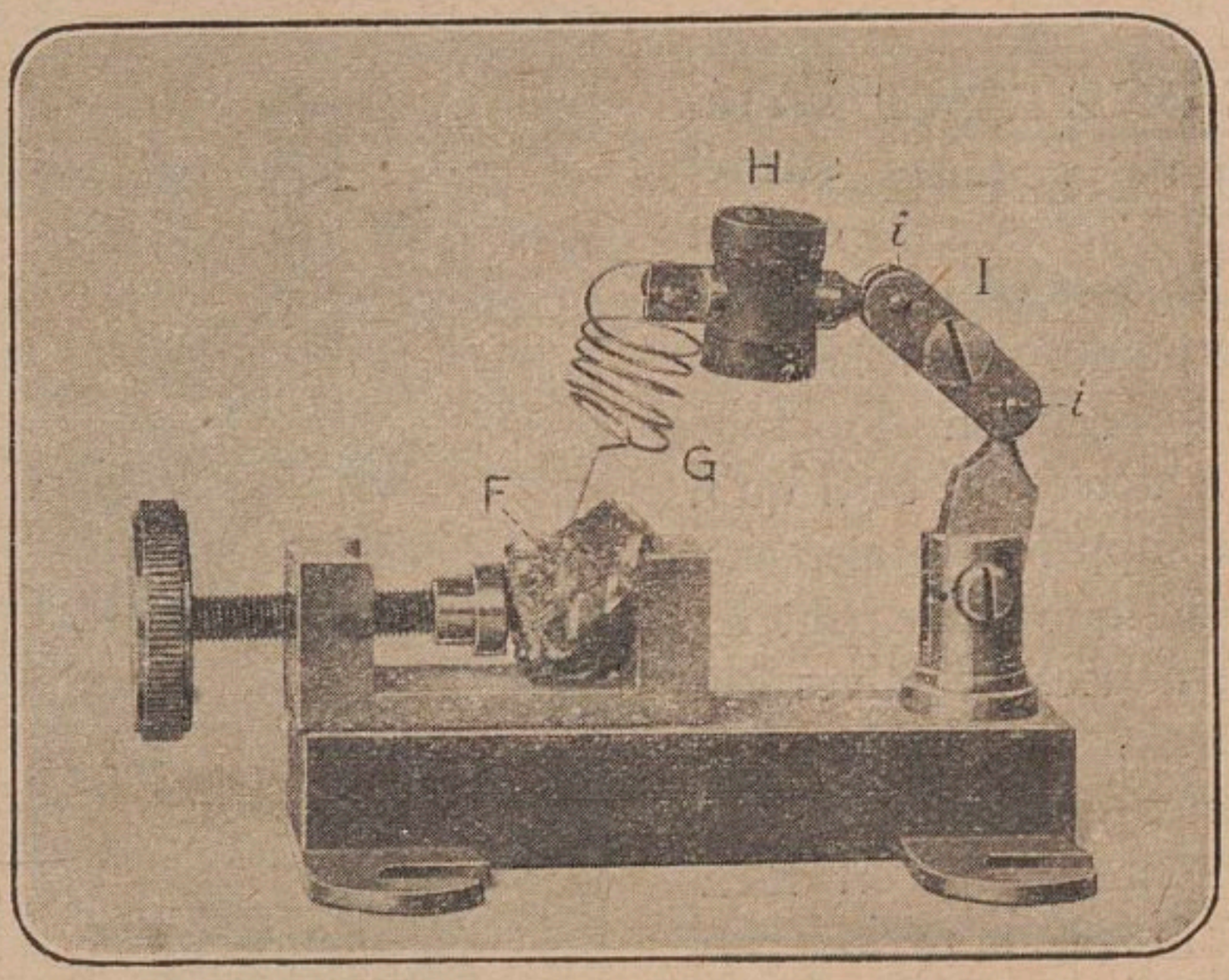


Fig. 22. — UN DÉTECTEUR A CRISTAL (galène). — Une pointe fine, terminant la spirale G, vient porter sur le cristal F. Les articulations et leviers H, I, *i*, *i*, permettent de déplacer cette pointe sur toutes les facettes du cristal. — Les deux crochets de cuivre qu'on voit dans le pied de la pièce servent à connecter le détecteur à l'appareil de réception.

déjà en lui-même une caractéristique qui le rende audible.

Si le poste émetteur envoie des ondes amorties (signaux Morse, heure, etc.) à une cadence audible — par exemple

500 étincelles à la seconde, — tout va bien puisque l'antenne reçoit, et qu'après détection l'écouteur recevra, du courant continu fragmenté à une cadence de 500 morceaux à la seconde, bien faits pour la membrane.

Si le poste émetteur envoie des ondes entretenues par microphone (paroles, chants, etc.), tout va bien encore puisque l'antenne reçoit un courant de haute fréquence, c'est vrai, mais modulé par le microphone (c'est-à-dire constamment modifié dans son intensité) à une cadence

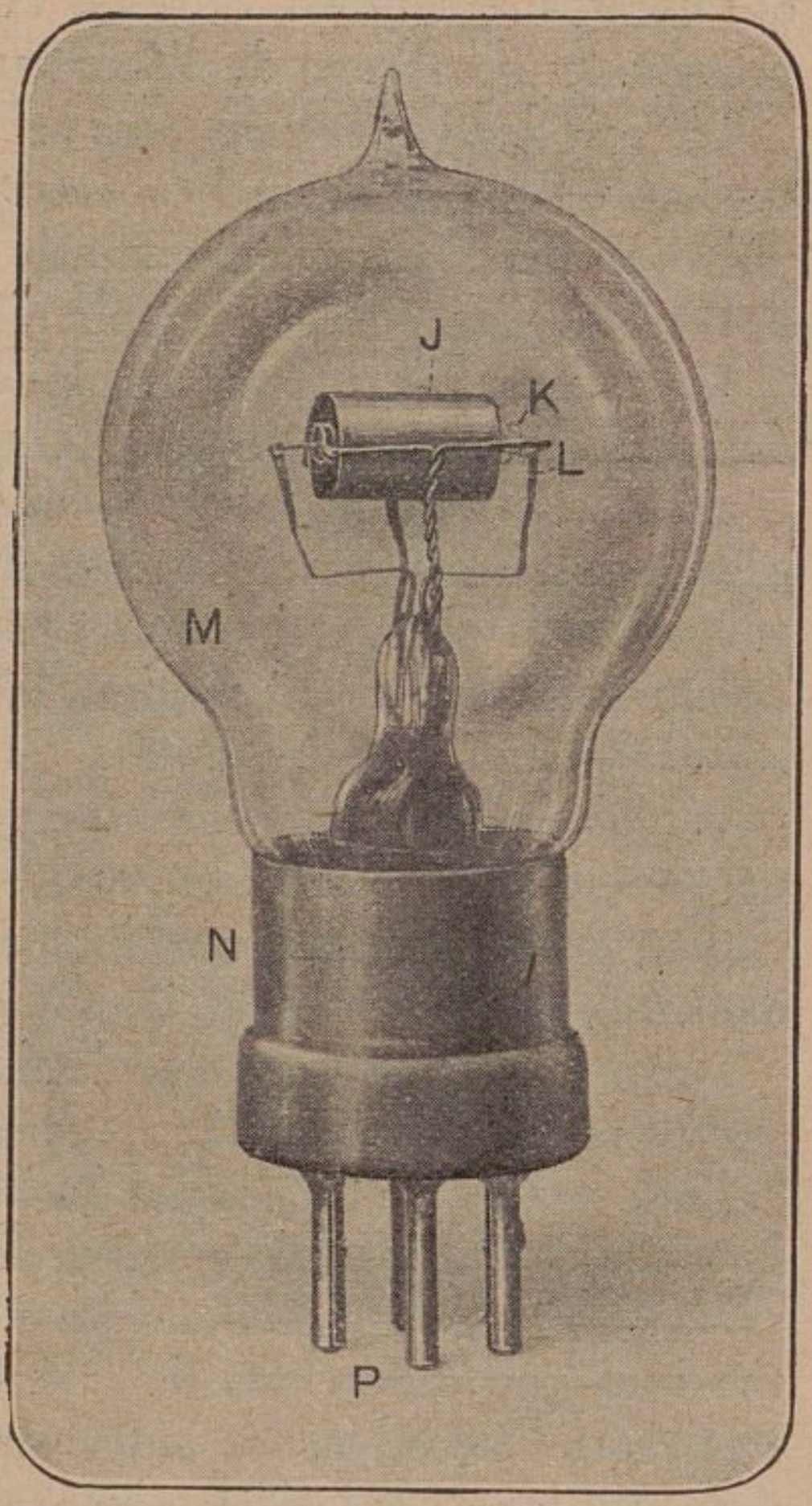


Fig. 23. — LE DÉTECTEUR PAR TUBE A VIDE, OU LAMPE. — Il est fait d'une ampoule de verre M, vide d'air, contenant : une *plaque* J (enroulée autour des autres électrodes), une *grille* en forme de spirale K, et un *filament* tendu entre les supports L. Le culot N porte les quatre broches P (disposées suivant un trapèze afin que les erreurs de connexion sur les appareils soient impossibles) qui assurent les liaisons de la lampe avec l'appareil de réception et avec la batterie de chauffage du filament.

qui nécessairement est celle de la voix, cadence que peut prendre la membrane de l'écouteur, donc l'oreille.

On voit donc que, dans tous les cas, une bonne antenne, un bon détecteur et un bon écouteur suffisent pour qu'on puisse recevoir par téléphone soit les signaux émis par des ondes amorties, soit la radiophonie émise par téléphone.

Un seul cas fait exception : celui où les signaux Morse sont émis sur ondes entretenues. En ce cas l'antenne reçoit un courant alternatif de haute fréquence qui ne porte aucun principe de basse fréquence et auquel le détecteur ne peut que couper les jambes. Lui coupant les jambes, il le transforme en une sorte de courant continu, fait de petits morceaux si serrés les uns sur les autres qu'ils n'ont aucune qualité pour faire vibrer la membrane de l'écouteur. C'est en ce cas, et en ce cas seulement, que l'hétérodyne a son application, en produisant par interférence, ainsi que je l'ai expliqué, des battements à une cadence audible.

Nota. — Je me permets d'attirer l'attention du lecteur sur ce fait que les mots *hétérodyne* (puissance venant d'un organe étranger) et *autodyne* (puissance venant de l'organe lui-même) sont parfois employés en langage sans-filiste, en raison de leur sens étymologique, pour désigner des fonctions un peu différentes de celle que je viens d'expliquer. Les mots hétérodyne et autodyne s'appliquent souvent à des couplages qui déterminent des réactions variables dans des courants, sans qu'il y ait « battements » à proprement parler.

La confusion des termes est toujours regrettable, en quelque science que ce soit ; elle constitue un obstacle à la clarté dans une science aussi délicate, aussi abstraite, que la T. S. F. (Voir l'ouvrage *Principes Fondamentaux*.)

CHAPITRE III

Fonctionnement et propriétés de la Lampe à trois électrodes.

Conditions de fonctionnement.

En I (fig. 24). — Au moyen d'une batterie d'accumulateurs de 4 à 6 volts, portons à l'incandescence, au blanc, un *filament* en tungstène, logé dans une ampoule de verre qui a été le plus possible vidée d'air (au millième de millimètre de mercure). Le tungstène dégage une grande quantité d'électrons à la température de 2.500° où le filament est porté par notre *batterie de chauffage*. Il fondrait à 3.200 degrés.

Parfois le filament est recouvert d'un oxyde qui fait qu'à température plus basse, au rouge sombre, il émet une plus grande quantité d'électrons. Mais le filament devient plus fragile.

En II. — Devant ce filament incandescent, installons une *plaque* en molybdène (métal qui supporte de très hautes températures sans se déformer). Cette plaque est généralement unie. Quelquefois le constructeur la plisse pour augmenter sa surface, donc ses propriétés.

Approchons une autre batterie d'accumulateurs, de 40 volts par exemple, et relions son pôle positif à cette plaque, tandis que nous relions son pôle négatif au pôle négatif du filament.

Si nous installons un ampèremètre dans le circuit *filament plaque*, nous constatons un fait anormal : il y passe un courant !

Le fait nous semble anormal pour deux raisons. D'abord

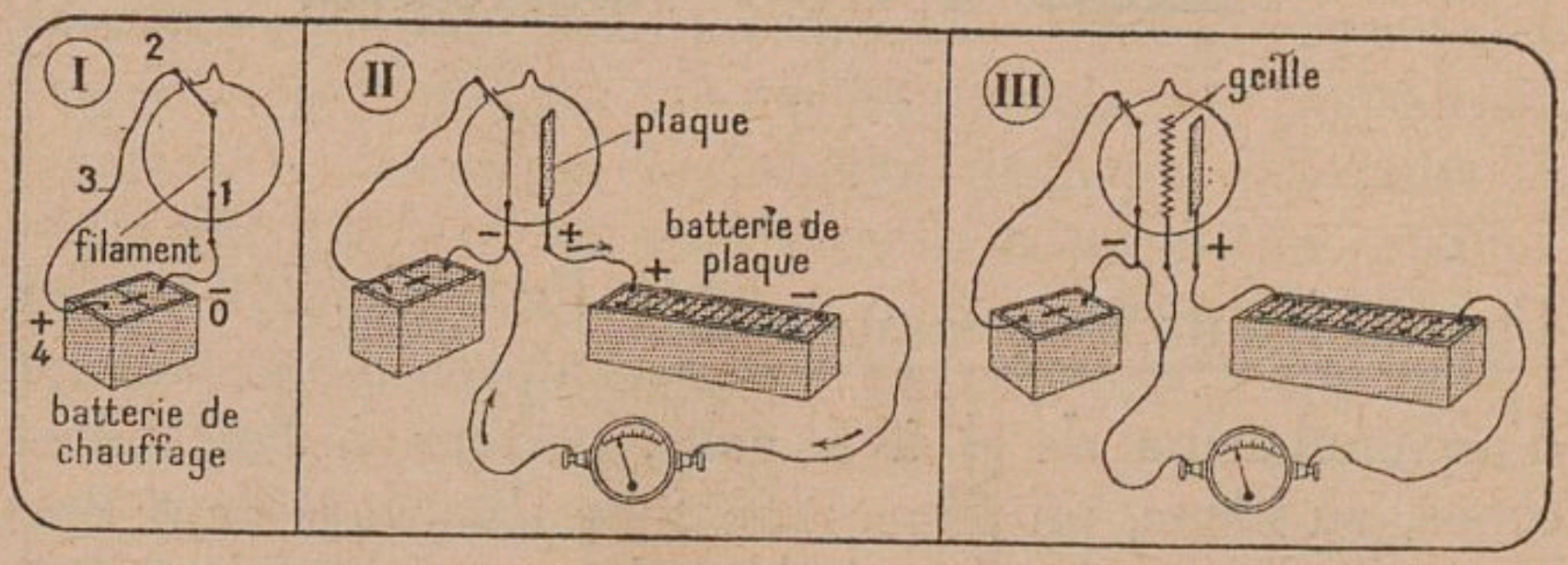


Fig. 24. — SCHÉMA INDIQUANT LES RÔLES QUE JOUENT LES TROIS ÉLECTRODES DANS L'AUDION. — I. Le filament est chauffé (les chiffres indiquent les différences de potentiel en certains points du circuit, dont on suppose uniforme la résistance; voir le texte, page 107. — II. Le circuit de plaque, dans lequel va circuler le courant de renfort, agira par induction sur les appareils d'émission ou de réception. — III. La grille est interposée entre les deux premières électrodes pour régler à tout moment, avec une extrême précision, la valeur du courant qui passe dans le circuit de plaque, donc dans les appareils en question.

Il va sans dire que les trois électrodes ne se présentent jamais sous la forme schématique que je leur ai donnée ici pour la bonne compréhension de leur fonctionnement. Les figures 23 et 25 montrent la lampe à trois électrodes commune sous sa forme véritable.

parce qu'il y a une solution de continuité matérielle dans le circuit . il y a évidemment une coupure entre le filament

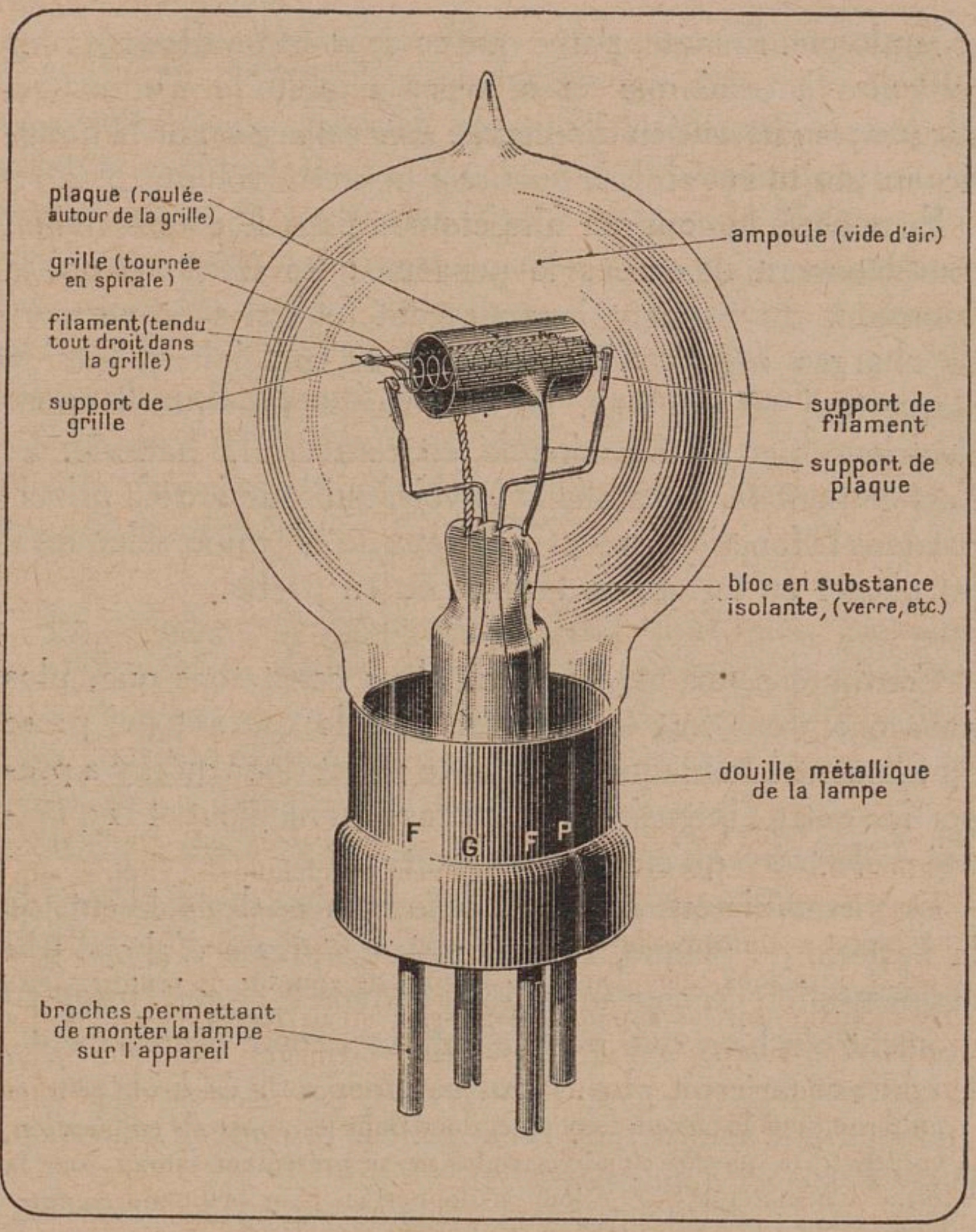


Fig. 25. — UNE LAMPE A TROIS ÉLECTRODES, DITE « AUDION », LAMPE « TRIODE », ETC., POUR PETITS POSTES. — Les lettres que porte le pied de la lampe indiquent : grille ; filament (deux pôles), et plaque. — Les phénomènes auxquels donne lieu cette lampe sont de trois ordres différents que présentent les figures 27, 28 et 29.

et la plaque. Ensuite, parce que ce courant va dans un sens contraire à celui que nous avons l'habitude d'admettre, par simple convention d'ailleurs : il va du négatif de la batterie au positif ! (Voir l'*Appendice* à la fin du volume, p. 257.)

En réalité, la coupure n'existe pas pour le courant aussi complètement que nous le pensons : les électrons qui se détachent du filament incandescent (et qui sont porteurs de charges *négatives* d'électricité) se précipitent sur la *plaque* (qui est *positive*). Ils constituent une sorte de pont électrique par où chemine le courant de la batterie. Et c'est ce pont-là, nous allons le voir, qui joue le rôle principal dans le fonctionnement si curieux de la lampe, selon qu'il est ouvert ou fermé, en totalité ou en partie.

Continuons nos expériences. Nous constatons que, plus nous chauffons fort le filament, plus le courant qui passe du filament à la plaque est intense ; c'est donc qu'il y a proportion entre l'intensité du chauffage du filament et la quantité d'électrons qu'émet ce filament.

De même, si nous augmentons le nombre des éléments de la batterie de plaque, l'ampèremètre indique d'abord une augmentation du courant qui passe dans le circuit, jusqu'au moment où, bien que nous ajoutions encore des éléments, le courant ne croît plus. Nous sommes arrivés à obtenir le maximum, le sommet, qu'on appelle le *courant de saturation*. (Voir *Principes Fondamentaux*.)

LA LAMPE DÉTECTE Mais un second phénomène, plus intéressant encore si possible, se révèle à nous. Si nous essayons de changer le sens du courant qui doit passer dans le circuit filament-plaque, si nous voulons le faire aller de la plaque au filament (en rendant la plaque négative par rapport au filament), l'ampéremètre tombe brusquement à zéro : il n'y a plus de courant du tout ! Nous obtenons le même effet que si nous cessions de chauffer.

Ces divers phénomènes sont désignés souvent *effet Edison*, car c'est le grand inventeur américain qui les a signalés le premier.

Par conséquent, la lampe à deux électrodes, filament incandescent et plaque, constitue un système qui n'est pas du tout ouvert au courant alternatif : si des ondes la frappent, elles pourront bien faire passer à travers elle une de leurs alternances, l'alternance positive, mais pas l'autre. Donc la lampe à deux électrodes est une véritable *valve* (on l'appelle parfois la valve de Flemming) qui, comme tout bon détecteur, ne laisse passer le courant que dans un sens.

Par nature, ce détecteur possède une sensibilité extrême, qui n'est d'ailleurs pas supérieure à celle d'une galène.

En III (fig. 24). — Entre les deux électrodes *filament* et *plaque*, montons-en une troisième, une *grille* (en molybdène également). Elle est faite (schématiquement, dans notre démonstration) d'un cadre rectangulaire, entre les montants duquel sont tendus des fils de même métal ; c'est une sorte de grillage, si l'on veut. Nous allons voir combien est intéressant le jeu de ce minuscule organe.

Supposons d'abord que nous arrangions les choses de telle façon que cette grille soit *négative*. Résultat : le courant ne passe plus du tout, pour la raison simple que le filament est négatif, que les électrons qu'il émet sont négatifs aussi, et qu'ainsi ils sont repoussés par la grille, négative elle-même (principe élémentaire d'électricité).

Supposons la grille positive, ainsi qu'elle l'est parfois, nous le verrons. En ce cas, non seulement elle ne repousse pas les électrons (toujours négatifs), mais elle les attire. Et nécessairement le courant passe par le pont, en direction de la plaque.

LES TROIS CIRCUITS DE LA LAMPE

Faisons l'analyse des circuits qui se trouvent ainsi dans la lampe. Ils sont au nombre de *trois*, tous trois fort importants. Nous allons essayer de bien les distinguer.

❀ ❀

Le circuit de filament. Voici le premier, celui du filament. Il part, je suppose, de la borne positive de la batterie de chauffage.

Il est constitué par le fil qui va de ce positif à l'un des bouts du filament, par le filament, par le fil qui relie ce bout au négatif de la batterie, puis se ferme à travers les éléments et l'électrolyte de la batterie jusqu'au positif.

Ici je rappellerai la notion, de compréhension facile, du *potentiel*, qui joue un rôle de premier ordre en notre affaire.

Supposons (fig. 24) le circuit de filament divisé en 4 portions égales. Supposons aussi (ce qui est inexact) que la résistance de ce circuit ait *la même valeur sur tous les points*. Il est bien évident que, si la tension du

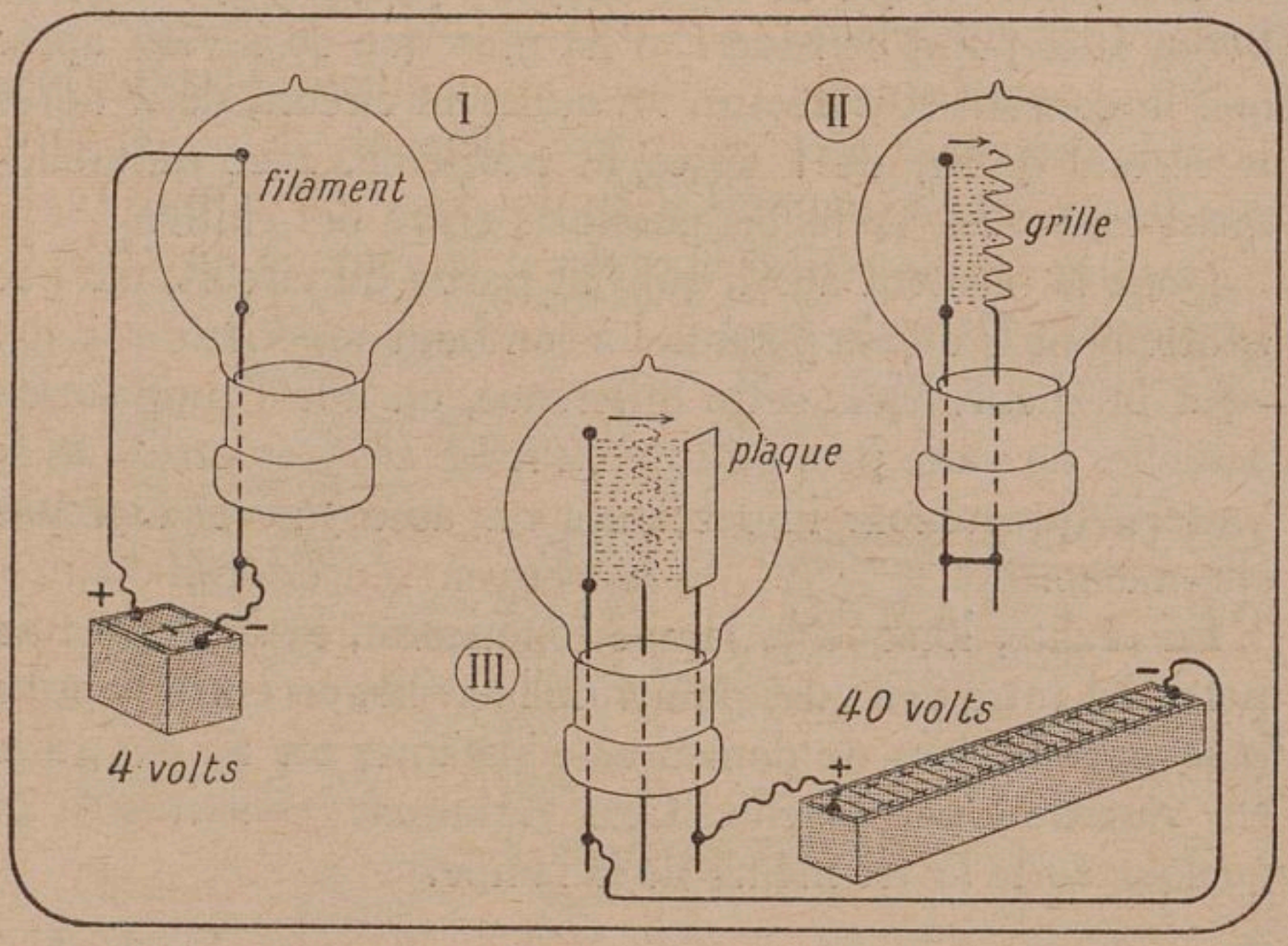


Fig. 26. — SCHÉMAS DES TROIS CIRCUITS QUI JOUENT DANS LA LAMPE. — I. *Le circuit du filament.* (Les polarités sont ainsi disposées quand la lampe est émettrice ou amplificatrice ; elles sont inversées lorsque la lampe est détectrice.) — II. *Le circuit de la grille.* — III. *Le circuit de la plaque* (la plaque est toujours au pôle positif). La tension du courant qui lui est appliquée dans les appareils d'amateurs varie de 4 volts (fonctionnement difficile) à 160 volts. Communément elle ne dépasse pas 40 volts. (Voir batterie spéciale à la T. S. F., page 275.)

courant est de 4 volts à la borne positive de la batterie pour tomber à 0 à la borne négative, c'est que la tension

va en déclinant progressivement tout le long du circuit. Par conséquent (voir figurine I), si nous mettons à la borne 0 un des fils d'un voltmètre et que nous promenions l'autre fil successivement sur tous les points du circuit, nous constatons que la différence de potentiel (entre cette borne et le point considéré) n'est plus que de 3 volts après que le courant a parcouru un quart du circuit, de 2 après le second quart, de 1 après le troisième, avec naturellement toutes les variantes possibles entre ces chiffres.

Donc le filament aussi, qui fait partie du circuit, n'a pas exactement le même potentiel à son bout supérieur et à son bout inférieur. Mais cette différence, en notre supposition actuelle, ne varie pas, puisque la force électromotrice de la batterie (présumons impeccables ces accus) ne change pas elle-même.

En réalité, lorsque la lampe fonctionne, la différence de potentiel entre deux des points de la grille, ou entre la grille et le filament, loin de demeurer constante, est au contraire en variation perpétuelle. Ces variations constituent en quelque sorte la vie même de la lampe.

❀ ❀

Le circuit de grille. Voici le deuxième circuit, celui de la grille (fig. 26). Il se compose de la grille, de l'organe (fil, ou autre) qui relie cette grille au filament, du filament, et de l'espace compris entre le filament et la grille.

On dira peut-être qu'on ne voit pas ici de source de courant, nulle batterie par exemple. C'est exact. Mais un circuit, c'est en quelque sorte la canalisation dans laquelle

va circuler un fluide ; or une canalisation peut fort bien être vide sans cependant ne pas exister !

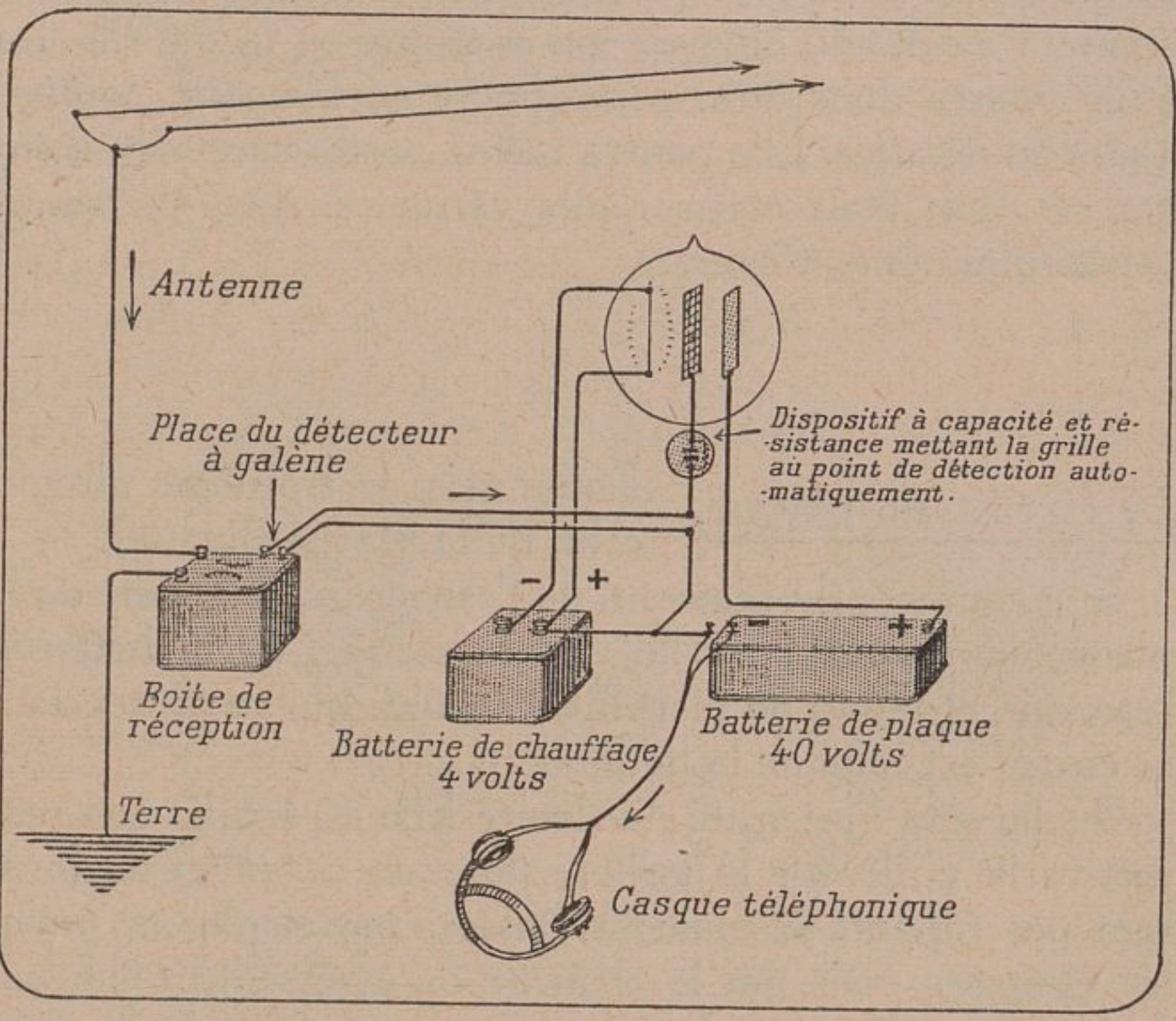


Fig. 27. — SCHÉMA DE L'EMPLOI DE LA LAMPE COMME DÉTECTRICE. — On envoie sur la grille (par induction opérée dans la boîte de réception) les ondes que reçoit le circuit-antenne. Ces ondes sont faites d'alternances positives et négatives. La grille obéit exactement aux changements de polarité. Lorsqu'elle est positive, le courant passe dans le circuit-plaque ; inversement, lorsqu'elle est négative, le courant ne passe plus. Ici, il n'y a pas de machine qui détermine une grosse différence de potentiel à appliquer sur la grille, mais seulement des ondes très faibles. On cherche donc (d'où la présence du dispositif qu'on aperçoit ici sous la grille) à équilibrer au mieux possible, par une forte résistance, la tension initiale de la grille et celle du filament.

Mais on comprend aussi que, lorsque ce circuit de grille recevra du courant, la grille pourra se trouver, selon les variations de ce courant, à un potentiel supérieur, égal ou inférieur à celui du filament qui se trouve en face d'elle. La grille pourra donc être, par rapport au filament, *positive*, *neutre* ou *négative*. Elle pourra même passer successivement par ces trois états et par leurs variantes, dans un temps extraordinairement court.

❀ ❀

Le circuit de plaque. Enfin, voici le troisième circuit, celui de la plaque (fig. 26).

Il se compose du filament, de l'espace qui le sépare de la plaque (à travers la grille), de la plaque, de la batterie-réservoir, et retour au filament. Le fluide qui va passer dans ce circuit est celui de la batterie.

Quelle sera l'intensité du débit? Elle sera celle que permettra la grille. Or la grille, selon son potentiel de l'instant par rapport au filament, laissera passer plus ou moins les électrons émis par le filament, ou inversement elle leur barrera complètement la route : le pont qui va du filament à la plaque sera donc tantôt largement ou étroitement ouvert, tantôt même coupé.

C'est dans ce circuit de plaque, plus ou moins chargé de courant selon le potentiel de la grille par rapport au filament, que sera installé l'organe d'émission (antenne) ou de réception (écouteur).

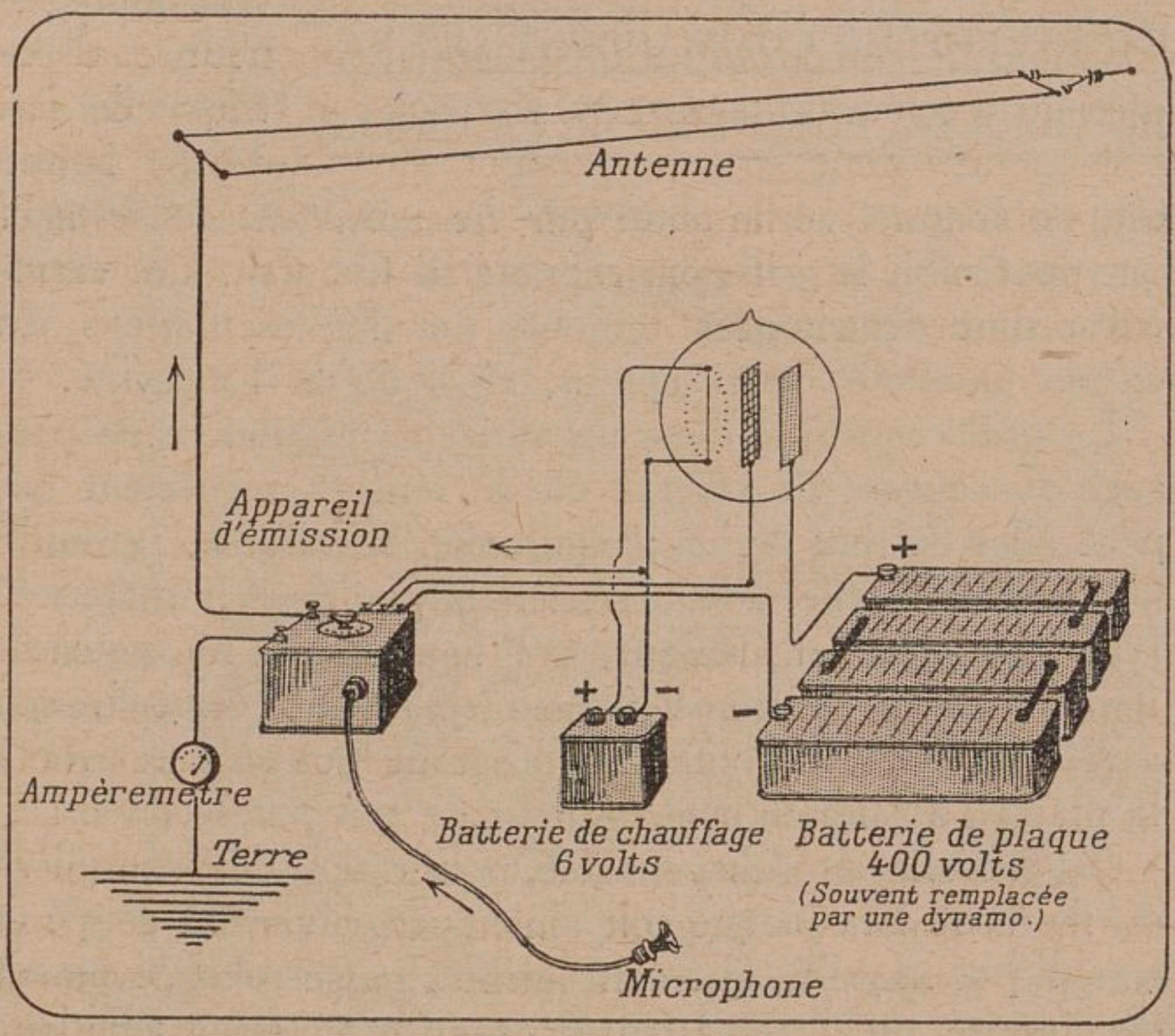


Fig. 28. — SCHÉMA DE L'EMPLOI DE LA LAMPE COMME ÉMETTRICE. — On change le sens du courant de la batterie de chauffage par rapport à celui qu'il a lorsque la lampe est détectrice. On fait agir le microphone (ou le manipulateur en cas d'envoi de signaux Morse) sur le circuit de la grille. Ce microphone, *dans le circuit duquel se trouve une pile*, produit, sous l'action de la voix, des variations de potentiel dans la grille. Elles se répercutent, amplifiées par la batterie, dans le circuit-plaque. Par induction, le circuit-plaque donne naissance aux ondes envoyées dans l'antenne, ondes *modulées*, bien entendu. — En cas de télégraphie, d'émission de signaux Morse, ces ondes entretenues sont coupées en bandes plus ou moins longues par le manipulateur, ainsi que je l'ai dit page 91.

LES VARIATIONS DU CIRCUIT ÉMETTEUR OU RÉCEPTEUR COMMANDENT LES VARIATIONS DU POTENTIEL DE LA GRILLE

On voit que tout le mécanisme électrique du jeu de la lampe est, en somme, commandé *par les variations de potentiel* que peut subir la grille par rapport au filament. Ces variations sont déterminées toujours par les oscillations du circuit émetteur ou récepteur, ainsi qu'on l'a deviné.

La grille constitue donc un véritable régulateur de passage du courant de réserve ou de renfort, régulateur qui peut aller de tout à rien ; régulateur admirable, puisqu'il n'a aucune inertie, aucun frottement, qu'il est immatériel ! Nul régulateur mécanique, on le conçoit, ne pourrait fonctionner à l'extrême vitesse qu'atteint celui-ci, qui arrête les électrons, puis les laisse de nouveau arriver à la plaque, au besoin cent millions de fois par seconde !

Est-il d'ailleurs indispensable, pour que le courant qui va du filament à la plaque soit ainsi successivement coupé et rétabli par la grille, que cette grille change successivement de polarité, qu'elle soit tantôt négative et tantôt positive? Nullement. Il suffit, l'expérience le prouve, que le potentiel de la grille baisse un peu par rapport à celui du filament, pour que les électrons traversent la grille et qu'ils apportent leurs charges à la plaque ; inversement il suffit que le potentiel de la grille dépasse un peu celui du filament pour que la plaque ne reçoive plus les électrons.

La création de cette troisième électrode qu'est la grille, nous a donc mis entre les mains un appareil singulier, à la fois extrêmement robuste et ultra-sensible, étonnamment simple dans sa forme et complexe dans ses effets, qui, non

seulement détecte les ondes avec la plus grande finesse et en sépare les alternances afin de ne laisser aller à l'écouteur

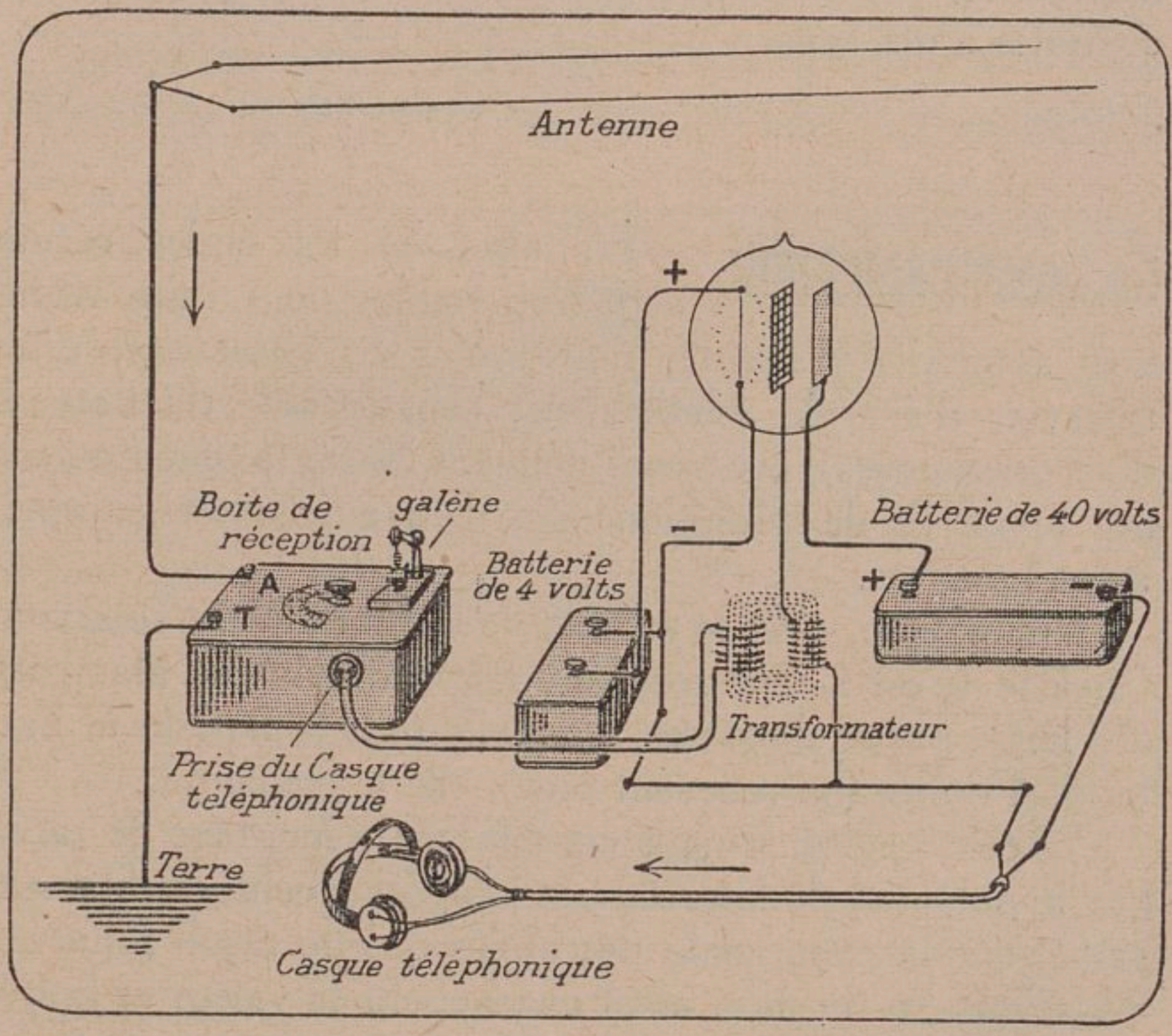


Fig. 29. — SCHÉMA DE L'EMPLOI DE LA LAMPE COMME AMPLIFICATRICE. — On change le sens du courant de la batterie de chauffage par rapport au sens qu'il a lorsque la lampe est détectrice. Il en résulte que la grille laisse toujours passer le courant d'électrons et que, par suite, le courant de plaque ne s'annule jamais totalement. Pendant l'alternance positive, il est nécessairement beaucoup plus fort que pendant l'alternance négative. L'intensité dans le circuit-plaque festonne donc en reproduisant les variations que subit la grille, mais en les exagérant, en les amplifiant. Il y a là un phénomène électrique qu'on ne peut expliquer que par de très longues considérations, peu à leur place ici. — L'amplification par une ou plusieurs lampes peut fort bien coexister même avec une simple galène (voir fig. 72 et 73)

que du courant continu, mais qui aussi, nous allons le voir, augmente considérablement la valeur de ces ondes, les *amplifie* et, par conséquent, les rend beaucoup plus perceptibles à nos sens.

❀ ❀

LA LAMPE AMPLIFIE

En effet, si les ondes reçues sont trop faibles pour faire vibrer nos appareils d'écoute, nous voici en possession d'un réservoir d'énergie relativement considérable (la batterie d'accumulateurs), dont nous pouvons lancer le contenu dans nos appareils de réception afin d'en augmenter énormément les effets.

Or la plaque, c'est le robinet de barrage de ce réservoir. Ouverte (c'est-à-dire recevant les électrons du filament), elle laisse passer dans nos appareils tout le flot de la batterie. Fermée (ne recevant plus), elle le coupe net.

Par conséquent, si nous combinons le montage de façon que le potentiel de la grille par rapport à celui du filament varie sous la commande des ondes qu'elle reçoit ; que ces variations, en un mot, aient exactement la valeur et la fréquence des oscillations des ondes qui nous viennent par l'éther, nous faisons de la grille un véritable pendule qui, tour à tour, ouvre et ferme le robinet (plaque) du réservoir (batterie) exactement pendant le temps nécessaire et de la quantité qu'il faut.

Ainsi l'onde, détectée, mais si faible qu'elle ne pourrait produire aucun effet sur nos sens, joue un rôle minuscule, et cependant capital : elle bat une mesure minutieuse au

déclenchement des réserves d'énergie qui viennent au secours de notre système nerveux, trop grossier pour percevoir cette onde.

Quand une lampe sert à la fois à la détection et à l'amplification, on dit qu'elle est *autodyne* (de αυτος soi-même,

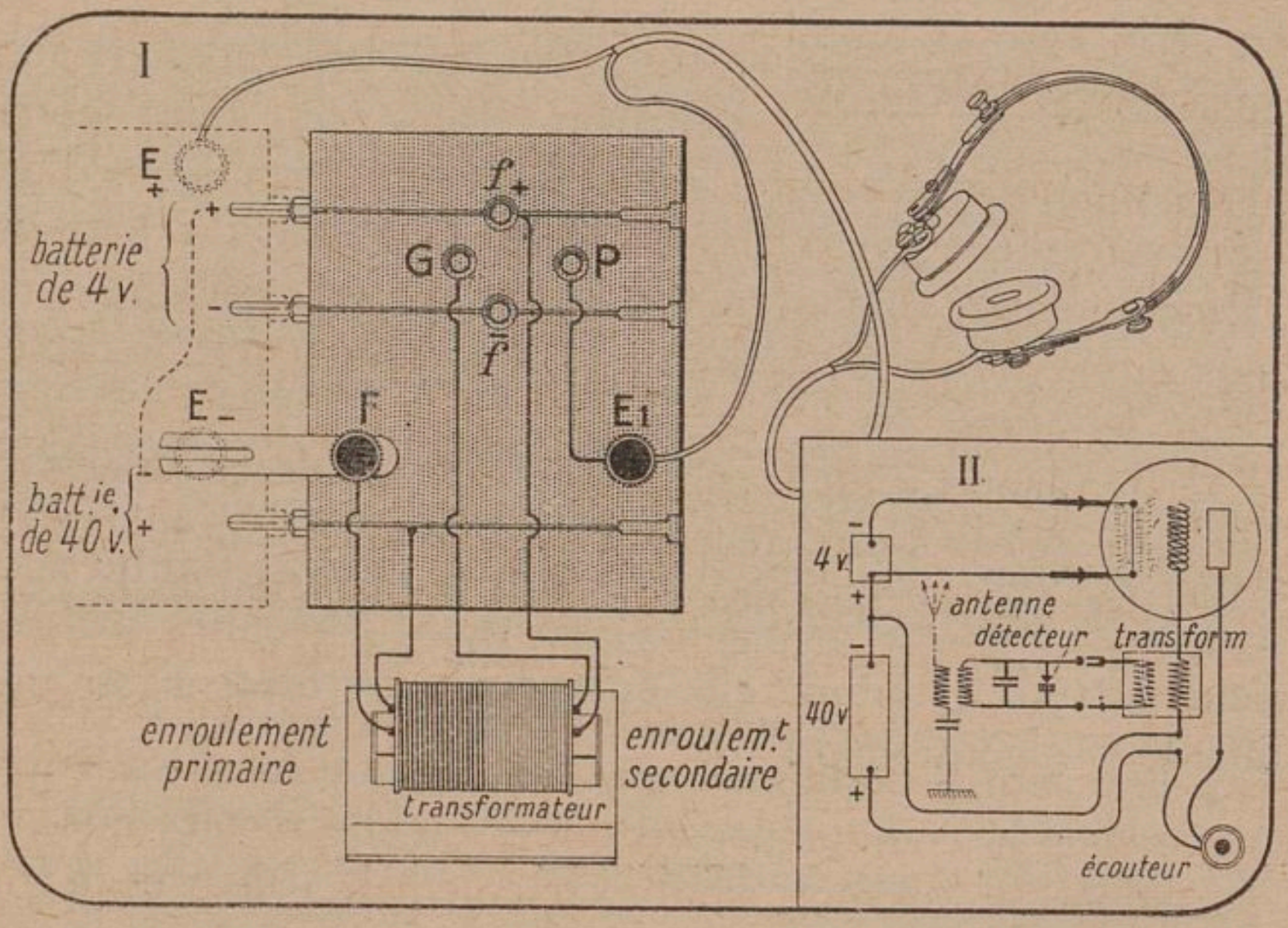


Fig. 30. — SCHÉMA D'AMPLIFICATION PAR UN RADIO-BLOC (donné à titre d'exemple, se rapporte à l'appareil décrit aux pages 172 et 173). — En I, l'appareil vu en plan, les bobinages du transformateur étant montrés hors de l'appareil. — En II, le schéma des connexions de cette amplification.

et δυναμις puissance), c'est-à-dire, en somme, qu'à elle seule elle fait tout le travail nécessaire.

Ce rôle de pendule de haute précision peut évidemment être joué par la grille avec autant de facilité sur les ondes de *basse fréquence* (au-dessous de 3.000, par exemple) que sur les ondes de *haute fréquence*.

On comprend de même que, si une telle lampe a un pouvoir d'amplification de 10, c'est-à-dire si elle *décuple* un effet par elle reçu, une seconde lampe analogue, montée en série avec la première, décuple à son tour le courant amplifié par cette première. Si bien qu'à la sortie de la deuxième lampe, l'effet initial est amplifié 100 fois. Il le serait 1.000 fois à la sortie d'une troisième, et 10.000 fois à la sortie d'une quatrième, etc.

Ainsi peut-on concevoir qu'en faisant, de cette façon déferler le courant d'une batterie, en appelant à son aide sa grosse sœur, une pauvre petite onde qui arrive chez nous de 1.500 à 2.000 kilomètres bien affaiblie, puisse cependant déterminer le fonctionnement d'un *haut-parleur* qu'une assemblée de cent personnes, de mille personnes même, peut entendre, comme elle entendrait un orateur ou un chanteur gigantesque !

L'AMPLIFICATION N'A PAS QUE DES QUALITÉS

Toute vertu a son revers. Un chapelet de lampes multiplie en même temps les effets heureux ou malheureux de nos appareils !

Lorsqu'il s'agit de signaux Morse, le mal n'est pas extrêmement grave, encore que les imperfections amplifiées compromettent souvent la netteté des messages. Mais, lorsque ces relais successifs s'appliquent à un fluide aussi

délicat que la voix parlée ou même la note musicale, ils les dénaturent un peu chacun, si bien qu'en général la téléphonie par sans-fil est d'autant moins agréable et même simplement *audible*, qu'elle subit une plus grande amplification.

Plus les appareils se perfectionneront, plus la téléphonie

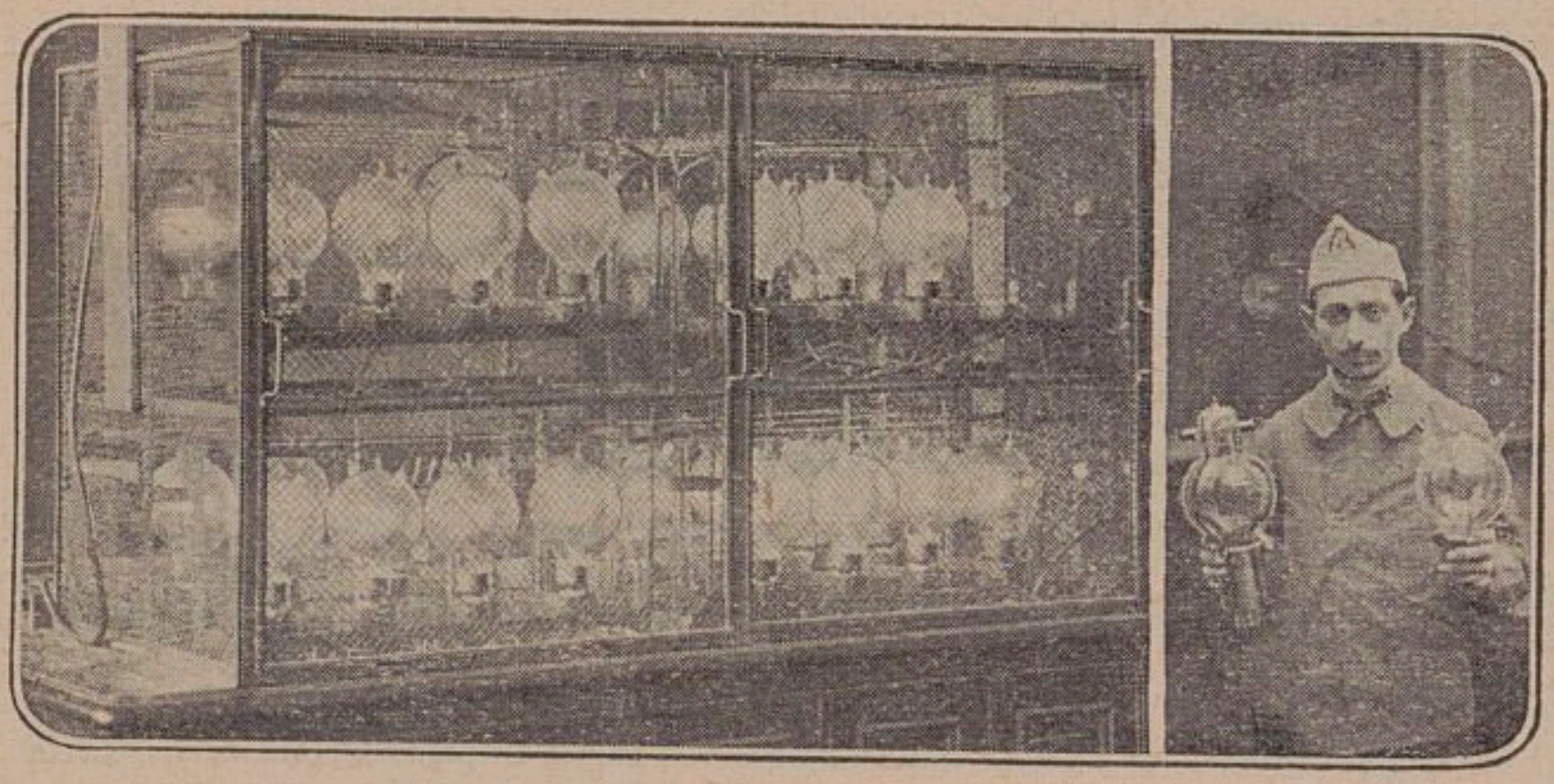


Fig. 31. — LE NOUVEAU POSTE A LAMPES DE TÉLÉPHONIE SANS FIL DE LA TOUR EIFFEL (puissance 5 kilowatts-antenne). — A droite, un sapeur télégraphiste de la Tour Eiffel présente deux des lampes du poste. — Il existe des lampes à 3 électrodes de puissances très variées. On en fait, pour l'émission, de plusieurs watts. Aux Etats-Unis on construit des lampes qui vont jusqu'à 100 kilowatts ! On prétend que la lampe de 1.000 kilowatts (un million de watts) avec refroidissement de la plaque par circulation d'eau, est en fabrication ! — Rappelons qu'un cheval-vapeur équivaut à 736 watts.

pourra supporter d'amplification sans perdre de sa tonalité vraie. Il y a là, on le devine, un gros problème en discussion continuelle.

Le potentiel de la grille, et l'onde. Ces déductions si curieuses sont tirées de mon affirmation que la *grille* constitue un pendule qui donne ou refuse le passage au courant de renfort fourni par la batterie, dans la quantité et dans le temps qu'exige l'onde reçue. Il nous reste à voir comment le potenteil de la grille peut, en effet, varier en harmonie complète avec l'onde.

Pour déterminer ces variations, il nous suffit de fournir au circuit *grille-filament* les organes qui lui permettent de s'accorder avec les apports de l'antenne ou du cadre, une self avec une capacité variable.

Ainsi nous réalisons la possibilité de lancer dans notre téléphone de réception le courant de la batterie-réservoir, en lui faisant suivre très minutieusement, puisque les deux circuits sont bien accordés, les variations des ondes que reçoit l'antenne.

Le schéma de la page suivante, qui représente un poste téléphonique recevant en autodyne, résume à peu près tous les dispositifs dont je viens de parler.

LA LAMPE ÉMET La lampe à trois électrodes possède enfin une autre qualité encore, celle de servir à l'*émission d'ondes entretenues*, je le rappelle.

En effet, si l'on monte dans le circuit de la grille un alternateur, ou (pour obtenir des ondes *entretenues modulées*), un téléphone à microphone (permettant par conséquent l'émission du son, parole ou musique), on détermine

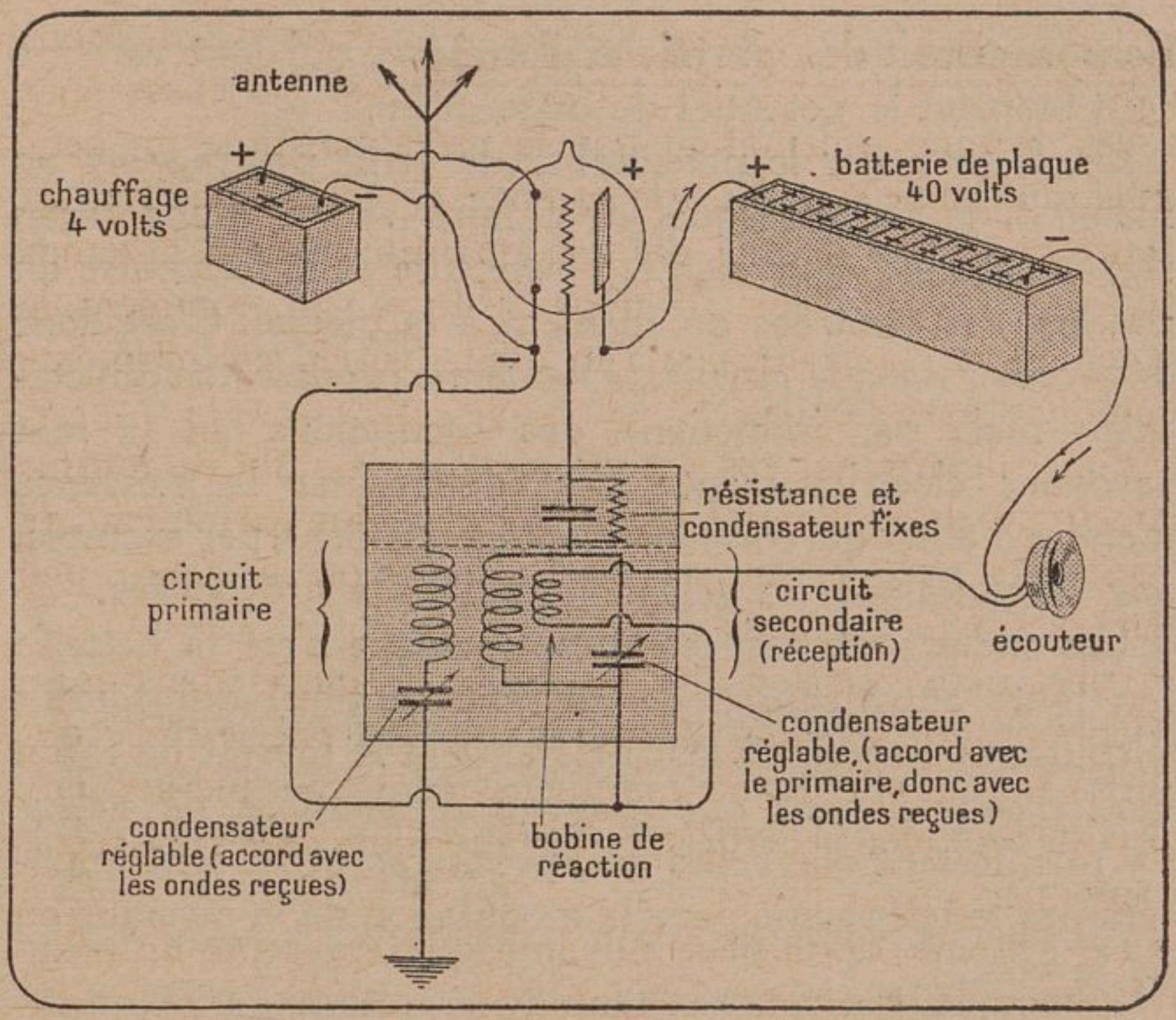


Fig. 32. — SCHÉMA DE RÉCEPTION PAR AUTODYNE (détection et amplification combinées). — On nomme autodyne un circuit qui, ayant une période d'oscillations propre, se met à vibrer électriquement par lui-même (voir p. 100).

Ici, pour qu'il se produise un *battement* entre les deux courants, on a soin de différencier un peu leurs fréquences. On donne donc des caractéristiques un peu différentes aux bobines du circuit récepteur proprement dit et du circuit de réaction. C'est pourquoi la *bobine de réaction* est ici montrée un peu plus petite que celle du circuit primaire.

Dans l'hétérodyne, les variations de longueur des ondes qu'on superpose à celles de l'antenne peuvent être considérables et faites par l'opérateur lui-même, grâce aux manettes et boutons de réglage ; dans l'autodyne, généralement, la différence de longueur entre les ondes superposées et celles de l'antenne, est rendue fixe par une bobine invariable.

dans ce circuit des vibrations électriques qui font varier à tout moment le potentiel de cette grille.

Or, faire varier le potentiel de la grille par rapport au filament, je l'ai expliqué, c'est faire varier, d'une façon rigoureusement équivalente, l'ouverture et la fermeture du passage des électrons du filament à la plaque. C'est donc déterminer dans le circuit de l'antenne (excitée non directement mais par induction), des oscillations qui la font rayonner électriquement; c'est déterminer la naissance d'ondes d'éther qui correspondent exactement, par exemple, aux modulations du téléphone qui les a provoquées.

Ces ondes sont « entretenues » puisque c'est la batterie (ou toute autre source de courant continu) qui fournit le courant nécessaire à leur naissance et le fournit de façon ininterrompue, sans que d'autres diminutions de valeur s'y manifestent que celles qui, précisément, lui sont imposées par la téléphonie pour la modulation de la musique ou de la voix.

RÉACTION ET SUPERRÉACTION

Il ne faut pas croire d'ailleurs que les chercheurs s'en soient tenus à ces résultats déjà si beaux.

Par la *réaction* des circuit-grille et circuit-plaque l'un sur l'autre, on est arrivé à des améliorations et notamment à des amplifications encore plus grandes.

Je ne puis noter ici que pour mémoire la *superréaction* d'Armstrong, par laquelle on obtient des effets surprenants, mais qui n'est guère encore aux mains du grand public. (Voir *Principes Fondamentaux*.)

CHAPITRE IV

L'émission.

En résumé toute la T. S. F., au point de vue émission, se résume en ceci : produire dans un circuit une *perturbation périodique et ultra-rapide* ; puis communiquer ce mouvement à l'éther.

Nous venons d'étudier les quatre procédés actuellement mis en œuvre (étincelles, arc, alternateur, lampes) pour la production d'ondes amorties ou entretenues.

Nous savons donc déjà où sont les sources de ces oscillations, quels en sont les modes de débit. Examinons maintenant comment s'en fait le jet dans l'espace.

L'organe de jaillissement, d'émission, de radiation, c'est l'antenne, l'*aérien*. Comment est-elle excitée?

EXCITATIONS DIRECTE ET INDIRECTE Le courant à haute fréquence produit par l'un des quatre procédés pourrait évidemment osciller dans un circuit dont ferait partie l'antenne : elle

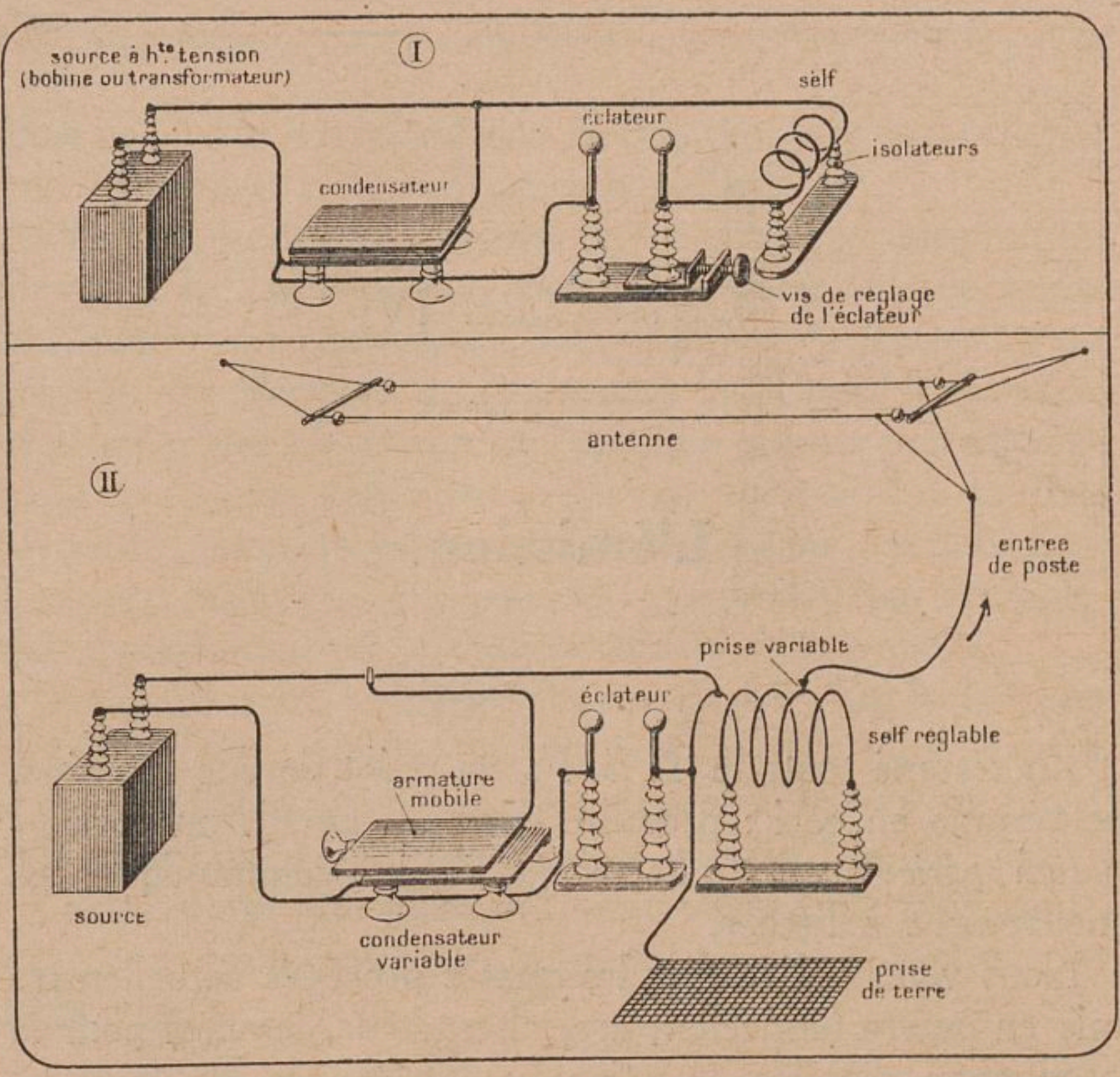


Fig. 33. — SCHÉMA D'UNE ÉMISSION DE SIGNAUX PAR UN POSTE A ÉTINCELLES, DONC PAR ONDES AMORTIES. — En I, on voit à gauche la source du courant. La nature de cette source importe peu ici ; toutefois elle donne toujours un courant alternatif et à haute tension. Ce courant s'accumule dans le condensateur, jusqu'au moment où sa tension (qui nécessairement ne peut jamais être supérieure à celle de la source) est devenue assez grande pour que les deux pôles de l'éclateur se rejoignent brusquement en une étincelle.

La distance entre les deux boules de l'éclateur est réglable, car, si elle était trop petite, l'étincelle jaillirait avant que la tension ne fût au maximum, et le rendement obtenu serait mauvais, en ce qu'il y aurait gaspillage d'énergie. Si au contraire l'écartement était trop grand, l'étincelle ne pourrait jamais jaillir. D'ordinaire on place dans le circuit un ampèremètre, qui indique à quel point du réglage le courant possède le maximum d'intensité.

En II, on voit que la longueur d'onde propre du circuit peut être modifiée, par des variations du condensateur ou de la bobine de self.

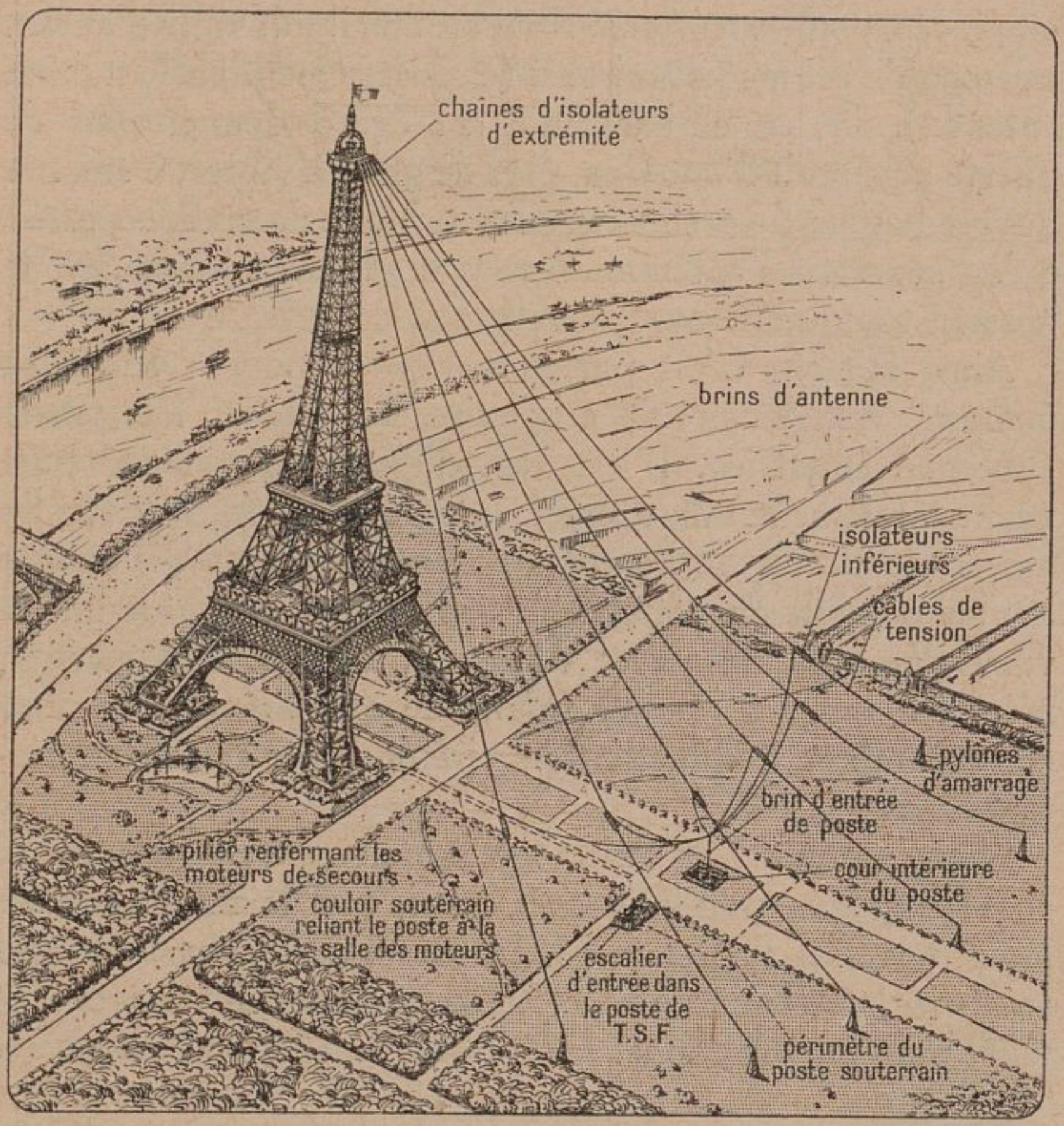


Fig. 34. — Vue d'ensemble de l'antenne de la Tour Eiffel. — L'antenne est constituée par six brins inclinés, de 370 mètres de longueur, fixés en leur sommet à 290 mètres au-dessus du sol. Le brin d'entrée de poste mesure 50 mètres de longueur.

serait *directement* excitée, ainsi qu'au temps des premières expériences de Marconi.

Mais cette disposition simple n'est presque plus jamais

employée, pour la raison surtout qu'un circuit vibre d'autant mieux qu'il est moins résistant (électriquement parlant, bien entendu). Or, on ne saurait à cet égard donner plus de liberté au circuit d'antenne, plus de gaîté à vibrer, à émettre des oscillations de grande amplitude, donc de grande portée, qu'en séparant l'antenne de tous organes étrangers, en la laissant toute seule avec sa self et sa capacité.

Ainsi fait-on. C'est par induction, donc par *excitation indirecte*, que le circuit originaire, la source, fait vibrer l'antenne émettrice. Il est bon d'ajouter que, les circuits ayant fatalement une influence de réaction les uns sur les autres, le circuit de l'antenne, même si on l'a débarrassé le plus possible des résistances additionnelles pour le laisser vibrer avec sa fréquence naturelle, sa fréquence propre, n'émet d'ondes à grande amplitude que s'il n'a pas pour correspondant d'induction un circuit bridé par des résistances anormales.

Nous verrons plus loin, lorsque nous traiterons de la *Réception*, que, par induction aussi, par le même moyen mais renversé, l'antenne réceptrice, induite par l'antenne émettrice, détermine à son tour le courant qui va au détecteur, puis au téléphone.

POURQUOI IL FAUT ISOLER L'ANTENNE

L'antenne, en tant qu'émettrice, ne semble pas présenter beaucoup d'intérêt pour le public, car nous le verrons, jusqu'à nouvel ordre presque tous les amateurs doivent en France se contenter de recevoir.

Mais il se trouve que l'antenne réceptrice est identique à sa sœur émettrice, que la même peut tour à tour s'adapter

aux deux fonctions. Il est donc nécessaire que nous connaissions exactement les lois physiques principales qui régissent les antennes.

L'antenne la plus répandue, celle qu'on appelle parfois l'*antenne ouverte*, fait partie d'un circuit composé d'elle-même, de l'éther, et de la terre à laquelle l'antenne est reliée. Par un phénomène analogue, le circuit d'allumage dans un moteur se compose du bobinage de haute tension, de la pointe isolée de la bougie, de la couche de gaz inflammable qui la sépare de l'autre pointe, et de la masse à laquelle cette bobine est reliée.

L'antenne a donc deux pôles, qui doivent nécessairement être soigneusement tenus éloignés l'un de l'autre sur toute la longueur du circuit, sous peine, le mot le dit, de *court-circuit*, c'est-à-dire de suppression de courant dans la majeure partie du circuit, donc de non-production des phénomènes attendus.

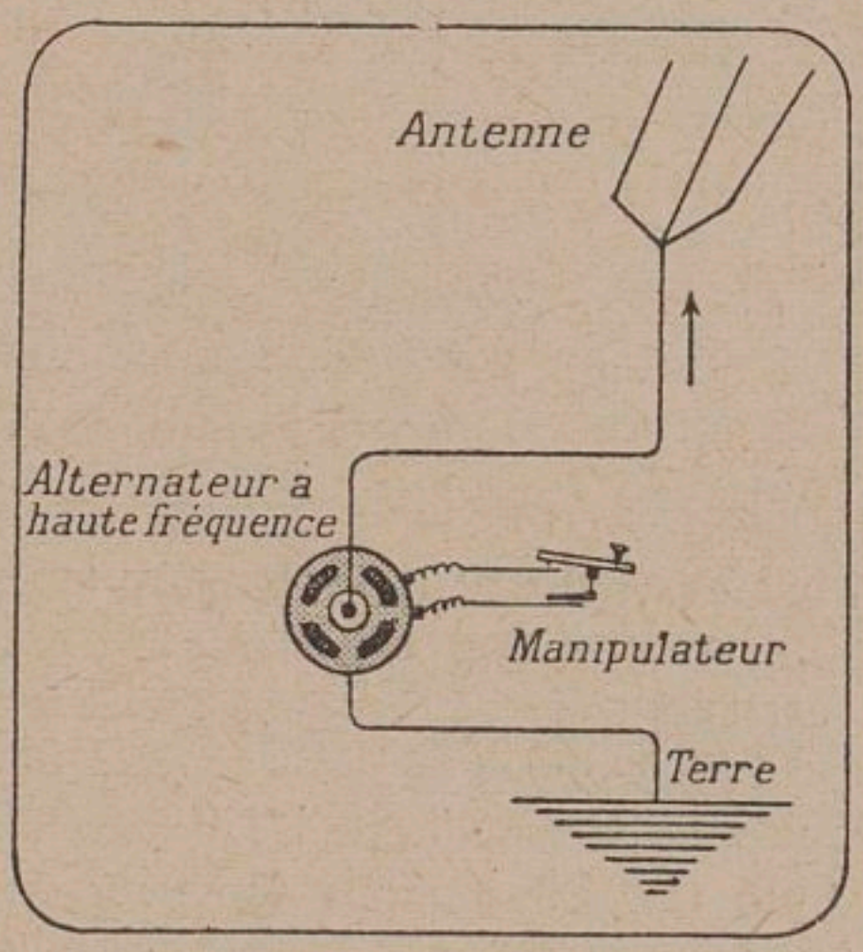


Fig. 35. — SCHÉMA ÉLÉMENTAIRE D'UNE ÉMISSION PAR ALTERNATEUR DE HAUTE FRÉQUENCE (*ondes entretenues*). — Les ondes ainsi émises servent généralement à produire des signaux Morse ; parfois aussi on les utilise pour la téléphonie.

Par conséquent, la première qualité d'une antenne est son bon isolement par rapport à la terre. Et par *terre* il faut entendre tout ce qui est en relations directes avec la terre, par exemple les maisons et les arbres. Par antenne,

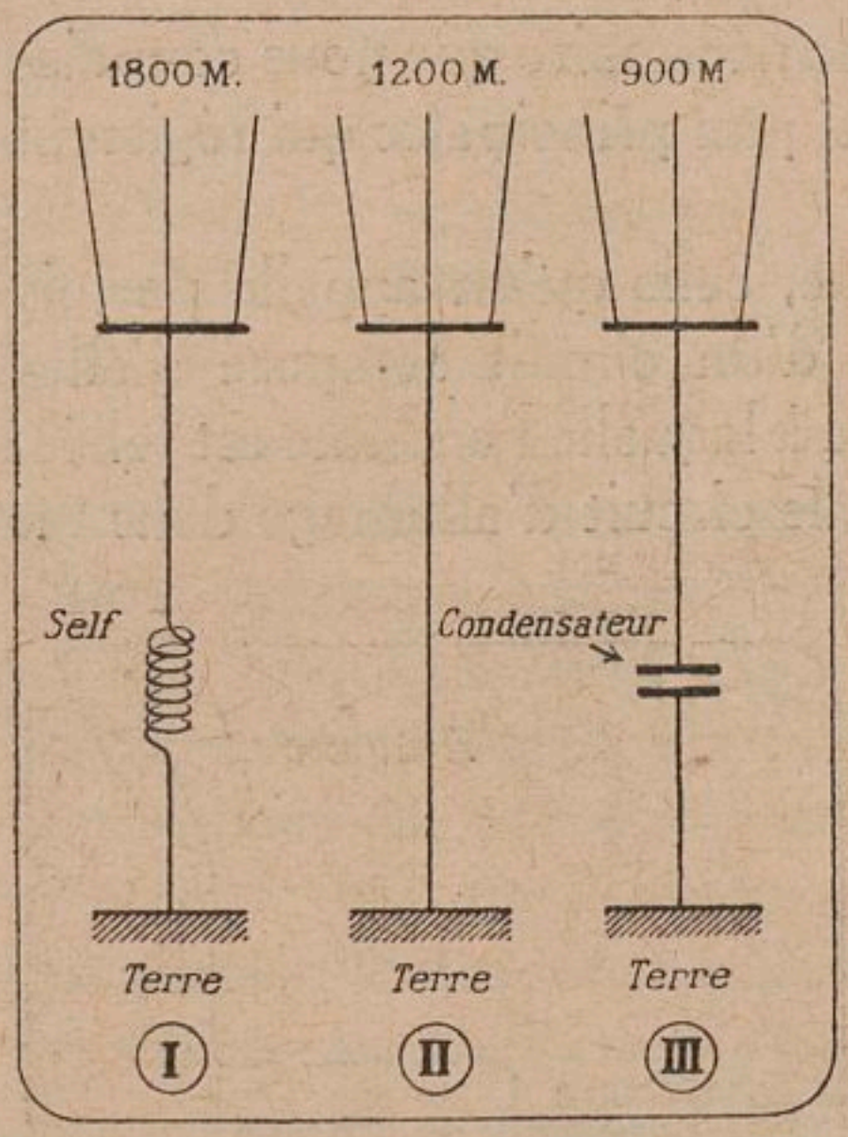


Fig. 36. — COMMENT ON PEUT MODIFIER DES ONDES ÉMISES PAR UNE ANTENNE — Si l'antenne seule, en II, émet, de par sa self et sa capacité propres, des ondes de 1.200 mètres, on peut diminuer la longueur de ces ondes en interposant dans le circuit d'antenne un condensateur (voir l'ouvrage *Principes Fondamentaux*), par exemple comme en III, où la capacité additionnelle est telle que la longueur d'onde tombe à 900 mètres ; mais il serait impossible de descendre au-dessous de *la moitié de la longueur d'onde propre* (v. p. 136), donc ici en dessous de 600 mètres. — On peut augmenter la longueur des ondes émises (ou reçues) par l'antenne, en augmentant la self, comme en I. On peut augmenter indéfiniment, mais on est vite limité par la résistance que présente fatalement une self de dimensions exagérées par rapport à l'énergie qui la traverse (v. p. 132).

d'ailleurs, on comprend aussi le fil de prolongement, la *sortie de poste*, qui réunit l'appareil d'émission à l'antenne. Le passage de ce fil (*entrée de poste* en cas de réception) au travers d'une cloison de bâtiment n'est jamais trop soigné.

L'isolement de l'antenne doit nécessairement être assuré avec d'autant plus de minutie que le courant induit en elle possède une tension plus grande. C'est là une évidence conforme aux lois générales de l'électricité.

On comprend en outre qu'une antenne d'émission doive être calculée dans tous ses détails pour que son rendement, c'est-à-dire le rapport de l'éner-



Fig. 37. — La panne demain et la T. S. F. (*Composition de L. Sabatier*). — Antenne télescopique. — Loin de son point de départ, sa voiture immobilisée sur une route déserte, que va faire ce débutant touriste? Sa petite belle-sœur sourit malicieusement. Mais sa femme ne perd pas la tête pour si peu ! Vite un coup de T. S. F. au garagiste le plus proche, 28 kilomètres !

gie que lui fournissent les machines et de l'énergie qu'elle envoie dans l'espace (*puissance dans l'antenne*), soit aussi grand que possible. Par exemple, la grosseur du fil qui la constitue a ici une importance majeure, car l'intensité du courant qui la traverse est naturellement limitée par cette dimension du fil, sous peine que le métal se mette à chauffer énormément et que la puissance rayonnée ne soit qu'une fraction infime de celle que développent les machines du poste.

Nécessairement, on se tient toujours bien loin de cette limite dangereuse. Les bateaux et les avions, qui, par obligation naturelle, nous allons le voir, sont des émetteurs de puissance relativement petite, possèdent des antennes très supérieures au strict nécessaire. Quant aux gros postes, leurs installateurs, ingénieurs généralement remarquables, ne les ont pas laissés en péril, on s'en doute.

La puissance dans l'antenne est malgré tout très inférieure dans tous les cas à la puissance produite par la machine. La perte est généralement de 30 à 40 % ; le rendement ici est donc peu brillant.

❀ ❀

L'antenne demande de grands soins. Une excellente antenne, bien isolée de tout contact et même de tout mauvais voisinage; une excellente *terre*, courte, large, bien étalée dans un terrain gras et humide : votre installation est déjà, de ce fait même, pour les trois quarts assurée du succès.

Les formes des antennes sont nombreuses ; nos gravures en témoignent. Elles ont toutes une raison d'être, qu'il est impossible d'analyser ici ; cette importance n'a de valeur réelle que dans l'installation d'un grand poste. Un ama-

teur ne s'arrêtera guère à la forme à donner à l'antenne : la meilleure est celle qui lui offre le plus de commodités d'installation.

Remarque essentielle. — Si l'antenne est à brins multiples (en nappe, en V, etc.), il faut absolument que tous ces brins soient égaux, faute de quoi ils ne vibrent pas tous sur la même longueur d'onde, et le rendement est mauvais.

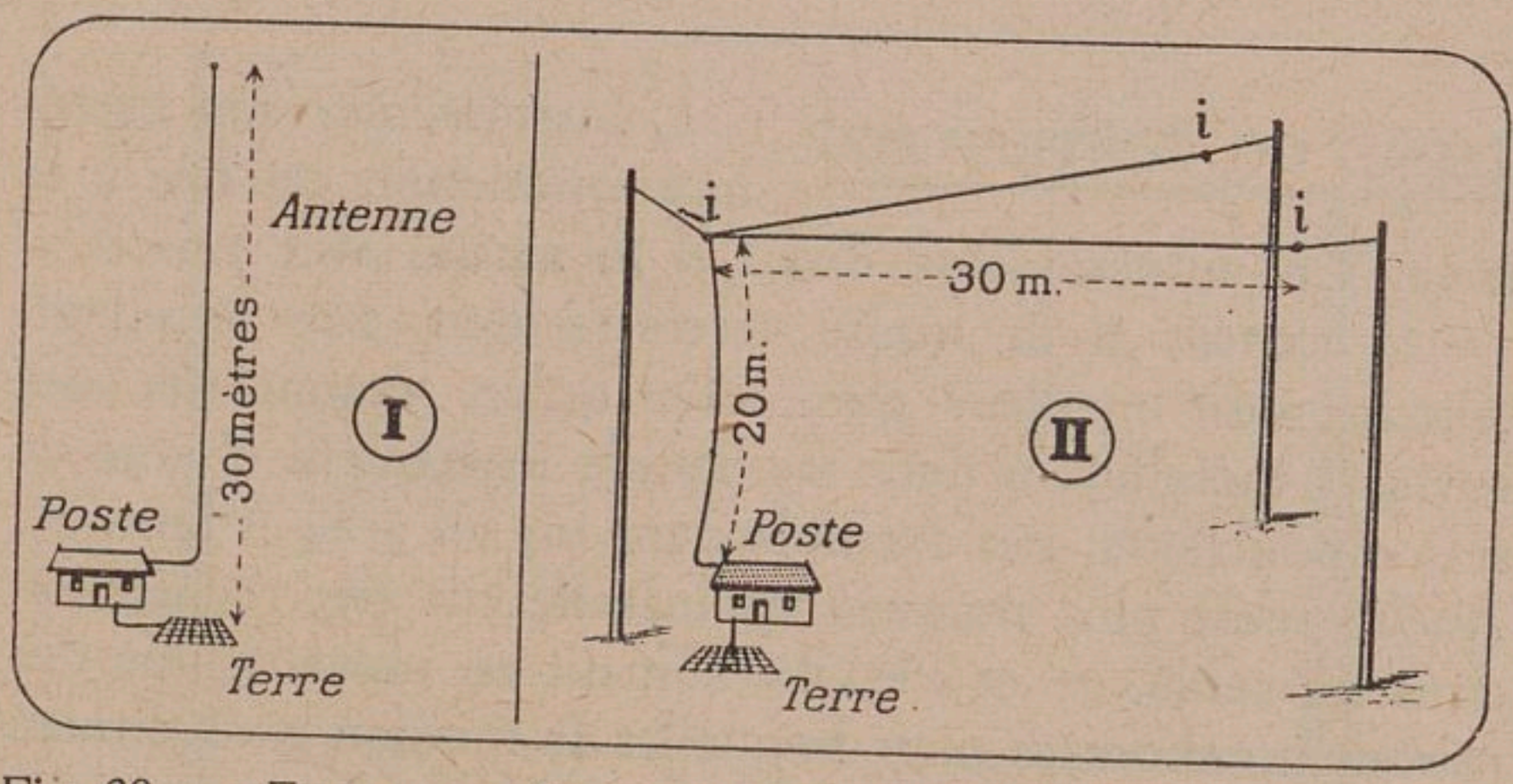


Fig. 38. — FORME DE L'ANTENNE ET LONGUEUR D'ONDE. — I. Une antenne à un seul brin vibre en « quart d'onde » : l'antenne de 30 mètres, représentée ici, émet donc des ondes de 120 mètres. — II. Une antenne en forme de V émet des ondes qui ont pour longueur 5 fois le plus long brin d'antenne. Ici, ce brin mesure 50 mètres (20 sur l'entrée de poste et 30 sur le V); les ondes émises (v. p. 132) sont donc de 250 mètres. — La lettre *i* indique des isolants.

Antennes déplaçables. — Il est impossible d'entrer ici dans le détail de constitution des antennes portatives, fort peu utilisées jusqu'à ce jour par les amateurs. Notre figure 37 montre cependant en fonctionnement un petit mât télescopique pour automobile.

Les postes militaires ou coloniaux, quand il sont temporaires ou improvisés, prennent parfois pour antenne le câble métallique qui relie à la terre un fort cerf-volant ou un petit ballon captif. C'est là un capteur d'ondes excellent mais de maniement assez délicat. Je ne le cite que pour mémoire.

TERRE OU CONTREPOIDS L'antenne, par son extrémité inférieure, est liée à la *terre*. Un automobiliste dirait *à la masse*, avec raison.

Ce contact à la masse terrestre doit être excellent. Aucun n'est meilleur que celui qu'on établit par des surfaces métalliques dans un liquide légèrement chargé de sels conducteurs, par exemple dans un sol gras et humide. Aucun n'est plus mauvais qu'installé sur des rochers ou dans du sable, — et c'est là, soit dit en passant, une des raisons nombreuses pour lesquelles la mission des voitures à chenilles de Citroën, dans ses magistrales traversées du Sahara, ne pouvait être reliée directement à nous par T. S. F.

La meilleure *terre* est celle qui présente le moins possible de résistance au courant. Il faut chercher à couvrir dans le sol la plus grande surface possible avec le poids de métal le plus petit possible. Un treillage est, à cet égard, excellent.

Dans le cas où la prise de terre est impossible, — elle l'est sans conteste pour un avion, — dans le cas aussi où le sol n'est pas assez conducteur pour assurer sans pertes

tout le débit du courant fourni par les machines de la station, on met en jeu le dispositif dit du *contrepoids*, c'est-à-dire qu'on relie le bout de l'antenne à une longueur de fil ou à une masse métallique qui ait à peu près le même développement qu'elle-même. Cette masse, qu'on

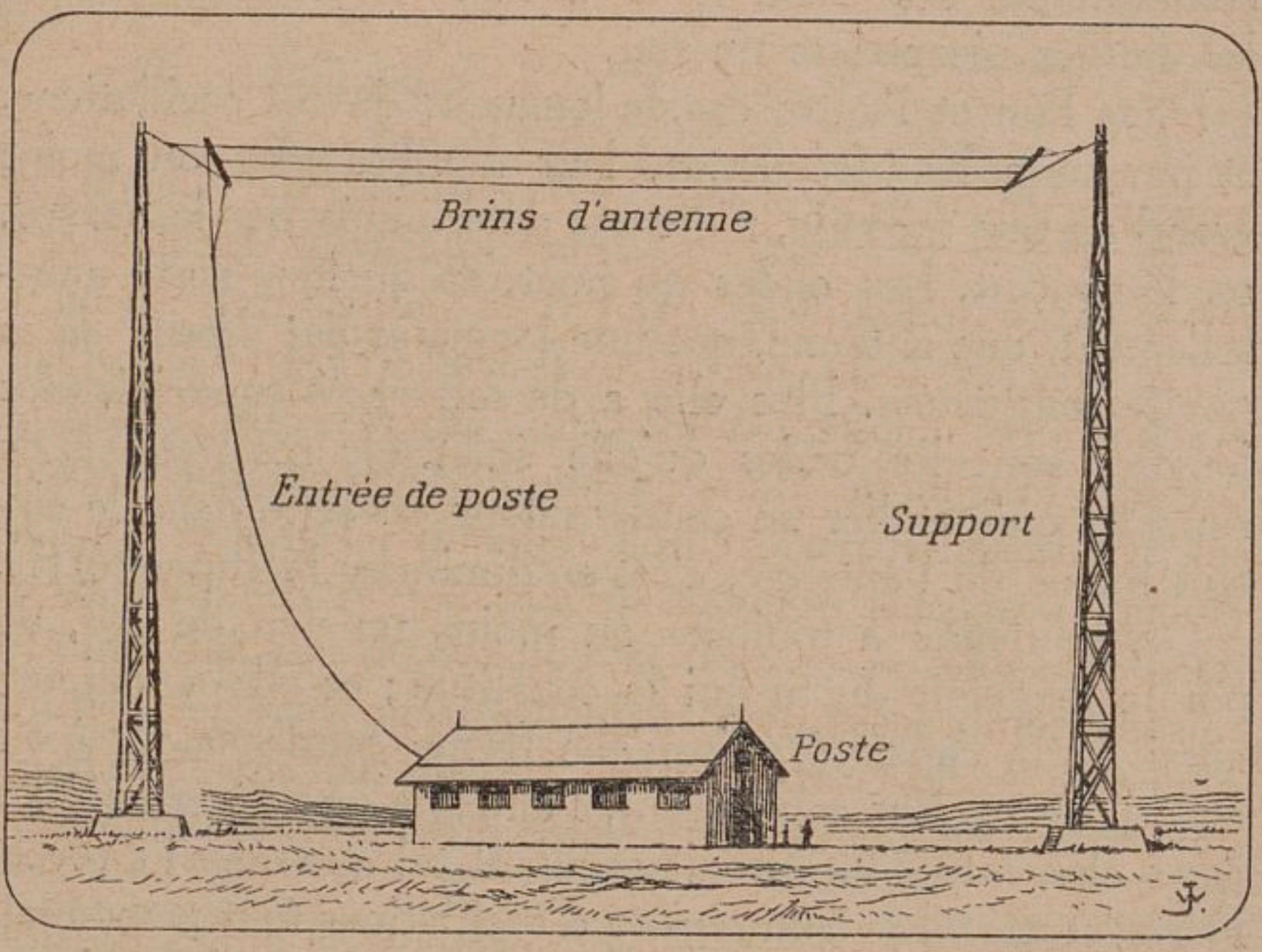


Fig. 39. — ANTENNE EN NAPPE HORIZONTALE. — Une même antenne peut tour à tour émettre et recevoir.

installe toujours à l'écart du sol, forme ainsi une des armatures d'un gigantesque condensateur à air dont la terre est l'autre armature.

L'ANTENNE A SA PERSONNALITÉ NERVEUSE

L'antenne émettrice vibre électriquement, communique ses oscillations à l'éther et détermine dans les antennes réceptrices un courant électrique. De même une lame de ressort vibre mécaniquement communique ses oscillations à l'air et détermine dans les oreilles réceptrices un son.

Dans l'un et l'autre cas, la longueur de ces oscillations, et par suite leur fréquence, leur nombre plus ou moins grand en une seconde, n'est pas déterminée par le hasard, on le conçoit. Les ondes qu'émet, en quelque sorte naturellement, une antenne, ont une longueur *qui dépend de sa propre constitution*. Plus elle a de self et de capacité, plus longues sont les ondes qu'elle émet. (Je me permets de rappeler qu'installer un condensateur en série dans le circuit même de l'antenne, c'est en diminuer la capacité) (1).

Or, l'antenne a toujours au moins un peu de self, de par la longueur du fil qui la constitue ; et elle a toujours aussi de la capacité, puisqu'elle forme condensateur à air avec la terre. Par conséquent, l'antenne possède en soi les deux éléments d'un circuit oscillant tel que nous l'a révélé Hertz, et elle vibre à un régime d'oscillations tout personnel.

Une antenne faite d'un seul fil émet des ondes qui ont exactement quatre fois la longueur de ce fil, de son extrémité supérieure à la terre. Par exemple, un fil de 50 mètres émet des ondes de 200 mètres ; un fil de 120 mètres, des ondes de 480. C'est la loi de *vibration en quart d'onde* des antennes unifilaires (fig. 38).

---

(1) Voir l'ouvrage *Principes Fondamentaux de T. S. F.*

Si l'antenne est de forme plus compliquée (nappe, parapluie, etc.), ses ondes propres ont une longueur à peu près 4 à 6 fois égale à celle du brin le plus long (s'il en existe un, ce qui est mauvais). (Voir p. 129.)

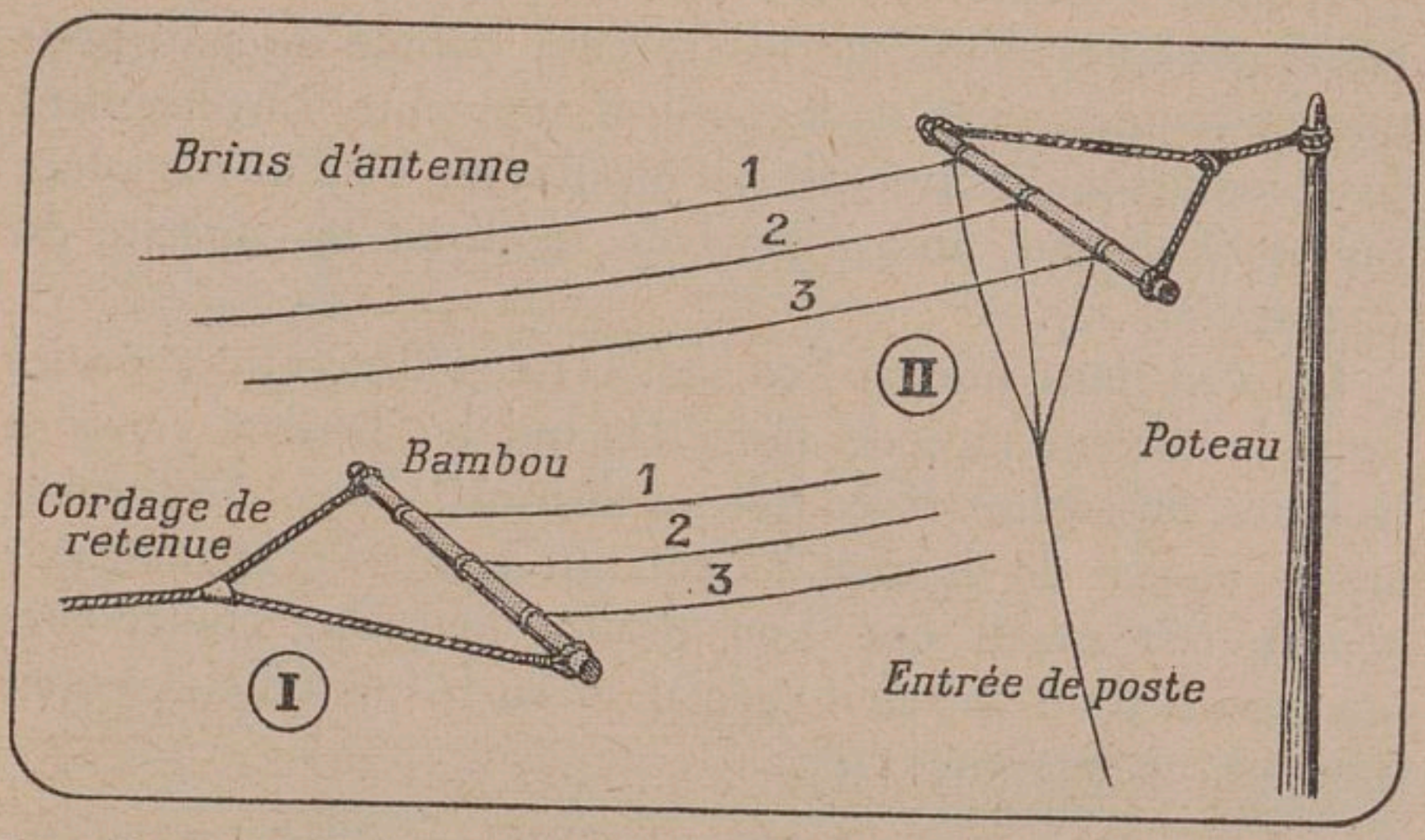


Fig. 40. — DÉTAILS DE SUSPENSION D'UNE ANTENNE EN NAPPE HORIZONTALE TELLE QUE PEUT LA RÉALISER UN AMATEUR. — I. Côté isolé. — II. Les trois brins d'égale longueur et l'entrée de poste. — Rappelons qu'on ne prend jamais trop de précautions pour qu'une antenne soit bien isolée, isolée de tout contact direct et même d'un simple voisinage d'arbres, de masses métalliques, etc. (V. p. 150.)

Allons-nous donc être contraints à ne demander jamais à une antenne de n'émettre ou recevoir que des ondes de la longueur que comporte sa constitution première? Ce serait fort gênant, car un poste est en relations avec des correspondants nombreux qui « travaillent » tous sur des longueurs d'ondes différentes. Il faudrait qu'il eût autant d'antennes différentes que de correspondants !

Heureusement il est possible de faire varier la longueur d'onde d'une antenne. De même on fait varier celle d'une corde de violon en raccourcissant ou allongeant cette corde par le déplacement du doigt.

Il suffit d'ajouter à l'antenne, un peu avant la prise de terre, quelques spires de fil formant bobine de self, pour que la longueur des ondes émises augmente ; inversement leur longueur diminuerait si on mettait à la même place un condensateur, puisqu'ainsi on réduirait la capacité du circuit (fig. 36).

On voit donc que, si l'on met cette self et cette capacité sous la dépendance de manettes qui les fassent varier à volonté, on réalise de ce fait un *dispositif d'accord* qui fournit le moyen de donner à l'antenne émettrice la *longueur d'onde très exacte* que l'on désire, longueur contrôlable au moyen d'un appareil spécial, et au besoin officiel, qu'on nomme un *ondemètre*.

❀ ❀

Tout poste émetteur possède un indicatif.

Mes lecteurs entrevoient le parti que la Sans-fil a pu tirer de cette particularité. Afin d'éviter le *brouillage* résultant d'une émission simultanée par plusieurs Grands Postes sur une même longueur d'onde, le *Bureau international de l'Union postale* à Berne attribue à chacun d'eux une longueur d'onde sur laquelle le titulaire est tenu de travailler, en même temps qu'on le baptise d'un *indicatif*, c'est-à-dire d'un ensemble de deux ou trois lettres conventionnelles, dont la première évoque la nationalité du poste.

Le poste est tenu d'envoyer au commencement et à la

fin de ses messages son indicatif (voir fig. 81). Ainsi chaque poste de réception peut-il reconnaître immédiatement, parmi tous les signaux qui arrivent à son antenne, ceux du correspondant qui l'intéresse, s'accorder sur leur longueur

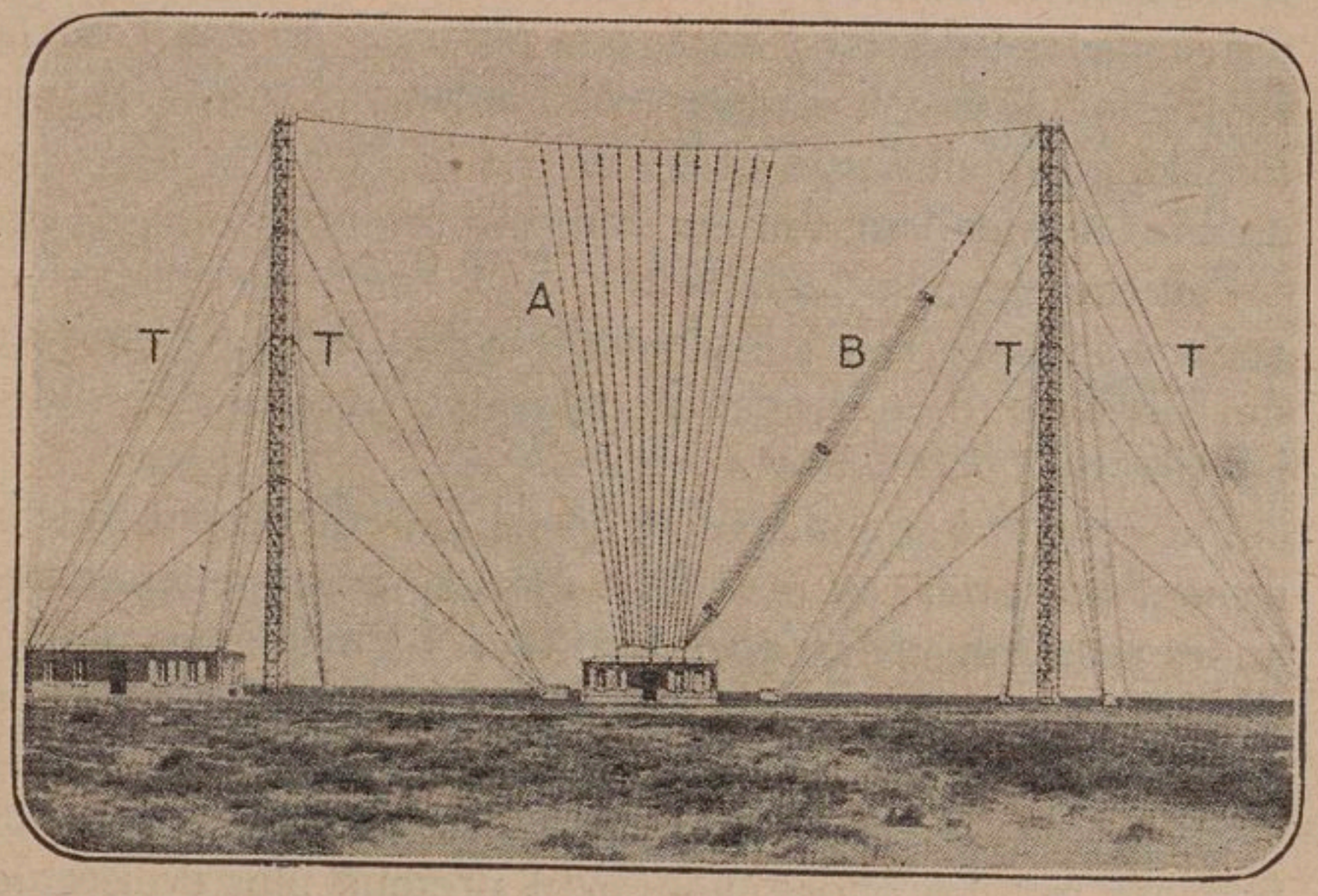


Fig. 41. — DEUX ANTENNES SUR UN MÊME POSTE (poste des Saintes-Maries-de-la-Mer). — En A, en nappe. — En B, en fuseau. — TT représentent les haubans des poteaux qui portent les nappes ; ces haubans n'ont rien de commun avec les antennes. — Les antennes sont deux ici parce que le poste doit émettre des longueurs d'ondes très différentes, condition que ne permet pas de réaliser un seul appareil, car une antenne ne fonctionne bien que dans des limites assez étroites de part et d'autre de sa longueur d'onde propre.

et négliger les autres. Les postes d'amateur ont eux-mêmes un indicatif, qui leur est indiqué par l'Administration des Postes. En France, l'indicatif d'amateur commence toujours par le chiffre 8.

Une antenne ne peut pas s'accorder sur toutes les longueurs. N'en concluons d'ailleurs pas qu'une antenne puisse émettre des ondes de toutes longueurs. Il est impossible de faire descendre la longueur des ondes au-dessous, ou à peu près, de *la moitié* de la longueur d'onde qui est propre à l'antenne, laquelle, rappelons-le, est équivalente de 4 à 6 fois la longueur métrique du brin le plus long (entrée de poste comprise).

Par exemple, la Tour Eiffel, dont l'antenne seule, sans aucune spire de self additionnelle, vibre sur 1.800 mètres de longueur d'onde, est incapable d'émettre des ondes inférieures à 900 mètres.

Par contre, à grand renfort de self, en allongeant indéfiniment les spires, on peut faire émettre à une antenne des ondes aussi longues qu'on le veut : il n'y a même pas impossibilité théorique à ce que des ondes aient une longueur de 300.000 kilomètres, c'est-à-dire la fréquence 1 ; mais la résistance du circuit croîtrait en ce cas dans de telles proportions que les ondes n'auraient presque plus de portée.

Par conséquent, un même poste ne peut pas émettre sur toutes longueurs ; pour la même raison, nous le verrons, un appareil d'amateur ne peut chercher à capter toutes les oscillations quelles qu'elles soient, en dépit des condensateurs variés et bobinages de self en *nid d'abeilles* ou en *fond de panier*, aussi peu encombrants que possible, qu'ont imaginés les chercheurs.

Pour cette raison un amateur possédant une antenne dont la longueur linéaire est de 150 mètres, je suppose (entrée de poste comprise), qui par suite a une longueur

d'onde de 600 mètres environ, ne pourra jamais recevoir des ondes plus petites que 300 mètres ou à peu près.

Remarquons aussi que les petites longueurs d'ondes qu'emploient certains émetteurs de téléphonie (parlée ou chantée), par exemple les P. T. T. avec 450 mètres, sont

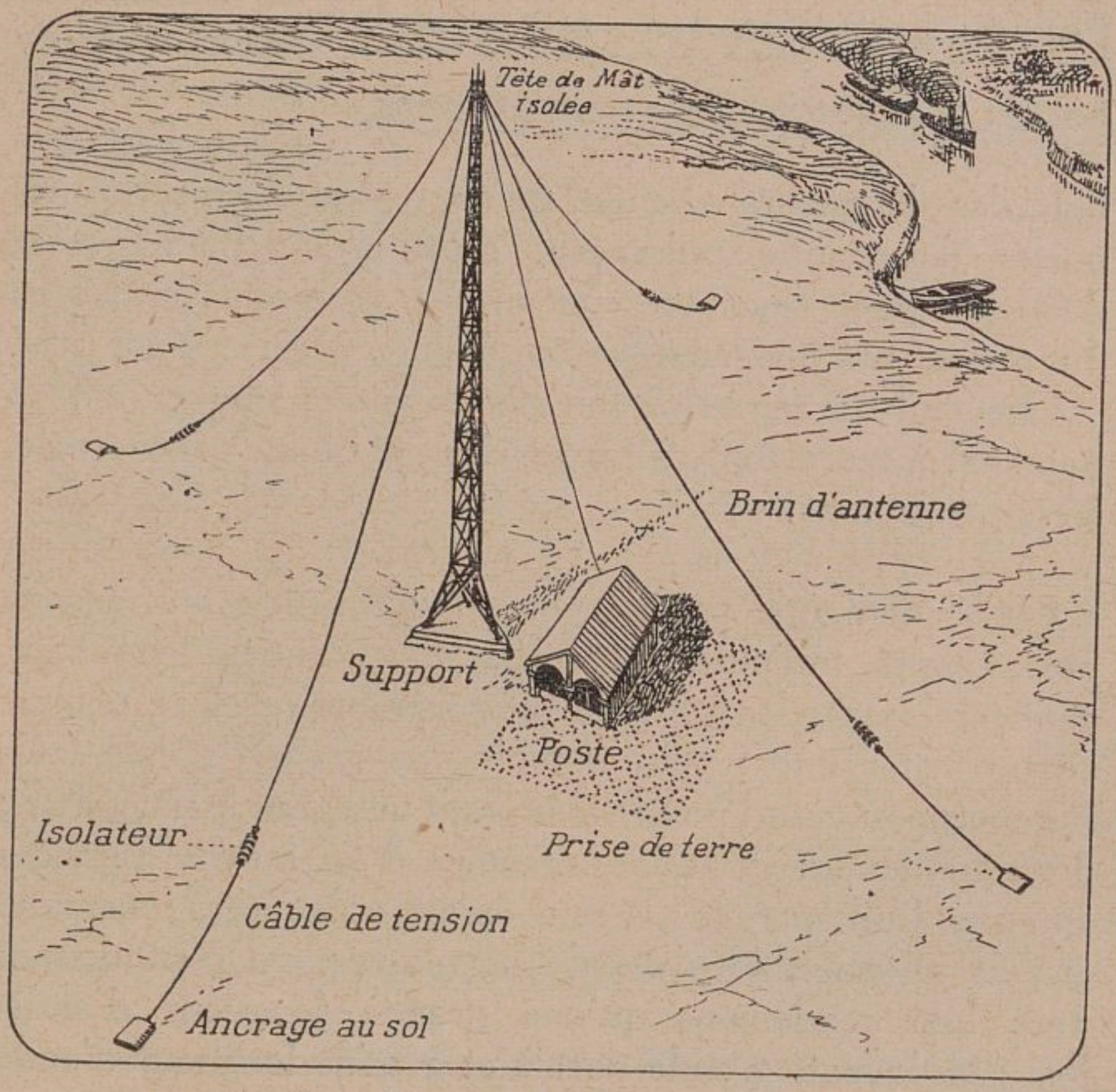


Fig. 42. — UNE ANTENNE EN « PARAPLUIE ».

très favorables aux amateurs, puisque la plupart des amateurs ne peuvent utiliser que des antennes ayant elles-

mêmes (balcons, fils de sonnerie, etc.) une longueur d'onde propre relativement petite.

❀ ❀

Pourquoi attribue-t-on aux grands postes les grandes longueurs d'onde.

Le Bureau international de Berne ne réglemente l'attribution des longueurs d'onde qu'en ce qui concerne les postes de grande puissance, ceux qui débitent assez d'énergie pour rayonner chacun sur le monde entier ou du moins sur une étendue supérieure à celle d'un État.

Chaque État répartit à son gré les autres longueurs à ses bateaux, à ses avions, à ses services publics, à son armée, à ses particuliers.

On se demande parfois pour quelle raison aux grands postes sont toujours attribuées de grandes longueurs, et inversement. La réponse est péremptoire et se résume en un syllogisme : pour obtenir une grande portée (raison d'être du grand poste), il lui faut une grande puissance ; pour débiter une grande puissance, il lui faut une grande antenne (une petite antenne serait volatilisée) ; or, une grande antenne, je viens de l'expliquer, ne peut donner avec bon rendement qu'une grande longueur d'onde. Par conséquent, grande portée et grande longueur d'onde sont solidaires.

ÉMISSION PAR CADRE L'antenne ordinaire, dite ouverte, peut dans certaines conditions être remplacée, même dans l'émission, par une antenne fermée ou cadre.

En ce cas, il n'y a plus de fil tendu dans l'espace et

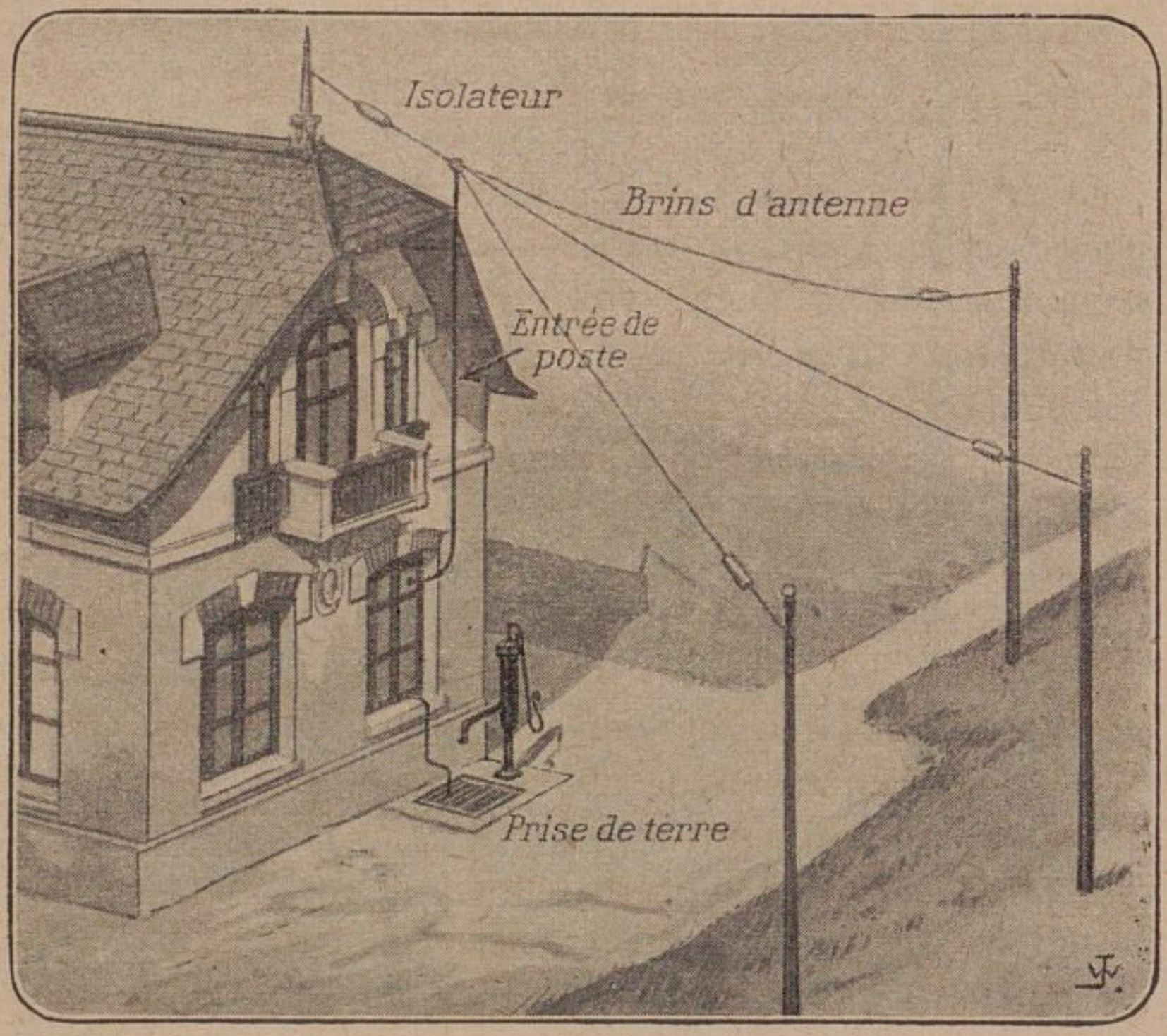


Fig. 43. — ANTENNE A TROIS BRINS, EN « PATTE D'OIE ».

relié à la terre : il y a une sorte de bobine géante, à spires plus ou moins nombreuses, dans laquelle, si l'on fait de l'émission, l'énergie de la machine génératrice

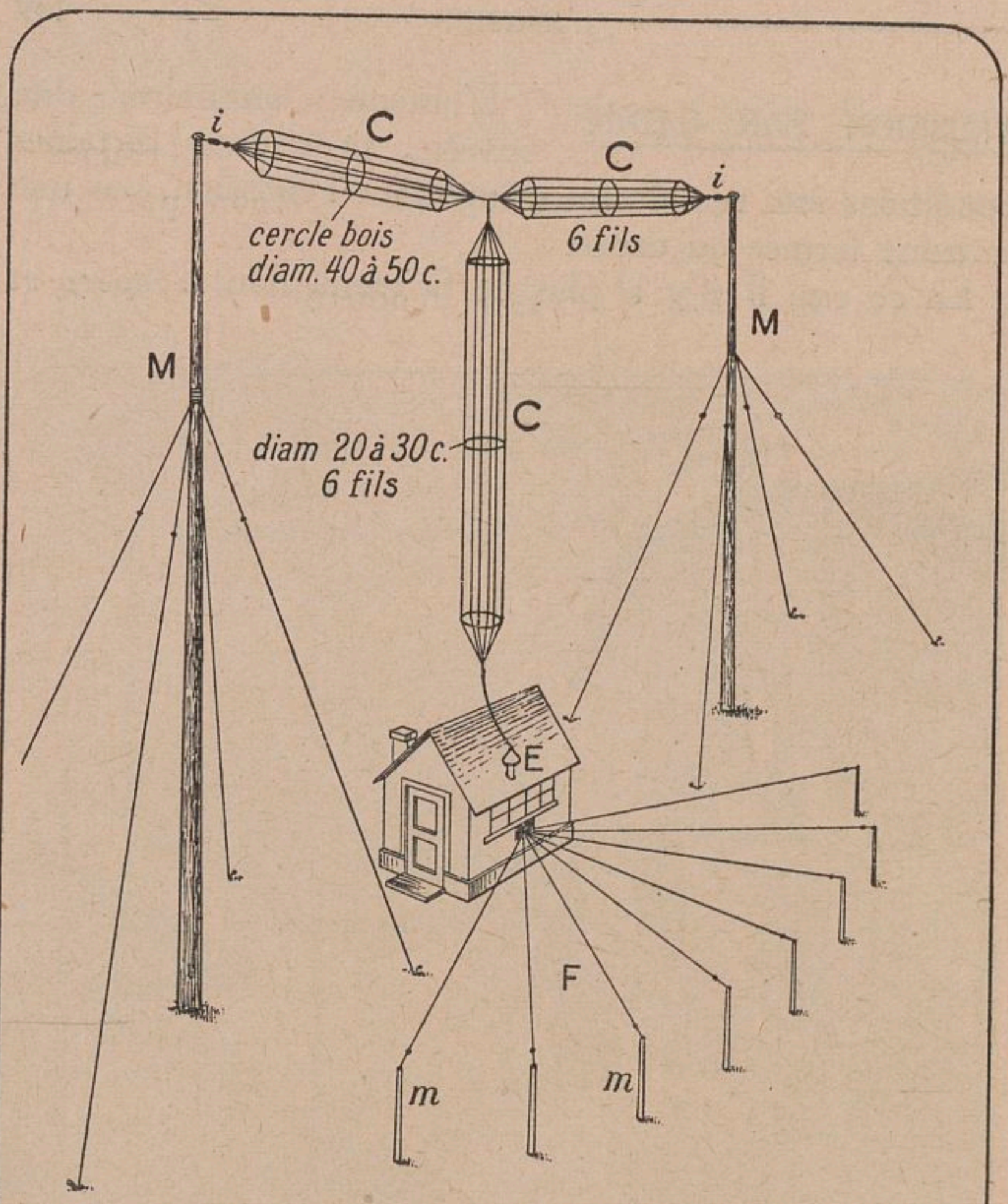


Fig. 44. — ANTENNE D'ÉMISSION EN FUSEAUX. — Elle est surtout employée pour l'émission. — On remarquera qu'ici il n'y a pas de terre, mais un contrepoids constitué par des brins supportés par des poteaux. (Type américain, dont nous empruntons le dessin à la revue *la T. S. F. moderne.*) — C, fuseaux. — E, entrée de poste. — F, fils formant contre-poids (au lieu de terre). — M, pilones. — *m*, piquets portant le contrepoids et l'isolant de la terre.

d'ondes se transforme en un flux oscillant qui s'en va induire un courant dans les antennes réceptrices. Les deux pôles de la machine qui fournit le courant sont reliés aux deux bouts du fil débité dans le cadre.

Il est cependant des cas où le cadre est relié par un de ses bouts à la terre, et d'autres où il est associé à une véritable antenne. Les postes d'écoute de Villecresnes (p. 160) vont être ainsi perfectionnés encore.

Un cadre constitue par conséquent une sorte de tube très court qui lance à travers l'éther des lignes de force. Il est loisible de les diriger vers le but qu'on désire principalement atteindre.

Mais c'est là un mauvais émetteur, puisque le courant, qui, par exemple,

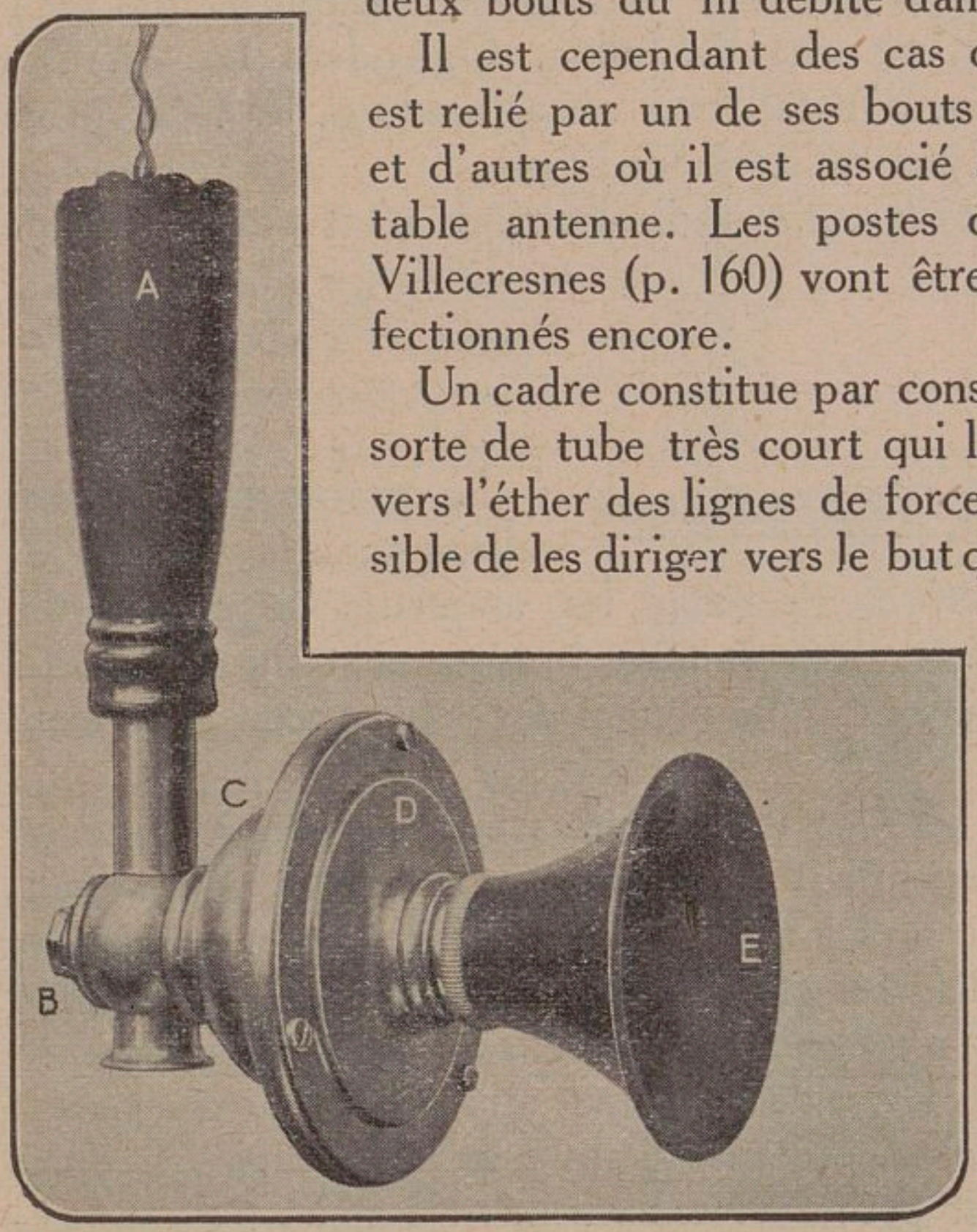


Fig. 45. — MICROPHONE EMPLOYÉ EN RADIO-TÉLÉPHONIE. — A, poignée. — B, écrou d'attache. — C, corps du microphone. — D, couvercle. — E, embouchure. — L'appareil est montré ici suspendu par sa poignée (en accord avec la figure 47). Généralement on le tient à la main ; l'appareil se présente alors dans l'autre sens.

monte dans le côté droit du cadre, descend dans le côté gauche, et qu'ainsi les deux effets d'induction qu'il produit, étant égaux et de sens contraire, s'annulent.

Le cadre ne peut être actuellement employé que pour l'émission d'une énergie faible. Cependant ses qualités d'orientation, d'installation ultra-rapide et de légèreté ne permettent pas qu'on le dédaigne.

Qui sait si le cadre radioélectrique n'est pas le fusil de l'avenir?

L'ÉMISSION TÉLÉPHONIQUE Le problème que nous allons maintenant envisager, et qui présente pour les amateurs de sans-fil un si gros intérêt, nous ramène brusquement du monde des grandes énergies à la région des puissances infiniment petites.

C'est un presque rien de vibration, la voix humaine, un rien qui a cependant un timbre, une fraîcheur, une couleur, un caractère tout à fait personnels, un rien que le moindre frôlement déforme et rend méconnaissable, qu'il va falloir faire passer, à travers des appareils brutaux, d'une antenne à l'autre, des lèvres de l'émetteur aux oreilles du récepteur !

Nous voici en présence de quantités d'énergies à la fois extrêmement petites et extrêmement fragiles ! Et, cependant, il faut qu'elles déterminent des effets considérables, sans perdre le moins du monde leur forme naturelle ! Tels sont les aspects du problème.

Bien entendu, tout ce que nous dirons ici au sujet de la voix humaine dans la T. S. F. s'applique aux sons

des instruments de musique, dont la transmission est cependant un peu moins délicate, parce qu'ils sont plus puissants et moins facilement déformables.

LE MICROPHONE Quel appareil d'émission faut-il employer? Le microphone usuel en téléphonie, celui que nous décrochons en disant : Allô !...

Je n'ai pas à en décrire ici le mécanisme. Je rappelle sommairement que la voix, suite de vibrations d'air déterminées par le larynx, frappe dans le microphone une membrane métallique qui a la propriété d'osciller scrupuleusement à la fréquence et avec l'intensité, infiniment variées à tout instant, que possède cette voix. Cette membrane, reliée à l'un des pôles d'une batterie de piles, frémit

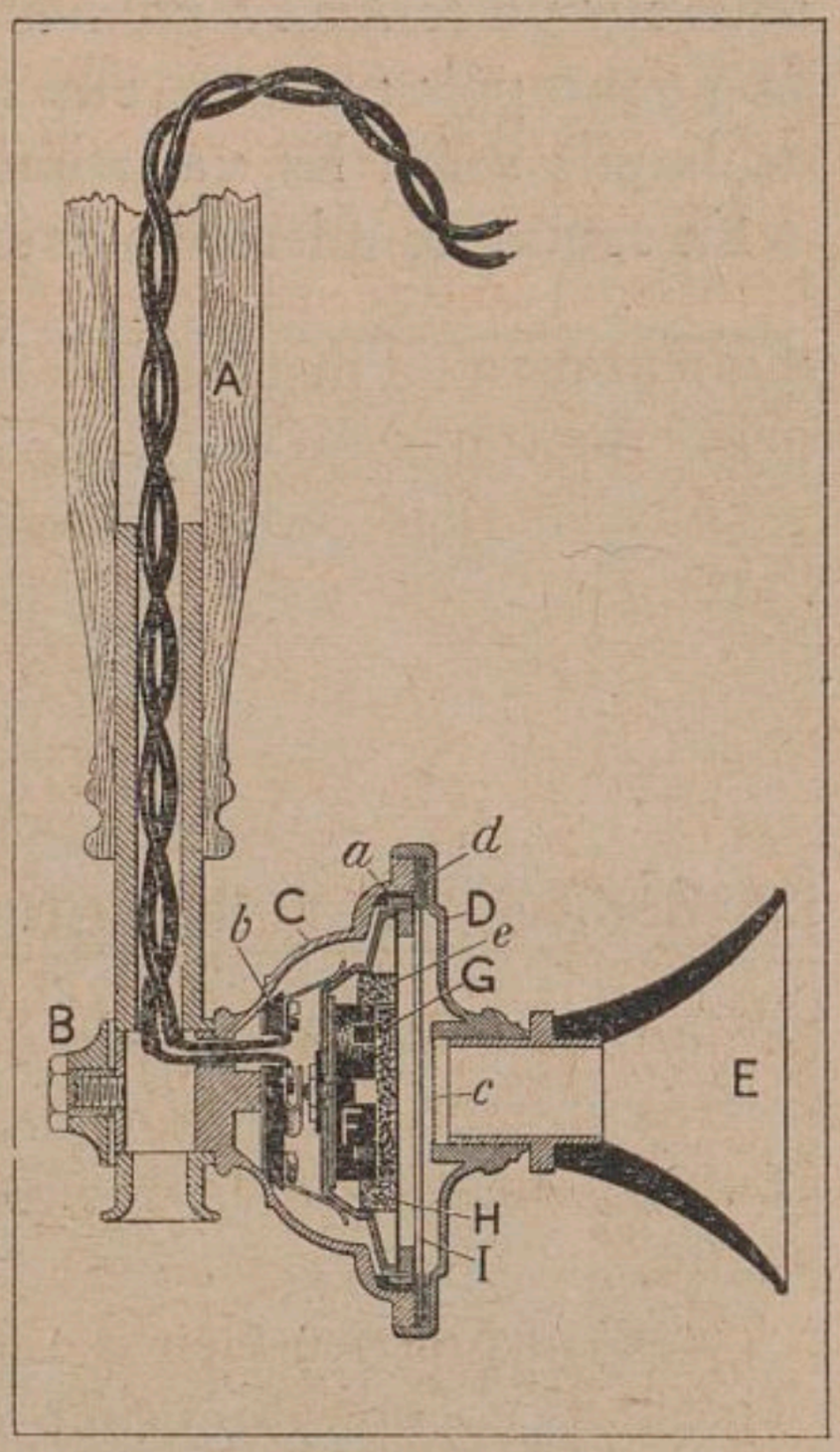


Fig. 46. — COUPE D'UN MICROPHONE EMPLOYÉ EN RADIOTÉLÉPHONIE. — A, poignée. — B, écrou d'attache. — C, corps du microphone. — D, couvercle. — E, embouchure. — F, disque de charbon. — G, grenaille. — H, plaque de charbon. — I, feuille d'étain. — *a*, bague isolante. — *b*, support des connexions, en fibre. — *c*, grille. — *d*, bagues maintenant la feuille d'étain. — *e*, feutre retenant la grenaille.

ainsi sur un contact à grenaille de charbon qui est solidaire de l'autre pôle ; par là, elle fait varier l'intensité de débit de la pile selon les variations mêmes de la voix.

En somme le microphone convertit les vibrations sonores en courants alternatifs de fréquences variables (1).

Ces variations dans le débit de la pile,

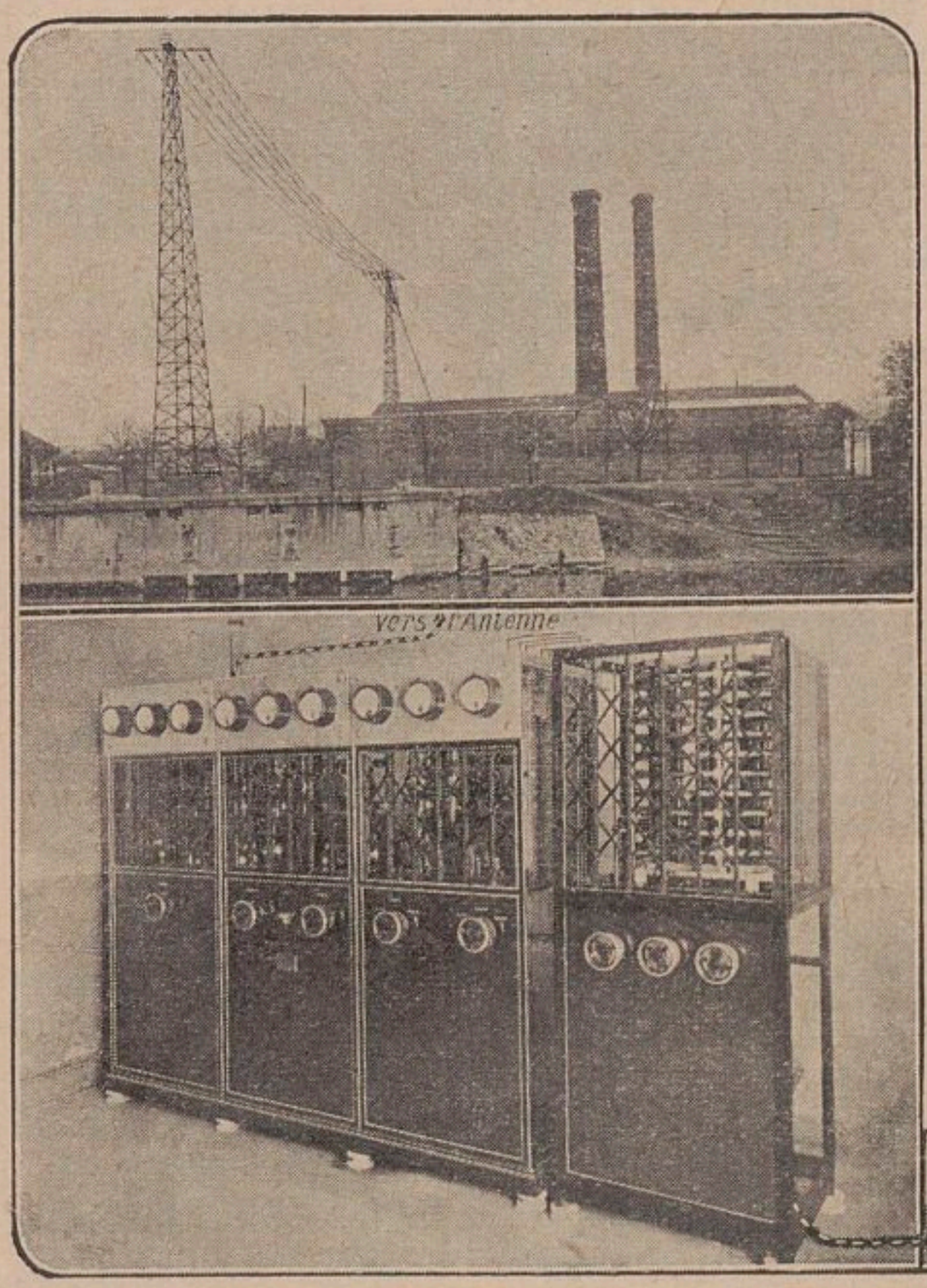
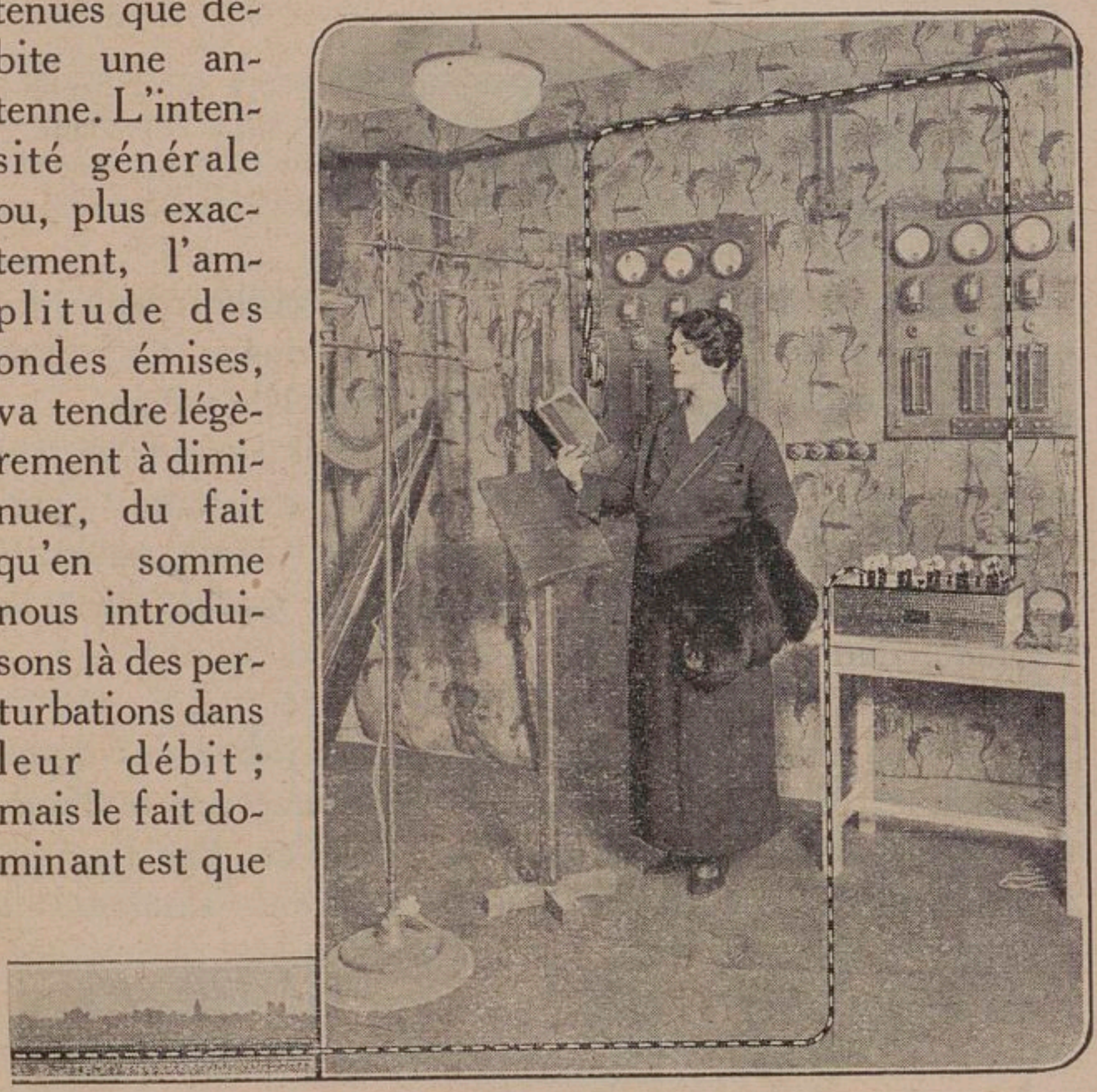


Fig. 47. — LE MÉCANISME D'ÉMISSION DES CONCERTS, CONFÉRENCES, DÉCLAMATIONS ET INFORMATIONS QUOTIDIENNES. — Voici un exemple : à droite, Mme Dussane, de la Comédie-Française, récite un poème devant un microphone, dans le studio du siège des Compagnies associées de Télégraphie Sans Fil, bd Haussmann, à Paris. Sa voix, amplifiée

(1) Les fréquences *usuelles* de la voix sont de 200 à 2.000 périodes ; de la musique, de 20 à 4.000. Le piano a une bande de fréquence allant de 27 à 4.138 ; l'orgue, de 16 à 4.138. (*Annales des Postes et des Télégraphes.*)

que détermine le microphone, rendons-les énergiques en les amplifiant par des lampes à trois électrodes ; puis faisons-les agir, en dérivation ou par induction peu importe, sur le ruban indéfiniment régulier d'ondes entretenues que débite une antenne. L'intensité générale ou, plus exactement, l'amplitude des ondes émises, va tendre légèrement à diminuer, du fait qu'en somme nous introduisons là des perturbations dans leur débit ; mais le fait dominant est que



par l'appareil à lampes qu'on voit sur la table, est portée par fils souterrains jusqu'au poste d'émission de Levallois (puissance 2 kilowatts-antenne). Ce poste, que l'on voit à gauche, est relié directement à la sortie de poste qu'on aperçoit dans la photographie du haut, sous la nappe de l'antenne.

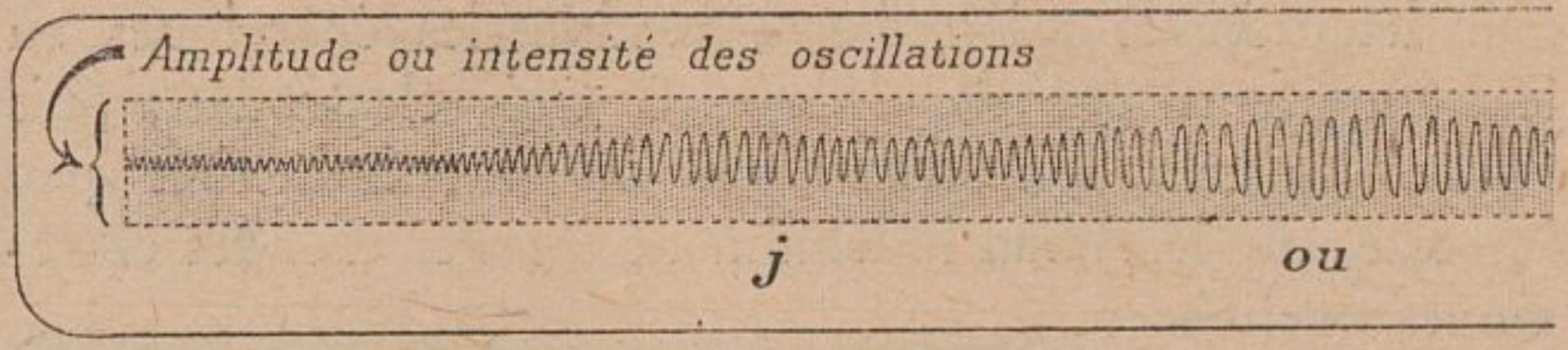


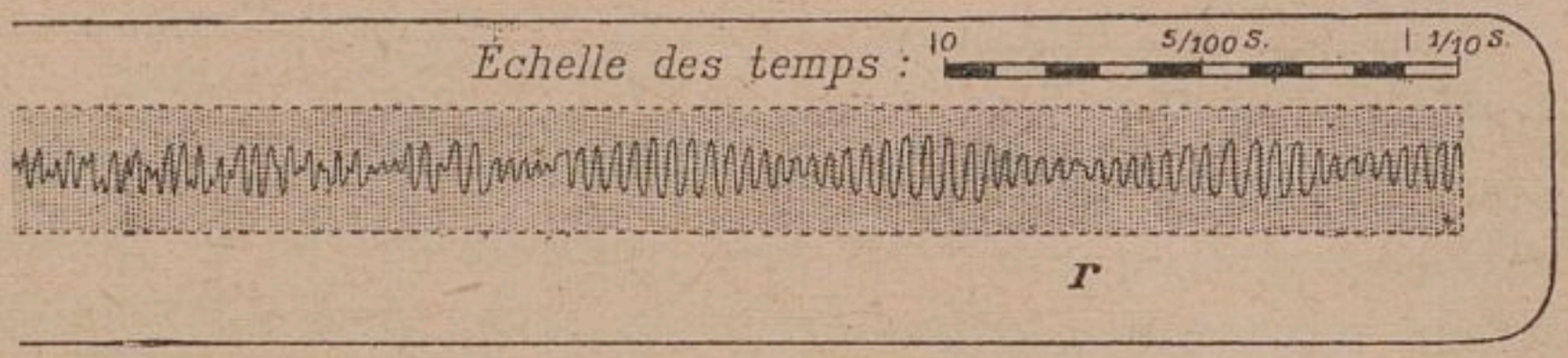
Fig. 48. — VIBRATIONS PRODUITES DANS UN CIRCUIT TÉLÉPHONIQUE PAR LE MOT « JOUR » PRONONCÉ DEVANT LA PLAQUE VIBRANTE. — Les oscillations se produisent à la fréquence de 800 à 1.200 par seconde. — Les oscillations ultra-rapides qui vont les conduire dans l'espace

nous allons pouvoir régler l'intensité des ondes d'après les variations mêmes de cette nouvelle résistance, variations infiniment complexes, comme l'est la voix elle-même.

Ainsi l'antenne n'émettra plus, graphiquement parlant (voir ci-dessus), un ruban de hauteur constante, c'est-à-dire d'ondes transportant toutes la même quantité d'énergie, mais un ruban constamment *modulé* dans sa hauteur, donc dans sa puissance.

Et là-bas, dans les postes récepteurs, le ruban des ondes entretenues mais modulées, après être passé par le détecteur et, si trop faibles pour être audibles, par l'amplificateur, ira faire vibrer aux oreilles des amateurs la membrane du téléphone par des oscillations minutieusement fidèles.

L'extrême délicatesse des sons émis par la voix humaine souffre encore un peu, il faut le reconnaître, de cette trituration au départ. Nous verrons tout à l'heure qu'une trituration analogue l'attend à l'arrivée. Nos oreilles ne trouvent pas toujours encore aux discours et aux chants



ne peuvent malheureusement pas figurer sur notre dessin, car elles se produisent à la fréquence de 300.000 à 1.000.000 environ par seconde. — Ce graphique nous a été aimablement communiqué par M. le Dr Marage, le savant bien connu.

qui nous viennent par éther le plaisir entier qu'elles en attendent.

Par contre, les voix beaucoup plus robustes des instruments de musique sautent dans l'espace avec une netteté et une couleur irréprochables.

Nous allons voir comment on peut les recevoir sans les trop froisser.

L'amélioration des microphones, une meilleure utilisation de ces appareils par les orateurs ou les musiciens qui s'en servent aux postes émetteurs, constituent de sérieux problèmes de la téléphonie publique. D'une façon générale on peut certifier que les « émetteurs » n'apportent pas toujours à leur fonction le soin minutieux qui conviendrait. Beaucoup des imperfections de l'audition proviennent des imperfections de l'émission. Nous espérons que les « émetteurs » voudront bien toujours se le rappeler ; ils ont en mains l'avenir de la T. S. F. publique.

CHAPITRE V

La réception.

Voici les ondes lancées par l'antenne à travers le monde. Nous voulons les capter un instant pour entendre ce qu'elles disent ou chantent. Notre antenne de réception est tendue...

Mais d'abord, qu'advient-il de ces ondes d'une antenne à l'autre?

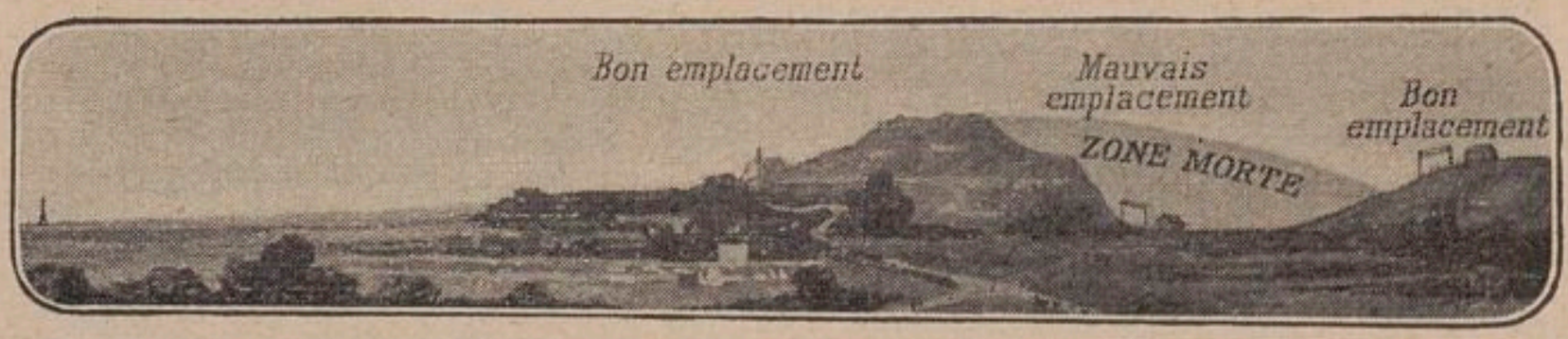


Fig. 49. — LE CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE L'ANTENNE DE RÉCEPTION EST TRÈS IMPORTANT. — Certains obstacles naturels font écran à la propagation des ondes dans une zone assez étendue. Cette figure met en évidence l'intérêt qu'il y a, pour recevoir l'émission d'un poste lointain représenté par la tour minuscule à gauche du dessin, à choisir pour des antennes réceptrices des emplacements bien dégagés.

Les ondes vont en s'affaiblissant. Les radiations électriques d'une antenne, si on matérialise par une image la conception qu'on peut s'en faire, ne se traduisent pas par des ondes circulaires comme celles qui courent sur l'eau, mais par des bulles qui naissent et instantanément s'élargissent prodigieusement jusqu'aux confins extrêmes de la terre, par bonds plus ou moins répétés (fréquence), à la vitesse de 300.000 kilomètres à la seconde.

Chaque bulle porte une quantité déterminée d'énergie; il est donc logique que sa puissance diminue au fur et à

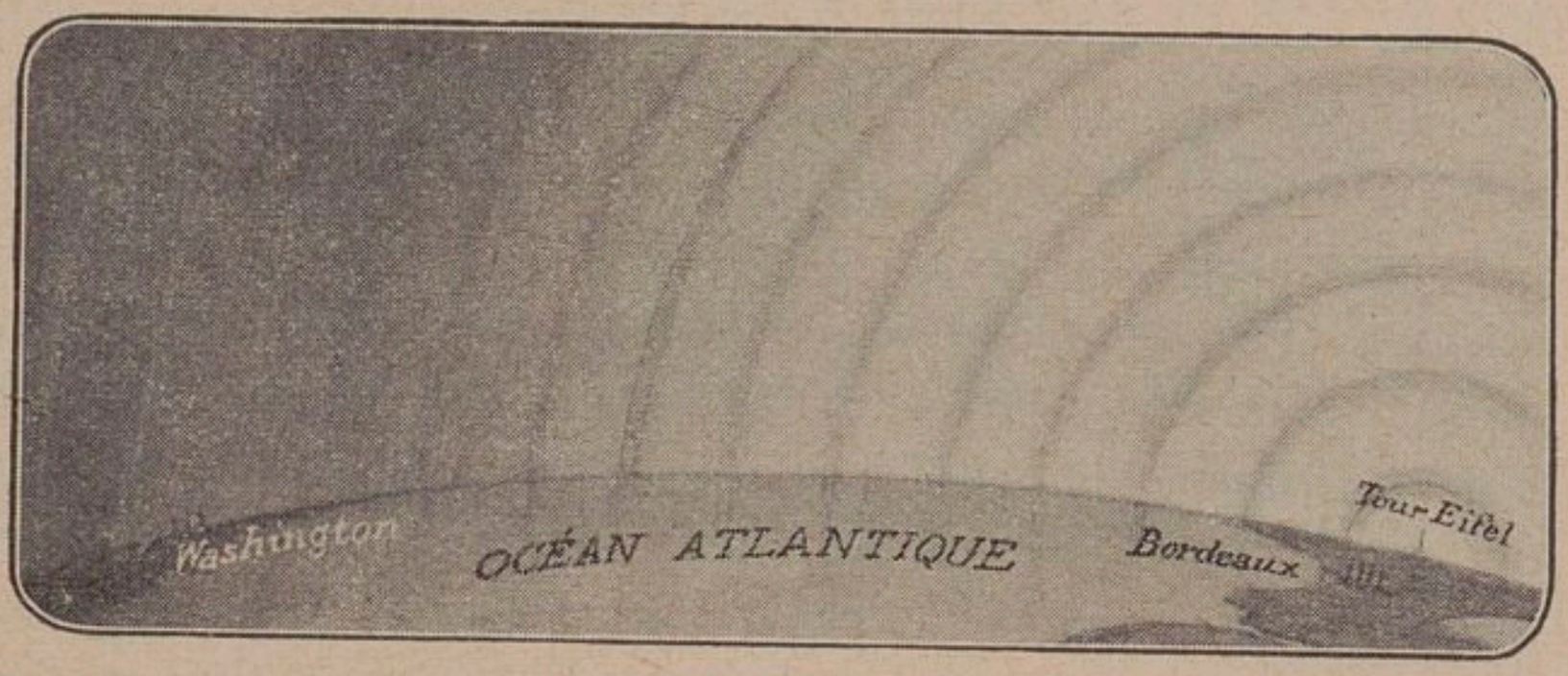


Fig. 50. — LE PASSAGE DU JOUR A LA NUIT GÊNE LES ONDES DE T. S. F. — La transmission des ondes d'un continent à l'autre, offre parfois des difficultés insoupçonnées du grand public : des parasites violents viennent produire dans les appareils récepteurs une « friture » intense qui couvre même les signaux hertziens. Une des causes de ces perturbations est la différence d'éclairement des postes correspondants : il fait nuit à New-York cinq heures plus tard qu'en France, et le passage de la zone de crépuscule, en plein océan, se traduit souvent par un affaiblissement et même un brouillage des ondes pendant de longues heures.

mesure que la sphère s'élargit, puisque cette énergie se répartit sur une surface de plus en plus grande. Aussi un poste reçoit-il des ondes d'autant plus faibles, de perception d'autant plus malaisée, qu'il est plus éloigné de leur source (1).

Par conséquent, plus on est distant d'un poste, plus il faut agrandir les moyens de capter les lignes de force qu'il rayonne, plus il faut installer l'antenne haute et longue, et plus puissant aussi doit être l'amplificateur.

❀ ❀

Les ondes se dissipent. On comprend, sans longues explications non plus, que la situation d'une antenne par rapport aux accidents du sol voisin, joue un rôle important.

L'onde, c'est du flux magnétique qui passe, un flux qui traverse avec aisance quantité de substances devant lesquelles s'arrête un courant électrique, par exemple le bois, le plâtre, les briques, le coton ou la soie d'un guipage de fil, etc. Mais c'est un flux aussi, qui, dans certaines autres, le fer, l'acier, le cuivre, etc., induit des courants, donc y laisse un peu de sa puissance. C'est un flux encore que l'eau chargée de sels éparpille en tous sens, comme le fait une masse de fer.

En conséquence, une antenne reçoit fort mal si elle est installée derrière une colline, tout humide de végéta-

---

(1) Cette puissance est essentiellement variable, on le comprend. Elle peut, *grosso modo*, être évaluée 1 millionième de watt. Le watt est la 736e partie d'un cheval.

tion ; ou au fond d'un sous-marin, que l'eau de mer et la coque d'acier séparent presque totalement de l'émission.

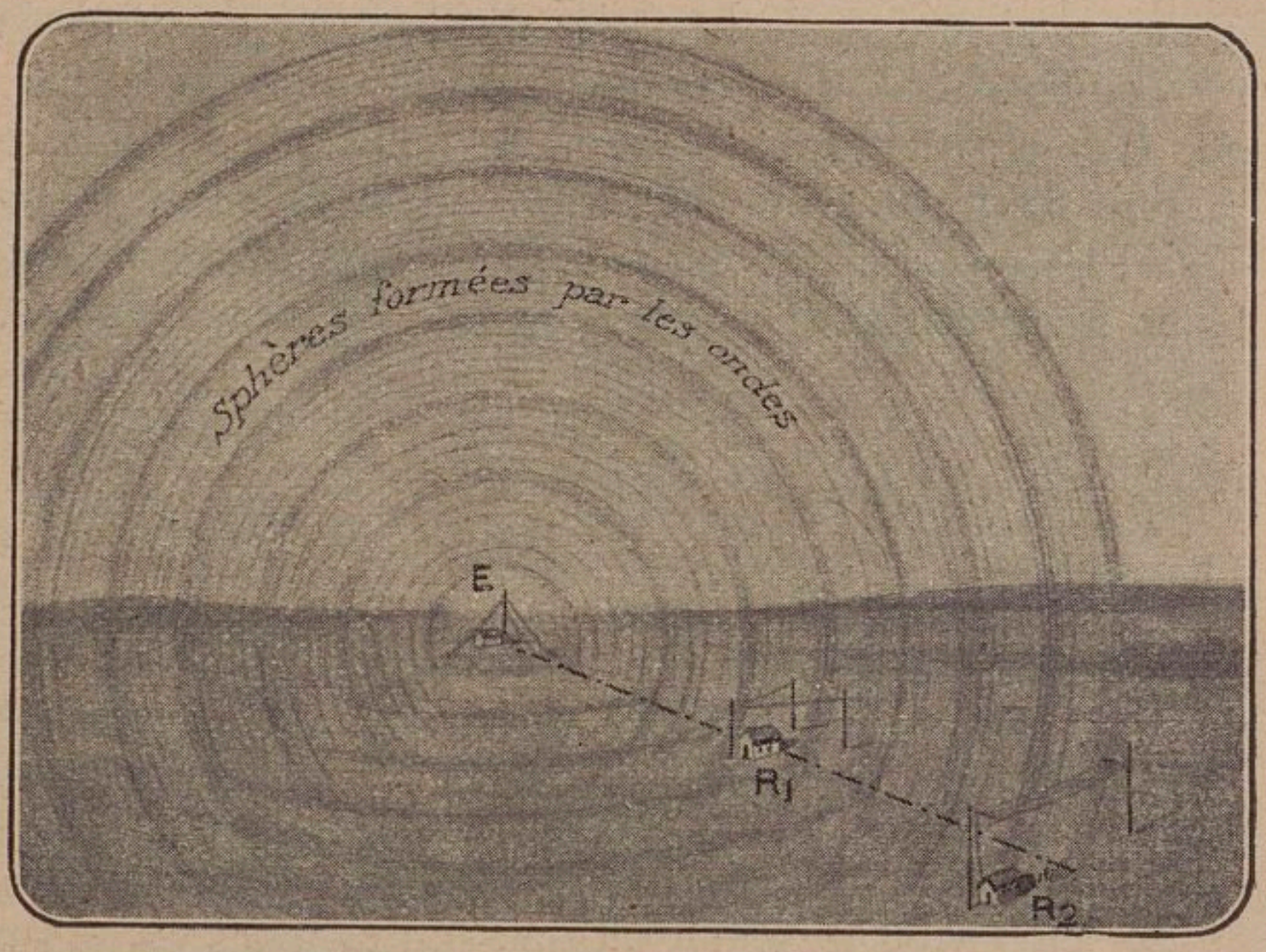


Fig. 51. — Affaiblissement de la réception causé par la distance — Les ondes émanant du poste E atteignent successivement les postes récepteurs situés à des distances de plus en plus considérables. L'énergie initiale rayonnée par l'antenne se trouve répartie sur des sphères dont la surface croît très rapidement. Il en résulte qu'un poste récepteur R1, disposant d'une antenne de dimensions forcément limitées, capte une portion de l'énergie initiale d'autant plus faible qu'il est plus éloigné du poste E.

Le second poste récepteur R2 reçoit plus faiblement encore, d'abord parce qu'il est plus loin, puis parce qu'il se trouve sur la même ligne que R1 et que, par suite, les ondes qui l'atteignent ont déjà laissé à l'antenne de R1 une fraction de leur énergie.

Les ondes sont capricieuses

On n'explique pas, on constate, que la portée des ondes est très affaiblie par le soleil ; meilleure en hiver qu'en été, mais troublée par une chute de neige comme par un orage; meilleure après la pluie; meilleure au-dessus de la mer qu'au-dessus d'un continent. Meilleure enfin la nuit, que le jour; mais, tout à coup, au milieu de la nuit se produit le phénomène que les Anglais appellent *fading effect* : les ondes s'évanouissent ; puis, après quelques instants. reviennent à elles... On constate, on n'explique pas.

❀ ❀

Les ondes dans un tunnel.

Pour quelle raison les ondes émises d'un point quelconque de la surface ronde de la terre ne se sauvent-elles pas dans les espaces interplanétaires en suivant la tangente ?

En réalité, les ondes roulent tout autour de notre boule dans une sorte d'immense tunnel circulaire, limité en bas par la croûte terrestre, bonne conductrice; limité en haut par la couche d'atmosphère raréfiée, située à une vingtaine de kilomètres au-dessus de nos têtes, ionisée, donc bonne conductrice également, et qu'on nomme la couche d'Heaviside, du nom du physicien qui, en 1900, a proposé qu'on en admît l'existence.

Les physiciens en discutent. Mais un fait est certain : dans le sous-sol, les ondes hertziennes ne semblent pas pénétrer au delà d'une quinzaine de mètres ; on ne les reçoit pas du tout au fond d'une mine. D'autre part, les ondes souvent se rassemblent et sont reçues de l'autre côté de notre boule (aux Antipodes), alors qu'à une distance

moindre, un quart du méridien par exemple, parfois elles ne portent pas.

❀ ❀

Que de bruits dans le tunnel! Les ondes que nous avons à recevoir ne

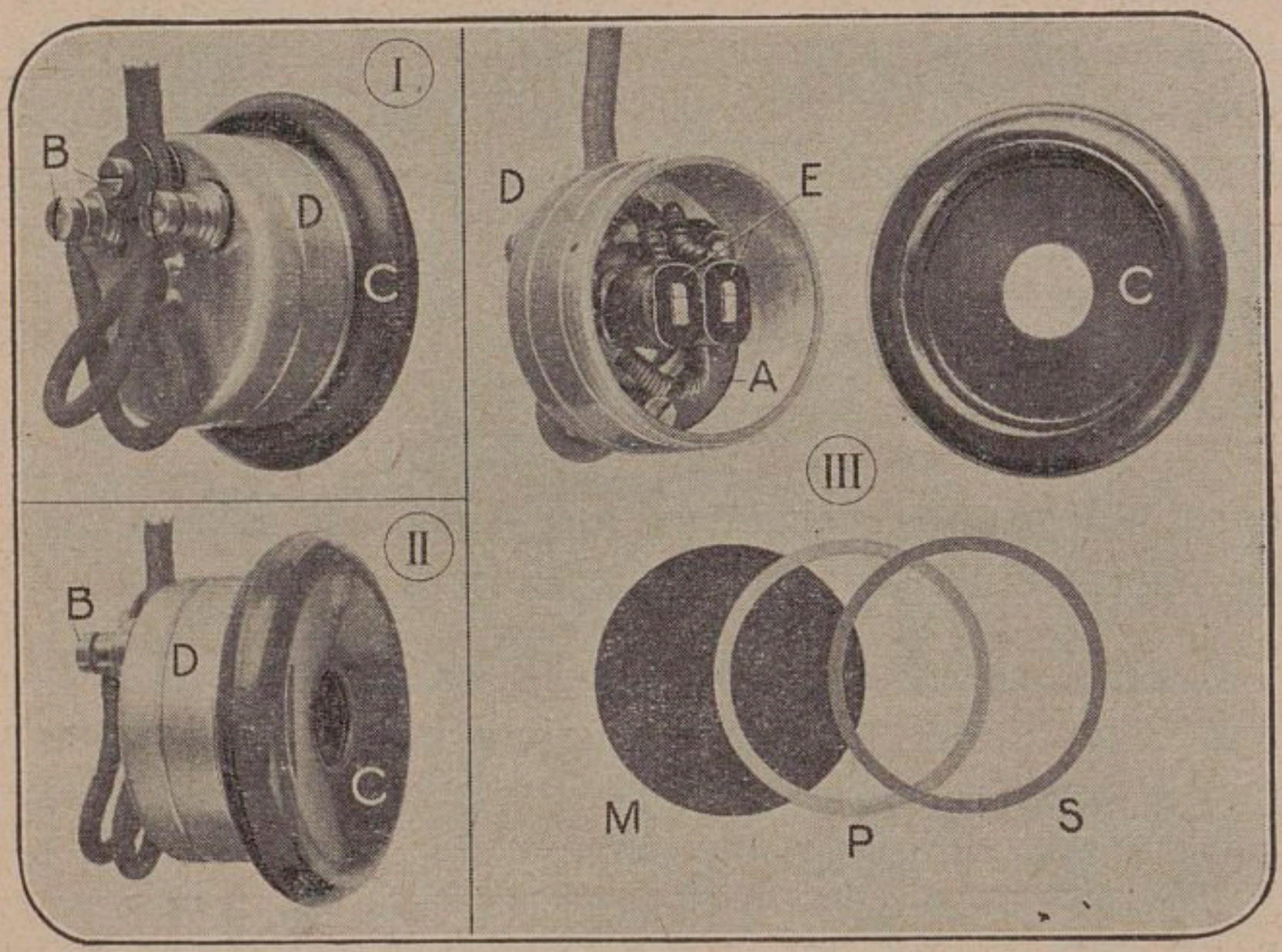


Fig. 52. — L'ÉCOUTEUR TÉLÉPHONIQUE. — I. Côté des bornes. — II. Côté du pavillon. — III. L'écouteur démonté. — A, corps de l'aimant. — B, bornes. — C, pavillon en ébonite. — D, boîtier en acier nickelé. — E, bobines. — M, plaque vibrante en fer doux verni. — P, rondelle en papier. — S, rondelle en laiton. — On peut monter sur le pavillon un disque en drap ou en feutre, perforé en son centre, qui isole l'oreille des bruits extérieurs et la protège contre les effets de la pression du ressort du casque. — On peut aussi monter sur ce pavillon un cornet, qui amplifie le son et fait de l'écouteur une sorte de petit haut-parleur.

sont malheureusement pas seules à circuler dans cet immense tunnel tournant. Elles sont heurtées, parfois complètement mises à néant, par des troupeaux d'ondes qui sont émises soit par la nature elle-même, soit par les hommes.

Les premières sont nommées les *parasites*. Ce sont là les adversaires qui causent aux sans-filistes les soucis les plus sérieux, parce qu'ils troublent souvent les communications au point de les rendre impraticables. Le lever ou le coucher du soleil sur l'un des deux postes en communication, les orages qui éclatent sur le trajet des ondes, les aurores boréales, le simple fait même, pour deux stations situées sur des méridiens très éloignés, de se trouver l'une en plein jour et l'autre en pleine nuit, causent de fortes perturbations dans l'échange des signaux : non seulement les ondes n'arrivent plus au but que très affaiblies, mais encore un si grand vacarme se déchaîne dans les appareils de réception qu'on ne peut plus du tout correspondre.

Les ondes ennemies de la seconde catégorie sont émises par les postes qui bavardent plusieurs à la fois. Elles déterminent ce qu'on appelle le *brouillage*. La T. S. F. est beaucoup mieux outillée pour les combattre, car ce ne sont plus des ondes sauvages, en quelque sorte, mais des ondes civilisées qu'on arrive à mater par la *sélection*, si l'on sait s'y prendre (v. fig. 57 et page 159).

❀ ❀

Comment en faire le tri ? On voit donc que les chances de réception que possède une antenne dépendent de quantité de facteurs, facteurs permanents ou momentanés. A certains moments, elle



Fig. 53. — COMMENT ON REÇOIT DES RADIOTÉLÉGRAMMES AU SON DANS UNE ADMINISTRATION SPÉCIALISTE. — L'opérateur, coiffé d'un casque téléphonique, entend une musique singulière, cadencée et chantante, qui représente des signaux Morse envoyés par le poste correspondant. D'une main, il transcrit sur un registre appelé « procès-verbal de réception » le texte des messages qu'il reçoit ; de l'autre, il manœuvre les manettes de l'appareil récepteur, pour se maintenir rigoureusement accordé sur la longueur d'onde du poste qu'il écoute.

est heurtée par des ondes extrêmement faibles ; à d'autres, de véritables chocs électriques s'abattent sur elle. L'oreille doit arriver à faire littéralement un triage dans cette avalanche de bruits, pour y trouver son bien.

Si l'on n'examine la question qu'au point de vue des parasites et même du brouillage, on constate qu'un opérateur exercé, bon professionnel, distingue toujours au milieu de la cacophonie la plus intense, les signaux d'un correspondant dont il connaît par habitude les caractéristiques, par exemple la vitesse avec laquelle il manipule, ou la hauteur de son du poste. De même, un chef d'orchestre habile suit facilement dans un concert la partition qu'exécute tel instrument auquel il s'intéresse. Il y a là une sorte d'accord, de syntonie psychique, qui appartient peut-être à un domaine d'ondes encore ignorées de nous.

Mais les signaux Morse, secs, nets, impératifs, ont un pouvoir de pénétration tout exceptionnel. De même, dans une longue salle où plusieurs personnes se mettraient en communication deux à deux au moyen de cris émis sur des cadences de sons, des hauteurs ou des timbres différents pour chaque groupe, les signaux pourraient être perçus assez nettement encore par les correspondants respectifs.

Évidemment, il n'y aurait plus de communication possible pour personne s'ils se mettaient tous ensemble à prononcer des phrases ou émettre des chants.

La téléphonie sans fil, qui n'utilise comme moteur principal que la très faible voix humaine, laquelle ne produit dans un écouteur que des courants d'intensité extrêmement petite (1 à 5 millièmes de microampère), a dû trouver des solutions pour opérer ce terrible démêlage.

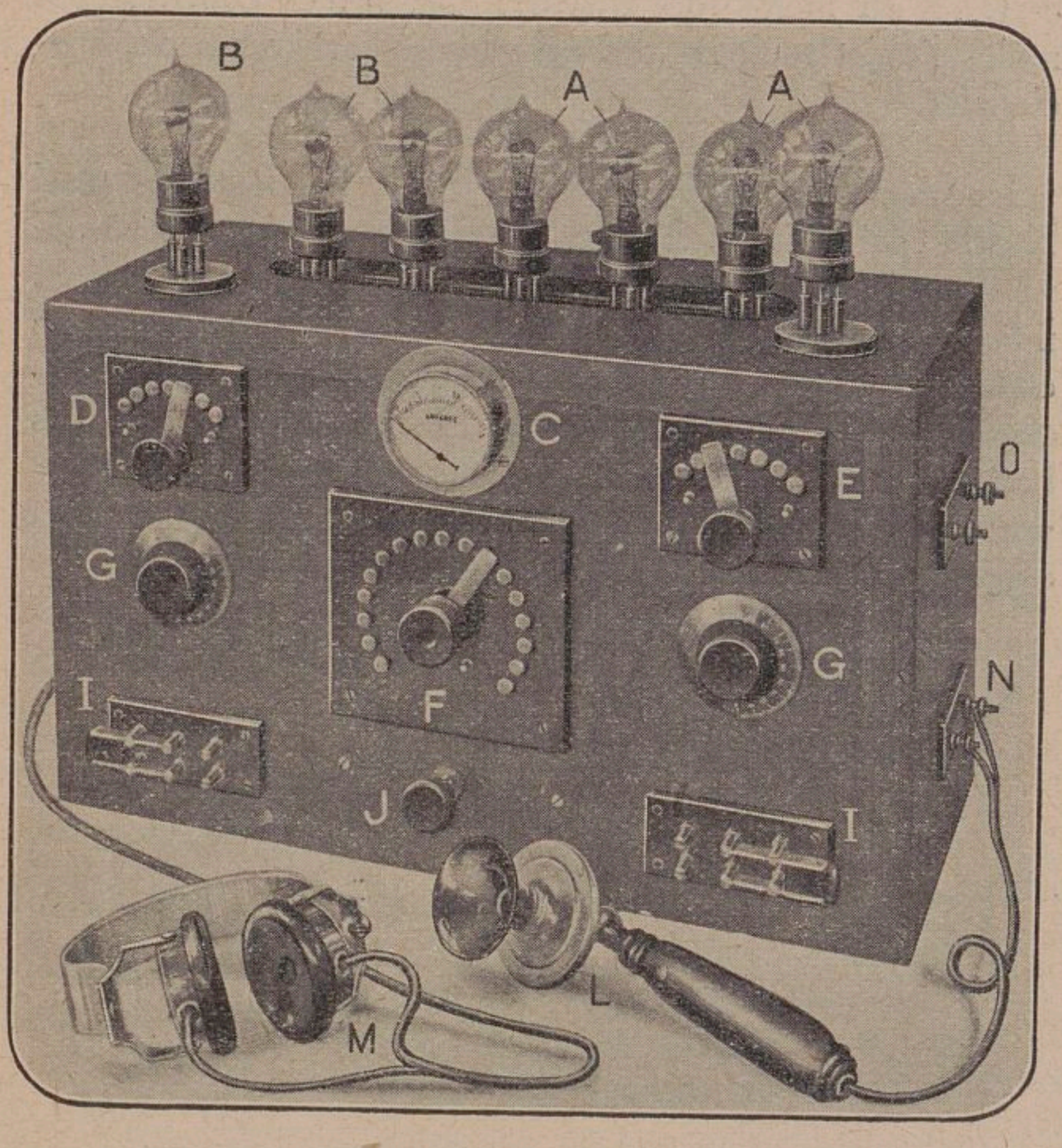


Fig. 54. — Un poste émetteur-récepteur, pour amateur. — A, lampes d'émission. — B, lampes de réception. — C, ampèremètre thermique. — D, rhéostat de la réception. — E, rhéostat de l'émission. — F, self d'antenne. — G, condensateur variable. — I, inverseurs. — J, réaction. — L, microphone. — M, casque. — N, bornes du microphone. — O, bornes d'alimentation.

Ce problème, aujourd'hui, ne demeure pas encore entier, certes, il est même fort entamé; mais il n'en constitue pas moins l'objet toujours des principales recherches des spécialistes.

La récréation publique par la T. S. F., peut-être aussi bientôt l'éducation publique, bénéficient ainsi de progrès qui se sont appliqués surtout jusqu'ici à parfaire les relations internationales des industriels et des commerçants, les communications maritimes et militaires. Elles les provoqueront désormais à leur tour. Les communications des batteries d'artillerie, des chars d'assaut et de tout l'attirail de guerre bénéficieront maintenant des améliorations qu'aura exigées le transport des airs de flûte.

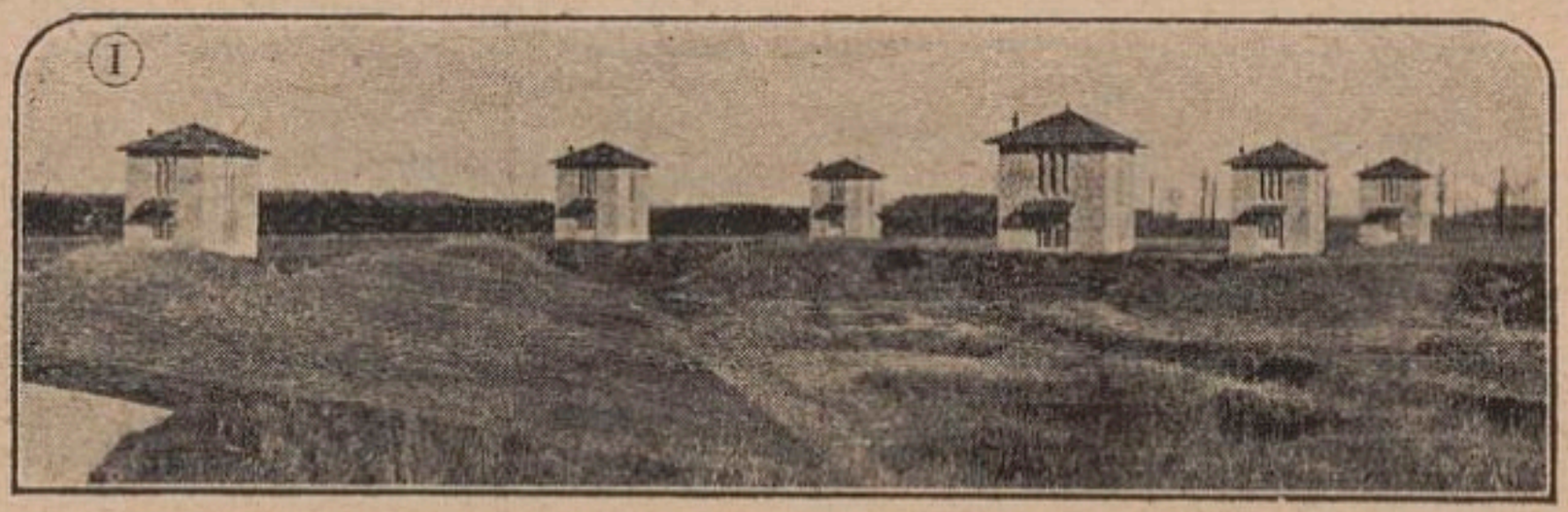
LA SÉLECTION DES ONDES

Les solutions sont de trois ordres, d'ailleurs les unes aux autres attachées.

La première consiste à augmenter de plus en plus la finesse de la détection. Évidemment, plus on a l'oreille sensible, plus on souffre d'un vacarme. Mais plus aussi on a de chances de percevoir un très léger bruit auquel on prête attention ; on cherchera ensuite quelque stratagème pour faire disparaître ce vacarme.

J'ai dit les progrès qu'ont apportés à la T. S. F. successivement les détecteurs par électrolyse, par cristal et par lampe. Les améliorations se poursuivent en ce chapitre ; la lampe merveilleuse à 3 électrodes est déjà combattue par la lampe à 4. La portée des postes émetteurs, ou, ce qui est le même fait, le pouvoir de réception de ses correspondants, seraient encore amplifiés.

Le deuxième remède à la confusion des communications, ou à l'effet des parasites, réside dans la défense, en quelque sorte matérielle, qu'on oppose à tous les gêneurs : un *cadre* est moins qu'une antenne sensible aux atmosphériques ; il permet parfois d'évincer par orientation une grosse voix désagréable, en lui tournant le dos tout simplement, mais à la condition que les ondes du gêneur arrivent perpendiculairement à la direction de celles qu'on veut recevoir, sans quoi, par cette manœuvre, on diminue en même temps l'audition qu'on a de l'ennemi et celle qu'on a de l'ami.



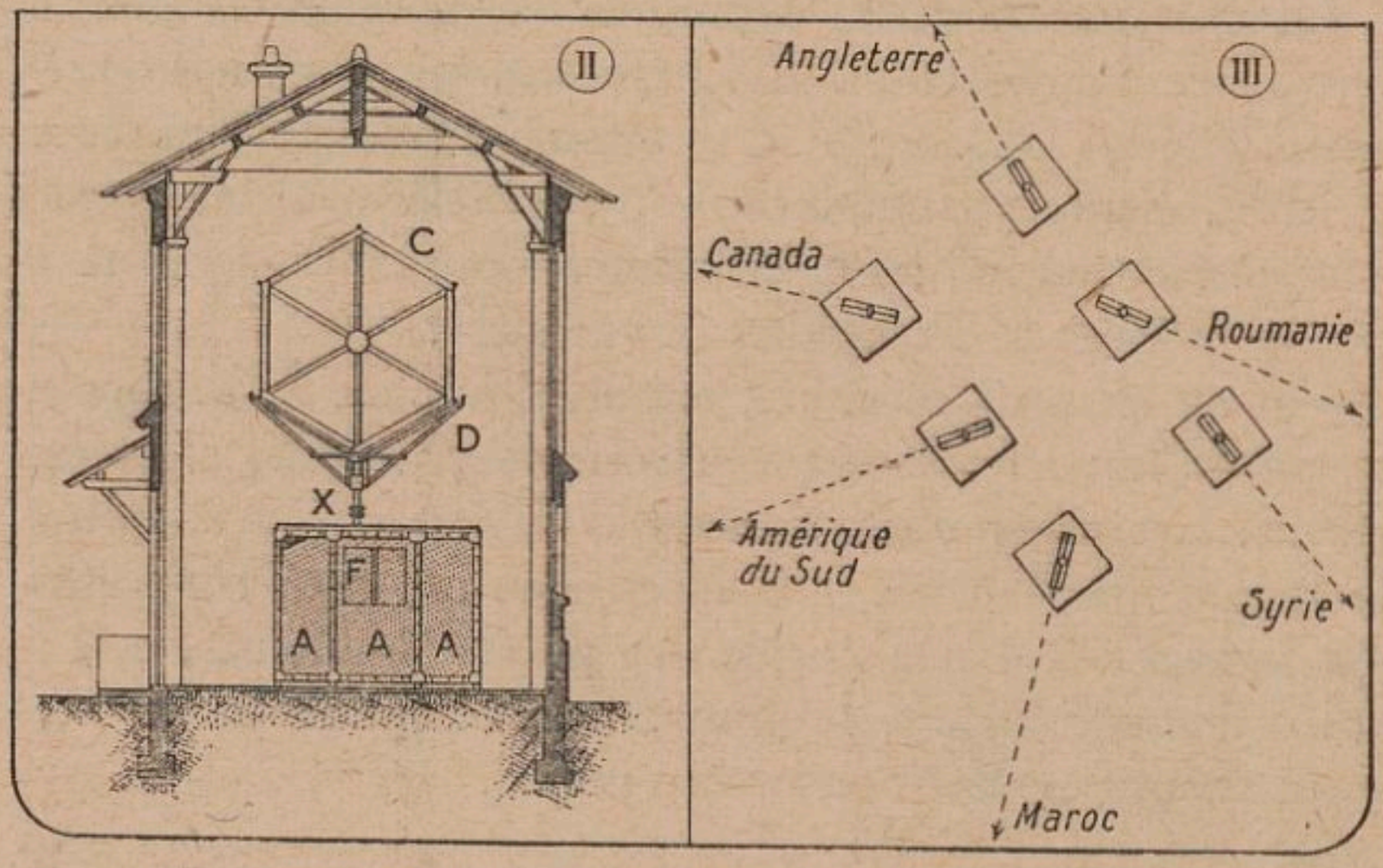


Fig. 55. — Les postes de réception sur cadre du centre d'écoute de Villecresnes. — Pour la réception, les cadres présentent sur l'antenne l'avantage d'une bonne sélection des communications. En orientant un cadre de telle façon que son plan soit en direction du poste que l'on veut entendre, on « reçoit » le poste cherché avec le maximum d'intensité et on « affaiblit » au contraire les postes qui se trouvent dans les azimuths divergents. — I. Les six postes de réception de la Compagnie Radio-France, à Villecresnes (un septième est actuellement en construction). — II. Organisation d'un des postes. — A A A, la cage de Faraday. — C, cadre. — D, support du cadre. — F, fenêtre pour l'aération de la cage. — X, axe de rotation du cadre. — III. Schéma montrant les cadres orientés vers différents correspondants.

Il faut remarquer que les ondes ne se contentent pas d'induire du courant dans l'antenne ou le cadre seule-

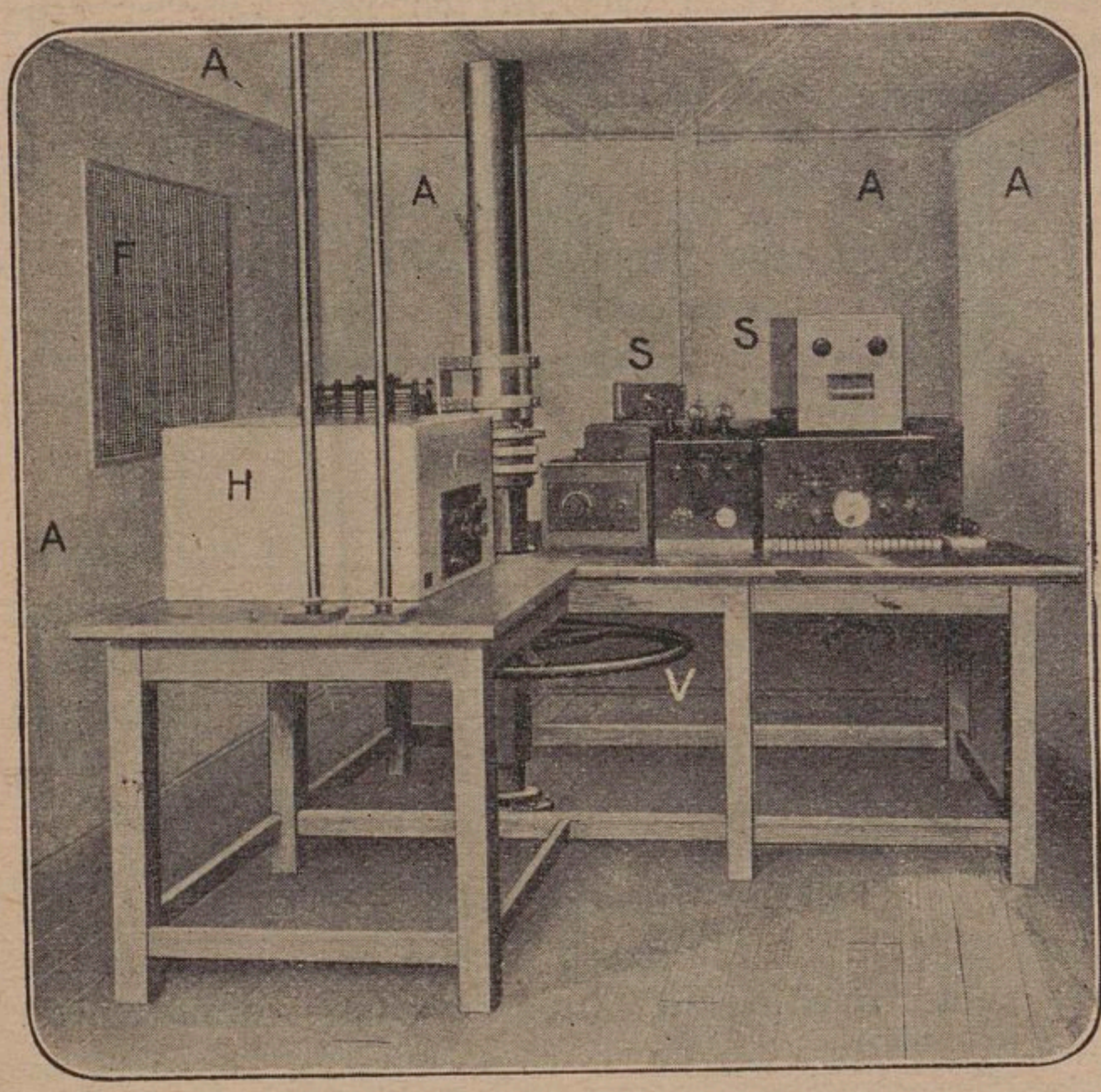


Fig. 56. — Intérieur de la cage de Faraday d'un poste récepteur a cadre, a Villecresnes. — A, cage de Faraday. — F, fenêtre. — H, hétérodyne. — S, appareils de réception sélective et antiparasite. — V, volant de manœuvre permettant d'orienter le cadre.

ment que nous leur tendons ; elles se moquent de ce que

nous avons chargé spécialement ces fils de les recevoir. Les circuits des appareils *sont eux-mêmes récepteurs* (à proximité d'un poste puissant, on peut recevoir sans antenne, ni cadre), et les courants déréglés qui les parcourent ajoutent singulièrement de trouble à la réception générale. Aussi les appareils récepteurs des postes importants sont-ils parfois enfermés dans un véritable coffre-fort en fer, une cage de Faraday contre laquelle viennent se briser et s'éparpiller les ondes dissidentes, l'antenne seule demeurant dans leurs flots.

LES ONDES SONT FILTRÉES Mais la plus efficace des solutions, contre le brouillage tout au moins, est le travail de *sélection* qu'opèrent nos appareils de réception. Ils font, pourrait-on dire, une suite d'épurations par les longueurs d'onde, un filtrage électrique plusieurs fois répété où seule peut en définitive passer jusqu'au téléphone l'onde qui s'y présente avec la dimension voulue. En déplaçant de très petites quantités les trois ou quatre manettes que portent les appareils de T. S. F. soignés, l'amateur ne fait d'autre opération que chercher le degré d'ouverture très exact de ses filtres successifs : il fait de l'accord, de la syntonie ; à une fraction de millimètre parfois, il joue juste ou faux, comme en musique.

Électriquement, ces filtrages s'opèrent par inductions ou réactions successives de circuits les uns sur les autres.

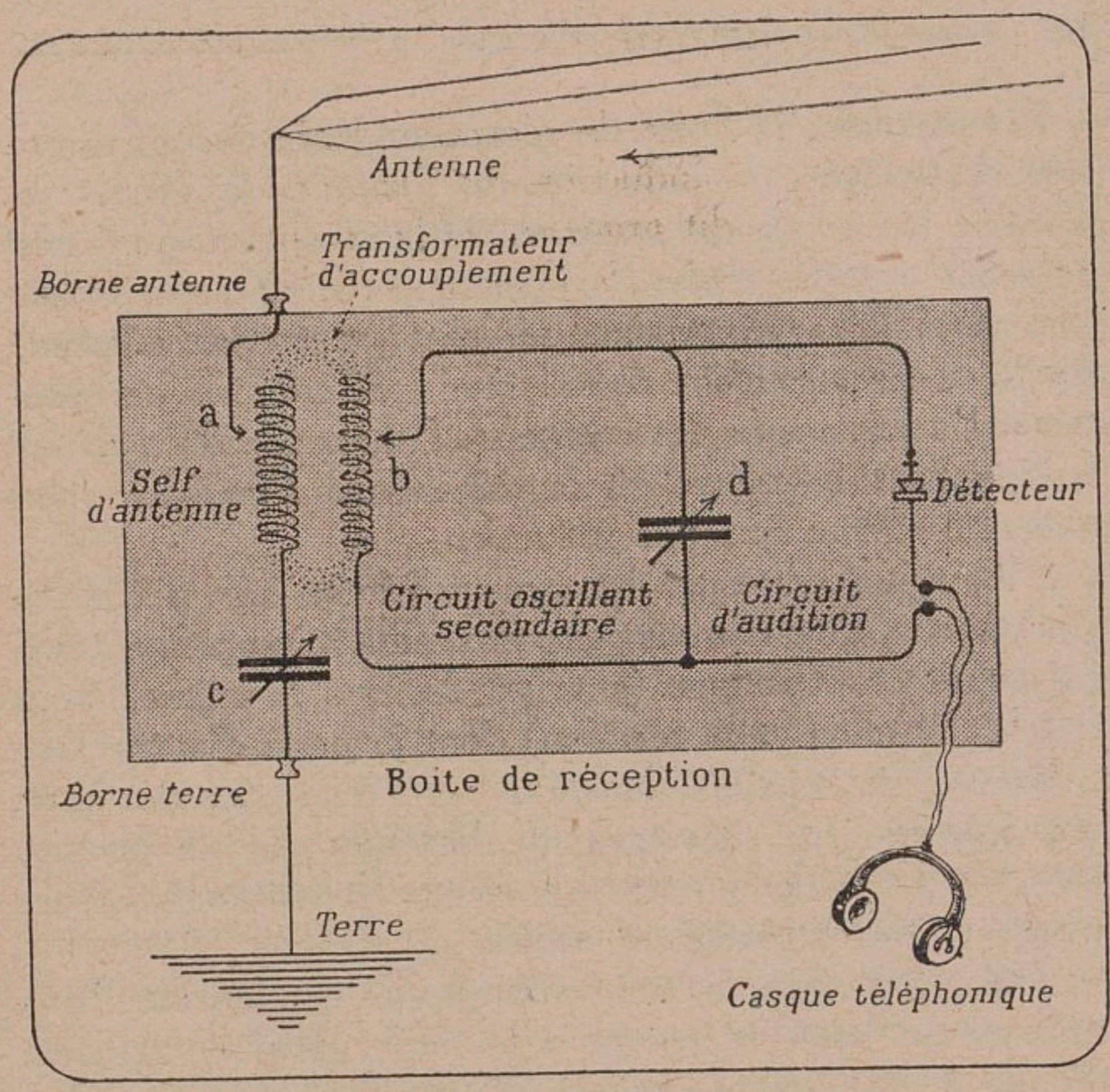


Fig. 57. — Schéma général d'un appareil récepteur a circuit sélecteur. — On voit que le nombre des circuits est de trois : le *circuit d'antenne* (ou *primaire*) avec l'antenne, sa self réglable, sa capacité réglable ; le *circuit d'accord* (ou *secondaire*) accouplé au premier par transformateur (induction), avec sa self réglable et sa capacité réglable ; enfin le *circuit d'audition*, avec le détecteur (simple quand il est fait d'une galène ; plus complexe quand il est fait d'une lampe, car le filament de cette lampe doit être chauffé par une batterie, et sa plaque doit être mise à tension nécessaire par une autre) et l'écouteur, qui est souvent protégé par un condensateur fixe. Enfin, souvent aussi, l'écouteur ne fait pas partie directement du circuit, il est monté sur un autre, influencé par induction.

Quel que soit le dispositif envisagé dans un appareil de réception, on retrouve toujours en lui les éléments que j'indique par cette figure.

Par exemple, la boîte de réception renferme un dispositif d'attelage par induction de l'antenne à l'écouteur. C'est là le circuit, dit *primaire*, de la réception, qu'il faut accorder avec les ondes de l'émetteur ; il agit, par induction aussi (très exactement par *couplage* ou par *réaction*), sur le circuit *secondaire* dans lequel sont compris les écouteurs. Parfois même les écouteurs font partie d'un circuit indépendant lui-même où le mécanisme d'audition n'est actionné encore que par induction.

S'il s'agit de recevoir des signaux Morse émis par ondes entretenues, intervient un circuit oscillant supplémentaire, ce circuit d'hétérodyne (*autodyne* lorsque la même lampe fait la détection et la réaction) dont je parle d'autre part.

Or tous ces circuits, lorsqu'ils sont bien accordés entre eux forment une succession de barrages que ne peuvent franchir des ondes d'autre fréquence. Et les combinaisons peuvent être extrêmement variées.

Grâce, par exemple, aux combinaisons que fournit l'hétérodyne, un poste récepteur a le loisir, dans la longueur d'onde de son correspondant, d'introduire une autre longueur d'onde de son choix : il obtient ainsi une résultante toute personnelle, les ondes de battement qu'il veut.

Il est donc aujourd'hui possible en T. S. F. de s'enfermer en quelque sorte chez soi, avec le message qu'on choisit : concert, discours, leçon, etc. La porte est encore un peu frêle souvent, et l'on entend trop fréquemment encore murmurer les voix des voisins, mais elle ne tardera pas à devenir totalement hermétique.

Le filtrage est difficile. Au reste, on doit reconnaître que la fabrication d'appareils de T. S. F. de qualité réelle n'est pas œuvre facile. Il y faut une science éprouvée de cette haute électricité, très difficile, semée d'inconnues, dans laquelle nous naviguons ici ; il y faut la connaissance aussi de quantités de procédés et même de tours de main, qu'on n'improvise guère.

Par exemple, tous les organes en jeu dans un poste ont nécessairement de la self, de la capacité, des pouvoirs d'induction les uns sur les autres ; la grille et la plaque d'une simple lampe forment un condensateur minuscule dont l'effet souvent est très sensible sur ces quantités d'énergie terriblement ténues que sont les ondes. Parfois des *amorçages* s'installent dans le circuit d'audition, ronflements, sifflements, battements, qui proviennent de quelque conflit d'influence magnétique en un point de l'installation générale. Un bon constructeur lui-même ne peut pas toujours défendre ses appareils contre tant de dissensions internes, à moins de leur donner des dimensions qui seraient proches de celles d'une armoire.

La science sans-filiste est néanmoins parvenue déjà à saisir au passage les ondes le plus extraordinairement faibles et à faire un choix très minutieux dans ses prises.

L'AMPLIFICATION

UNE TRANSFUSION D'ÉNERGIE

Mais des ondes si pauvres en énergie seraient d'application impossible bien souvent à cause de l'extrême petitesse de leurs effets. Il faut frapper fort pour que l'homme sente.

La lampe audion fait luire aux yeux des sans-filistes tous les espoirs, puisqu'elle constitue, dans l'une de ses applications, le dispensateur, varié comme le son lui-même, des énergies de secours dont nous pouvons renforcer ces énergies si frêles. Faisons-lui commander, sous leur influence même, une batterie d'accumulateurs : voilà de la vigueur en réserve pour elles ! Qu'elles en prennent autant qu'il leur en faut pour faire vibrer un téléphone à l'oreille ! Tout ce qu'elles en demandent pour faire retentir un haut-parleur au-dessus des têtes de deux cents personnes !

On admet généralement qu'une seule lampe, un *étage*, détermine une amplification de 8 fois. Quelquefois, on applique à l'amplification une *cascade* de trois étages. Comme le phénomène procède par progression géométrique, à la sortie de la troisième lampe il est augmenté de 4.000 fois environ.

L'amplification peut s'appliquer sur les ondes un peu différemment encore : *avant* et *après* détection, c'est-à-dire sur la *haute* et sur la *basse* fréquence.

Dans le cas de la haute fréquence, le courant induit dans le secondaire de la boîte de réception (d'ordinaire on ne reçoit pas directement) fait varier le potentiel de la

grille (voir p. 112) et naturellement ce sont toujours des courants de haute fréquence mais considérablement plus forts, que reçoit le détecteur ; il les ampute de leurs alternances négatives ainsi que je l'ai expliqué.

Après détection, après action de l'hétérodyne s'il y a lieu, dans le cas de la réception des télégrammes en ondes entretenues, il ne circule plus dans l'appareil que du courant de basse fréquence; on l'amplifie, comme précédemment, au moyen d'une cascade de lampes.

L'amplification se perfectionne de jour en jour. Je ne parlerai ici que pour mémoire des moyens récemment découverts, notamment de la *superréaction* des circuits les uns sur les autres, signalés par le physicien américain Armstrong. Peu à peu, on arrive ainsi à des amplifications de 100.000 et même 1.000.000 de fois, qui permettent l'audition à des distances considérables.

Certes. Mais l'amplification est évidemment limitée par la présence des parasites, brouillages, amorçages, etc., dont quelque trace subsiste toujours, et dont progressivement on amplifie dans la même progression la valeur nocive. Sur ces points aussi s'exerce l'ingéniosité d'amélioration de tous les spécialistes de France et de l'étranger.

L'avenir du cadre est amélioré. — La superréaction d'Armstrong et la mise en service bientôt de lampes à 4 électrodes, plus sensibles et plus puissantes encore que les triodes, préparent évidemment à la réception sur cadre un avenir brillant ; les amateurs en tireront bien des joies.

LA VOIX RÉSONNE DANS LES ASSEMBLÉES

Enfin, l'amplification a permis à un seul récepteur téléphonique de se faire entendre dans un salon et même dans une salle de meeting. Ce confident, qui chuchotait à l'oreille, fixe un volumineux cornet à sa bouche et devient un *haut-parleur*.

Les progrès de l'écoute en commun dans la radiotéléphonie ne sont malheureusement pas rapides, parce que le problème est fait de deux termes principaux qui semblent s'exclure l'un l'autre : le tympan humain a des vibrations de l'ordre du millième de millimètre, que fournit très bien la plaque vibrante de nos téléphones ordinaires ; et la membrane du haut-parleur, chargée de brasser de grosses masses d'air, a des vibrations de l'ordre du centième. Le tympan souffre de cette disproportion.

Je me permets de signaler l'apparition, au moment de la mise sous presse du présent ouvrage, d'un haut-parleur de conception nouvelle, due au grand physicien M. Louis Lumière et construit par les Établissements Gaumont (fig. 64). L'objectif de l'inventeur a consisté, avec une raison indiscutable, à rechercher la matière la plus propice à la fabrication de la membrane, et la forme la plus heureuse à donner à cette matière. A obtenir, en somme, une membrane si légère et si peu nerveuse qu'elle n'eût pas par elle-même de période de vibrations qui lui fût propre ; qu'ainsi elle ne contrariât jamais les périodes que lui imprime l'électro-aimant sous l'influence de la voix ; et à chercher en même temps une membrane assez rigide pour que l'air fût nettement ébranlé par ses vibrations, sans aucune distorsion. L'insupportable nasillement a complètement disparu !

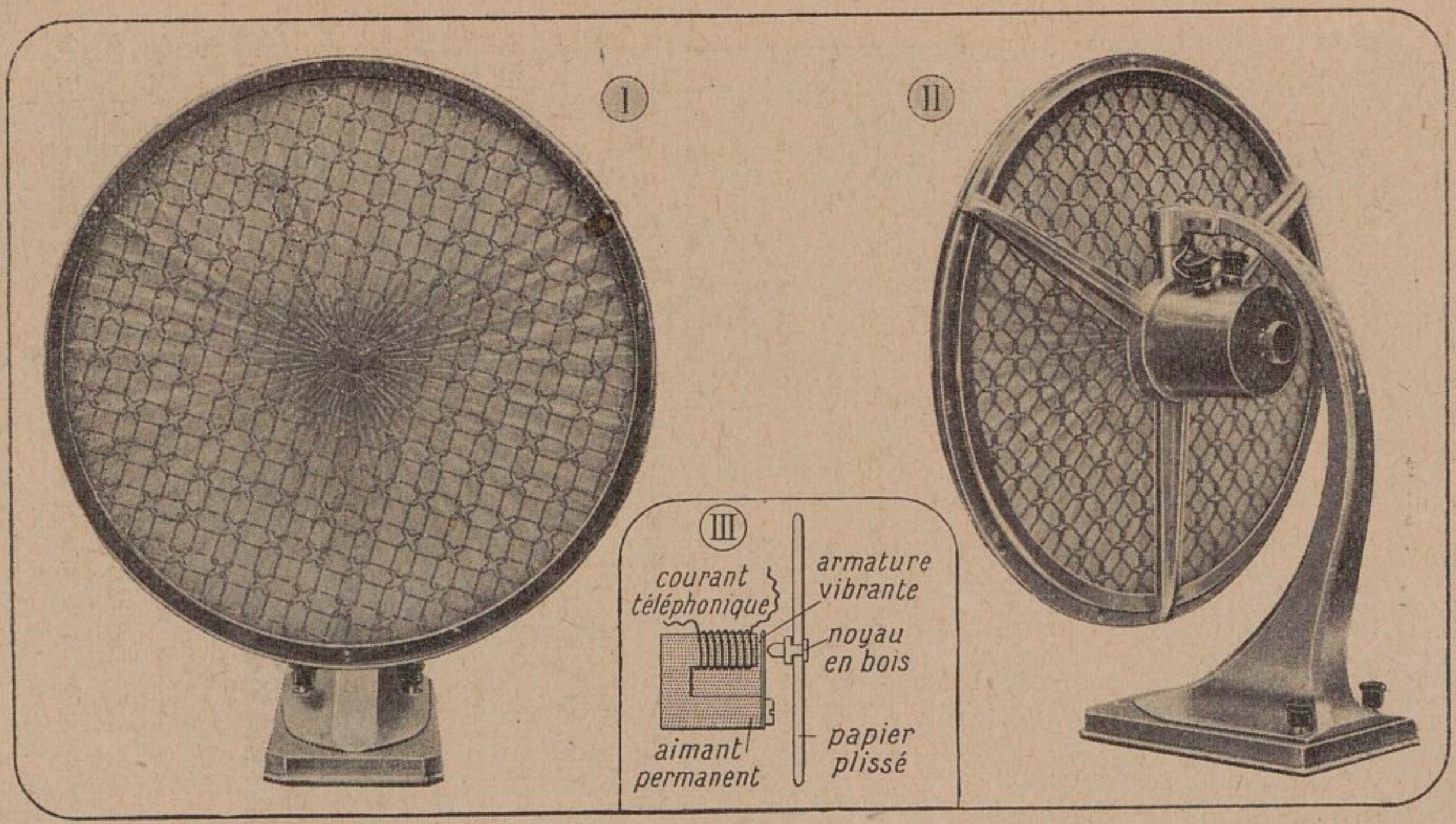


Fig. 64. — Le haut-parleur Lumière (Établissements Gaumont). — Une simple feuille de papier, plissée en forme d'éventail circulaire (environ 30 cent. diamètre) rendue rigide et non hygrométrique par une préparation spéciale, est actionnée en son centre par l'armature vibrante d'un aimant permanent dont le champ est modifié par un courant téléphonique. Elle agit sur l'air par une surface qui est à peu près deux fois celle du cercle. Le plissage donne à l'ensemble une rigidité qui fait que toute la surface est utilisée à l'émission du son. — La feuille de papier est protégée contre les chocs extérieurs par un grillage. (V. p. 273.)

UN PEU D'ANATOMIE

A titre de démonstration des principes généraux que nous venons d'étudier ensemble, je me permets d'inviter mes lecteurs à en rechercher l'application dans les trois appareils suivants. Cette première analyse sommaire leur montrera que les appareils de T. S. F. sont, en résumé, beaucoup moins compliqués qu'ils ne le paraissent.

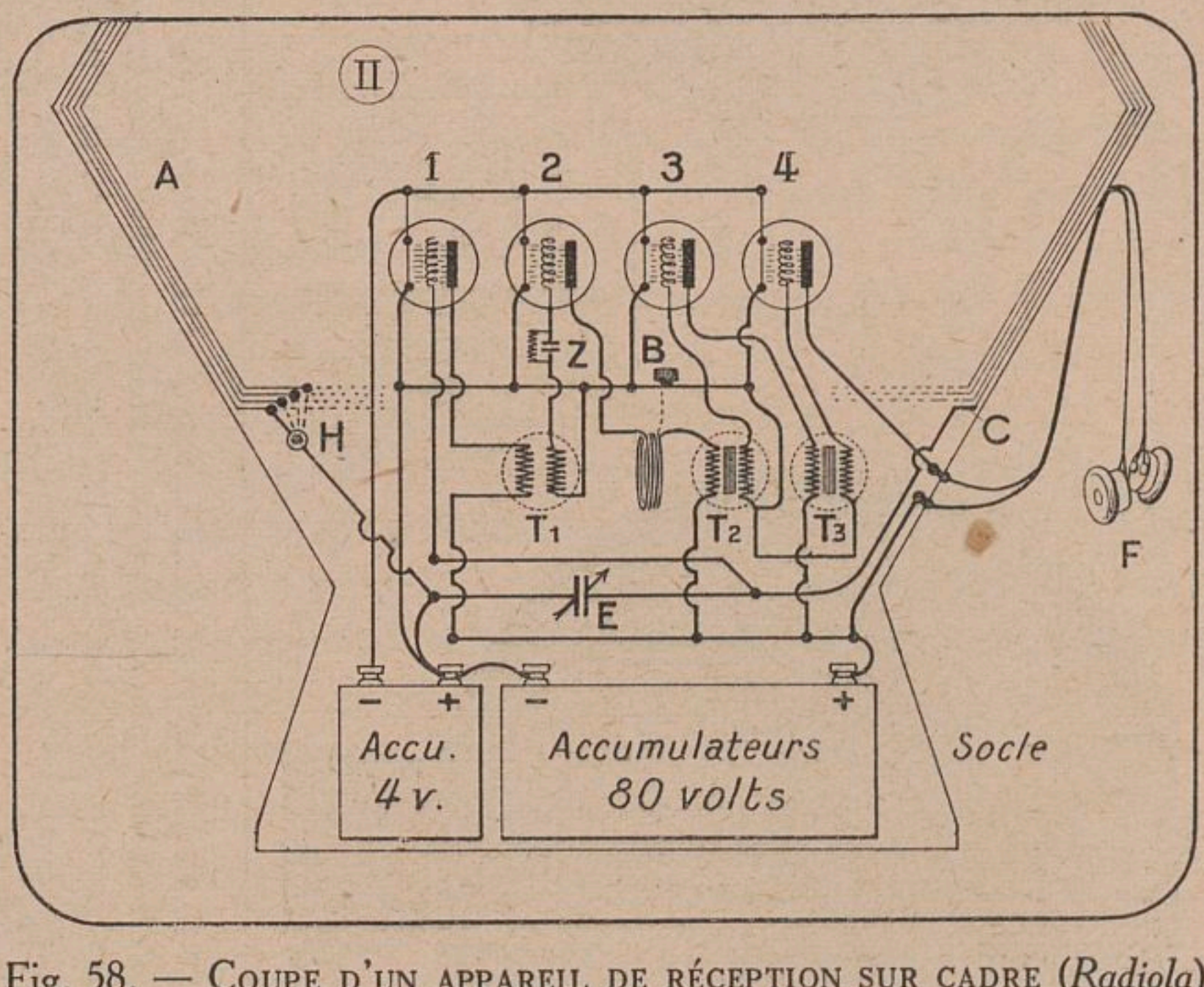


Fig. 58. — Coupe d'un appareil de réception sur cadre (*Radiola*). — A, cadre. — B, bouton d'accord. — C, raccord au circuit du cadre. — E, condensateur réglable. — H, barrette pour changement de longueur d'onde. — F, écouteurs. — T_1, transformateur sans noyau de fer. — T_2 T_3, transformateurs à noyau de fer. — Z, ensemble de self et résistance de la lampe détectrice. — 1, lampe amplificatrice (haute fréquence). — 2, lampe détectrice. — 3, 4, lampes amplificatrices (basse fréquence).

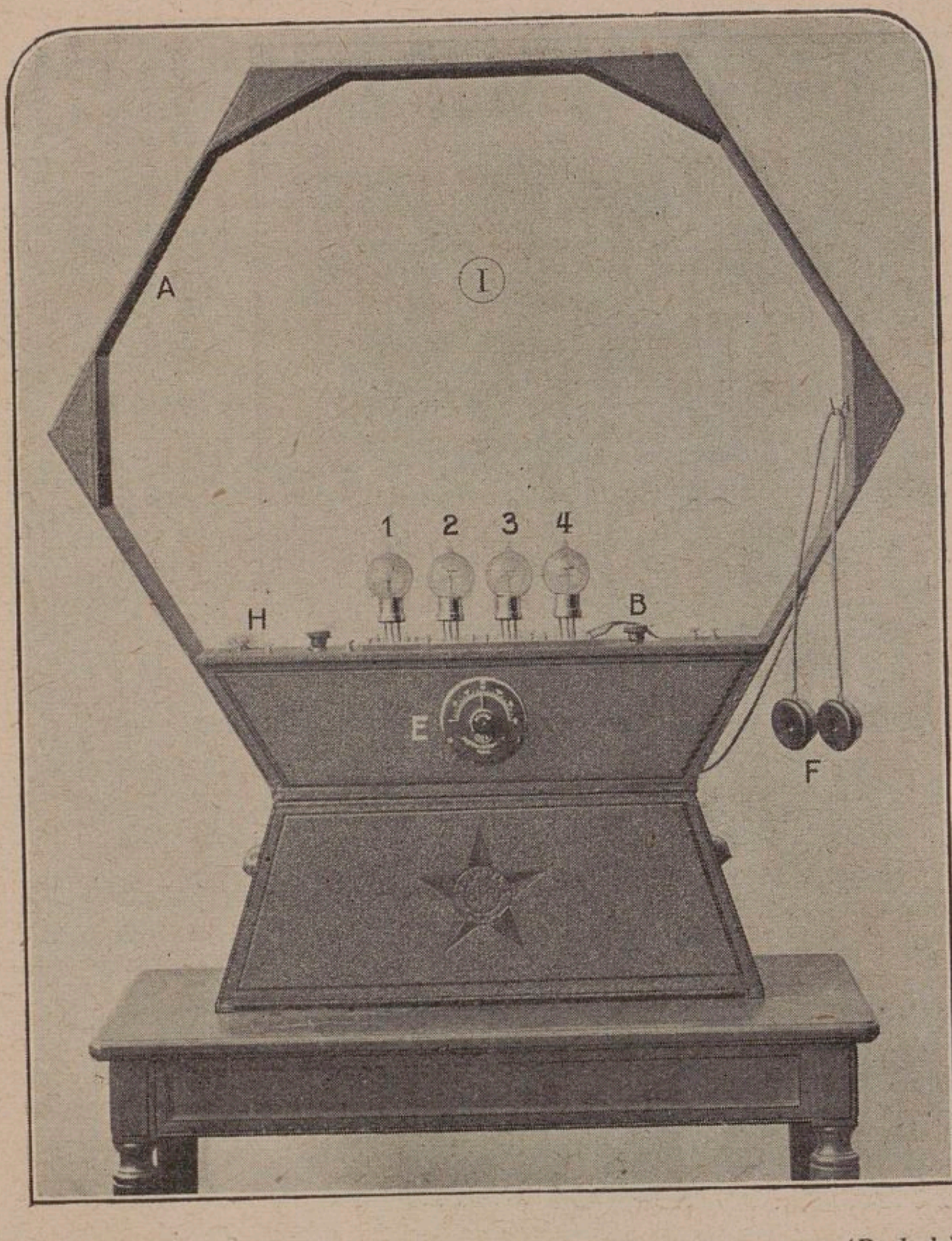


Fig. 59. — Exemple d'un appareil de réception sur cadre (*Radiola*). — Cet appareil, à 4 lampes, ne nécessite aucune installation spéciale. Il renferme en effet dans sa base les batteries de plaques et de chauffage ; le cadre (bobine plate enroulée sur un cadre hexagonal en bois) est solidaire de l'appareil. — A, cadre. — F, écouteur. — H, barrette d'accord. — E, condensateur réglable. (V. p. 271.)

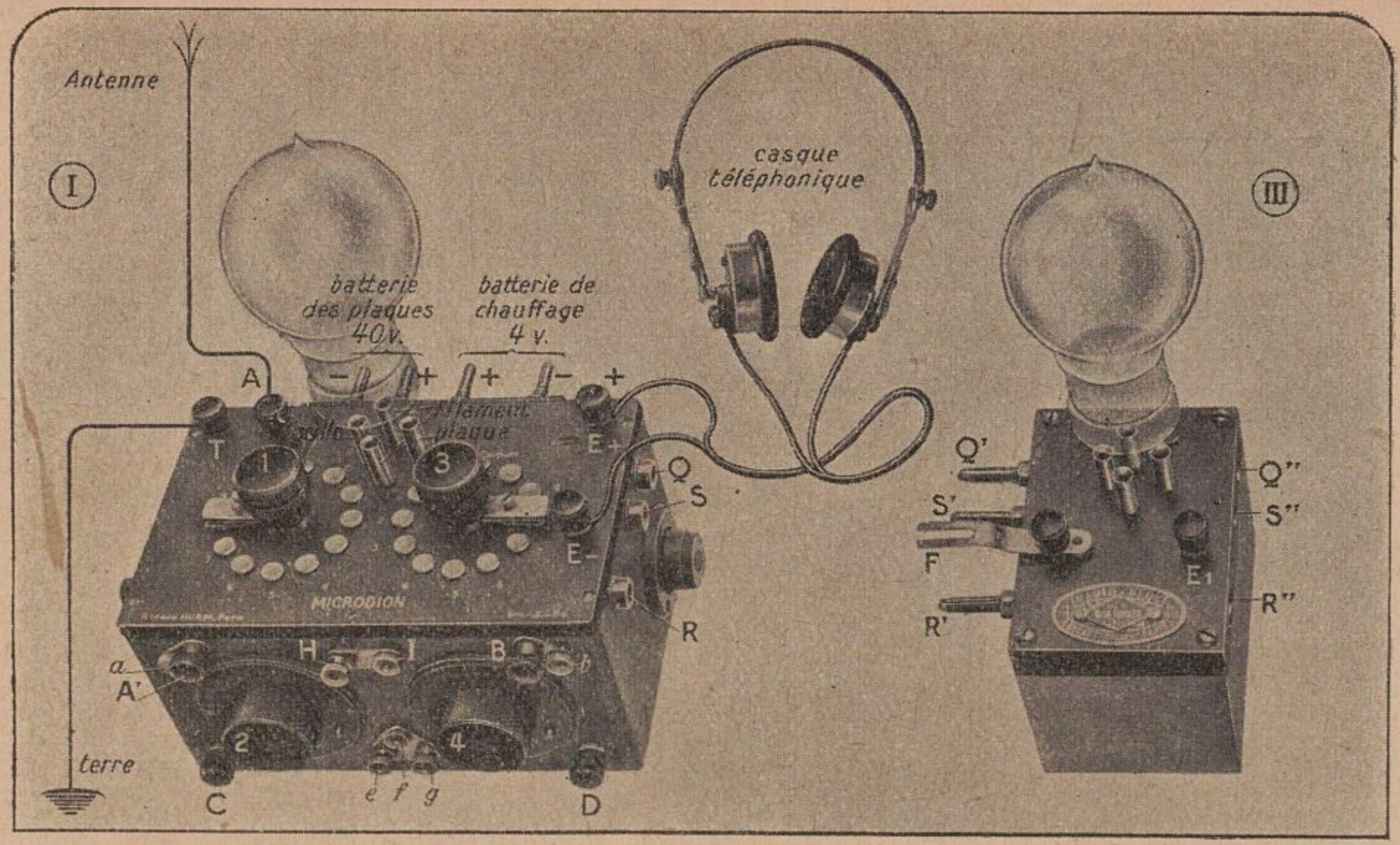
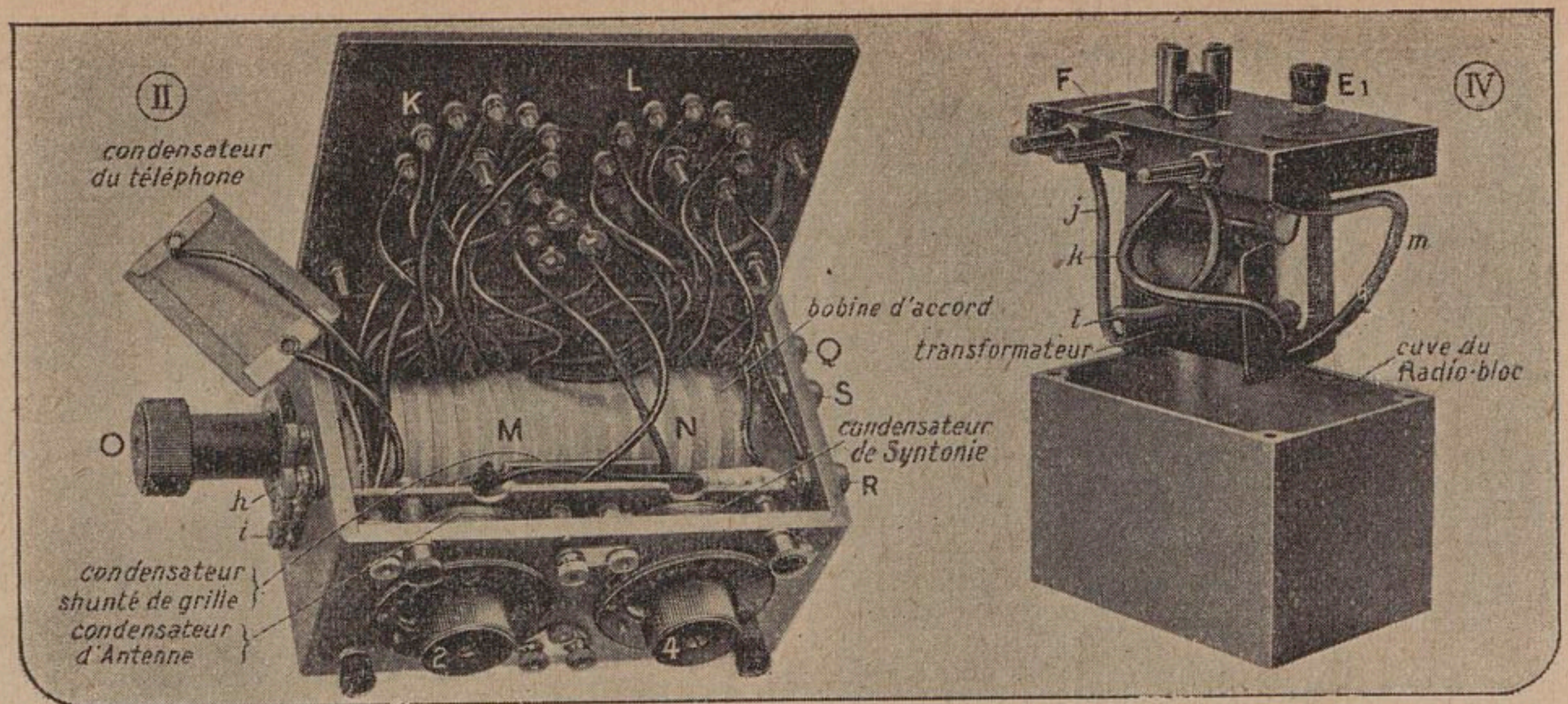


Fig. 60 et 61 — EXEMPLE D'UN APPAREIL DE RÉCEPTION PERMETTANT DE MULTIPLES COMBINAISONS (Le *Microdion*, chez *Kirby, Beard et C°*).—En I, l'appareil (auquel il faut adjoindre une batterie pour la ou les plaques de lampes) ; en II, le même qu'on a ouvert (l'amateur n'a jamais à le faire) pour en montrer les organes ; en III et IV, un bloc d'amplification montré fermé et ouvert. — A, attache de l'entrée de poste. — A', borne pour court-circuiter le condensateur d'antenne ; *a*, vis de fixation. —B, borne pour court-circuiter le condensateur de la grille de la première lampe (autodyne) ; *b*, vis de fixation. — C, *e*, *g*, D, bornes pour utiliser par l'extérieur les deux condensateurs (dans d'autres montages). — EE, bornes de l'écouteur. — E', prise de l'écouteur en cas d'amplification sur la bases



fréquence. — F, barrette de liaison ; *f*, borne servant à déconnecter les condensateurs. — H, borne pour mettre le condensateur de syntonie entre la grille et la bobine de réaction. — I, vis de fixation. — *h*, *i*, bornes pour amplification sur la haute fréquence. — *j*, *k*, *l*, *m*, entrées et sorties du primaire et du secondaire du transformateur. — K, plots de commutation de la bobine de self d'antenne. — L, plots de commutation de la bobine de réaction. — M, bobine de self. — N, bobine de réaction (autodyne). — O, bâton magnétique servant à coupler les bobines de self et de réaction. — Q, Q', Q'', couplage du négatif du filament. — R, R', R'', couplage du positif de la batterie de plaques. — S, S', S'', couplage du positif du filament et du positif de plaque. — T, attache de la prise de terre.

Mode d'emploi. — L'entrée de poste et le fil de terre, les fils de l'écouteur, les batteries, étant à leurs bornes, on allume les lampes par le rhéostat spécial. Les deux condensateurs 2 et 4 sont mis à zéro et non courtcircuités. Puis on cherche à entendre le poste en déplaçant très lentement et en même temps les deux manettes 1 et 3. On améliore la situation par tâtonnements, en déplaçant les manettes des condensateurs, 2 et 4, au besoin en court-circuitant l'un d'eux, en déplaçant le bâton magnétique et même en le supprimant, en réduisant le chauffage par le rhéostat, etc. (V. p. 282.)

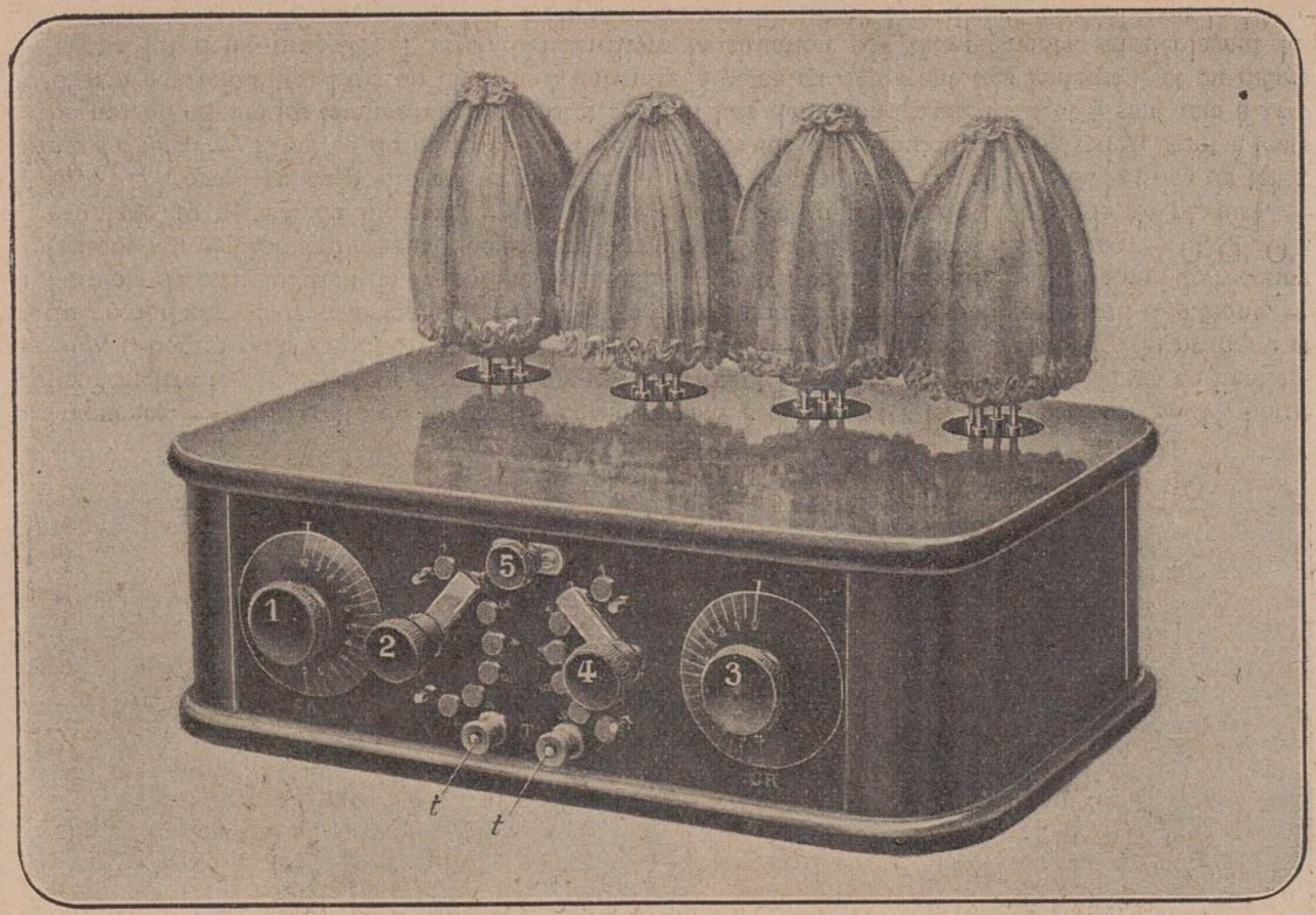
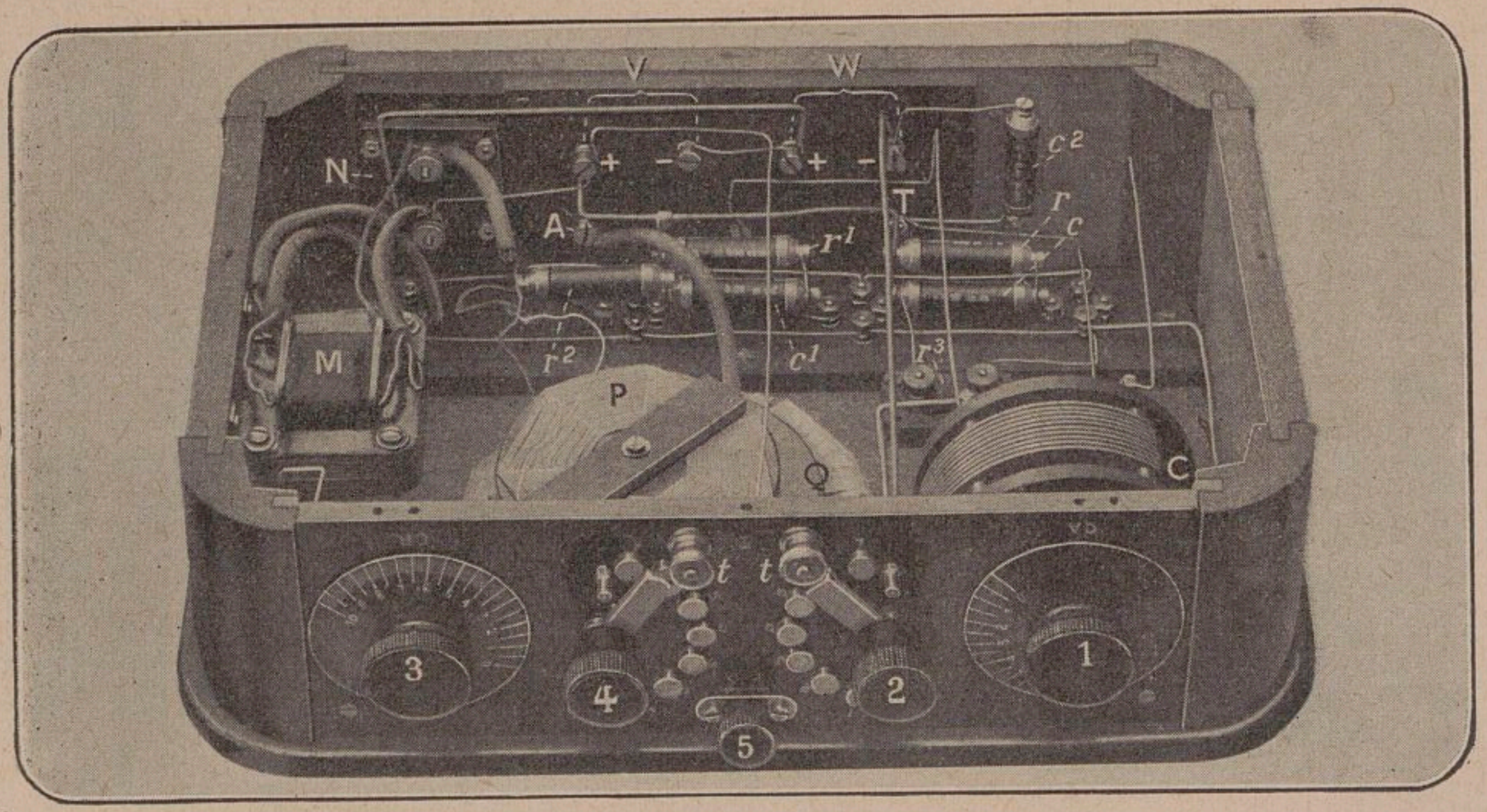


Fig. 62 et 63. — Un joli poste d'amateur. — Le poste Liotard, type C. A.

La figure ci-dessous montre ce poste ouvert par en-dessous. L'ordonnancement, simple et très complet,



permet toutes les réceptions. — A, borne d'antenne. — C, condensateur d'accord. — M, transformateur basse fréquence. — N, condensateur qui shunte le primaire du transformateur. — P, bobine de réaction (elle est déplacée sur Q par la manette 3). — Q, self d'accord (bobine fixe). — V, bornes de la batterie de chauffage des filaments. — W, bornes de la batterie de tension des plaques. — T, borne de terre. — *tt*, bornes de l'écouteur. — *c* et c^1, capacités de liaison des 3 premières lampes. — c^2, condensateur d'antenne. — *r* et r^1, résistances de 80.000 ohms. — r^2, résistance de 3 mégohms. — 1, manette du condensateur d'accord. — 2, commutateur de self. — 3, manette de réaction. — 4, rhéostat de chauffage. — 5, commutateur du condensateur d'antenne. (V. page 256.)

CHAPITRE VI

Établissement de petits postes.

C'EST PEU COUTEUX ET FACILE

De tels postes permettent de recevoir, même à 400 ou 500 kilomètres d'une grande station d'émission (voir page 216), par exemple la Tour Eiffel, Sainte-Assise, les P. T. T., Lyon, Croix-d'Hins près Bordeaux, etc., les signaux horaires (ondes amorties), les communications météorologiques, les nouvelles politiques, les conférences et les concerts (ondes entretenues). Le prix de revient de ces petits postes (dépenses de matériel effectuées) est toujours extrêmement bas, car les matières premières qu'ils comportent ne sont ni coûteuses ni nombreuses.

Aucune connaissance technique bien sérieuse n'est indispensable à un amateur qui veut réaliser lui-même un petit poste de réception. Il lui suffira de « comprendre ce qu'il fait » et de mettre en jeu un peu d'adresse (1).

(1) Il va sans dire qu'on réalisera ces petits postes avec d'autant plus de succès qu'on possédera en électricité générale des connaissances plus solides. Mes lecteurs me permettront à cet égard de leur recommander la lecture de deux ouvrages remarquables de M. Carlo Toché, capitaine breveté du génie, *l'Électricité moderne* (Collection Baudry de Saunier, chez Flammarion) et *la Radiotéléphonie*. Mon éminent collaborateur voudra bien trouver ici l'hommage amical de ma gratitude.

Les facilités d'installation sont plus grandes à la campagne et dans les villes de moyenne importance, car on peut généralement déployer là de grandes antennes. Par contre les difficultés de réception sont plus grandes parce qu'on est, d'ordinaire, très éloigné d'un centre d'émission. En ce cas, l'amplification doit être forte et soignée.

Inversement, près d'un grand centre d'émission, mais dans une ville très importante, par exemple à Paris, on ne peut qu'exceptionnellement installer une antenne sur un toit : il faut disposer dans son appartement un ensemble de réception. En revanche la réception des grands postes, et des concerts notamment, y est très facile à cause de la proximité d'émission.

Je rappelle qu'une même antenne ne peut pas être utilisée par plusieurs locataires d'une maison ! Les principes de longueur d'onde et d'accord, longuement exposés ici, s'opposent absolument à cette communauté. C'est là — soit dit en passant — une des raisons pour lesquelles une installation sur canalisations eau et gaz, qui, par elles-mêmes constituent une sorte de grand cadre, de mauvaise qualité, peut donner momentanément de bons résultats, puis tout à coup n'en donner plus que de déplorables (fig. 69).

On comprend par exemple qu'un seul locataire, ayant pris comme antenne le balcon de fer qui ceinture l'étage de la maison, se réjouisse d'abord de la qualité de sa réception ; puis, un beau jour, qu'il se désespère de ne plus pouvoir « syntoniser », parce que des voisins auront pris la même antenne que lui et auront provoqué un désaccord général.

Quatre organes. Le petit poste le plus simple qu'un amateur puisse créer se compose de quatre organes principaux : une *antenne*, une *prise de terre*, un ensemble de réception (*détecteur* et *écouteur*). Nous allons réaliser d'abord ces éléments.

Puis, nous verrons comment, par des bobines d'accord (qu'il fabriquera s'il est habile), l'amateur améliorera beaucoup sa réception.

Plus tard, il pourra perfectionner l'installation en passant à l'amplification (fig. 30 et 73).

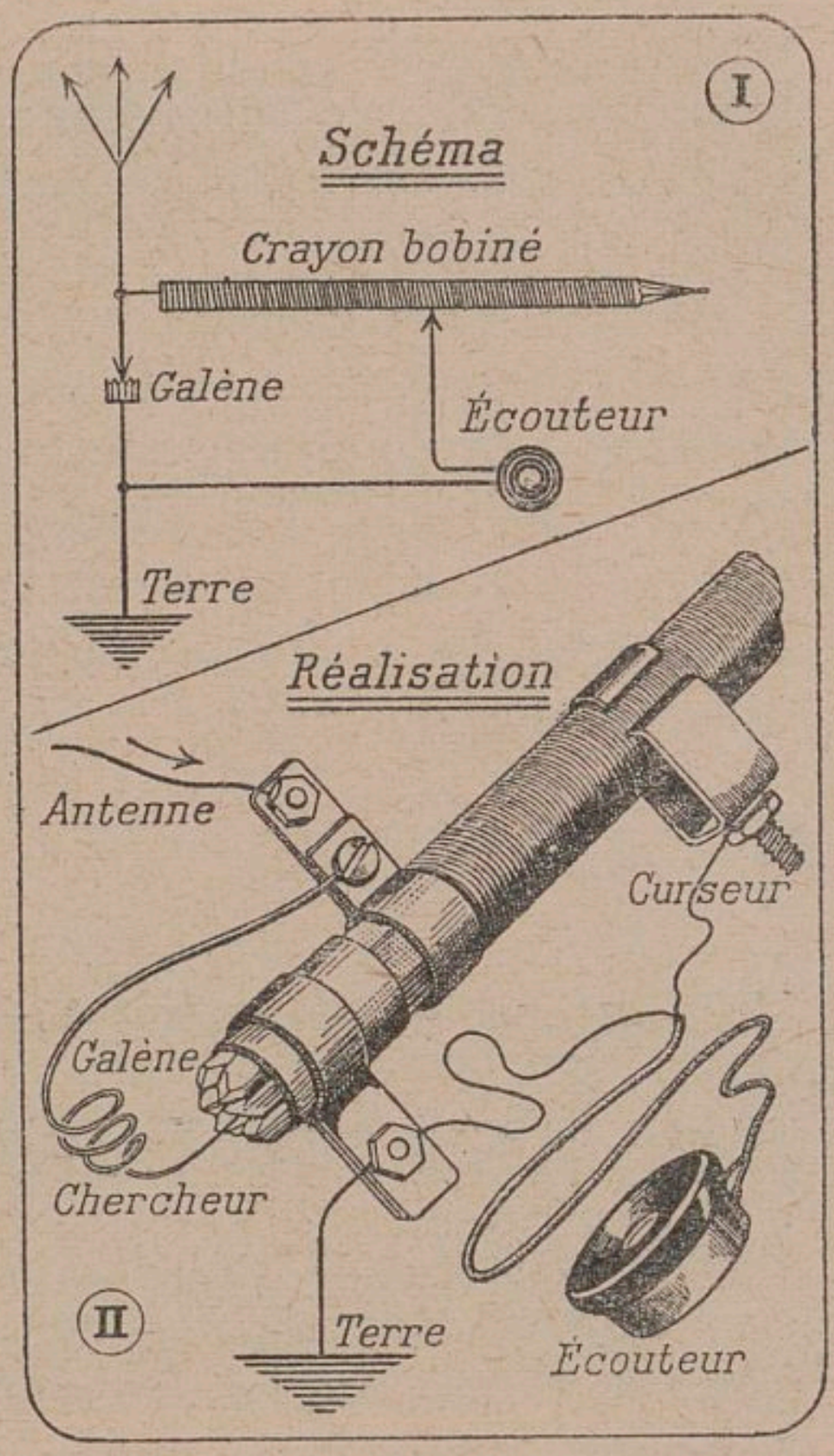


Fig. 65. — ON PEUT IMPROVISER UN DISPOSITIF AU MOYEN D'UN CRAYON SUR LEQUEL ON A ENROULÉ DES SPIRES DE FIL TRÈS FIN. — Exemple des réalisations rudimentaires qu'on peut exécuter pour recevoir, à petite distance d'un poste (une dizaine de kilomètres), les signaux horaires en amorties. Mais on ne peut considérer cette réalisation que comme un jouet.

ANTENNES La réception n'implique pas fatalement et toujours une antenne classique ou un cadre. On peut quelquefois

recevoir sans antenne ni cadre extérieur, simplement sur le circuit primaire *dit* d'antenne, en amplifiant; en réalité, on reçoit ainsi sur un cadre, de très petite surface, enfermé dans une ébénisterie.

On peut aussi recevoir sur des antennes qui sont bien loin de correspondre à l'idée que nous avons de ces organes majeurs, à la condition que le poste émetteur soit puissant et rapproché. Par exemple, à 25 ou 30 kilomètres d'un poste analogue à celui de la Tour Eiffel, on peut fort bien capter les ondes au moyen d'une des installations rudimentaires que voici.

❀ ❀

Utilisations de grandes ferrures ou de grandes canalisations. On prend deux longs bouts de fil (à sonnerie ou à lumière), et on les dénude de 10 à 12 centimètres aux extrémités. L'un d'eux est relié à un balcon en fer ou fonte ; l'autre, à un tuyau d'eau ou de gaz. Le balcon sert d'*antenne*, mal isolée évidemment ; la tuyauterie, puisqu'elle plonge dans le sol, de *terre*. Le fil venant du balcon sera attaché au détecteur; l'autre pôle du détecteur, à l'un des fils de l'écouteur ; l'autre fil de l'écouteur, au fil qui va au tuyau (fig. 69).

Cherchez le point sensible de la galène : vous devez entendre tout au moins les signaux horaires ; si vous n'êtes pas trop loin du poste émetteur, vous aurez aussi la parole et la musique.

Veillez à ce que le cuivre du fil soit bien en contact avec le fer ou le plomb, et non avec la rouille ou la peinture qui



Fig. 66. — L'ARBRE-ANTENNE. — Lorsqu'on est peu éloigné d'un grand poste (même une cinquantaine de kilomètres), et qu'on ne désire entendre que les signaux horaires ou météorologiques émis par ondes amorties, la plus mauvaise antenne et la plus mauvaise terre peuvent suffire. Il n'est pas besoin d'être accordé; on recevra toujours assez fort pour entendre les signaux. — A, clou en acier enfoncé dans l'arbre, assez profondément pour atteindre sous l'écorce la couche où circule la sève. — C, prise de terre; elle peut être constituée par un arceau de jardin enfoncé jusqu'à la tête. — D, détecteur à galène, — E, écouteur téléphonique.

peuvent les recouvrir. — Une simple crémone de fenêtre, voire un tuyau de descente en fonte, un lustre en fer forgé même, etc., peuvent en ce cas spécial servir d'antenne.

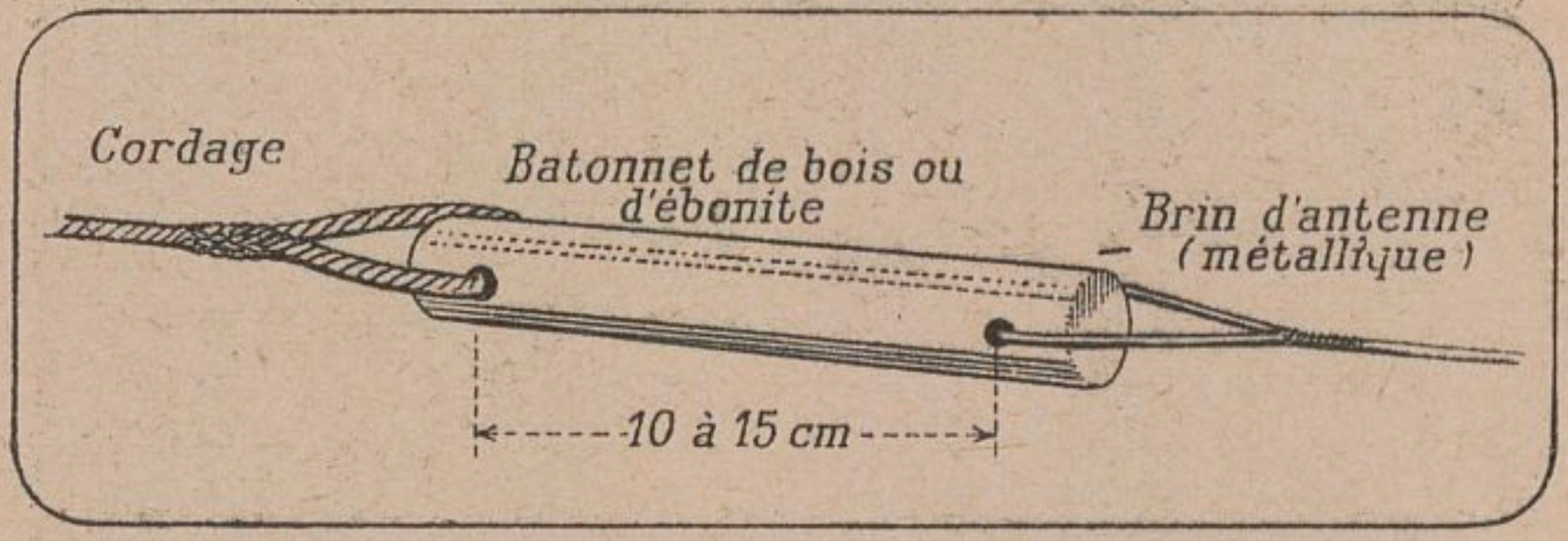


Fig. 67. — ISOLATEUR RUDIMENTAIRE DE BRIN D'ANTENNE.

On peut encore trouver une assez bonne antenne dans une ligne aérienne de courant de lumière. A Paris, bien que les canalisations de lumière soient souterraines, on peut recevoir en se branchant par un plot ou par une broche à l'*un* des deux pôles du courant.

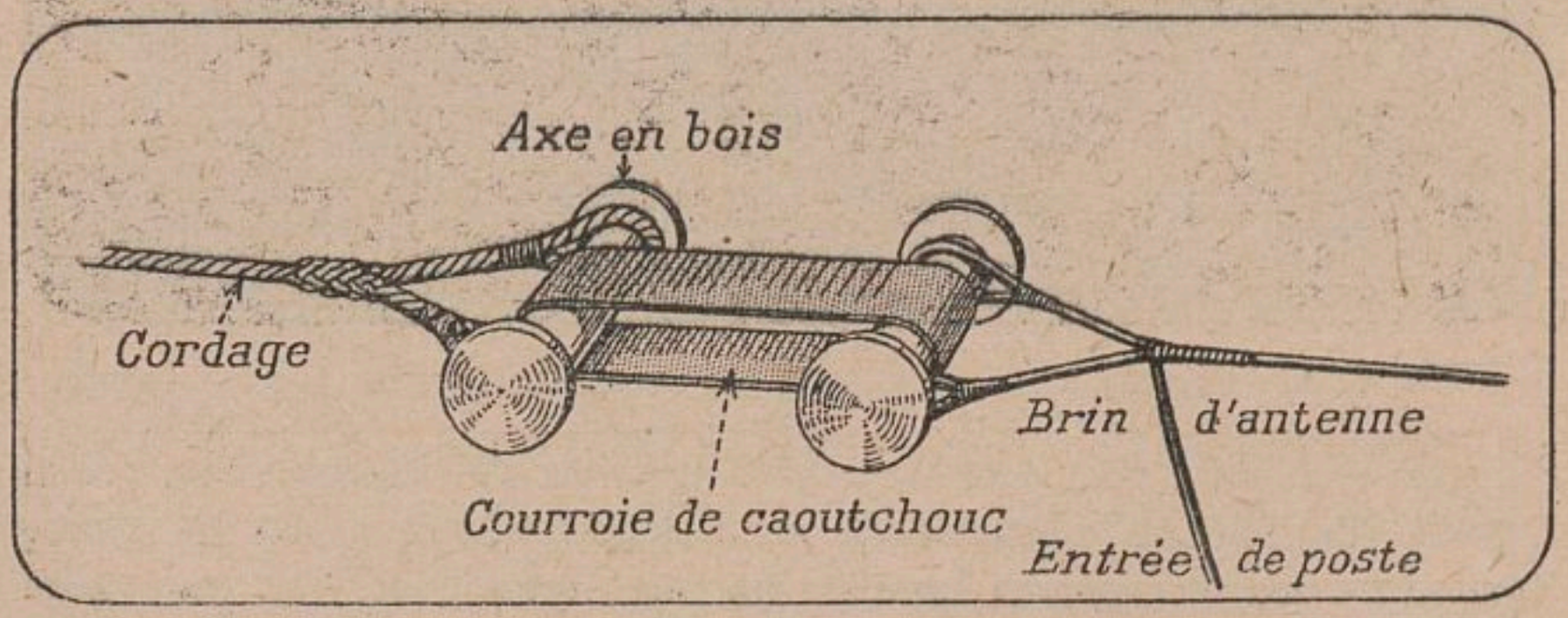


Fig. 68. — UNE COURROIE DE CAOUTCHOUC PEUT TRÈS BIEN SERVIR A L'ISOLEMENT DE L'ANTENNE.

Il faut en ce cas (*recommandation capitale*) avoir soin

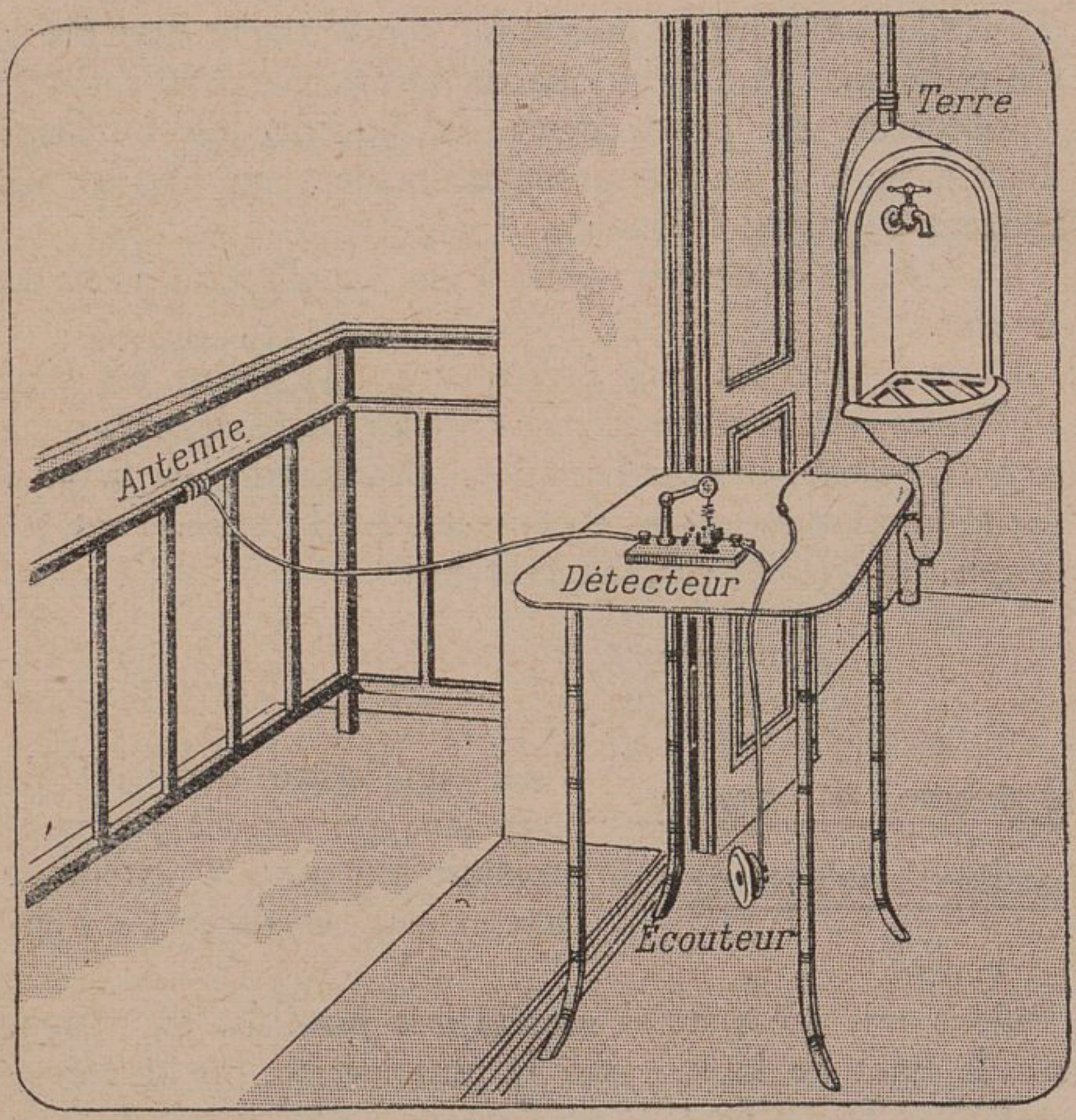


Fig. 69. — TYPE DE RÉCEPTION TRÈS RUDIMENTAIRE. — Il réussit souvent parfois fort bien, à quelques kilomètres d'un grand poste. Mais il est impossible d'affirmer *a priori* le succès, à cause des inconnues nombreuses du dispositif. — Quand on prend comme antenne une canalisation de gaz, et comme terre une canalisation d'eau, il faut d'abord s'assurer que ces deux canalisations ne sont pas en court-circuit. On le fait en interposant entre les deux fils une batterie de piles et une sonnerie : la sonnerie ne doit pas retentir. Si elle retentit, il faut abandonner l'idée de se servir de ces canalisations.

d'installer, à la prise même, un condensateur bien établi (de préférence, à diélectrique de verre). Ce petit appareil empêcherait un court-circuit du courant de lumière ; d'autre part, il ne s'oppose aucunement au passage du courant de haute fréquence.

La terre en ce cas sera prise à une canalisation d'eau ou de gaz.

Dans les cas les plus favorables, si la galène est bien réglée, on peut tout simplement prendre le fil de terre dans sa main gauche et tenir l'écouteur à son oreille par la main droite : le corps forme le contact avec la terre. Tant est simple, en certains cas, la réception !

❀ ❀

Antenne et contre-poids d'appartement. Voici un autre dispositif de réception, qui réussit parfois à proximité du poste émetteur et ne nuit pas au décor de l'appartement.

Dans une pièce aussi grande que possible, on monte, sur le haut de la muraille la plus longue, un fil recouvert d'un bon isolant, et on l'amène jusqu'au milieu de la paroi qui est perpendiculaire à cette muraille. C'est l'antenne.

Sur la muraille qui fait face à la première, on installe un autre fil, exactement de la même longueur, mais nu, fixé à même le mur, et qu'on termine à quelques centimètres de l'antenne. C'est le contrepoids, autrement dit la terre (v. p. 130).

On peut dissimuler les deux fils derrière une corniche ou sous une tapisserie.

Ce qu'il ne faut pas faire. Quel que soit le dispositif de réception employé, il ne faut jamais installer les deux fils (antenne et terre) à proximité l'un de l'autre ; et à plus forte raison les torsader ensemble. On constitue ainsi un long condensateur, dont l'effet est nuisible, et on provoque souvent de petits courts-circuits, qui rendent fort mauvaise la réception.

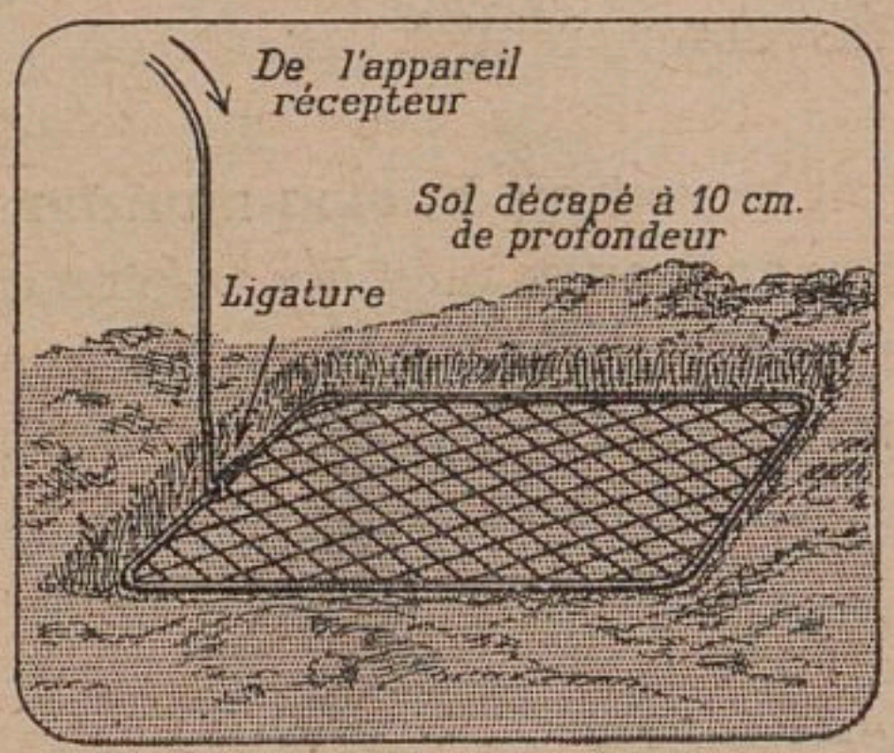


Fig. 70. — UNE PRISE DE TERRE FAITE D'UN GRILLAGE MÉTALLIQUE. — Ce chiffre de 10 centimètres est un minimum. Il n'y a qu'avantage à l'augmenter beaucoup.

❀ ❀

L'arbre-antenne. Les arbres vivants, dont le tronc et les branches sont parcourus par la sève, sont conducteurs de l'électricté. Si on fait choix d'un grand arbre à branchages ramifiés, montant haut dans l'air, on se ménage un collecteur d'ondes très suffisant, à la condition qu'on soit peu éloigné du poste d'émission. Pour les capter — mais le procédé répugnera toujours à un ami des arbres — on enfonce dans le tronc un clou en acier ou une vis en cuivre, assez profondément pour atteindre sous l'écorce la couche humide où circule la sève.

Un fil de cuivre, connecté à la tête du clou ou de la vis, sera relié à un ensemble détecteur-écouteur, comme je l'ai indiqué ci-dessus.

Reste à constituer la prise de terre. On enfoncera dans le sol, jusqu'au ras, un piquet métallique de 20 à 25 centimètres de longueur : un arceau de croquet, noyé jusqu'à la tête, convient fort bien. Un fil de cuivre, encore solidement ligaturé au piquet, sera relié au détecteur et formera le circuit de réception, lequel comprendra donc : arbre, écouteur, détecteur, piquet (fig. 66).

On voit qu'en cinq minutes un voyageur ou un touriste, qui se trouve même à une cinquantaine de kilomètres d'un poste puissant, peut improviser une réception, tout au moins mettre sa montre à l'heure.

COMMENT CONSTITUER UNE ANTENNE CLASSIQUE

Plus elle est haute et vaste, plus elle capte d'ondes, par conséquent plus elle « reçoit » facilement. Concevez donc l'antenne toujours aussi haute et aussi longue que la place ou vos moyens vous le permettront.

Mais on a beaucoup plus d'intérêt à élever l'antenne qu'à l'agrandir. Si on l'agrandit trop, on arrive à lui donner une longueur d'onde propre si élevée qu'elle est incapable de recevoir les ondes courtes (par exemple les 450 mètres de l'École Supérieure des Postes, Télégraphes et Téléphones, *vulgo* les P. T. T., dont les émissions sont d'ordinaires fort intéressantes).

Pour la raison de longueur d'onde propre que j'ai expliquée page 136, il est indispensable, si l'on veut recevoir au minimum 450 mètres, que l'antenne à fil unique n'ait pas

une longueur métrique (entrée de porte comprise) supérieure à 100 mètres ; et si antenne en V ou en nappe, pas supérieure à 75 à 80 mètres.

L'antenne sera faite avec un fil métallique bon conducteur de l'électricité, qui devra ne pas être lourd, parce qu'il se casserait ou arracherait ses supports. Il devra encore être souple, mais en même temps résistant, pour ne pas rompre sous le poids de la neige ou par suite des secousses que lui imprimera le vent.

Le fil le meilleur pour cet usage est un petit câble de bronze, étamé, formé d'une torsade de fils fins. On le trouve chez tous les électriciens bien montés. Le fil d'antenne d'avion, par exemple, qui peut servir de modèle parce qu'à la fois souple, léger et résistant, est un câble de 15/10e de millimètre, constitué comme il vient d'être dit.

Si on ne désire qu'une petite antenne de 20 mètres par exemple, on obtient de bons résultats avec du fil de cuivre simple de 9/10e ou 10/10e de millimètre ; avec même, à la rigueur, si l'on n'est qu'à 50 ou 60 kilomètres d'un poste, du fil de fer galvanisé de 12/10e à 15/10e de millimètre.

Généralement le câble ou fil d'antenne est nu. Si on ne dispose que de fil recouvert d'isolant, on peut l'employer ; l'isolant n'arrête pas les ondes. Mais ce fil, un peu plus lourd, a plus de tendances à se rompre.

❀ ❀

Forme à donner à l'antenne. Les formes les plus pratiques pour un amateur sont : le *V* (à 2 brins) et la *patte d'oie* (à 3 brins égaux, formant un angle qui peut varier de 60 à 120° suivant l'espace dont on dispose). (V. fig. 38 et 43.)

Au sommet du V ou de la patte d'oie, une torsade réunira tous les brins à l'*entrée de poste*.

La torsade doit être très soignée ; il faut que les brins et l'entrée de poste soient en contact électrique intime. Avant de la tordre, on grattera donc les fils très soigneusement ; on les débarrassera de toute trace d'isolant ou d'oxydation. On pourra même ensuite les souder les uns aux autres.

A cause de la place ou en raison de l'esthétique, on peut préférer l'*antenne en nappe*. Il est bien facile de l'exécuter. Deux bambous, de 1 m. 30 de longueur et de 3 à 4 centimètres de diamètre, forment les *armatures*. Les cordages de retenue sont fixés aux extrémités des bambous (fig. 40).

Les fils conducteurs, placés à 90 centimètres ou 1 mètre d'écartement, sont isolés par le bambou même si l'on a soin de laisser 10 à 15 centimètres entre le point d'amarrage des cordages et le point d'amarrage des fils mélalliques.

Il va sans dire que les brins de la nappe ne doivent pas être constitués par un seul fil ininterrompu. Chaque brin doit former un morceau. Sans quoi, par exemple dans une nappe à 2 brins, le courant irait dans un sens pour le premier, et dans le sens contraire pour le second : les deux courants opposés produiraient des effets opposés aussi.

Du côté de l'entrée du poste, une torsade bien faite, ou une ligature soudée avec soin, réunit tous les brins au brin descendant.

Comme variante de l'antenne en nappe, on peut réaliser tout aussi facilement une *antenne en prisme* (à 4 ou 5 brins) (voir fig. 44) soutenue par deux petits croisillons de bois sec.

Un simple tuyau de poêle peut jouer le rôle d'antenne en frisure. Marconi a, dans ses débuts, ainsi parfois procédé.

❀ ❀

Suspension et isolement de l'antenne. L'antenne doit être placée aussi haut que possible, je le répète, à 4 mètres du sol au moins. A 8 ou 10 mètres, c'est bien ; à 12 mètres à 15 mètres et même au-dessus, à 40, 50 mètres si on peut, c'est excellent.

Si on n'a pas le moyen de dresser à cette hauteur la totalité de l'antenne, on n'en surélèvera qu'une ou deux extrémités. La symétrie importe peu ici.

L'ISOLEMENT DE L'ANTENNE DOIT ÊTRE PARFAIT L'antenne doit être *isolée parfaitement* de tout objet en relations électriques avec le sol : arbres, murs, gouttières de zinc, etc.

En aucun point, elle ne doit s'approcher des arbres ou du sol de plus d'un mètre. Elle passera loin de toute masse métallique, de tout voisinage conducteur qui risque de détourner une partie de flux qu'elle doit recevoir. Elle ne sera donc pas installée sur un bâtiment en béton armé, à moins que d'y être très haut placée et parfaitement isolée.

Par conséquent, on fera aboutir les fils de l'antenne à des pièces de nature certainement isolante (en verre, en porcelaine, etc.) lesquelles seront à leur tour fixées à des cordes ou à de fortes ficelles que l'on attachera à des

arbres, poteaux ou cheminées, supports de l'ensemble de l'antenne.

Des pièces isolantes, classiques dans ce montage, sont des bâtonnets de 15 centimètres de long, en ébonite ou en bois sec, percés d'un trou à chaque extrémité : dans l'un, on passe le fil d'antenne ; dans l'autre, le cordage de retenue. Des barreaux d'une vieille chaise, des tronçons de bambou, etc., forment des bâtonnets suffisamment isolants. Se méfier des bois blancs et spongieux, qui absorbent l'humidité et détruisent l'isolement.

Je signale enfin qu'on peut transformer en courroies de caoutchouc une chambre à air d'automobile hors d'usage, ces anneaux constituent d'impeccables isolateurs (fig. 67 et 68).

❀ ❀

Isolement de l'entrée de poste. Point très important. Je viens d'insister sur la nécessité de bien isoler du sol les brins de l'antenne. La recommandation s'applique tout aussi sévèrement au brin descendant qui constitue l'entrée de poste.

On peut aménager un passage au fil dans le montant d'une porte ou d'une fenêtre. On perce un trou au vilebrequin, et on engage par là le brin d'entrée de poste. Mais ce brin même, si le fil est guipé, et à plus forte raison s'il est nu, doit avoir été préalablement enfilé dans un tuyau de caoutchouc de 2 à 3 millimètres d'épaisseur au moins (tuyau de gaz, voire tuyau de pompe de bicyclette). On n'arrête pas le caoutchouc à ras dans le trou de la porte ou de la fenêtre, mais on en laisse dépasser 5 à 6 centimètres à l'extérieur

et 1 ou 2 à l'intérieur : on cintre vers le bas la partie extérieure, pour empêcher la pluie de s'infiltrer par elle (voir fig. ci-dessous).

Le mieux, en somme, est d'employer, à partir du bas de l'entrée de poste jusqu'à 1 mètre de sa sortie hors du bâtiment, du « fil de bougie » d'automobiles ou analogue.

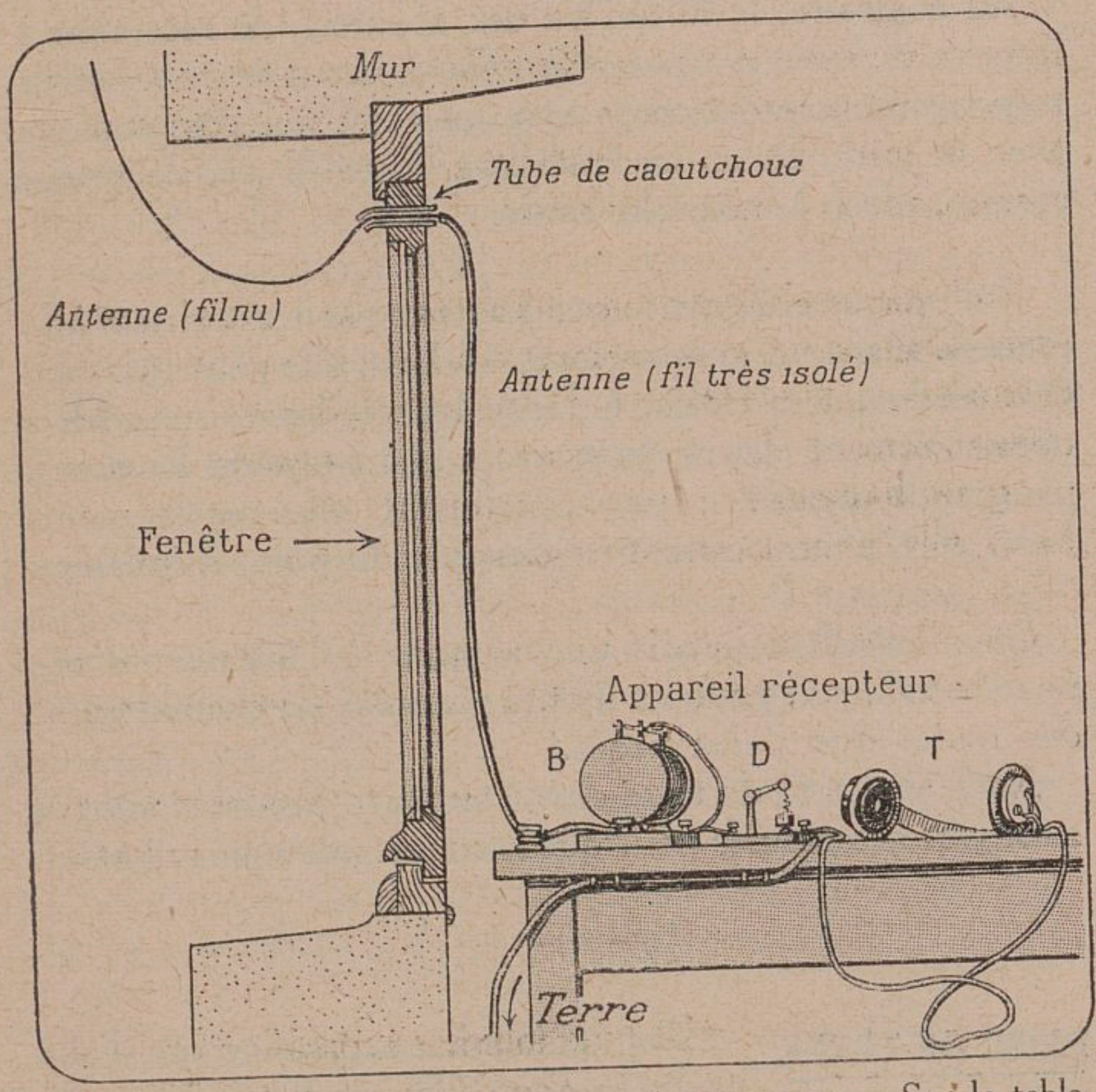


Fig. 71. — COMMENT ISOLER UNE ENTRÉE DE POSTE. — Sur la table, l'appareil récepteur : B, bobine d'accord. — D, détecteur à galène. — T, casque à deux écouteurs.

A l'intérieur du poste, le fil d'entrée peut évidemment être nu, s'il est monté sur des poulies de porcelaine. Mais ce procédé est peu recommandable. Il vaut mieux que l'entrée de poste soit bien isolée par elle-même jusqu'à la borne par laquelle on la réunit à l'organe de réception.

Au contraire, le fil qui va des appareils de réception à la prise de terre n'a pas à être isolé, car il ne fera jamais trop rigoureusement corps avec un objet qui communique avec la terre. Donc, on installera là un fil nu, de grosse section, placé à même les murs.

Il n'est pas obligatoire que l'antenne soit extérieure à la maison. Dans un grenier vaste, en bois, elle peut fort bien être tendue, très isolée, à l'insu même des voisins. Mais nécessairement elle ne peut avoir là ni grande longueur, ni grande hauteur ; par conséquent elle reçoit moins bien, si elle se trouve très éloignée du poste d'émission.

On n'installera jamais une antenne à l'intérieur d'une serre métallique, pour les motifs généraux de cheminement des ondes que j'ai exposés.

Nota. — Le fil de terre devra toujours être *aussi court et aussi gros que possible* pour que le circuit soit moins *résistant*.

PRISE DE TERRE Bien que moins expressive que l'antenne, puisqu'elle est noyée dans le sol alors que l'antenne plane dans l'air, la prise de terre est un organe très important. Il faut soigner avec minutie

son installation, faute de quoi on reçoit mal, ou même on ne reçoit rien du tout. Une *terre* mauvaise donne en sans-fil un résultat aussi mauvais qu'en électricité classique une *borne* sale ou oxydée dans une pile ou un accumulateur, absolument pour les mêmes raisons : la résistance que rencontre là le courant est à peu près insurmontable pour lui.

Si la *terre* était franchement mauvaise (sable, rochers, etc.), il vaudrait mieux l'abandonner et constituer un contrepoids (page 130 et fig. 44).

Dans une ville, on réalisera quelquefois une bonne prise de terre en branchant un fil sur un tuyau du service d'eau, ou même sur un tuyau de gaz, je l'ai dit.

On fera ce branchement très soigneusement, je le répète, de manière à assurer de bons contacts électriques ; il faut décaper le tuyau au moyen d'un canif, sur 3 ou 4 centimètres de longueur. On enroule dessus 7 à 8 tours de fil de cuivre bien serré ; on recouvre ensuite la ligature d'un peu de *chatterton* pour empêcher l'oxydation de détruire peu à peu le contact. Le chatterton est un ruban poisseux qui sert à recouvrir les ligatures des fils conducteurs et à réaliser leur isolement.

On peut faire aussi la prise sur un robinet, mais il faut s'assurer qu'il n'est pas isolé des tuyauteries par un anneau de caoutchouc, par de la filasse, etc., qui empêcherait le contact entre le sol et l'appareil de réception.

A la campagne, pour faire une bonne prise de terre, on défoncera le sol sur 8 ou 10 centimètres de profondeur, sur une surface d'environ un mètre carré, et on tassera dans cette petite fosse un grillage métallique de 1 mètre carré

à peu près, sur lequel on aura fixé, par une bonne ligature (soudée si possible), le fil de cuivre qui va à l'appareil de réception.

On recouvre de terre et on arrose légèrement ; le sol doit *demeurer toujours un peu humide*. Une pelouse, un terrain planté de petits arbustes, etc., sont très propices à une prise de terre.

Au lieu de grillage, on peut employer une feuille de zinc à toiture, de même surface, ou un écheveau de longs fils ou rubans métalliques, qu'on écarte dans le sol le plus possible les uns des autres.

Un terrain sablonneux, pierreux, serait très mauvais ; il faudrait en ce cas améliorer la « terre » en réunissant la plaque, le grillage ou les fils enterrés, à un tuyau de pompe ou à des piquets de fer profondément enfouis.

RÉCEPTION SUR CADRE D'AMATEUR

Les citadins, parce qu'ils habitent le plus souvent en appartements, ne peuvent pas d'ordinaire recevoir sur antenne.

La réception sur cadre, qui leur est dévolue (sans antenne ni prise de terre) n'a qu'un inconvénient : elle n'est généralement pas forte ; mais on peut l'amplifier.

Par contre, le cadre présente des avantages, je l'ai expliqué (v. p. 160 et 167).

On peut constituer soi-même un cadre *fixe* ou un cadre *orientable* (plus recommandable).

Le premier sera fait sur un mur, orienté au mieux par rapport à la station qu'on veut recevoir : on dessine sur ce

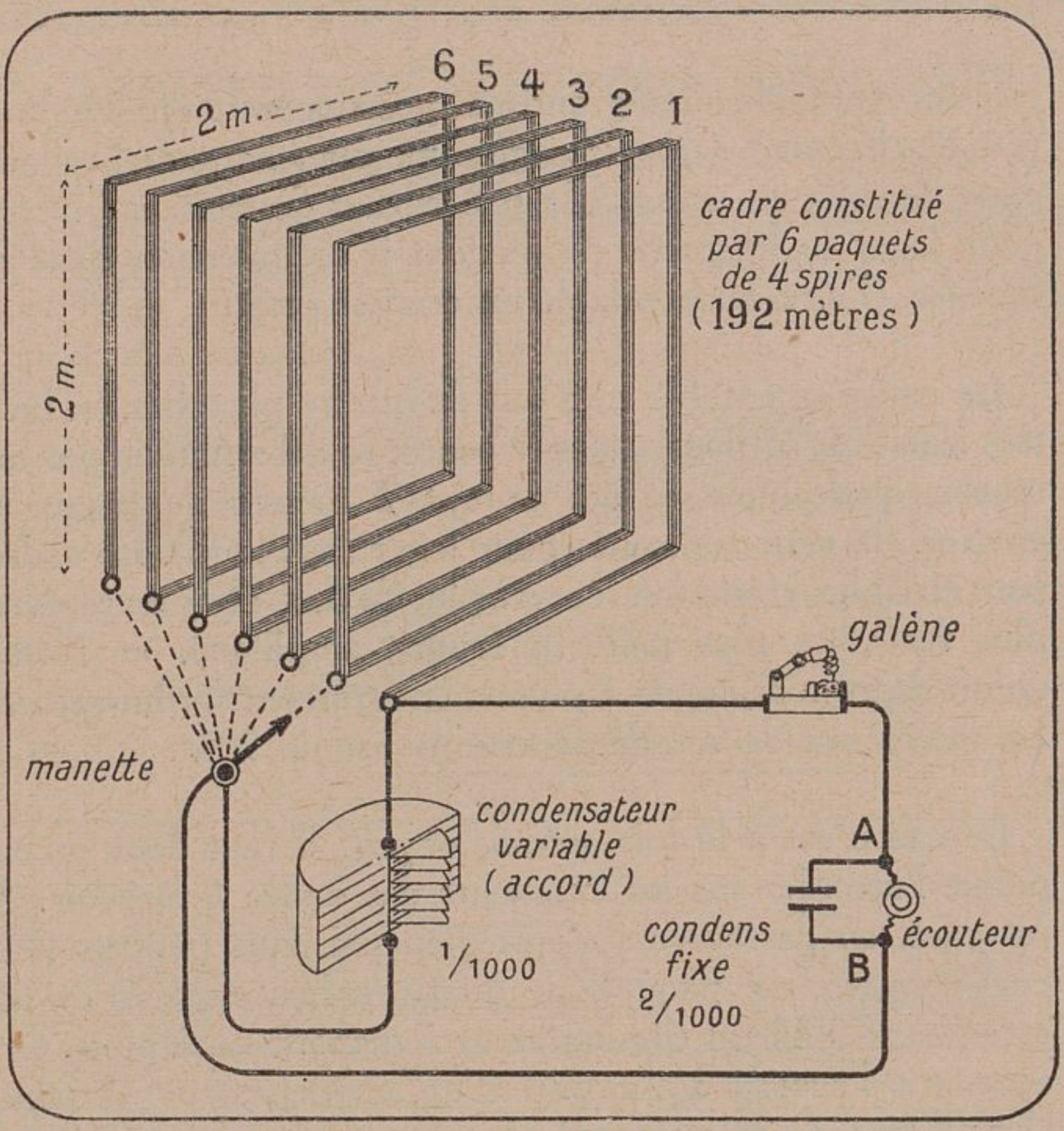


Fig. 72. — Schéma d'installation d'un cadre de réception. — Pour réaliser le cadre de 4 mètres carrés qu'indique cette figure, on achètera 200 mètres de fil à sonnerie ordinaire (9/10e de mill.), guipé, et on les installera sur le châssis en bois (fentes dans les angles). Les spires, bien tendues, seront séparées *toutes* l'une de l'autre par un espace de 1 centimètre. On les partagera en 6 sections de 4. Chaque section sera reliée à une des 6 bornes, ainsi que le montre la figure. On recevra ainsi : sur le premier plot (celui qu'indique la manette sur notre figure), des ondes d'environ 400 mètres, et sur le dernier, près de 3.000 mètres. On achèvera le réglage par un condensateur variable de 1 millième de microfarad (monté en dérivation). Le détecteur, placé dans le circuit, sera une galène. (V. p. 197.)

mur un rectangle aussi grand que possible, et on fixe en travers de chacun des quatre angles une planchette de bois dur dans laquelle on a fait à la scie autant de *traits* qu'il faut pour loger la longueur de fil dont il est question dans le schéma. (Faire au préalable un croquis coté.)

Le cadre orientable sera fait de quatre planches, en bois très léger, qu'on pourra *armer* contre la déformation par un moyen quelconque, et qui auront 2 mètres de longueur environ (largeur suffisante pour loger tout le fil). Le cadre peut être plus grand (on recevra plus de flux, donc on recevra plus fort), ou plus petit (il faudra amplifier). — Noter qu'un cadre n'a jamais à pivoter entièrement sur lui-même. Le maximum de ses déplacements est de 90°.

Le cadre est à la fois *antenne* et *self*. Il faut donc qu on puisse l'*accorder* sur les longueurs des ondes à recevoir. A cet effet, on partagera ses spires en plusieurs paquets (ici, par exemple, six paquets de quatre spires chacun) qu'on assemblera par un commutateur à manette ou à plots. On achèvera l'accord au moyen d'un condensateur variable (1 millième de microfarad).

APPAREILS DE RÉCEPTION IMPROVISÉS

L'antenne ou le cadre étant exécutés, l'amateur doit s'occuper des appareils proprements dits. Ce sont un *écouteur*

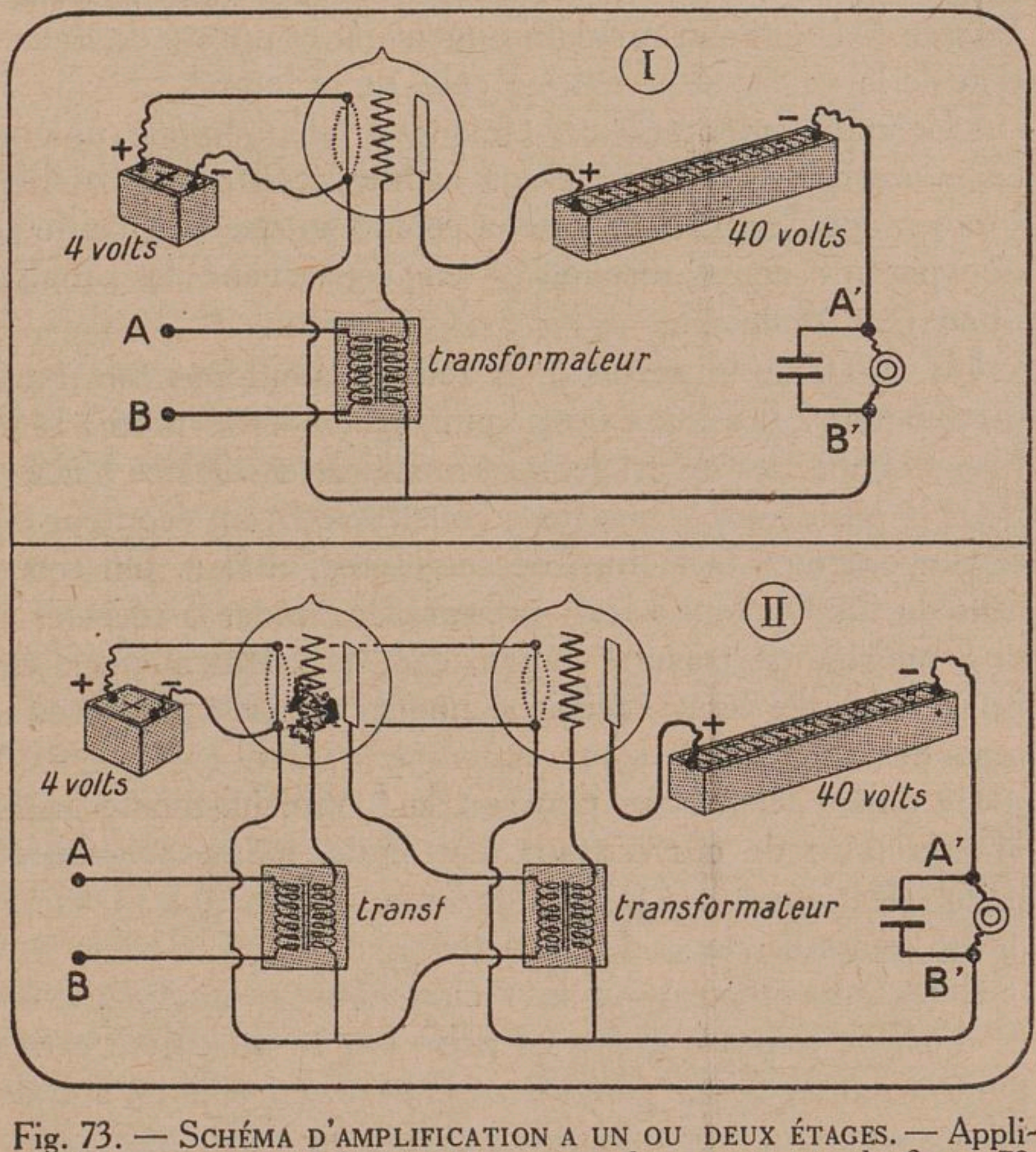


Fig. 73. — SCHÉMA D'AMPLIFICATION A UN OU DEUX ÉTAGES. — Applicable notamment à la réception par cadre que montre la figure 72. Il suffit de raccorder les points A et B des schémas ci-dessus à ceux de la figure 72, en transportant en A' B' l'écouteur et son condensateur fixe. — I. Un étage d'amplification B. F. — II. Deux étages.

et un détecteur à cristal, notamment une *galène*. La lampe, nous l'avons vu, exige deux batteries ; on ne l'emploiera comme détecteur que lorsqu'on aura pris goût réel à la T. S. F., ou si l'on est obligé de faire de l'amplification. Encore beaucoup d'amateurs jugent-ils la pureté de détection de la galène supérieure à celle de la lampe.

L'écouteur sera soit un récepteur téléphonique unique ordinaire que l'on maintient à la main contre son oreille, soit et mieux un casque à deux écouteurs que l'on coiffe et qui permet de « recevoir » en conservant les mains libres (fig. 53 et 77).

Un amateur, si adroit qu'il soit, ne peut pas fabriquer un écouteur. Il faudra donc qu'il achète cette pièce. Il la trouvera chez les électriciens, et même dans certains bazars. Pour le poste simple que nous construisons, un écouteur de 500, et mieux 1.000 ohms de résistance, suffira. Un écouteur de 2.000 ohms serait préférable encore. S'adresser à une maison de premier ordre, car les falsifications dans les résistances sont faciles, donnent de bas prix certes, mais des déceptions.

La galène, l'amateur pourrait la fondre lui-même, mais le prix d'un de ces cristaux tout faits, même soigneusement sélectionnés, est très faible (environ 2 fr. 50 à 3 francs). Je lui conseille donc de l'acheter.

Il fera de même pour le « chercheur », qui, même en fil d'or, ne dépasse guère ce prix. Un fil de cuivre *extrêmement mince*, mince comme un cheveu, enroulé en spirale et se terminant par une petite pointe en sifflet très aiguë, peut au reste assez bien convenir.

L'essentiel est que la galène soit pincée solidement dans une mâchoire *métallique* (qui formera un pôle) et que les

déplacements du chercheur soient possibles en tous sens, pour que l'on puisse explorer toute la surface du cristal (fig. 22).

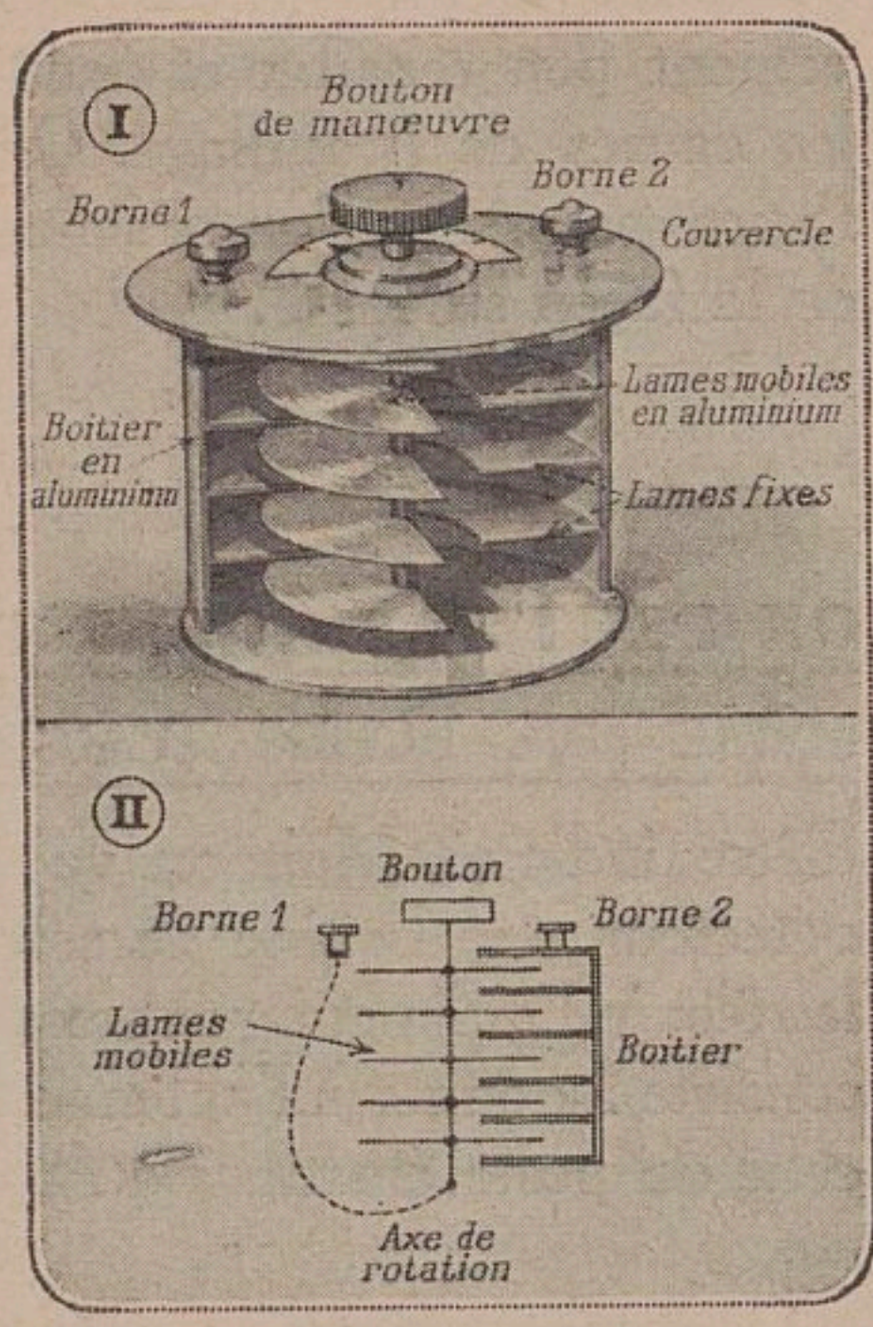


Fig. 74. — SCHÉMA D'UN CONDENSATEUR VARIABLE A AIR. — En I, les plaques mobiles sont sorties de moitié environ (pour la compréhension, les plaques sont montrées plus distantes les unes des autres qu'elles ne le sont dans la réalité). — En II, coupe schématique montrant la simplicité d'un tel appareil, dont la construction cependant demande beaucoup de précision.

MONTAGE DE RÉCEPTION LE PLUS SIMPLE

Le bout de l'entrée de poste sera relié au *chercheur* ; la galène, par son support métallique, à l'un des fils de l'écouteur ; l'autre fil de l'écouteur, à la prise de terre. C'est là tout le montage.

Dès lors, aux moments où vous savez (notamment par les journaux) que le grand poste le plus voisin va émettre, placez l'écouteur à votre oreille. Cherchez sur la galène le point de meilleure audition. Et vous entendez, — si vous avez bien observé mes recommandations.

Ce poste ultra-simple (par antenne sans bobine de self) permet de recevoir jusqu'à une centaine de

kilomètres les amorties des postes puissants. Mais il ne permet, évidemment, aucun accord. Par suite, il est relativement peu sensible et demeure en outre exposé à toutes les causes de brouillage. On aura donc intérêt, lorsqu'on l'aura essayé et qu'on se sentira en bonne voie, à l'améliorer de la façon suivante.

ON PEUT FABRIQUER SOI-MÊME UNE BOBINE D'ACCORD

Le montage d'un poste amélioré est analogue à celui qui vient d'être indiqué. Mais on va installer entre l'antenne et le détecteur une bobine de self, une bobine d'accord, dont le rôle, je l'ai longuement expliqué au cours de cet ouvrage, consiste à donner à l'antenne la même longueur d'onde que celle du poste émetteur qu'il s'agit d'écouter.

Comment construire cette bobine? Prenons un exemple et proposons-nous d'en exécuter une qui permette, avec une petite antenne en V, ou en patte d'oie ou en nappe, à brins de 20 mètres chacun, de recevoir à la fois les Postes et Télégraphes qui émettent sur 450 mètres, et la Tour Eiffel, dont le poste à étincelles travaille sur 2.600 mètres de longueur d'onde. Nous recevrons du même coup Radiola (poste de Levallois) qui opère sur 1.780 mètres.

Nous allons d'abord nous procurer, au besoin en le fabriquant nous-mêmes, un tube en bois, ou mieux en carton, simplement solide, de la forme d'un cylindre. Il aura 8 à 10 centimètres de diamètre, sur 25 centimètres de longueur environ. On peut réaliser ce tube par trois ou quatre boîtes

en carton du commerce qu'on colle bout en bout, qu'on recouvre d'un fort papier pour les bien assembler ; et on vernit solidement le tout (laisser sécher).

A l'extrémité de ce cylindre on pourra fixer, au moyen de

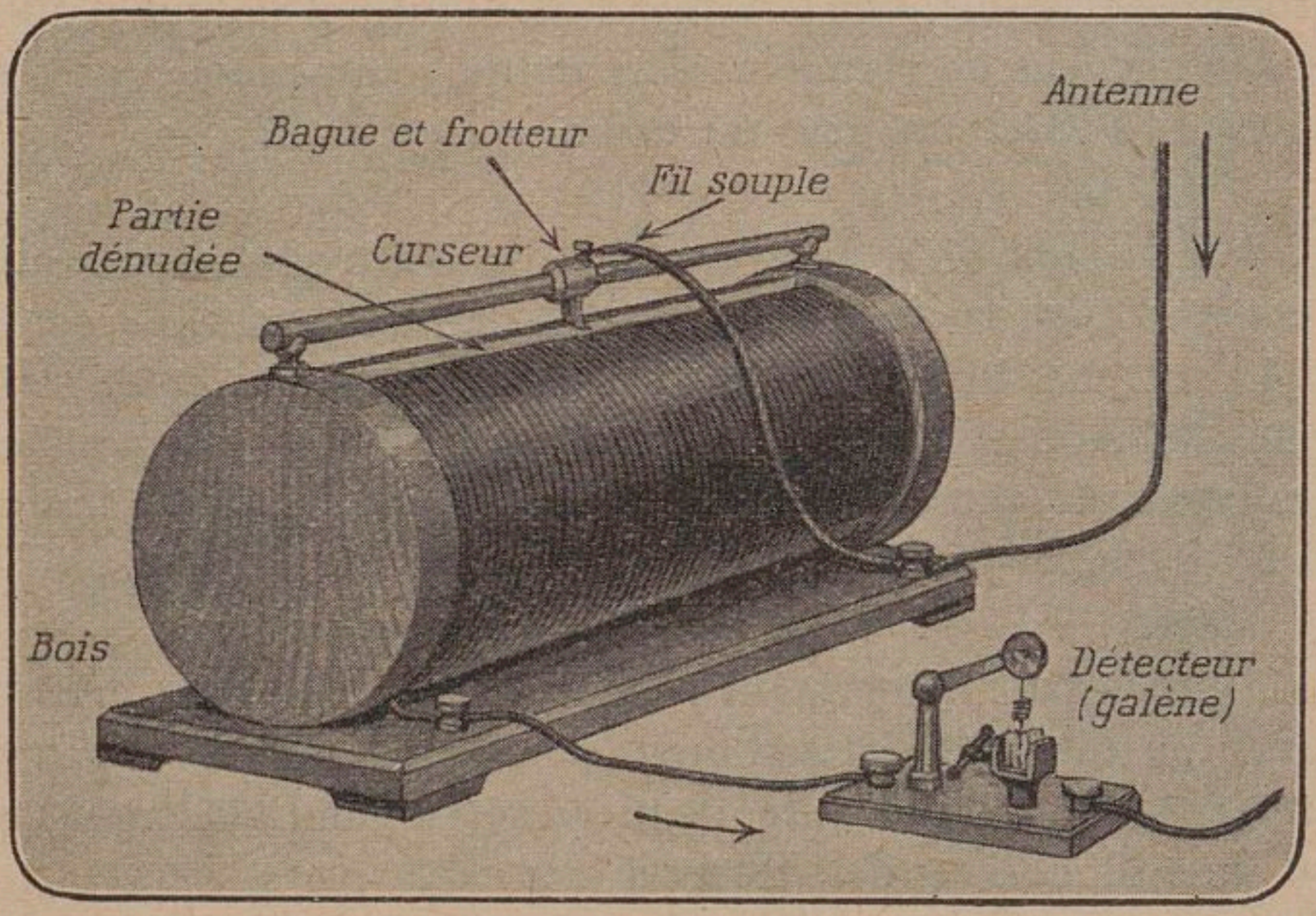


Fig. 75. — UNE BOBINE D'ACCORD, QU'UN AMATEUR ADROIT PEUT RÉALISER LUI-MÊME. — La longueur d'une telle bobine dépend, on le comprend, non seulement du nombre de spires enroulées, mais aussi de la grosseur du fil qui constitue ces spires. Si l'on prend, par exemple, du fil guipé de 1 millimètre 2, on pourra enrouler 150 à 200 spires sur une longueur de 25 centimètres au minimum. Au contraire un fil émaillé trés fin ramènerait peut-être la bobine à 10 ou 15 centimètres de longueur. — La longueur de la bobine dépend aussi de l'étendue du programme qu'on se pose : une bobine moyenne pourra s'accorder avec des ondes variant de 400 m. à 1.800 (P. T. T. et Radiola) ; une grande bobine pourra aller de 400 à 3.000, c'est-à-dire recevoir en plus la Tour Eiffel.

colle forte, des plaques en bois, rondes ou carrées, des *joues*.

Sur ce support, nous enroulerons des spires de fil de cuivre isolé de 8 à 10 dixièmes de millimètre de diamètre (1). Les spires doivent être jointives, et surtout enroulées toujours dans le même sens. Le fil sera tendu sur le cylindre aussi fort que possible. On terminera en enduisant le tout d'une bonne couche de vernis incolore ou de gomme laque, qu'on laissera sécher un jour ou deux.

La bobine, dans les conditions de notre problème, doit contenir environ 100 tours de fil. Elle permettra ainsi l'accord de l'antenne sur les longueurs d'ondes comprises entre 400 et 3.000 mètres, lesquelles forment pour l'amateur la gamme intéressante, puisque toute la téléphonie publique est émise sur des longueurs comprises entre ces deux chiffres.

Il nous faut maintenant munir cette bobine d'un dispositif qui nous permette d'intercaler dans l'antenne exactement le nombre de spires de fil qui correspond à la longueur d'onde de chacun des postes à recevoir.

Deux procédés nous le permettront :

(1) On choisira un fil à *guipage* (c'est-à-dire recouvert), de soie ou de coton, assez peu épais pour que la bobine ne soit pas volumineuse. Le fil à sonnerie ordinaire est un peu trop gros ; on ne l'emploiera que si on ne peut en trouver un autre. Il est peu recommandé de prendre un fil entouré de gutta ou un fil émaillé, parce qu'on ne peut le bien dénuder pour le passage du curseur qu'avec difficultés (voir plus loin). Cependant on réussira dans l'emploi d'un fil émaillé si la bobine, une fois faite sur le carton, est portée à une température voisine de 50 à 60 degrés (un simple fourneau de cuisine suffit). A cette température il est plus facile de dénuder le fil.

A. *Réglage de l'accord par un contact glissant.* — Pour ce, il va falloir dénuder sur la surface de la bobine, dans le sens de la longueur, une bande bien droite, large d'un centimètre environ (fig. 75).

On met le fil à nu avec un canif, manié d'une main légère car il ne faut pas attaquer profondément le métal. L'isolant enlevé, on décape parfaitement le cuivre au moyen d'un papier d'émeri très fin, et on installe, parallèlement à la bande dénudée, un frotteur métallique, qui peut être une simple lame de ressort fixée à un morceau de bois dur, ou une noix en bois dans laquelle on installe un ressort à boudin et une bille en acier de 5 ou de 6 millimètres, pour faire contact. On

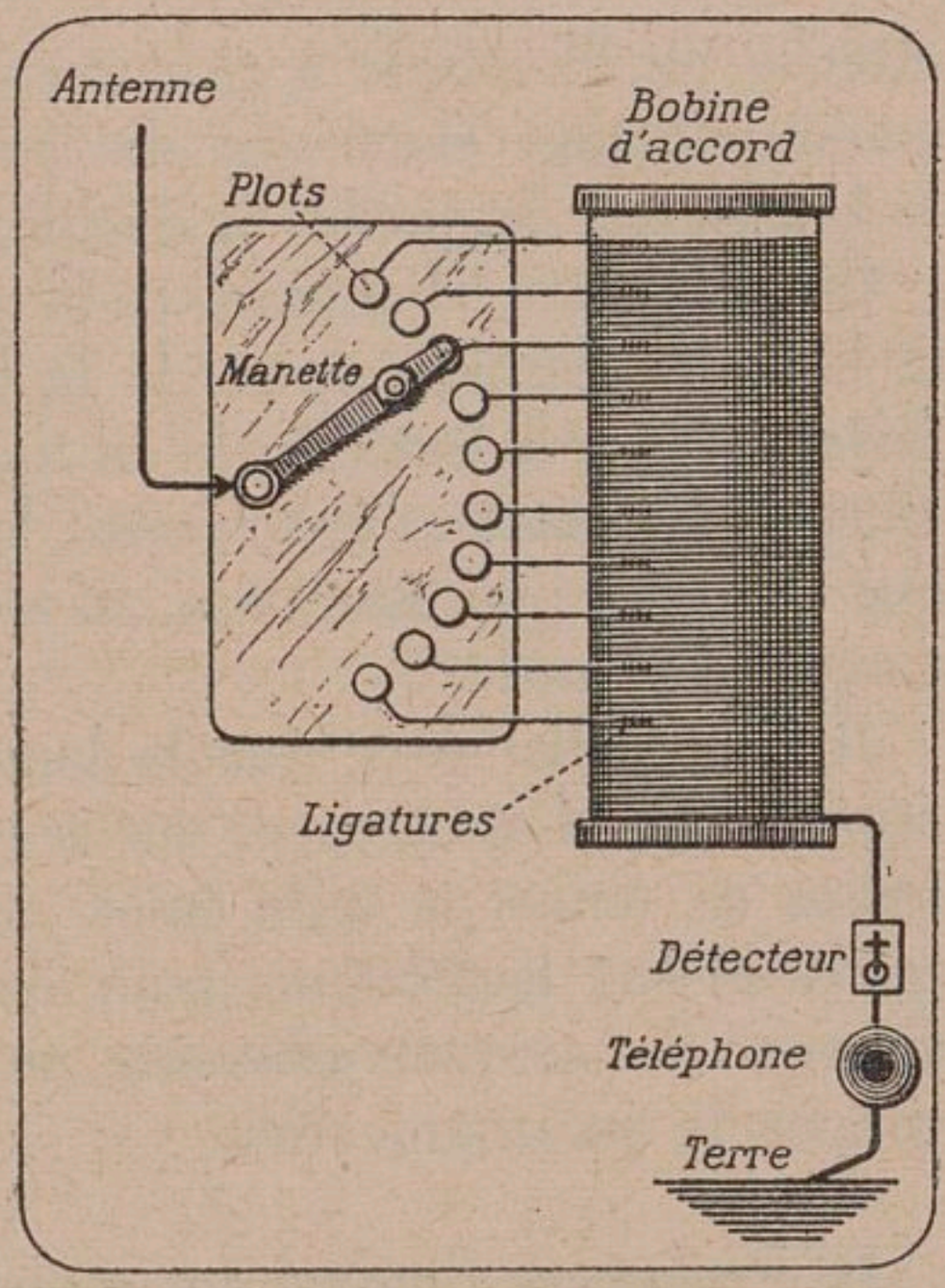


Fig. 76. — Installtion sommaire d'une bobine d'accord a plots. — La manette, dans la position qu'indique la gravure, est sur le plot 8. Le plot 1 — celui qui correspond à la plus petite longueur de fil utilisée par le courant — se trouve dans le bas de la bobine. Les spires inférieures, qui ne portent pas de plot, représentent le minimum de self qui puisse être donné au circuit considéré.

On peut réaliser une bobine analogue au moyen de *galettes* ou de *fonds de panier* (enroulements de self extrêmement plats) qu'on trouve dans le commerce. Chaque élément a un fil d'entrée et un fil de sortie ; on monte les fils en série sur les plots.

attache un fil souple à ce curseur, et l'on établit ainsi la communication électrique du curseur avec les spires de la bobine sur lesquelles il circule.

On relie alors à l'antenne ce fil souple venant du curseur ; le fil de la dernière spire de la bobine, au détecteur. En faisant glisser le frotteur sur sa tige, on intercale entre l'antenne et le détecteur exactement le nombre de spires de self que l'on veut : on tâtonnera, au moment de l'audition, pour trouver l'accord.

Il faut veiller à ce que la lame ou la bille du frotteur appuie bien franchement sur les spires. On repassera de temps en temps la toile émeri sur la partie dénudée des spires et sur le frotteur, pour que l'oxydation, la grande ennemie des contacts glissants, ne vienne pas un beau jour couper la communication.

B. *Réglage de l'accord par manette et plots.* — Le second procédé de réglage de l'accord, préférable mais un peu plus difficile à réussir, consiste dans l'emploi d'un commutateur multiple à *manette* (fig. 76).

Une planchette de bois dur et bien sec porte, d'une part une dizaine de plots métalliques (de simples clous de tapissier suffisent), fixés dans le bois suivant une portion de circonférence dont l'axe de la manette est le centre ; elle porte d'autre part une manette métallique, qui peut frotter successivement sur tous les plots. Cette manette porte elle-même une vis de connexion à laquelle on attache le fil d'antenne.

On relie les spires de la bobine de 10 en 10 à l'un des plots du commutateur par de petits fils souples, ligaturés au point voulu sur une spire dénudée de la bobine. Ou

bien on monte, sur des bagues en carton de 1 centimètre de largeur, 10 spires, solidement collées et vernies, dont on laisse libres sur quelques centimètres les deux extrémités. On installe les 10 petites bobines côte à côte, et on fixe sur un même plot les extrémités de deux voisines.

Par exemple, pour une bobine de 100 spires, on reliera la dixième spire au plot 1 ; la spire 100, au plot 10.

Si nous faisons tourner la manette sur les plots, nous introduisons dans l'antenne un nombre de spires qui varie par multiple de dix.

En pratique, on arrive à de bons réglages par le procédé des plots, bien que théoriquement le système à curseur, qui fait varier les spires une par une et non par paquets, soit plus précis. Mais les curseurs donnent fréquemment de mauvais contacts et mettent presque toujours deux spires au moins en court-circuit. (Voir *Principes Fondamentaux.*)

❀ ❀

Montage et réglage du poste. Qu'a-t-on à faire maintenant pour recevoir un grand poste émetteur?

Rien que de très simple : aux moments où le poste va travailler pour envoyer les communiqués de presse ou les messages météorologiques, ou les signaux horaires, l'amateur s'installe devant l'appareil de réception, place le casque d'écoute sur sa tête et, d'une main, met la pointe du détecteur sur le cristal de galène ; de l'autre, il fait varier le nombre de spires de la bobine introduites dans l'antenne (en remuant

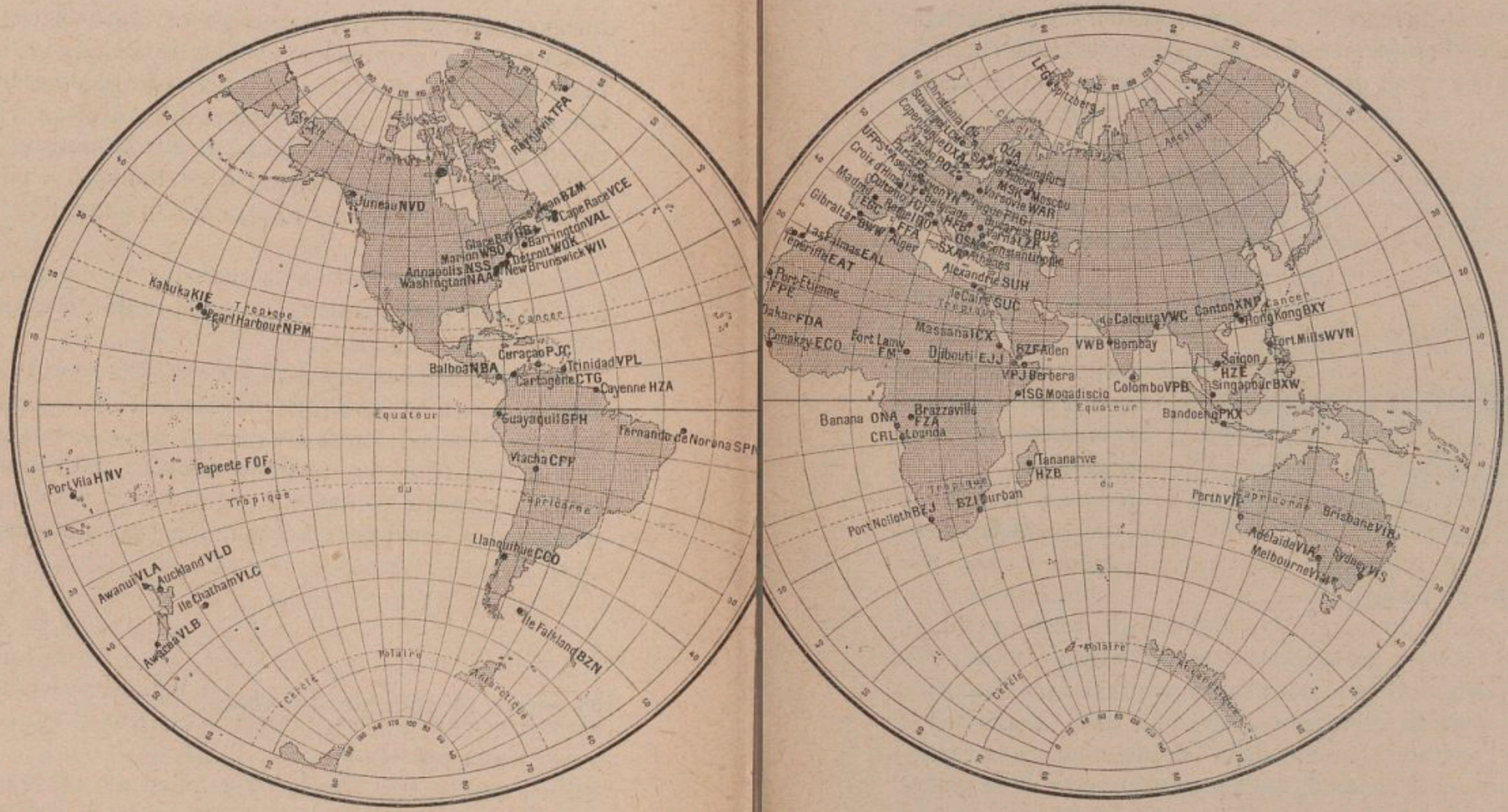


Fig. 81. — VINGT-CINQ ANS APRÈS LES PREMIÈRES EXPÉRIENCES DE LABO[IRE]. — LES GRANDS POSTES MONDIAUX. — Des postes de T. S. F. sont répartis sur tous les continents et permettent d'établir un réseau de cor[nications] instantanées. Les plus célèbres sont, en Europe : la Tour Eiffel (indicatif F. L.), Sainte-Assise (UFP), Madrid (EGC), Rome (IDO), C[altar] (BWW), Bucarest (BUC) ; en Afrique : Dakar (FDA), Brazzaville (FZA), Tananarive (HZB) ; en Asie : Calcutta (VWC), Bombay (VWB[aïgon] (HZE) ; en Océanie : Melbourne (VLM), Sydney (VIS), Auckland (VLD), Papeete (FOF) ; en Amérique ; le cap Race (VCE), Washingt[(NAA)], Cayenne (HZA), Fernando de Norona (SPN).

le curseur ou la manette du commutateur). En une certaine position de la pièce, il entend les signaux du poste cherché ; alors, il fait varier de quantités plus grandes ou plus petites les spires de la bobine, cherchant le maximum d'audition.

Il parachève le réglage du détecteur en promenant légèrement la pointe sur la galène, pour trouver peut-être un point plus sensible encore du cristal. Le poste est réglé.

❀ ❀

Le buzzer. La recherche du point sensible sur la galène est quelquefois assez longue. Pour la déterminer avant qu'arrive le moment de la communication, on peut employer un petit appareil de vérification.

Le buzzer (de l'anglais *to buzz*, bourdonner) se présente dans le commerce sous la forme d'un tout petit émetteur d'ondes, un minuscule vibrateur, qu'actionne une pile de lampe de poche.

On se coiffe du casque. On approche le buzzer du fil qui réunit l'antenne au détecteur, et on le met en marche. Les ondes qu'il débite induisent un courant dans l'antenne. Si la pointe du chercheur est sur un point sensible de la galène, l'opérateur entend dans l'écouteur un petit ronflement ; mieux il l'entend, meilleur est le point de la galène attaqué. On se prépare ainsi à recevoir les ondes du grand poste dans d'excellentes conditions.

Il est facile de fabriquer un buzzer, simplement avec une sonnerie électrique. On en retire le timbre ; elle peut alors vibrer presque sans bruit. Si on la place près du

détecteur, on entend dans l'écouteur des bruits d'intensité variable, qui permettent de régler au mieux la position du chercheur.

Mais le buzzer ne présente pas, en somme, une bien réelle utilité.



Fig. 77. — RÉGLAGE DU DÉTECTEUR A GALÈNE A L'AIDE D'UN BUZZER.

APPAREIL A DEUX CIRCUITS Pour constituer un dispositif de réception encore amélioré, qui permette non seulement des accords précis, mais encore l'élimination aussi de postes qui peuvent brouiller la transmission que l'on écoute, il faut séparer le circuit d'antenne et le circuit qui comprend le détecteur et l'écouteur. Il faut faire de la *réception indirecte*, c'est-à-dire par induction.

Un amateur adroit et patient peut évidemment construire lui-même cet appareil de réception ; mais je dois l'avertir qu'il rencontrera là des difficultés.

Il s'agit, en effet, de construire deux bobines de self qui puissent se coupler électriquement. C'est un travail assez considérable et assez délicat.

En général, on établit ces deux bobines sur des diamètres différents, de façon que la bobine du circuit de l'écouteur puisse entrer dans la bobine de self d'antenne. Cette disposition assure un bon *couplage*.

Mais, en outre, l'appareil doit comporter deux condensateurs variables. La construction de ces appareils est donc en somme peu aisée. Les meilleurs condensateurs en effet sont à air ; or dans ces appareils les lames doivent glisser l'une dans l'autre, *sans se toucher* et à intervalles *rigoureusement égaux*. Il doit y avoir isolement absolu entre les deux séries de lames, sans quoi le condensateur ne fonctionne pas, etc. (fig. 74).

On fera sagement en achetant tout faits ces condensateurs variables, et en ne les achetant que dans une maison de premier ordre.

Un amateur, s'il possède quelques notions d'électricité assez sérieuses, un peu d'adresse manuelle, et le temps de les mettre en jeu, peut, et même doit, essayer de réaliser un petit poste de réception simple. Mais, en toutes autres conditions, il devra se contenter d'acquérir un appareil du commerce, parce qu'il y a, pour la réalisation heureuse de tous ces dispositifs, des finesses à observer qui, sincèrement, ne sont guère du domaine de l'amateurisme.

On voit, en résumé, que la T. S. F. est bien à la portée même du plus humble des amateurs. L'ingéniosité, dans une grande mesure, peut suppléer ici à la richesse. La plus fruste des installations, réalisée avec intelligence et précautions, fait parfois merveille.

Essayez, essayez...

CHAPITRE VII

Les applications de la T. S. F.

Il est naturellement impossible de faire un exposé complet des applications que reçoit et recevra la Sans-fil. Chacun de nous peut les demander à son imagination et les soumettre à sa raison ; rarement, en cette question éthérienne, l'imagination et la raison ne se trouveront pas d'accord. Les applications déjà connues, celles qu'on a commencé d'entr'apercevoir, montrent en effet l'étrange diversité des pouvoirs de la T. S. F., et dans des domaines où l'on ne s'attend pas tout d'abord à la rencontrer.

LA CORRESPONDANCE PRIVÉE

Jusqu'ici, la T. S. F. n'a presque pas servi à des correspondances privées. D'ailleurs, en cette application, elle ne présente qu'un très mince intérêt. L'insécurité de telles correspondances, qui peuvent — théoriquement — être

surprises par le monde entier, les rend peu attrayantes. S'ils veulent le secret, un code devient obligatoire entre les correspondants, qui attribue aux chiffres, aux lettres et aux mots des sens conventionnels. Mais un tel code, où la lettre Z remplace la lettre B, où le mot *parfum* signifie *amour*, etc., complique singulièrement la télégraphie pour les non-spécialistes et rend presque impossible la téléphonie.

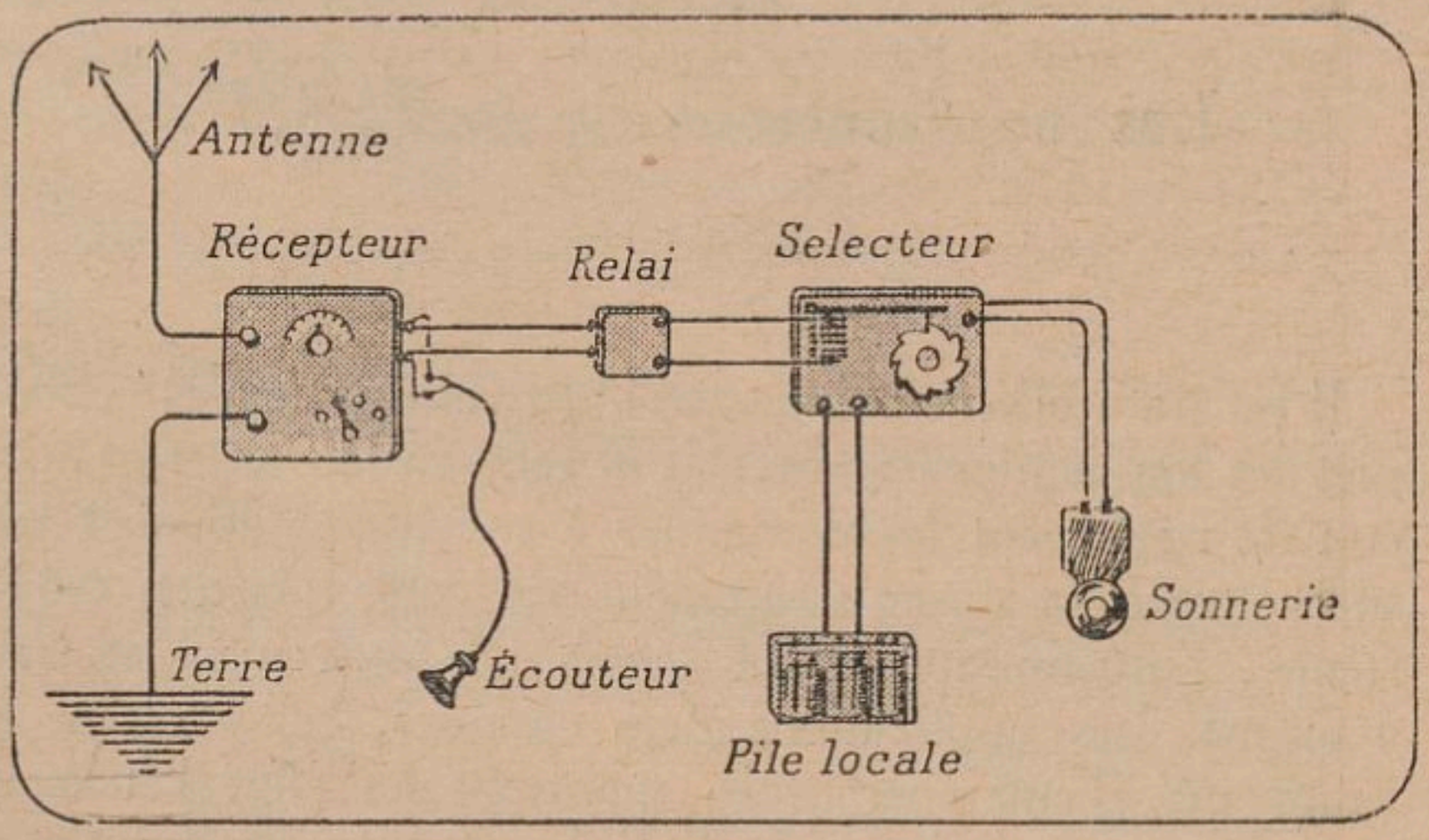


Fig. 78. — Schéma d'un dispositif d'appel radiotélégraphique.

D'ailleurs, de quel code les indiscrets ne parviennent-ils pas à trouver la clé?

Enfin l'autorisation d'émettre, qui n'est encore chez nous dévolue qu'à quelques particuliers et après enquête sérieuse, ne comporte jamais, dans les agglomérations tout au moins, le droit d'échanger avec un correspondant une conversation privée. Le but scientifique seul est admis en ces colloques — surveillés d'ailleurs par des postes d'écoute.

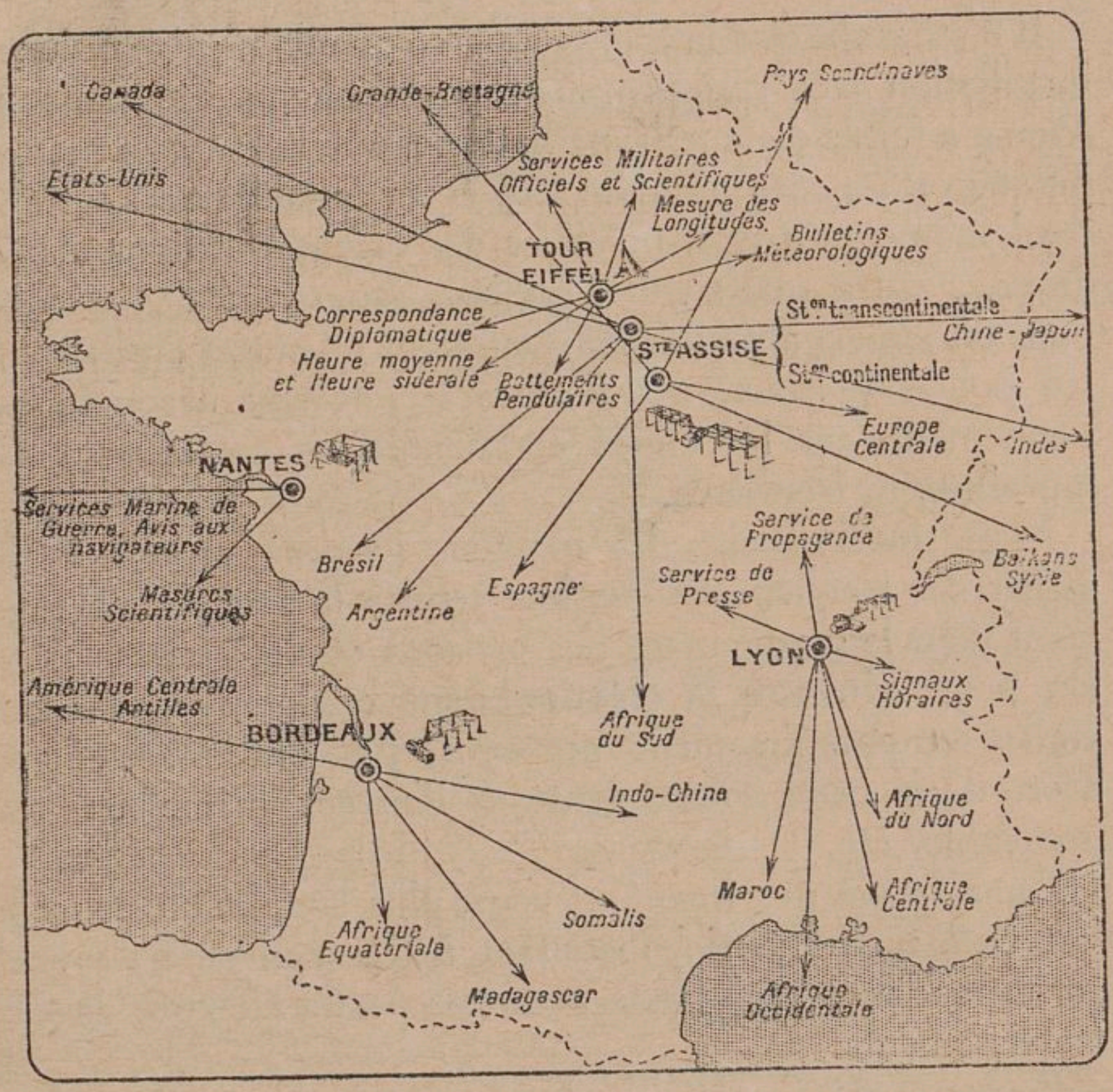


Fig. 79. — Carte des services radiotélégraphiques assurés par les stations de T. S. F. les plus puissantes de France (d'après *Radio-Electricité*). — La station la plus puissante est Sainte-Assisse (puissance dans l'antenne, 1.500 kw). Puis viennent : Bordeaux (puissance dans l'antenne, 500 kw), Lyon (puissance dans l'antenne, 150 kw), Nantes (puissance dans l'antenne, 100 kw) et la Tour Eiffel (puissance dans l'antenne, 60 kw). — (Les *battements pendulaires* dont il est ici question à propos de la Tour Eiffel (et qui d'ailleurs si souvent gênent les réceptions téléphoniques des amateurs) permettent aux astronomes de faire des comparaisons de pendules par la méthode des coïncidences.)

Il n'empêche que la Sans-fil, parce qu'elle n'exige qu'une installation très rudimentaire pour l'échange de signaux Morse à faible distance (une batterie, une bobine, un manipulateur d'un côté ; un détecteur et un écouteur de l'autre), rend momentanément possibles des communications clandestines entre malfaiteurs, espions, etc., dans des conditions où jamais autrefois ils n'auraient pu entrer en liaison. La police y trouvera un obstacle nouveau à son fonctionnement, car les ondes hertziennes ne connaissent ni murailles, ni frontières.

Mais, inversement, les mauvais garçons auront à se méfier des traquenards que leur tendra la Sans-fil, notamment pour le gardiennage des maisons et des coffres-forts. On peut admettre la création, dans quelques années, de vigiles automatiquement prévenus, par ondes sélectionnées, d'un cambriolage tenté à l'instant même en tel immeuble, etc.

Dans la vie des honnêtes gens, plus simple, on conçoit fort bien un industriel installant à très peu de frais une correspondance sans-filiste avec une partie éloignée de ses établissements.

Pourquoi même, ainsi que le montre par une anticipation très légère une gravure de *l'Illustration* (fig. 37), un automobiliste en détresse n'appellerait-il pas à son aide un garagiste voisin et ne recevrait-il pas ses conseils sur l'antenne même qui, à l'étape, lui permet de capter un concert? Pourquoi par radiogoniométrie élémentaire, les automobi listes ne se préviendraient-ils pas mutuellement de leur présence, à l'approche des croisements ou dans les chemins tortueux des montagnes, etc.?

Un problème épineux.

Le jour approche certainement en effet — il a lui aux États-Unis, il y a environ un an —

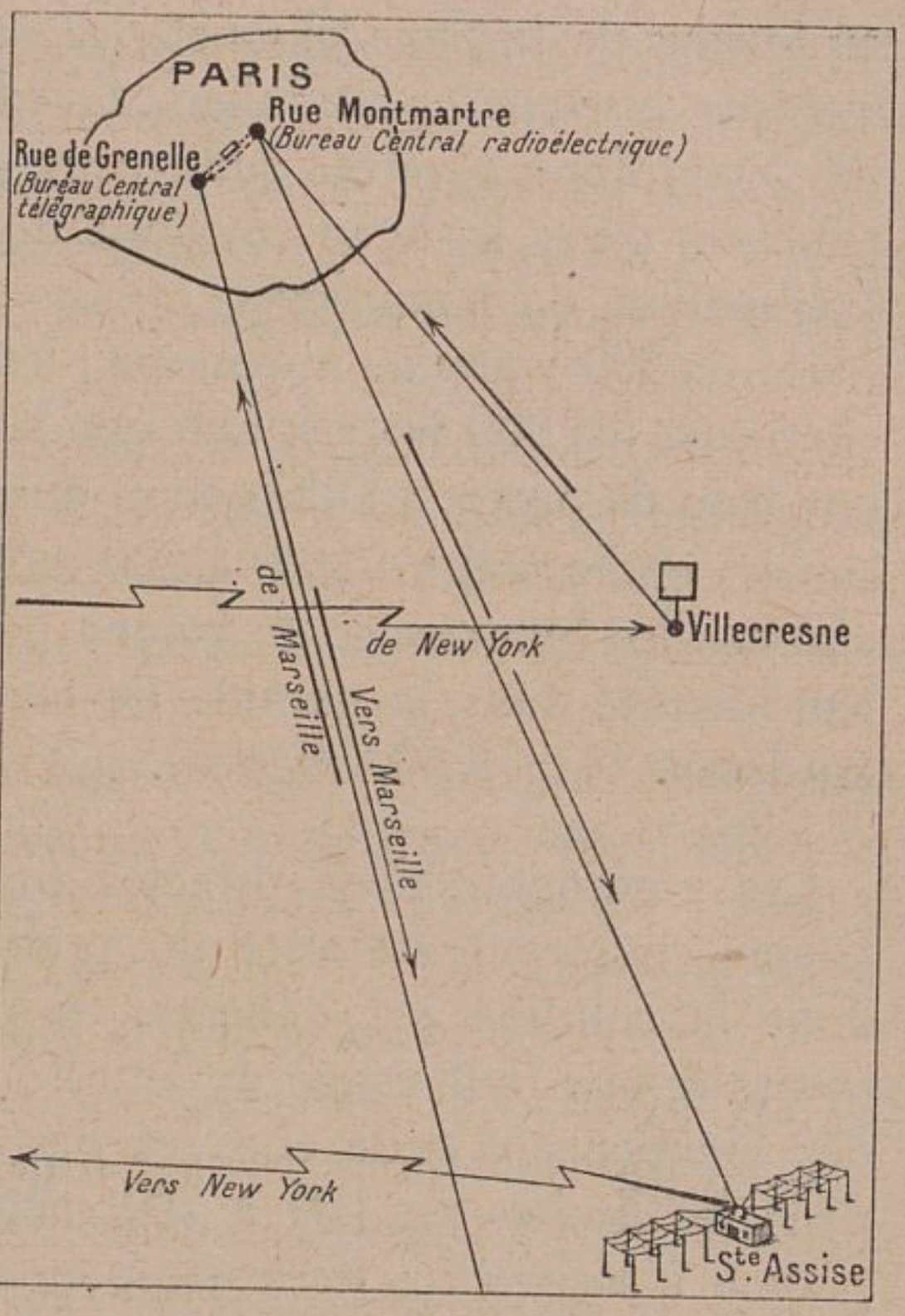


Fig. 80. — Mode d'envoi et de réception d'un radiotélégramme. — Tous les bureaux de poste du territoire français peuvent accepter aujourd'hui l'envoi d'une dépêche par T. S. F. (radiotélégramme). Imaginons qu'un radiotélégramme soit déposé à un bureau de poste de Marseille, à destination de New-York. Le texte sera transmis par appareil Baudot (appareil télégraphique inscripteur) au bureau *Central télégraphique* de Paris, rue de Grenelle ; de là, il sera envoyé par tube pneumatique au bureau *Central radioélectrique*, rue Montmartre, où des appareils automatiques, reliés à la station transcontinentale de Sainte-Assise, produiront directement l'émission (en signaux Morse) vers l'Amérique. Un poste d'écoute de la côte américaine captera les signaux, qui seront remis au destinataire par un bureau télégraphique de New-York.

La réponse de New-York à Marseille se fera de façon inverse : transmission par appareil inscripteur, émission, réception en France sur les cadres du centre d'écoute de Villecresnes (fig. 55 et 56), enregistrement direct au Central télégraphique et retour à Marseille.

Toutes ces opérations pourront n'avoir demandé que quelques minutes.

où l'usage de la Sans-fil émettrice sera, en France, pratiqué par quelques particuliers. L'Administration y mettra des conditions sévères, sous peine de laisser l'anarchie pénétrer dans le beau royaume des ondes : par exemple, l'obligation de n'employer qu'une puissance petite (on parle de 500 watts au maximum ; les Américains ont droit, chez eux, à 1.000 watts), afin que les ondes émises n'aient pas trop de portée ; l'obligation aussi de ne travailler que sur des ondes courtes (100 à 200 mètres, dit-on, en projet), afin que les bateaux et les avions puissent trouver chacun leur identité dans la gamme de longueur d'onde qui vient au-dessus (425 à 600 mètres).

Les communications directes par sans-fil entre particuliers soulèvent au reste un problème d'ordre physique dont la solution est délicate. Si plusieurs amateurs en même temps font usage de leurs appareils d'émission sur des longueurs d'onde choisies par eux au hasard, même dans les limites de 100 à 200 mètres, une terrible cacophonie s'ensuivra : les correspondants recevront en bloc dans leurs écouteurs plusieurs conversations enchevêtrées, et ils n'auront plus qu'à « raccrocher ». Il est donc indispensable que l'Autorité se mêle encore une fois de leurs affaires, qu'elle attribue à chaque poste émetteur une longueur d'onde qui lui soit propre.

Mais cette solution est plus théorique qu'efficace. Car, bien entendu, elle ne protège en aucune façon les correspondants contre les indiscrets, qui pourront toujours s'accorder sur les ondes des voisins ; et, d'autre part, le nombre des numéros d'onde, des *identités*, que l'Administration distribuera, est extrêmement limité.

Actuellement, en effet, on arrive sans difficulté à distinguer entre elles des longueurs d'onde qui diffèrent d'environ 1 %. Par exemple, on ne confond pas une longueur d'onde de 500 mètres et une autre de 505, si les appareils sont d'excellente qualité ; mais on ne différencie pas 502 et 503. Etc.

On peut donc admettre 20 postes travaillant en même temps, sans confusion, entre 500 et 600 mètres de longueur d'onde : les postes 500, 505, 510... 590 et 595.

Il n'y a pas là de quoi satisfaire beaucoup d'ambitions !

Le progrès ne nous laissera pas en détresse. Admettons que bientôt on parvienne à distinguer entre elles des longueurs différant de 1 centimètre au lieu de 5 mètres, par exemple 507 m. 82 et 507 m. 83. On pourra admettre 10.000 postes entre 500 et 600 mètres.

Il faudrait dès lors, en raison de la petitesse de leur puissance d'émission, qui ne leur permet pas de rayonner loin et de troubler les communications d'autres grandes agglomérations, que les habitants des villes importantes fussent autorisés à employer une gamme de longueurs beaucoup plus étendue. Par exemple, si les Parisiens pouvaient émettre entre 200 et 2.200 mètres, on trouverait à placer entre ces deux chiffres 200.000 abonnés : le « numéro de téléphone » serait désormais celui de la longueur d'onde. Les deux longueurs que je viens de citer (507,82 et 507,83) remplaceraient un quelconque *Passy* 07-82 ou *Passy* 07-83 du régime actuel.

Une réglementation identique serait donnée aux grands centres tels que Lyon, Marseille, Bordeaux, Nantes, etc. Mais on n'aurait d'autre moyen de distinguer le 507,82

de Lyon du 507-82 de Marseille que par leurs intensités, qui décroissent avec la distance.

Il faut bien reconnaître que toutes ces combinaisons sont encore entachées de vague.

D'ailleurs, je le répète, la téléphonie par Sans-fil privée ne possède aucune supériorité sur la téléphonie par fils bien installée et bien administrée. Sa pauvreté la protégera donc de la cacophonie finale.

❀ ❀

De la téléphonie sans fil avec fil. Mais les procédés sans-filistes sont venus au secours de la téléphonie ordinaire par fils, d'une façon extrêmement élégante. Voici des faits, dont nous n'analyserons pas la technique.

J'ai dit avec quelle aisance les ondes de l'éther sont captées et conduites par toute masse ou tout fil de cuivre ou de fer. La haute fréquence semble se plaire à courir sur l'épiderme des conducteurs (c'est le *skin-effect*, effet de peau, des Anglais). On peut donc utiliser une ligne télégraphique ou téléphonique ordinaire à expédier par elle, et simultanément, plusieurs conversations téléphoniques émises sur courant à haute fréquence, à la condition qu'elles soient chacune établies sur une longueur d'onde particulière.

Il en résulte d'abord que les réseaux encombrés sont soulagés, puisque leur débit est ainsi fort accru; ensuite, que les distances franchies par la voix sont énormément augmentées. Alors que le téléphone simple, vaincu par

les résistances fatales des câbles, ne portait guère, il y a deux ou trois ans, à plus de 2.000 à 3.000 kilomètres, les ondes de haute fréquence ont permis en 1921 une communication verbale entre l'île de Cuba et l'île de Santa-Calina, en passant par Washington, c'est-à-dire à 9.000 kilomètres de distance !

Nous ne nous attarderons pas davantage sur cette application un peu spéciale.

❀ ❀

Mais peut-on sonner ? Évidemment, si l'on désire qu'un correspondant prenne l'écouteur, faut-il qu'on puisse tout d'abord lui exprimer le désir d'entrer en conversation !

En téléphonie sans fil, peut-on agir sur une sonnerie d'appel?

Dans les services publics où la téléphonie sans fil est employée, par exemple dans l'armée, des hommes à tour de rôle sont mis de faction, le casque aux oreilles, pour recevoir tout appel émis par un correspondant. On conçoit que ce procédé ne soit pas applicable dans les relations commerciales ou privées...

Sonner? La solution paraît simple : il suffit d'interposer dans le circuit de réception un relais électrique qui transmette ou supprime pour une sonnerie le courant d'une pile et qui ne fonctionne que sur une longueur d'onde bien déterminée. Donc, si le poste d'appel émet exactement sur cette longueur, la sonnerie retentira. Pour toutes autres longueurs, elle se taira.

L'expérience montre que ce dispositif fonctionne fort mal, en affolé, même si la syntonie est excellemment faite. Les faux appels sont constants, dus soit à un poste voisin et puissant qui travaille cependant sur des longueurs différentes, soit à des effets d'électricité atmosphérique.

Il a fallu trouver mieux. On n'a pu qu'améliorer le système, mais on y est si bien parvenu qu'il fonctionne maintenant sur de véritables clés de sûreté. On interpose entre le relais et la sonnerie un *sélecteur*, appareil qui dépend à la fois de l'industrie électrique et de l'industrie horlogère, et ne se déclenche, c'est-à-dire ne laisse passer le courant vers la sonnerie, que si une série de trois ou quatre signaux particuliers vient frapper le relais.

Le poste qui appelle doit nécessairement connaître et émettre exactement la combinaison, faute de quoi la sonnerie demeure muette. Cette combinaison sera, par exemple, la lettre U (- - —), suivie du chiffre 7 (— — - - -) ou une série de points et de traits convenus n'ayant à la lecture aucun sens usuel. (Voir *la Télémécanique*, p. 229.)

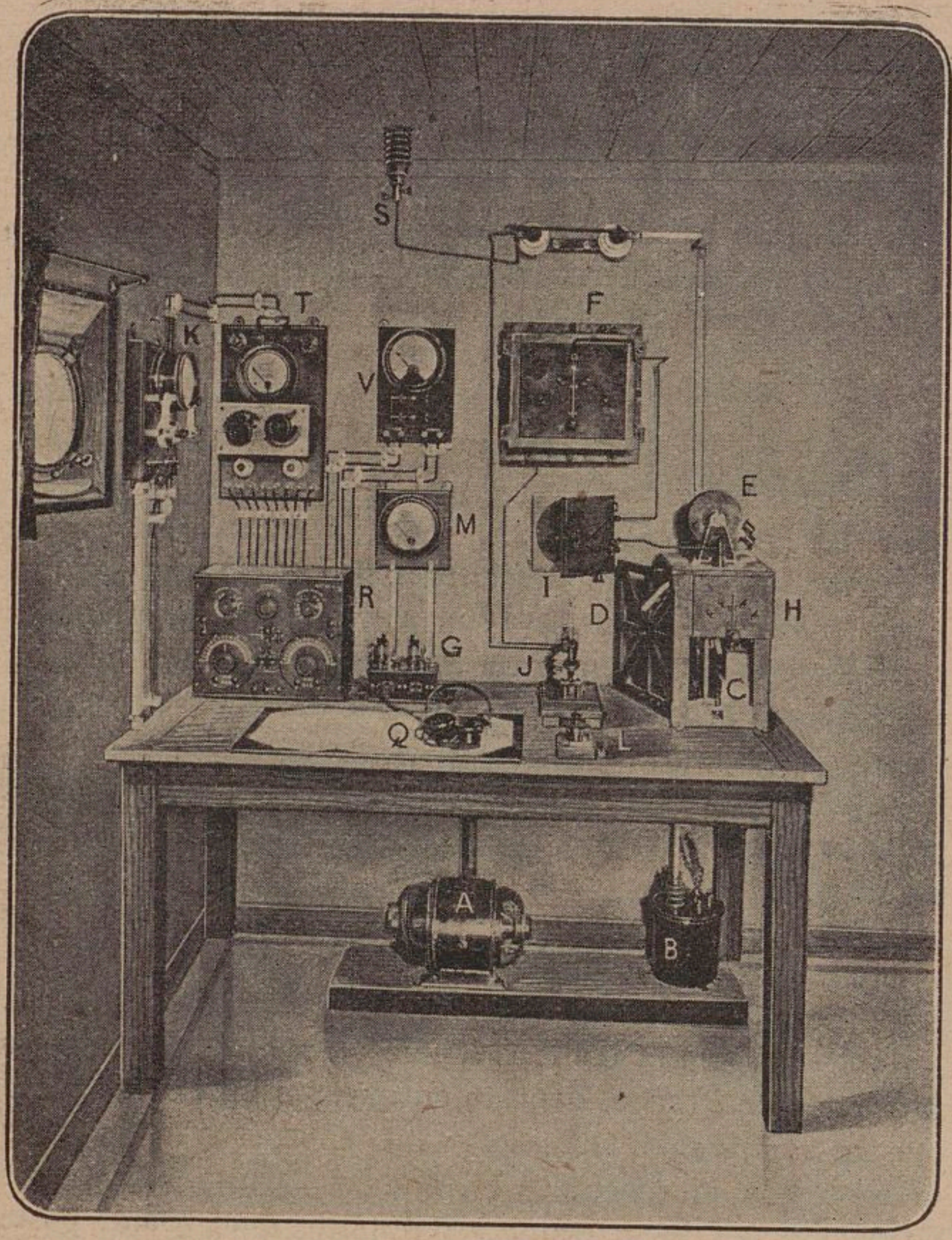


Fig. 82. — L'INSTALLATION D'UN POSTE DE T. S. F. A BORD D'UN GRAND CHALUTIER. — A, groupe moteur-alternateur. — B, transformateur — C, poste d'émission. — D, accouplement. — E, éclateur. — F, self d'antenne. — G, boîte des détecteurs. — H, coffret d'émission. — I, variomètre. — J, commutateur pour l'émission et la réception. — K, tableau du moteur. — M, ampèremètre. — Q, casque. — R, boîte d'accord du récepteur. — S, entrée de poste. — T, tableau. — V, voltmètre.

LES SERVICES PUBLICS

La vraie destination des ondes de la Sans-fil, puisqu'elles appartiennent toutes à qui sait les capter, et qu'il y en a toujours pour tout le monde, semble être le service public.

❀ ❀

La télégraphie. A cet égard, on les a tout d'abord appliquées à la télégraphie, surtout pour les grandes distances. Jusqu'alors, les continents étaient reliés télégraphiquement par des câbles sous-marins, appartenant d'ailleurs à l'Angleterre pour la plupart ; ainsi les communications de la France avec ses colonies demeuraient placées sous le contrôle et le bon vouloir de l'étranger. Aujourd'hui, par Sans-fil, nos grands postes nationaux (voir la carte de la page 206) relient directement notre pays avec toutes ses possessions dans toutes les parties du monde.

Les particuliers d'ailleurs utilisent chaque année davantage, pour les besoins de l'industrie ou du commerce, les voies publiques de télégraphie sans fil. Les messages à émettre de France, déposés en quelque bureau de poste que ce soit sur le territoire, sont envoyés par les voies ordinaires à la puissante station de Sainte-Assise, près de Melun, qui les expédie à n'importe quel grand poste mondial.

La clientèle croît de mois en mois : dans le trafic *Paris-Londres*, par exemple, le nombre des mots transmis quotidiennement était de 950 en janvier 1921 ; il a été de plus de 7.000 en janvier 1923.

Paris-New-York a donné 4.000 mots quotidiens en septembre 1922, et 11.500 en janvier 1923, quatre mois après l'ouverture du service, etc.

Pour certains télégrammes expédiés de Sainte-Assise aux États-Unis, la réponse est arrivée à Paris 45 minutes après leur dépôt.

La T. S. F. débutante expédie aujourd'hui dans notre continent, ou hors du continent, presque le tiers des télégrammes venant de France ou transitant par la France (1) !

❀ ❀

Les services de guerre. On soupçonne, sans que j'insiste, les applications extrêmement nombreuses, infiniment variées et utiles que trouve dans la guerre la T. S. F. Les années 1917 et 1918 ont vu la Sans-fil, notamment dans l'armée française, progresser au point que, l'armistice signé, notre pays a pu prendre en cette science la tête qu'aujourd'hui encore il possède.

Mais éloignons-nous un peu de ces scènes...

---

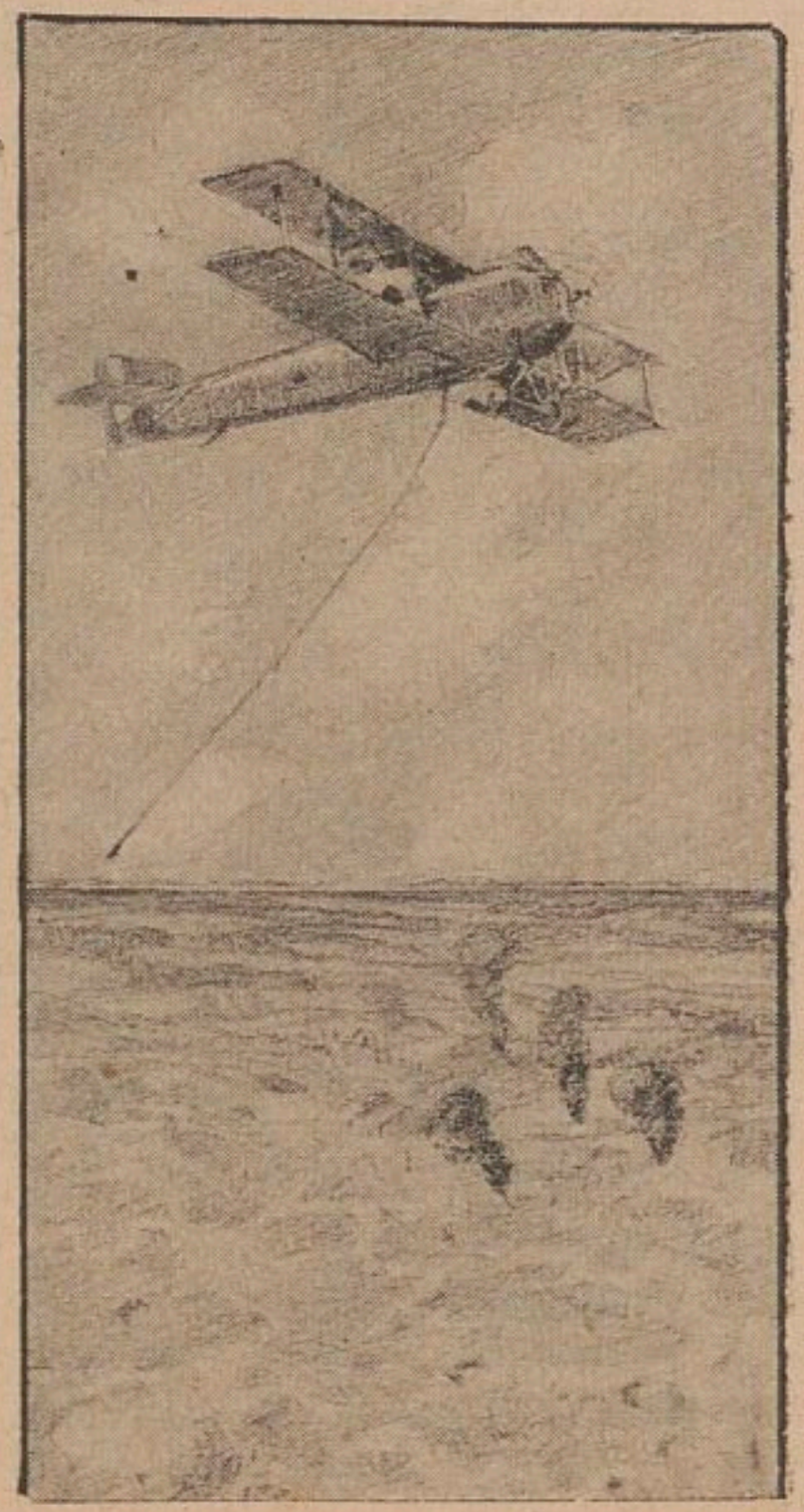
(1) Il serait inexact de penser que la télégraphie sans fil est, en toutes circonstances, supérieure à la télégraphie par conducteurs. Elle a évidemment le monopole dans les régions sans communications, telles que certaines colonies par exemple. Mais, partout ailleurs, la « vieille » télégraphie, chez qui d'ailleurs les progrès sont incessants, se défend fort bien contre sa rivale. Par exemple la T. S. F. transmet environ 1.500 mots à l'heure et sans leur conserver le secret. Or la télégraphie ordinaire, par le Hughes et le Baudot, transmet 10.000 mots à l'heure, sur un seul circuit, et en toute sécurité. Il est équitable de le dire.

UNE APPLICATION DE LA T.S.F. A LA GUERRE : la coopération du Canon et de l'Avion.

En bas, au premier plan, la batterie avec ses caissons de munitions. Au second plan, à gauche, les quatre pièces sous casemates ; à droite, le poste de commandement, ou P. C., qui comprend le poste du capitaine, le poste de T. S. F., le Central téléphonique. — L'antenne de réception est montée sur trois perches en bambou : elle forme un V dont les branches ont de 30 à 40 mètres.

L'avion a une antenne pendante de 50 à 80 mètres. Le courant nécessaire à l'émission de T. S. F. du bord est fourni par un petit alternateur qu'une hélice en miniature fait tourner à 4.500 tours. L'observateur a sous la main un manipulateur ; il annonce au P. C. par signaux convenus ce qu'il voit : il demande le tir, puis le règle ; le radiotélégraphiste de la batterie répète tout haut les signaux de l'avion, pour que le capitaine les entende et puisse donner ses ordres aux chefs des pièces. Des draps blancs placés derrière le P. C. sont disposés de façon convenue pour prévenir l'observateur qui se trouve à bord de l'avion et lui dire si ses indications ont bien été reçues. Ces draps sont indispensables parce que l'avion émet bien des signaux de T. S. F., mais n'est pas muni, en général, d'un poste récepteur. De même, le poste de T. S. F. de la batterie n'a d'autre appareil qu'une boîte de réception, il ne peut pas émettre.

Télégraphie par le sol. — Pendant la guerre, un autre mode encore de télégraphie sans fil



a été pratiqué dans la région des tranchées, la *télégraphie par le sol*. Ce n'est pas là une télégraphie « hertzienne ».

Le système Lauth. — Ce procédé excellent, qui consiste à envoyer un fort courant dans un câble placé dans la mer ou dans la terre n'est pas « hertzien » non plus. Induction simple.

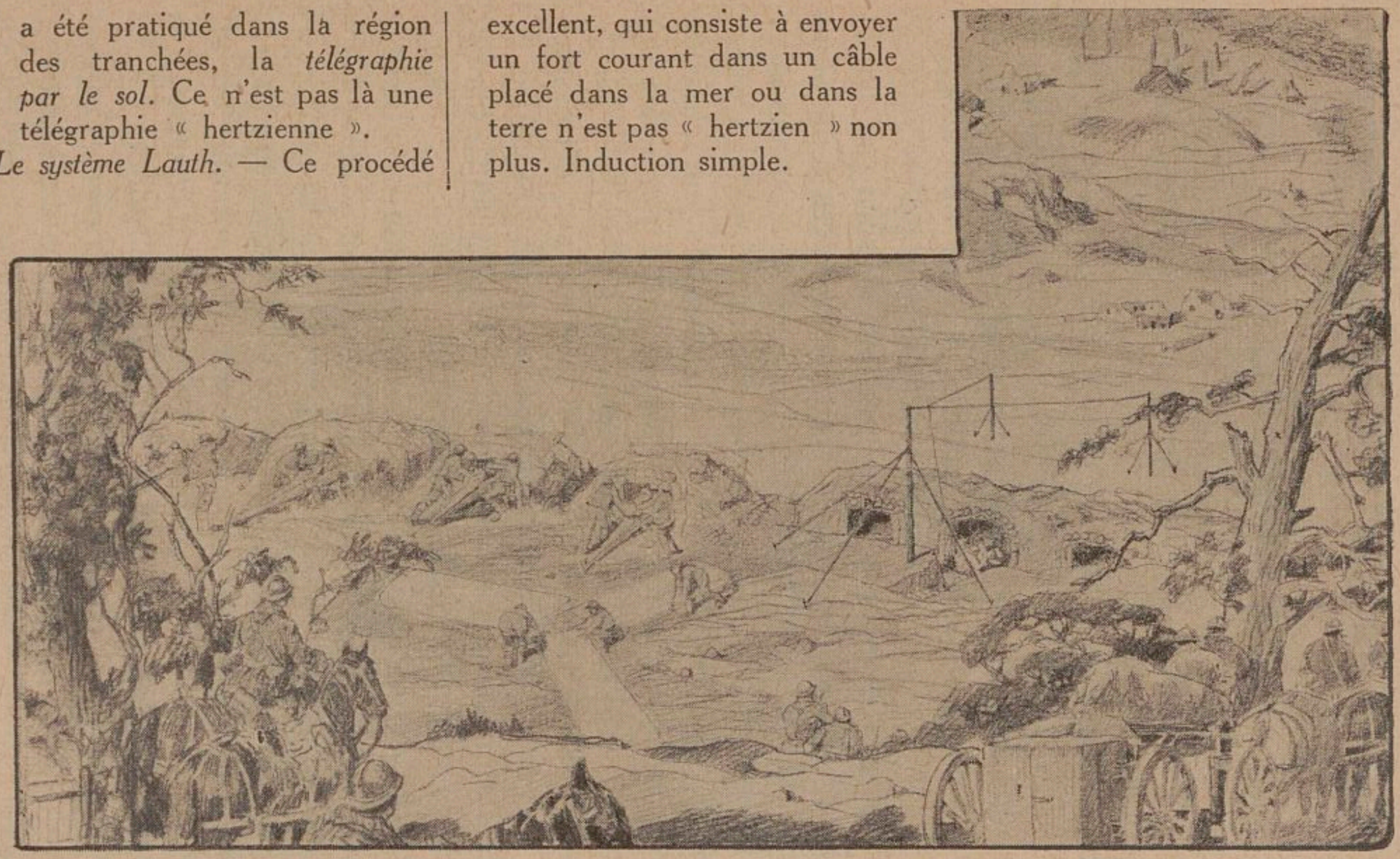


Fig. 83. — Le réglage du tir d'une batterie de 75 par la T. S. F. *(Composition de L. Jonas.)*

LA TÉLÉMÉCANIQUE

C'est l'art d'agir de loin sur un mécanisme (du grec τηλε, loin).

Les conséquences de la télémécanique peuvent être effroyables. J'emploie cette épithète violente parce qu'elle correspond, encore insuffisamment, aux résultats possibles.

Elles peuvent d'ailleurs également être bienfaisantes, selon l'application qu'il plaira à l'humanité d'en faire.

Il n'est pas démontré qu'un jour ne viendra pas où de grandes quantités d'énergie seront transportées d'un point à l'autre du globe par la haute fréquence; on a pu annoncer dans la presse, avec hâte, que bientôt les principales mines du monde n'expédieraient plus à la clientèle leur charbon par wagons et bateaux, mais livreraient à domicile, par antennes, l'énergie qu'il renferme.

Le progrès n'a pas encore mis la main sur cette solution; il s'en faut! Mais il a obtenu, dans un ordre de manifestations analogues, des résultats qui peuvent « donner à penser » aux hommes de réflexion.

Sont-ils surprenants? Certes, non. Le radio-conducteur de Branly nous a préparés à les juger normaux. Transporter de l'énergie au loin, c'est le propre même de la T. S. F.! Lorsque l'impondérable puissance des ondes émises est induite sous forme de courant dans une antenne ou un cadre de réception, c'est bien qu'un peu d'énergie y a été transportée, lancée parfois du bout du monde.

Mais, jusqu'ici, on n'a pu envoyer à travers l'espace des quantités d'énergie plus grandes que cet infime pouvoir de signalisation. Cette impuissance relative provient en

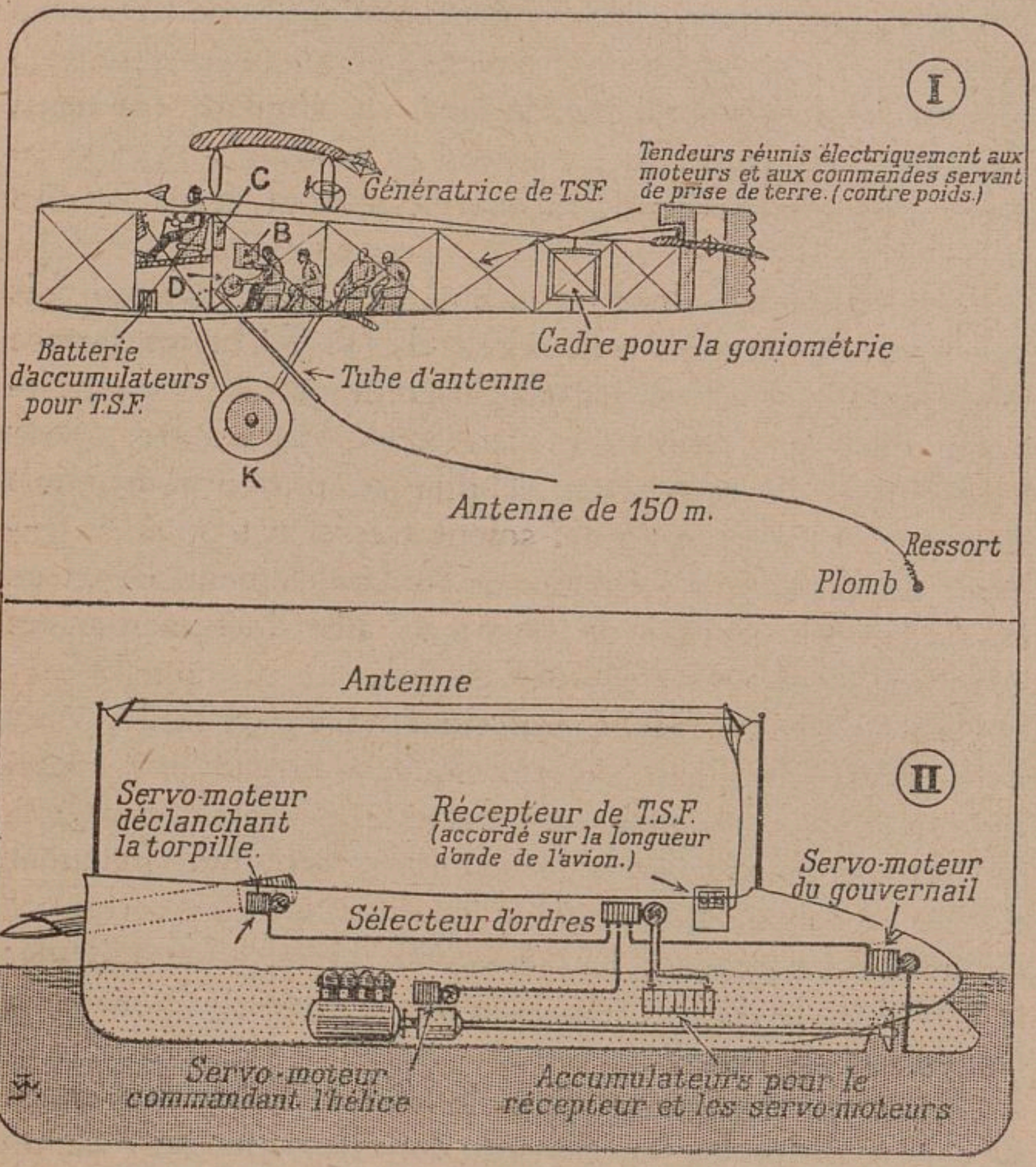


Fig. 84. — Schéma de l'installation télémécanique de l'avion émetteur et du canon torpilleur. — I. Poste d'émission de l'avion. — B, manipulateur. — C, self d'antenne. — D, rouet du fil d'antenne. — II. L'installation de réception et les servo-moteurs du canot.

partie du fait que nous ne savons pas encore donner une direction déterminée et particulière aux ondes de fréquence hertzienne. Les ondes de fréquence lumineuse, fréquence beaucoup plus grande, on le sait, se dirigent aisément. Exemple : un rayon de lumière. Les ondes de T. S. F. se disséminent, éparpillent leur énergie partout, dans tous les sens.

Force nous est donc encore aujourd'hui, chaque fois que nous demandons aux ondes de T. S. F. un service déterminé et particulier, d'utiliser la seule caractéristique qui les différencie les unes des autres, leur longueur, et de rechercher de plus en plus des appareils émetteurs et récepteurs qui soient très sélectifs. A la *longueur* des ondes, nous ajouterons comme éléments de triage la *durée* et le *nombre* des signaux, afin d'augmenter les combinaisons possibles de notre jeu.

Nous pouvons ainsi concevoir, par exemple, qu'à bord d'un torpilleur automatique, ne portant aucun équipage, soit installée une batterie de quelques relais ou servo-moteurs, accordés chacun sur une longueur d'onde spéciale. Le premier commande les variations de vitesse du moteur ; le second, la direction du bateau ; le troisième, le déclenchement d'une bombe; le quatrième, l'explosion de l'engin.

Un avion, naviguant dans le ciel à l'abri des coups de canon, dirige les fonctions du torpilleur par un « transmetteur d'ordres ». Ces ordres arrivent tous à la *boîte de réception* du torpilleur ; un *sélecteur* les transmet chacun au relais qu'il concerne. La batterie des servo-moteurs agit ainsi sur commande venue d'en haut, comme agit l'ensemble des bras ou des jambes d'un corps à la volonté du cerveau.

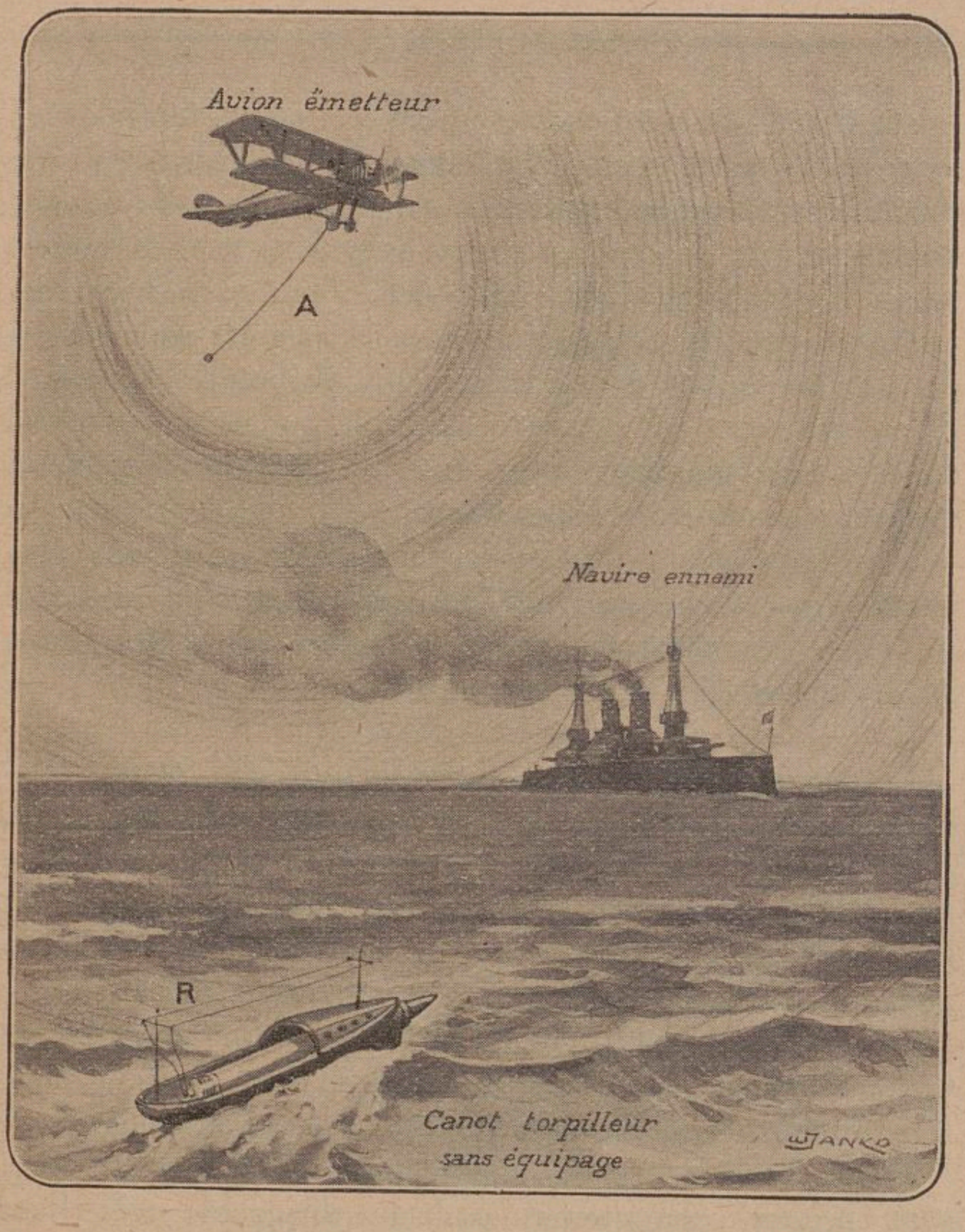


Fig. 85. — UNE APPLICATION GUERRIÈRE DE LA TÉLÉMÉCANIQUE. (*Composition de Janko.*) — Un canot torpilleur, sans aucun équipage, s'en va à la rencontre du navire ennemi qu'il a mission de détruire. Il est dirigé par ondes à haute fréquence. Un observateur, du haut d'un avion, contrôle la marche de l'engin automatique et le conduit au but par l'émission des signaux radioélectriques nécessaires, qui sont reçus et traduits par les servo-moteurs du canot.

Par ces moyens, un cuirassé peut être coulé. Un premier essai en a été tenté en 1917 devant Zeebrugge, mais sans succès. L'idée a été reprise depuis. La conduite de navires à distance par T. S. F. a été réalisée dans des exercices : en 1921, aux États-Unis, le cuirassé *Iowa*, sans équipage, avec une chauffe automatique à pétrole, a été utilisé ainsi pour servir de but à des lancements de bombes d'avions. Plus récemment, en octobre 1922, les Anglais ont employé de la même manière le cuirassé *Agamemnon*. Ces deux expériences ont fort bien réussi.

D'ailleurs *l'avion sans pilote*, qui est essayé depuis plusieurs mois à Villesauvage, ne procède pas d'un autre principe. Une nouvelle guerre nous montrerait des coups de télémécanique extrêmement réussis !

Le succès d'ailleurs ne va pas ici sans de grosses difficultés. La principale, les lecteurs l'ont devinée : les appareils de sélection qui se trouvent à bord du torpilleur doivent posséder une extrême précision, une fidélité impeccable, afin de n'obéir qu'à l'avion, très éloigné, donc fatalement peu puissant, afin de ne pas broncher sous l'énorme avalanche d'ondes que le cuirassé, le voyant arriver, lui lâche presque à bout portant pour le « brouiller », pour le dévier, ou le faire sauter avant le but.

Dans l'air, on peut imaginer des théories d'avions sans pilotes, commandés par un dirigeable très haut situé, qui feront tomber soudain sur une ville ou un rassemblement de troupes l'incendie et l'asphyxie. (Je me permets de rappeler la brochure *Comment Paris a été détruit en six heures par l'aviation allemande*, que j'ai écrite en 1921.)

Mais il n'est pas défendu d'espérer pour la télémécanique des applications pacifiques. Dans les rues de New-York, l'année dernière, on a vu évoluer une automobile sans conducteur, que dirigeait par ondes une autre voiture roulant derrière elle. Il n'y avait pas là une application pratique de T. S. F., mais une sorte d'exercice d'entraînement à un pilotage plus utile un jour.

La commande de l'engin automatique peut être faite à grande distance. On a déjà cherché à réaliser des transports postaux à travers des contrées désertiques, par avions sans-filistes ; avions rudimentaires évidemment, car l'atterrissage, en ce cas, se fait encore avec une brutalité dont ils ne se relèvent jamais.

Débuts? Mais qui sait au juste de quoi et pourquoi demain la télémécanique sera faite?

LES SIGNAUX HORAIRES DE LA TOUR EIFFEL

METTEZ VOTRE MONTRE A L'HEURE

Voici l'une des plus utiles applications de la T. S. F. aux services publics : l'émission de l'heure exacte, que peuvent faire les grands postes en relations avec un Observatoire officiel.

Nous n'entrerons pas ici dans de longs détails, car la question est extrêmement complexe et, en majorité, n'intéresse que les spécialistes de la chronométrie.

Les postes puissants d'Europe et même d'Amérique sont tous les jours en communication par signaux horaires internationaux et signaux horaires scientifiques. L'échange et la comparaison de ces données constituent évidemment un profit à la collectivité des hommes, bien que cette collectivité n'ait ni le temps ni le goût d'en prendre souci. La première Conférence Internationale de l'Heure, tenue à Paris en octobre 1912, a réglé le service international horaire de chacun de ces postes.

Passons, et venons aux signaux horaires français que tous les jours, matin et soir, émet la Tour Eiffel. Ils sont envoyés par étincelles, donc par *ondes amorties* (longueur 2.600 mètres, puissance 60 kilowatts dans l'antenne), afin que les postes les plus humbles, les plus frustes puissent les recevoir. Un amateur, qui s'est fabriqué à lui-même un poste de réception de quelques dizaines de francs ; un bateau de pêche en mer, qui n'a certes ni les moyens ni la place que comporte un poste de réception richement monté; une petite mairie qui doit sa modeste installation de sans-fil à

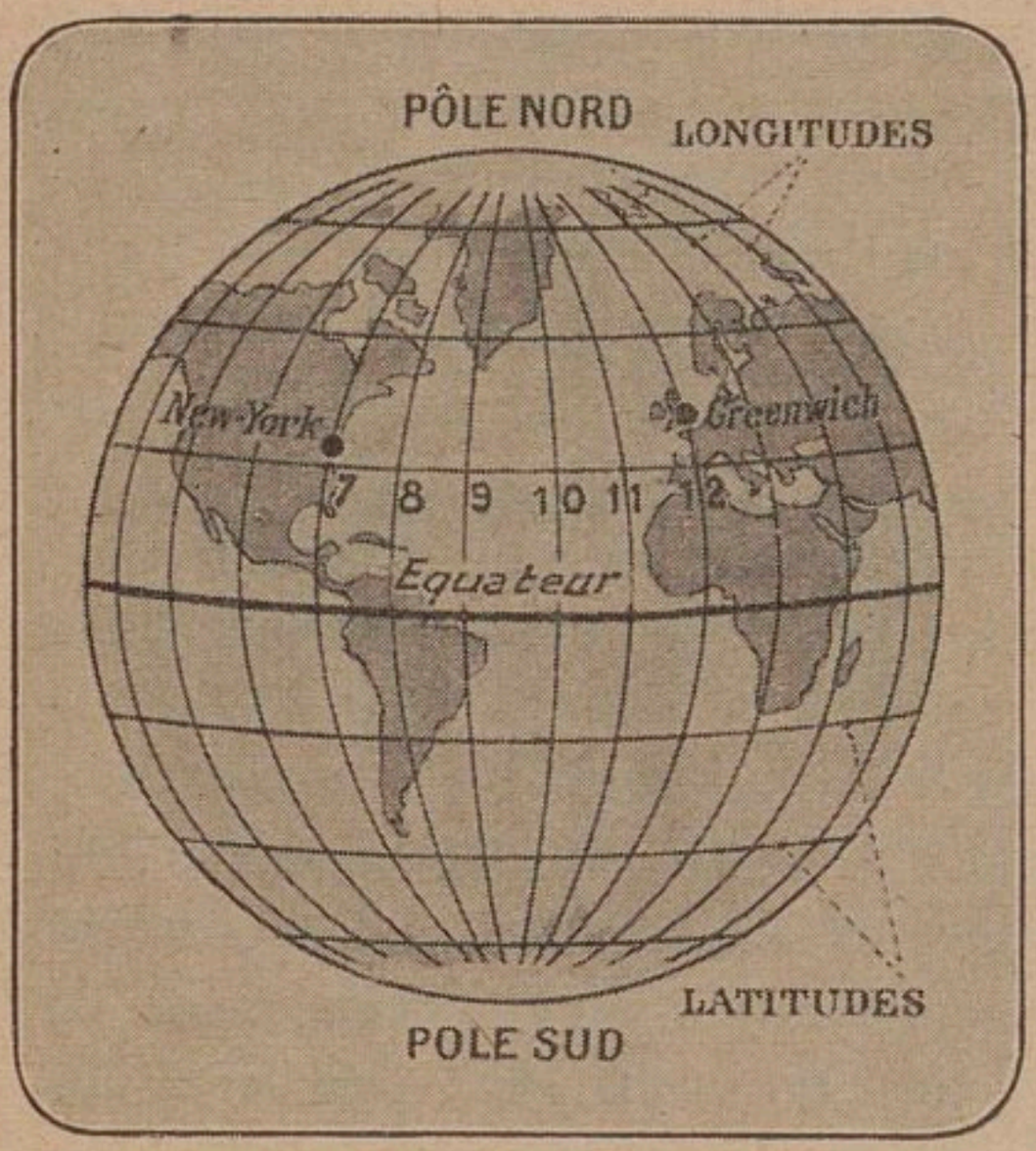


Fig. 86. — LES FUSEAUX HORAIRES. — En réalité les fuseaux horaires ont été imaginés pour déterminer l'adoption d'une même heure dans toute une région, et ils n'ont rien à faire dans la question du *point* en mer. Cependant leur représentation explique bien le mécanisme de ce point. — On suppose que la surface du globe est divisée en 24 fuseaux qui défilent devant le soleil chaque jour avec une vitesse constante. Il est midi dans chacun des fuseaux à une heure d'intervalle, si l'on marche de l'Ouest à l'Est ; inversement, s'il est midi à Greenwich (et à Paris), il est plus tôt à l'Ouest, plus tard à l'Est. La détermination de la longitude en mer peut reposer sur l'emploi des fuseaux horaires.

la générosité de son maire ou à l'ingéniosité de son secrétaire, peuvent donc remettre leur montre à l'heure deux fois par jour s'il leur plaît, avec une précision qui va jusqu'au dixième de seconde. On « reçoit » en signaux Morse ; mais, nous allons le voir, il n'est pas du tout nécessaire de savoir « lire au son » pour comprendre ces signaux et avoir sa montre « à l'heure de Greenwich ». (V. p. 71 et 96.)

C'est, en effet, de signaux tout à fait rudimentaires qu'il s'agit. Le matin, à 10 h. 44, ou mieux deux ou trois minutes avant (au cas où, pour le début, votre montre retar-

derait de cette valeur), décrochez le récepteur de votre installation et écoutez. Vous entendez une série de *traits*, séparés chacun par un intervalle de deux secondes : c'est que la minute qui va de 10 h. 44 à 10 h. 45 commence. Ces traits vous indiquent que vous avez à vous préparer, les yeux sur votre montre ou le doigt sur le déclic de votre chronomètre.

Les traits cessent cinq ou six secondes. Puis vous entendez *un point*, sec, un *top* : c'est 10 h. 45 exactement qui vient de passer.

Si vous avez manqué l'heure, veuillez patienter une minute. Voici qu'au début de 10 h. 46 recommence une série de signaux préparatoires : cette fois, pour qu'on ne fasse pas de confusion, c'est une série de *traits suivis de deux points*. Puis un arrêt. Puis un point, sec : c'est 10 h. 46.

L'heure vous a-t-elle encore une fois échappé? Une minute plus tard, la Tour reprend l'envoi. Cette fois encore elle change de signe d'avertissement : elle prévient par une série de *traits suivis de quatre points*, et elle donne le *top* final à 10 h. 48.

Le soir, à 22 h. 44, le même service reprend, sur trois minutes encore et par les mêmes moyens.

En cas d'heure d'été, les émissions se font aux mêmes moments par rapport au soleil ; mais la désignation de l'heure change nécessairement : la première communication a lieu à 11 h. 44.

Je n'ai pas à insister sur l'importance que présente pour tout le monde la régularisation de l'heure. Les services publics de chemins de fer, de bateaux, de postes, etc., l'industrie et le commerce ne peuvent guère s'en passer,

pas plus d'ailleurs que les simples relations mondaines entre gens bien élevés.

❀ ❀

Mais la Tour peut s'en charger. Il est des cas, celui d'un régulateur de chemin de fer par exemple, où la remise à l'heure précise quotidienne ne peut être différée. S'il est excellent, il ne s'écartera du temps vrai que d'un ou deux dixièmes de seconde tous les jours, — mais c'est trop encore, car, au bout de quelque smois, l'erreur atteindrait une demi-minute. Que d'horloges se contenteraient d'une telle erreur !

D'autre part, ces régulateurs de haute précision sont souvent si délicats qu'on n'ose porter la main sur leurs aiguilles. On a bien imaginé des dispositifs de remise à l'heure qui, par une sonnerie, préviennent l'opérateur de l'imminence de la seconde où il doit agir et, par un relais, lui permettent d'intervenir à distance. Mais il est bien évident que la remise à l'heure s'opérant automatiquement, sans l'intervention d'un soigneur, est une solution plus élégante encore.

Je n'entreprendrai pas ici la description du dispositif ; il relève de la télémécanique, et n'intéresserait qu'une trop faible quantité de lecteurs. Je signalerai seulement l'existence d'une telle pendule dans le Bureau des renseignements de la gare Saint-Lazare à Paris, accessible à l'œil des curieux par conséquent.

❀ ❀

L'heure exacte sauve les navigateurs.

La télégraphie sans fil, par l'intermédiaire des postes puissants, tels que la Tour Eiffel, qui disséminent sur toute la terre l'heure de Greenwich, a déjà sauvé de la perdition quantité de bateaux ; elle perfectionnera toujours davantage ses moyens de salut en mer.

On peut se demander quelle sorte de relation, relation de vie ou de mort le plus souvent, peut exister entre l'astronome qui observe les astres, la chambre des pendules d'un observatoire, et le bateau qui pêche des morues sur les bancs de Terre-Neuve. Je me permets de rappeler pour la réponse quelques données élémentaires.

Un des plus graves soucis qu'éprouve un bateau en mer est de savoir exactement *où il est*, surtout lorsqu'il n'a en vue aucune côte. Il possède bien à bord une carte marine qui lui indique les récifs sur lesquels il risque de se briser, les bancs où il échouera s'il ne les évite, les courants qui le feront dévier de sa route. Mais cette carte n'a pour lui aucune utilité s'il n'a pas le moyen de mettre le doigt sur le *point* exact où il se trouve lui-même.

Faire le point est une angoissante préoccupation des navigateurs, dont chacun de nous a entendu parler. Elle se traduisait autrefois, comme aujourd'hui, par des appareils d'horlogerie de grande précision, des chronomètres de bord, qu'on avait soin d'emporter nombreux afin que, si l'un fonctionnait mal, les autres pussent continuer à indiquer l'heure exacte ; tous, au départ du bateau, étaient minutieusement mis à l'heure de Greenwich (indiquée par les observatoires). Dans le cas où les chronomètres venaient à

différer dans leurs indications, au cours du voyage, le marin prenait la *moyenne* des temps montrés, et la navigation se poursuivait d'à peu près...

Et maint bateau s'est perdu corps et biens simplement parce qu'il n'avait pas l'heure avec précision.

En effet, pour déterminer avec précision l'endroit où se trouve un lieu de la Terre, les hommes se sont mis d'accord pour découper notre boule par une sorte de quadrillage conventionnel, dont les lignes horizontales sont dites des *latitudes*, et les lignes verticales des *longitudes*. On a divisé la Terre en rues qui en font le tour parallèlement à l'Équateur, et en avenues qui les coupent à angle droit en se rejoignant toutes aux deux pôles (fig. 86).

Si chacune de ces rues et avenues a un numéro distinct, il est facile de situer un lieu quelconque : il se trouve par exemple à l'intersection de la rue 241 et de l'avenue 18. Plus les rues sont nombreuses, plus les avenues sont serrées les unes contre les autres, et plus le repérage peut être fait avec précision ; on pourrait exprimer le point précis où se trouve une maison sur le globe si on en savait minutieusement la latitude et la longitude.

De même, si un bateau possède, en ce qui le concerne lui-même, ces deux mêmes données, il peut marquer sur la carte marine (qui porte le quadrillage dont je viens de parler) l'endroit très précis où il se trouve ; et il sait du coup s'il est ou non dans la bonne route et à quelle distance il navigue de tel ou tel obstacle indiqué sur la carte. Plus ces deux données seront précises, latitude et longitude, plus il aura une marche sûre : il y a une différence, à savoir que tel banc rocheux est à 50 mètres ou à 1.000 mètres !

Or, comment un bateau peut-il connaître sa *latitude* ?

La latitude d'un lieu est la distance qui sépare ce lieu de l'équateur. On la calcule par des procédés que nous n'avons pas à analyser ici et qui se basent tous sur la connaissance de la hauteur à midi, du soleil au-dessus de l'horizon ou du passage au méridien d'une étoile, étant admis qu'à l'équateur, à midi, le soleil est verticalement au-dessus du bateau (1).

Mais, pour déterminer la *longitude* du point où il se trouve, le marin n'a pas de procédé plus constamment fidèle que de regarder son chronomètre et d'en tirer les conclusions utiles. Par convention en effet, on a découpé la forme ronde de la Terre, comme une orange, en vingt-quatre quartiers égaux qui vont d'un pôle à l'autre, nommés *fuseaux horaires*. Puisque la Terre fait sur elle-même un tour complet de droite à gauche en vingt-quatre heures, chacun de ces fuseaux met donc une heure à défiler devant le soleil, ou mieux devant une étoile dite fixe. Il en résulte que, d'après la différence des longitudes sur lesquelles ils se trouvent, *les lieux ont tous une heure différente*, exactement commandée par cette différence. Par exemple, lorsqu'il est 12 heures à Greenwich, il est 7 heures à New-York, avec toutes les divisions et subdivisions horaires qu'on voudra imaginer concernant les points qui se trouvent entre ces deux villes.

Les explications très sommaires que je viens de donner ne peuvent évoquer à l'esprit la précision avec laquelle

---

(1) Le soleil n'est en cette position qu'aux équinoxes de printemps et d'automne, c'est-à-dire lorsque la déclinaison du soleil est nulle. Pour les autres jours de l'année, le soleil passe au zénith du point dont la latitude est égale à la déclinaison.

ces déterminations de la longitude peuvent être faites. Une fraction de seconde a grosse importance. Or, les *top* horaires de sans-fil sont pratiquement transmis instantanément à la Terre entière. Un marin exercé peut donc savoir (en théorie tout au moins) à un quart de seconde près, soit à environ 100 mètres près en longitude, sur quel endroit précis des mers se trouve son bateau. Il est certain qu'en pratique la précision n'atteint pas cette valeur ; on peut seulement affirmer que la T. S. F. a considérablement accru l'exactitude des éléments qui permettent à un bateau de déterminer sa situation géographique.

Et, puisque nous sommes en mer actuellement, mentionnons le sauvetage presque quotidien, opéré par la Sans-fil, de bateaux en perdition. Le navire en péril émet le signal de détresse (voir page 71) en même temps qu'il indique son point : les bâtiments qui se trouvent dans les parages arrivent à son secours. Des milliers de personnes, depuis dix ans, ont été ainsi sauvés par la Sans-fil.

❀ ❀

Les prévisions agricoles de la Tour Eiffel. Depuis un an à peu près (février 1922), la Tour Eiffel envoie tous les jours par téléphone, donc par ondes entretenues, perceptibles et compréhensibles par quiconque possède une installation de réception adaptée, les prévisions du temps qu'il fera dans la journée du lendemain. Elles sont données par l'Office National Météorologique, lequel reçoit lui-même des « météos » de quantité de stations d'Angleterre, des États-

Unis, etc., sur les phénomènes qui se passent dans l'atmosphère sur tel point du globe et à telle heure. La France, au point de vue de ces prévisions, est divisée en douze régions.

Souhaitons qu'à bref délai toutes nos communes rurales soient munies d'appareils qui permettent aux mairies d'afficher chaque jour des quasi-certitudes de temps pour le lendemain. Ces renseignements ont pour l'agriculteur une importance qu'il suffit de mentionner.

❀ ❀

Les nouvelles de presse, les concerts, etc. (1). Par téléphone également, la Tour Eiffel, presque tous les après-midi et tous les soirs, donne verbalement à qui veut les recevoir des nouvelles politiques et mondiales, répand à travers l'éther des chants, des poésies, des solos d'instruments de toutes sortes, des concerts qui proviennent de voix humaines ou de simples gramophones.

Son exemple est suivi par « Levallois », poste important qui dépend de Saint-Assise, par les P. T. T., etc. Les lecteurs voudront bien se reporter à la gravure de la page 144 pour suivre le schéma de ces émissions dont le nombre et l'intérêt vont d'ailleurs croître encore d'ici à quelques semaines.

---

(1) Il nous est impossible d'indiquer ici les heures exactes de toutes ces émissions, en amorties ou en entretenues, pas plus que celles de Radiola, de l'Ecole supérieure des Postes et Téléphones, etc., parce que ces heures sont fréquemment changées. Les journaux quotidiens, d'ailleurs, prennent de jour en jour davantage l'habitude de renseigner leurs lecteurs sur les manifestations de T. S. F.

LA RADIOGONIOMÉTRIE

Si nous recevons des ondes hertziennes au moyen non d'une antenne mais d'un cadre, et que ce cadre soit orientable à notre gré, nous constatons qu'il existe deux positions du cadre qui donnent le maximum de puissance et de netteté dans l'audition ; et deux, par contre, qui coïncident avec le silence complet.

Les deux premières sont celles où les deux grandes faces

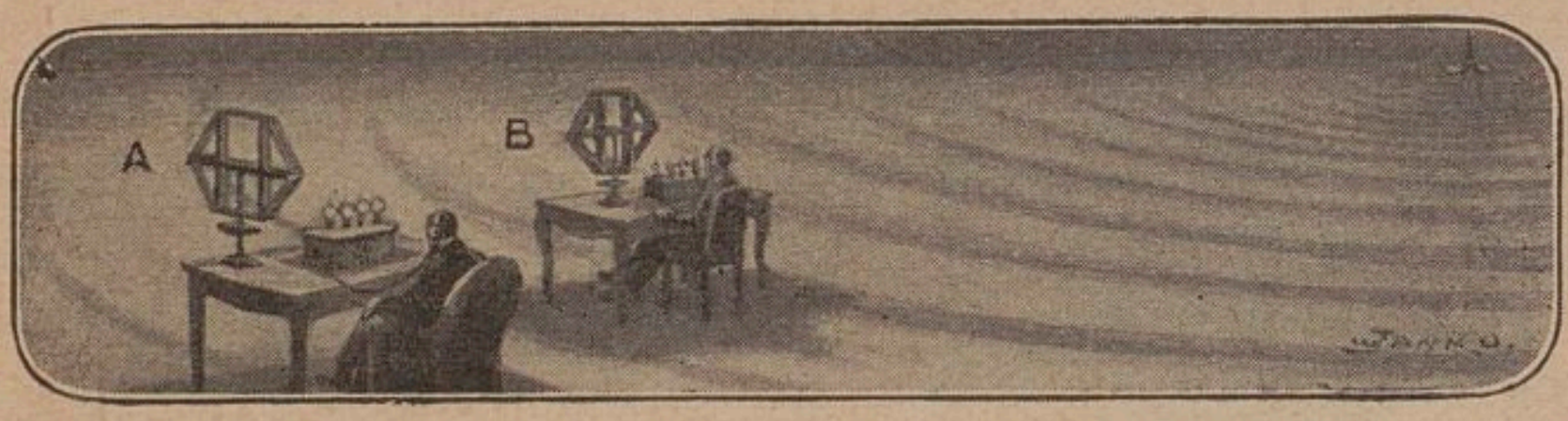


Fig. 87. — LE PRINCIPE DE LA RADIOGONIOMÉTRIE. — Les deux opérateurs, placés en A et B sont sensiblement à la même distance d'un poste émetteur, la Tour Eiffel par exemple, ils reçoivent avec des appareils analogues. Le premier, dont le cadre est tangent aux ondes (poste A) ne reçoit rien ; le second, dont le cadre est « normal » aux ondes c'est-à-dire perpendiculaire à leur sens de marche, et fiché vers la Tour Eiffel (poste B), reçoit très fortement.

L'orientation des récepteurs à cadre joue un rôle capital dans leur emploi. On peut mesurer la direction angulaire du poste émetteur à l'aide de cadres tournants dont l'orientation est repérée sur un cercle gradué et décliné sur le Nord magnétique. (Voir fig. 88.)

du cadre (autrement dit le plan des spires) sont orientées le mieux possible vers le centre d'émission des ondes ; où, si l'on veut bien accepter cette image, le cadre présente une

de ses épaules aux ondes : en cette position, le cadre embrasse la plus grande quantité de lignes de force qu'émet la source.

Inversement, si le cadre présente l'une de ses grandes faces aux ondes, s'il reçoit en pleine poitrine, le phénomène d'induction produit par elles est si faible qu'on ne peut pas les apercevoir.

Il y a là une analogie, si l'on veut, avec la grossière girouette, dont le plan se met dans le vent, c'est-à-dire s'oriente, toujours dans la direction du fluide et par là indique la direction dans laquelle est située l'origine de ce vent.

C'est en effet à indiquer la direction exacte dans laquelle se trouve l'origine des ondes que le cadre magnétique aura ici son emploi.

Un amateur de T. S. F. peut être le premier bénéficiaire de cette propriété d'orientation. Si, quelque jour, il se demande de quel poste français ou étranger émanent les ondes qu'il est en train de recevoir, il lui suffit de chercher l'orientation exacte dans laquelle son cadre lui procure la plus forte audition, de déterminer l'angle que fait avec le Nord cette orientation, et de chercher sur la carte spéciale des grands postes de T. S. F. l'émetteur mystérieux (voir fig. 81).

Cette première expérience ne peut d'ailleurs indiquer à l'amateur que la direction dans laquelle se trouve le poste cherché ; pour déterminer à quelle distance le poste est situé sur cette direction, il faudrait que notre curieux appelât à l'aide un camarade placé en un autre lieu que lui-même, lequel lui ferait savoir sous quel angle, en ce second lieu d'observation, la station se trouve par rapport au Nord.

Le point d'intersection des deux droites de chacun de ces amis révélerait avec précision à quelle distance ils se trouvent l'un et l'autre de la source de ces ondes.

Pour des applications plus graves, le dispositif radiogoniométrique est évidemment plus compliqué. Nous n'avons garde d'ailleurs de l'analyser. Il nous suffira de dire, dans une esquisse rapide, que l'axe de pivotement du cadre traverse une sorte de « rose des vents » horizontale, divisée en 360 degrés. Avant toute constatation, l'opérateur oriente le cadran de telle sorte que son zéro soit au Nord. Puis il fait pivoter le cadre magnétique jusqu'à ce qu'il obtienne le maximum d'intensité d'audition de la part

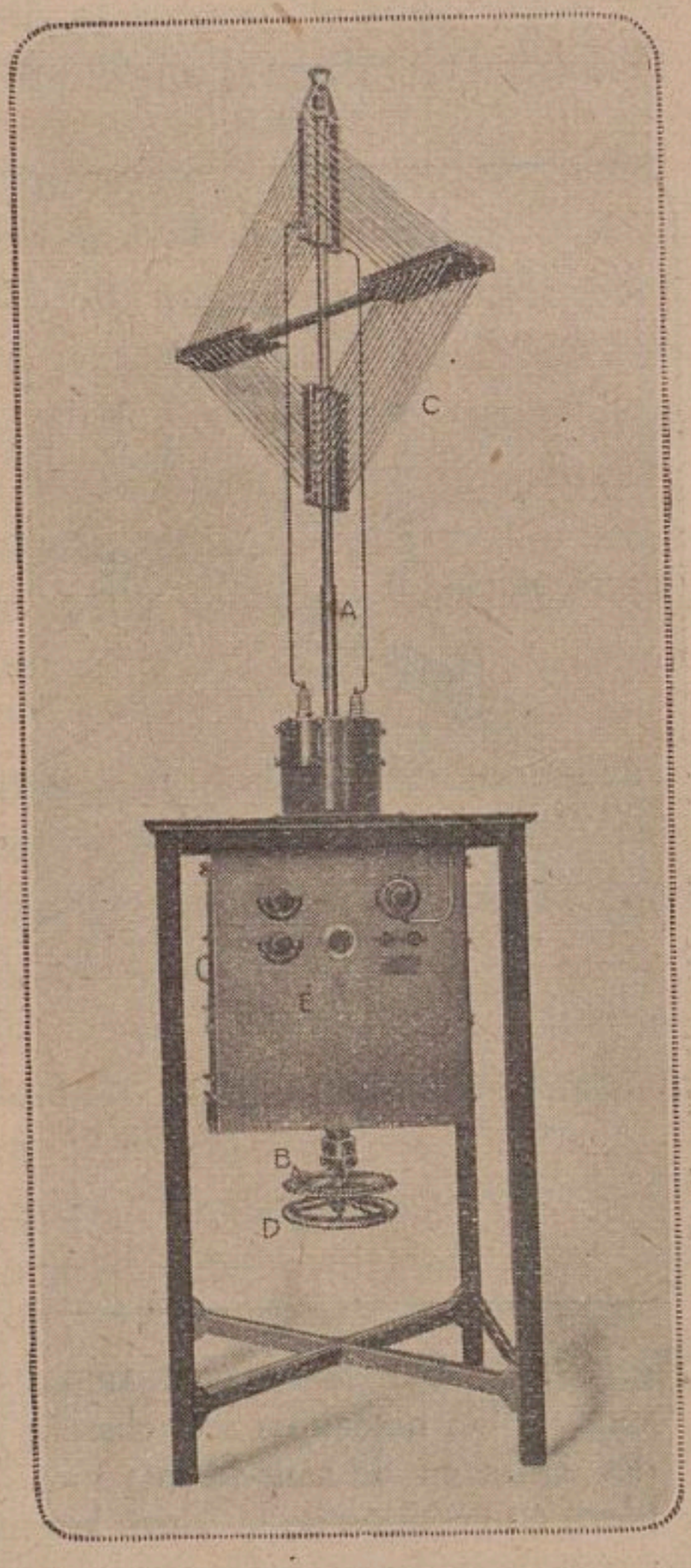


Fig. 88. — UN RADIOGONIOMÈTRE (type S. F. R). — A, axe de rotation. — B, index indiquant l'écart angulaire avec le Nord. — C, cadre. — D, volant de manœuvre. — E, cage de Faraday contenant un amplificateur et un condensateur d'accord. (V. fig. 55 et 56.)

du poste dont il cherche la direction, ainsi que je viens de l'expliquer, et il note l'angle que fait ainsi le cadre avec le Nord.

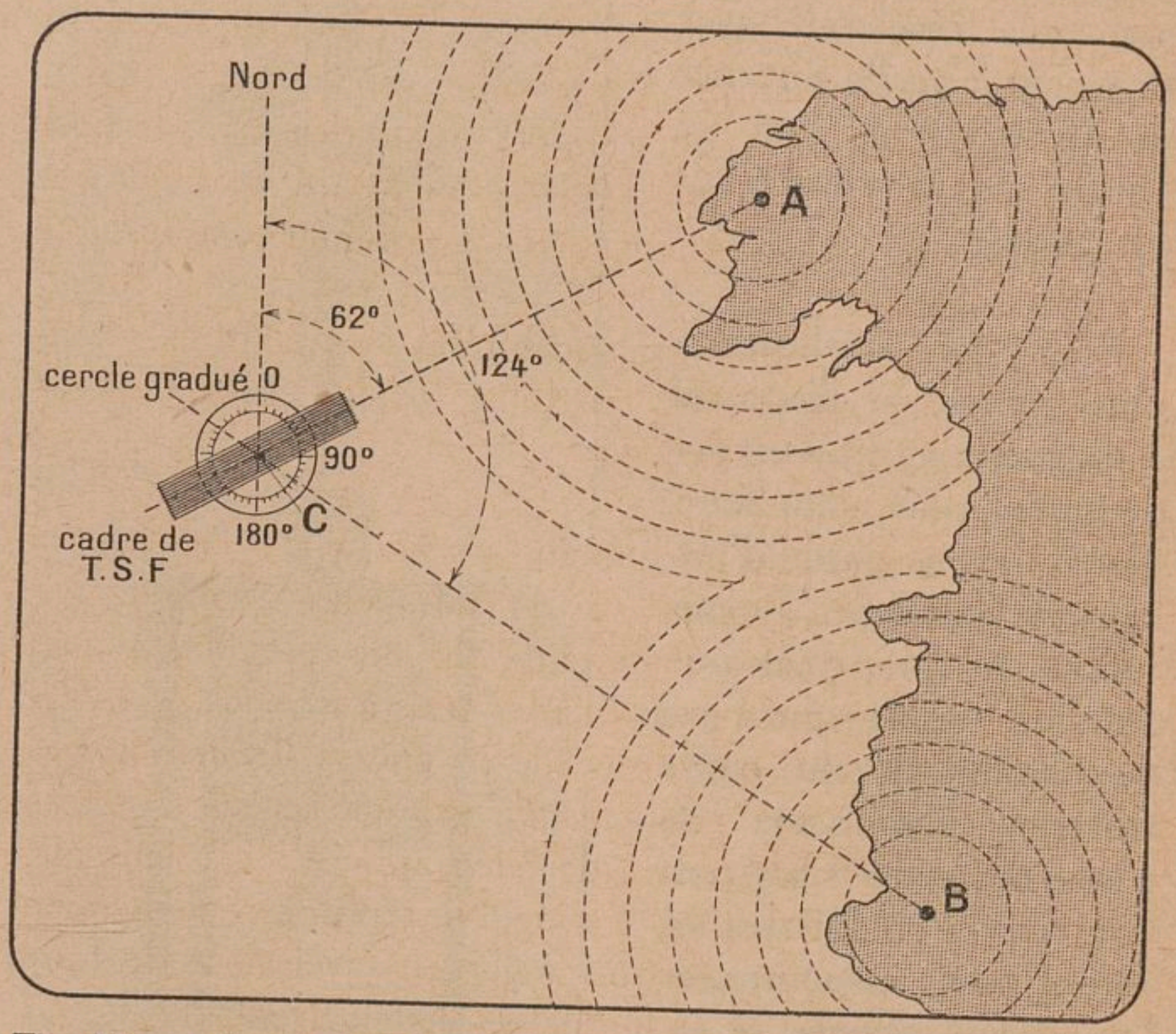


Fig. 89. — SCHÉMA D'UNE APPLICATION DE RADIOGONIOMÉTRIE EN MER. — Un bateau en mer cherche à déterminer sa position au moyen des émissions de sans-fil que font deux postes A et B. Il met sur le Nord magnétique de la Terre le zéro du cercle gradué. Puis il oriente successivement son cadre sur les deux postes, jusqu'à ce qu'il les reçoive au mieux. Il constate, par exemple, que le poste A fait un angle de 62° avec le Nord et que le poste B en fait un de 124. La position du bateau est en C, point d'intersection des deux droites qui vont du bateau à chacun des postes. Il reporte cette position sur la carte. En pratique (voir le texte), il est plus facile de se régler d'après la zone morte de l'appareil.

Je ferai cependant remarquer qu'en général on ne recherche pas l'angle d'après le maximum d'audition mais d'après, au contraire, le maximum de silence, qui est beaucoup plus facile à saisir. Le résultat est le même. En ce cas le cadre se trouve, par rapport aux ondes, dans la position où l'abbé Rochon mettait ses planchettes sur l'étang de Trianon dans ses expériences de goniométrie aquatique. (Voir Chap. I.)

Un aviateur a souvent grand intérêt à se « situer » ainsi dans l'espace, au-dessus de telle localité bien repérée, afin de ne pas perdre sa route.

Enfin, un avion ou un bateau qui n'a à son bord qu'un poste de T. S. F., sans cadre radiogoniométrique, peut demander aux postes côtiers de lui indiquer exactement où il se trouve, même en pleines ténèbres.

Pendant la dernière année de la guerre, la radiogoniométrie a rendu aux Français de grands services pour la découverte de petits postes de télégraphie de l'ennemi et la capture de maints ordres secrets. Nos troupes bénéficiaient de la mise au point que nos ingénieurs venaient de faire, au profit des alliés, de la lampe à trois électrodes.

Ajoutons que la radiogoniométrie permet à la police de découvrir rapidement les postes d'amateurs qui émettent sans autorisation.

CHAPITRE VIII

Que peut-on attendre de la T. S. F.?

Les pages qu'on vient de lire ont indiqué, je n'ai pas à y insister, à la fois les défauts des ondes hertziennes et leur prodigieuse puissance.

Dans tous les pays du monde, l'enthousiasme pour la Sans-fil est déchaîné ; de mois en mois, encouragés par l'opinion universelle qui, lorsqu'elle réfléchit, voit dans la T. S. F. la plus redoutable des malfaitrices en même temps que la plus douce des bienfaitrices, les savants vont réaliser des perfectionnements à cet art, inimaginable jusqu'à maintenant, d'ébranler à volonté un fluide dont tous les êtres de la terre, jusqu'en leurs plus secrètes molécules, sont imbibés.

Nos mœurs en subiront des modifications considérables.

Que contiennent donc pour l'humanité de demain ces trois lettres énigmatiques : *T. S. F.*?

UN PÉRIL SANS MESURES

Examinons d'abord les dangers que présente la Sans-fil.

Ces dangers proviennent de sa propriété souveraine, qu'on ne peut équitablement définir que par le mot de *communisme*. Communisme intégral, appliqué non à quelques classes seulement de la société, mais à l'universalité des classes, toutes confondues en une égalité aussi rigoureuse que les couches du limon dont elles sont sorties. *Tous et Partout*.

Telle est sa devise. Elle la met en œuvre par des efforts qui sont presque infiniment petits par rapport aux effets qu'elle obtient. Sans que personne puisse l'en empêcher, le plus chétif des postes, je l'ai déjà expliqué, atteint par ses ondes, donc ses signaux, donc sa parole, *le monde entier*, aussi bien que le font les postes les plus puissants, ceux qui imitent la voix du tonnerre. La réalisation rigoureuse de ce fait, de cette diffusion sans limites, ne dépend plus aujourd'hui que de l'accroissement, sans cesse poursuivi par la science en tous pays, dans la finesse de la détection, dans la délicatesse de la sélection, dans la puissance de l'amplification.

Or, le bas prix des appareils de réception de T. S. F., — bas prix relatif encore aujourd'hui, mais absolu après-demain quand la demande énorme les fera sortir des usines par grandes séries, — la facilité dérisoire de leur installation presque en tous lieux, l'enfantillage que représente leur manœuvre même en l'absence de toute connaissance technique, auront fatalement cette conséquence que des millions d'oreilles bientôt seront, jour et nuit s'il leur plaît, ouvertes à tous les bruits, bons ou

mauvais, qui circulent sur la terre. On devine les résultats que la spéculation et la publicité, saine ou malsaine, sauront tirer de cette extraordinaire perméabilité du public !

On devine aussi le rôle, littéralement incalculable, que pourra jouer la T. S. F., informatrice insaisissable qui pénètre aussi vite dans les taudis que dans les palais, pour la préparation ou la direction d'une révolution ou d'une guerre !

Soupçonne-t-on l'aisance et l'étendue qu'aurait acquises en France dans ses ravages le défaitisme, dans les années 1917 et 1918, si des voix « amies » et empestées, venues par l'éther on ne sait d'où, avaient pu tous les soirs se glisser dans nos tranchées et dans nos maisons?

DES JOIES ET DES ESPOIRS SANS MESURES AUSSI

Mais ne désespérons pas de l'humanité, et chassons la pensée qu'une aussi grande invention, qui provoque en tout esprit de choix des réflexions si hautes, qui jette l'homme de façon si décisive dans un abîme d'humilité, donc de bonté, puisse être mise jamais au service de catastrophes gigantesques. Actuellement, pour le public, la T. S. F., c'est de la joie, la plus saine joie, la plus inespérée des joies. Ne nous écartons plus de cette bonne chaleur.

Ah ! le frais et joyeux communisme ! L'ouvrier rentre chez lui fatigué, dîne avec sa femme et ses enfants : voici qu'un concert leur arrive par l'espace !

Le patron en a-t-il un plus beau? C'est le même ! Les



Fig. 90. — La T. S. F. au village : autour du haut-parleur de la mairie. (*Composition de L. Jonas.*) — Le temps qu'il fera demain, les nouvelles de la politique, le cours des denrées, les concerts...

meilleurs artistes de l'Opéra ou de l'Opéra-Comique, les premiers prix du Conservatoire de Paris sont à leurs ordres à tous les deux. Ce n'est pas une modulation lointaine : le son est si fort et si pur qu'ils croient le chanteur ou l'instrument à quelques mètres d'eux !

Les châtelains, moroses dans leurs terres ; les montagnards, prisonniers de la neige ; les fermiers et les paysans, éloignés du bourg ; tous ceux qui voudraient que leur journée s'achevât dans des nouvelles, dans un rattachement de quelques heures à la vie générale du pays, demanderont bientôt à la T. S. F. d'exaucer leur vœu.

Toujours de la musique?... On ne vous impose pas le menu ! Choisissez. Voici le mercredi des Cendres : préférez-vous entendre le sermon d'un révérend à Notre-Dame? Cherchez-le sur les plots de votre appareil... Mais, si vous aimez mieux assister aux débats de la Chambre des députés, à votre gré !... On vous donnera, si vous avez l'humeur à l'entendre, un chapitre du dernier roman à succès, ou les plaidoiries d'une cause célèbre... Vous voulez beaucoup de gaîté et de remue-ménage? Faites de la place dans votre salon, ou rassemblez quelques « jeunesses » sur le terre-plein de la mairie. Soignez votre syntonie au plus fin. Voici un air de danse ; une valse démodée, ou le *one-step* qui s'en va, ou le *shimmy* qui vient...

Qui paie ces fêtes de l'oreille? Vous-mêmes, amateurs de radio-concerts, sans vous en douter, et reconnaissons que c'est justice. Un important groupement de fabricants de T. S. F. verse à une caisse commune 5 % du prix des appareils vendus : les grands postes émetteurs de joies

vont, d'ici à peu de mois, se multiplier, se perfectionner, de façon encore insoupçonnable il y a six mois ! Les premiers concerts de la Tour Eiffel datent de juillet 1922 !

Désormais, tournez un bouton : si loin que vous soyez des centres vivants, vous voici transporté dans une salle de concert de Paris, de Lyon, de Bordeaux, de Nantes ou de Nice, à moins que vous ne préfériez vous rendre à Rome où à La Haye. Tournez encore : vous voilà revenu chez vous, dans le silence...

LA DIFFUSION DE L'INSTRUCTION

Le rôle que peut jouer la T. S. F. dans l'instruction populaire est véritablement énorme. On conçoit fort bien des cours généraux sur la physique, la chimie, l'électricité, ou toute autre matière, émis et captés au moyen des ondes, atteignant l'élève chez lui, au plus profond du pays.

Les modalités de cet enseignement par correspondance n'importent pas ici. J'ai tenu seulement à indiquer le grand bienfait social que, sous cette forme encore, renferme la T. S. F.

❀ ❀

La joie des malades et des convalescents.

Je signale avec émotion le bien inappréciable que la T. S. F., par sa récréation, peut faire aux infirmes ou aux malades. Les ondes secourables viennent les caresser jusque sur l'oreiller ; on voit les convalescents sourire sous le casque.

A tous les malades en marche sur le bon chemin, donnez les ondes qui viennent de Gaveau ou de la Sorbonne. Ils courront à la santé.

... Et cette conception est-elle païenne, ou simplement humaine? Pourquoi la T. S. F. qui fait guérir, n'aiderait-elle pas, par sa musique qu'on peut croire descendre du ciel, n'aiderait-elle pas aussi à mourir? L'euthanasie musicale, ultime progrès de la science...

QUE D'AUTRES ONDES! Enfin, lorsque, la tête serrée par le ressort des écouteurs, rendu sourd au monde extérieur immédiat, on se sent pénétré par les mélodies hertziennes, la pensée ne peut manquer de s'inquiéter de tous les au-delà qu'elles évoquent. Elle dresse l'inventaire énorme des ondes, si différentes de celles de la T. S. F., qui sont à la base de la plupart des angoisses philosophiques de l'humanité.

Les plus dérisoires de ces problèmes et les plus grands se posent en même temps.

De quelle nature sont les ondes qu'émettent par leurs yeux les hommes et les animaux, ces ondes qui excitent, ou paralysent, ou laissent indifférents d'autres hommes ou d'autres animaux? Quelles sont les ondes de la sympathie, de la fascination?

Quelle combinaison d'ondes est ce phénomène étrange, l'âme d'une foule, résultat des réactions mutuelles de centaines et de milliers d'émetteurs ?

Quelle est la lutte d'ondes inductives qui déterminent

d'abord le « trac » du chanteur ou de l'orateur, puis inversement l'enthousiame et la fascination des auditeurs ?

De quelle nature sont les ondes qui dirigent les sourciers (jadis brûlés, parce que sorciers) dans leurs recherches de courants d'eau ou de mines ?

Quelles sont les ondes du spiritisme, où, quoi qu'on en ait, *quelque chose* existe que nous ne connaissons pas encore? Etc., etc.

LA T. S. F. PEUT TUER LA GUERRE

Lorsque nous connaîtrons mieux les oscillations qui ont fait l'objet de cette étude, ou d'autres analogues, lorsque nous saurons utiliser un peu les forces électriques naturelles de notre planète et les diriger, pourquoi n'obtiendrions-nous pas *la mort de la guerre* par l'énormité même des moyens que nous aurons de nous entre-tuer si un accord définitif de salut international n'intervient pas ?

Car pourquoi les adversaires des guerres futures ne lutteraient-ils pas par rafales d'ondes spéciales qui perturberaient le système nerveux, aboliraient la vue ou la mémoire de régiments entiers ou de villes complètes (1) ?

Pourquoi le monstre terrifiant de la guerre ne périrait-il pas dans une fin grotesque : certaines ondes induiront dans le grand sympathique humain, admirable antenne, des oscillations qui interfèrent avec celles de la muqueuse pituitaire, — et une armée entière se mettra à éternuer

---

(1) Voir à ce sujet par exemple le n° de *l'Illustration* du 31 mars 1923 relatant les premières expériences faites sur la portée des terribles rayons X, ultra-pénétrants. La portée acquise dépasse déjà 80 mètres.

pendant quarante-huit heures ! Le drapeau blanc définitif de la guerre peut fort bien être un mouchoir.

Regrettons que la science des ondes ne soit pas encore assez avancée pour nous donner ainsi le Grand Armistice final. Espérons ne pas nous éteindre avant d'avoir enfin vu ce miracle !

Vu? Du moins les ondes de haute fréquence, sœurs des ondes de la lumière, nous en promettent un autre à brève échéance, la *télévision*, la vue à longue distance !

VERS L'INCONNU

Oserai-je dire que la T. S. F. nous fournira « plus fort » encore que la télévision ? La T. S. F. n'est qu'un commencement de révolution physique générale. C'est une petite manifestation, et très particulière, des phénomènes de haute fréquence qui régissent l'univers entier : un effet chimique lui-même est produit par des vibrations, dont on connaît la longueur d'onde, comme on sait les longueurs des ondes qui donnent les effets lumineux, caloriques ou électriques.

Demain peuvent surgir du domaine des ondes des découvertes qui feront notre joie aussi bien que notre épouvante.

L'homme, jugé dans son ensemble, est-il assez raisonnable pour manœuvrer ainsi les forces mystérieuses de la nature?

Quand un gamin, persuadé de son génie, a découvert la cachette d'un tonneau de poudre, on a le droit d'en être ému. On est bien fondé à se demander s'il va tirer un feu d'artifice, ou bien faire sauter la maison...

T.S.F

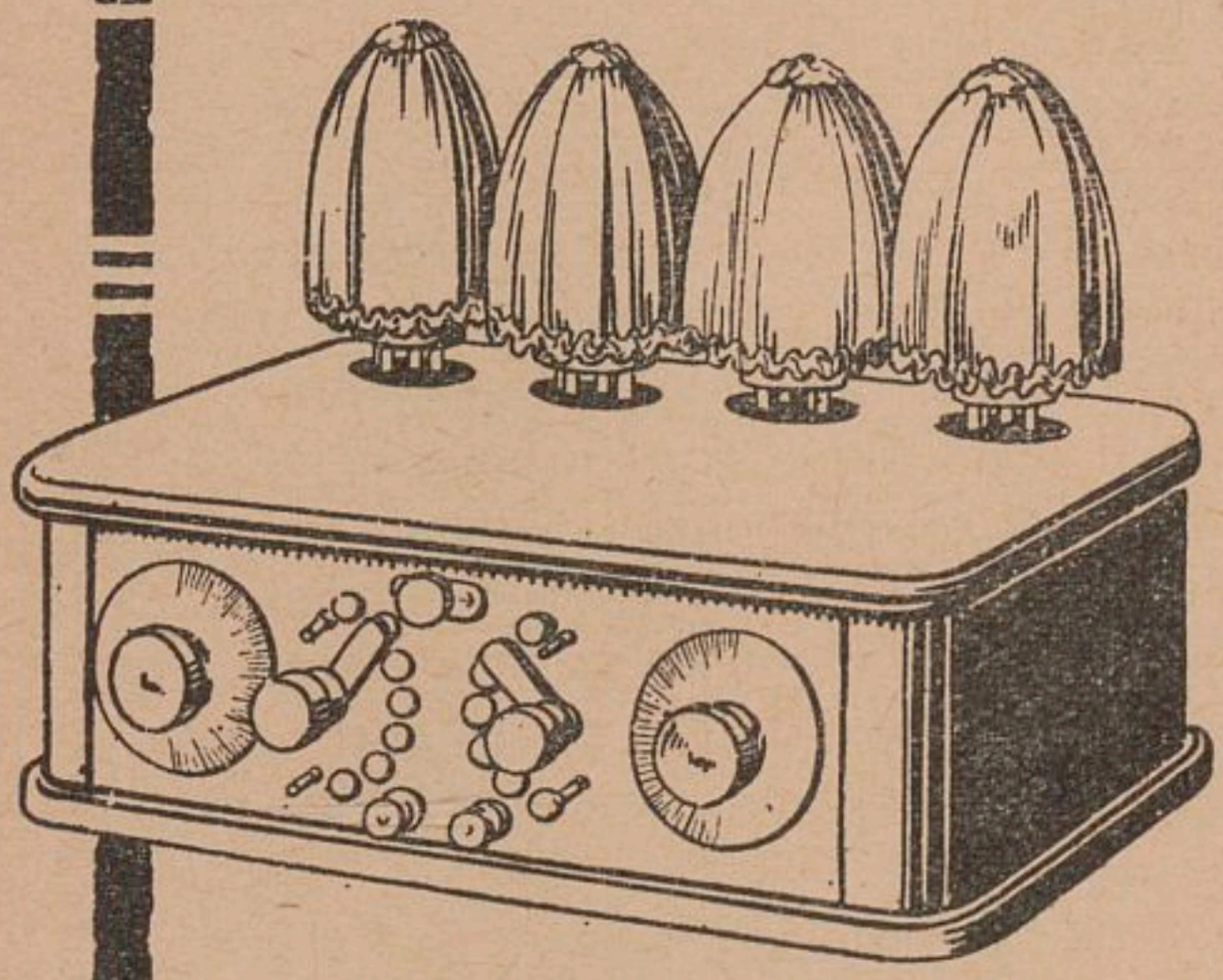
RADIOPHONE

Lilor

VÉRITABLE

PARIS

la bonne marque



SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS

LIOTARD Frès

RUE DE

Lorraine, 22

CAPITAL 3 000 000 DE FRANCS

PARIS

DEMANDER . NOTICE **F** FRANCO

Appendice

I. — DANS QUEL SENS CIRCULE UN COURANT ÉLECTRIQUE ?

Plusieurs lecteurs m'on fait part déjà de la surprise que leur a causée un détail de mes figures : le sens que j'indique pour la circulation du courant dans la lampe audion et dans son circuit est exactement contraire à celui que les traités de physique attribuent à un courant électrique ! — (Par exemple, fig. 24 et 32.)

Répondre me permettra de montrer aux lecteurs une, entre mille, des révolutions en tous domaines que nous ménagent les oscillations à très haute fréquence et ces phénomènes *électroniques* (dégagements d'électrons) qu'a mis en évidence l'illustre savant anglais J. J. Thomson. La physique traditionnelle est totalement bouleversée par les applications déjà si nombreuses de ces phénomènes, qui constituent en quelque sorte l'âme des lampes merveilleuses de la T. S. F.

Reprenons à son origine cette question du sens de marche d'un courant électrique.

❀ ❀

La rouge ou la noire? Le premier physicien, peut-être Volta ou Galvani, qui, au début du dernier siècle, assista à ce phénomène, nouveau pour l'humanité, du passage d'un courant électrique dans un fil, se trouva fort embarrassé lorsqu'il chercha à déterminer le sens de ce courant. L'aiguille du galvanomètre se déplaçait bien au passage, mais,

n'ayant pas de langage, elle ne lui disait pas si ce déplacement était provoqué par un courant qu'elle recevait de gauche ou de droite.

Il ne pouvait prendre qu'au hasard une décision, puisque rien, absolument rien, ne le tirait d'embarras.

Il peignit bien les deux bornes de sa pile, l'une en rouge et l'autre en noir, pour les mieux distinguer.

Mais quelle serait la borne de départ, et quelle la borne d'arrivée? Il ne put là que jouer au petit bonheur. Il misa sur la rouge. Et c'est la noire que la T. S. F. a fait sortir ! Sourions. Et voyons dans un rapide exposé pour quelles raisons, jusqu'aux temps actuels, la science n'a pu demander jamais qu'au hasard de lui apprendre dans quel sens circule un courant électrique.

❀ ❀

On débuta par du verre et de la résine.

Quand, au XVI^e^ siècle, un alchimiste se mit en tête d'étudier les phénonmènes mystérieux que nous appelons *électriques* aujourd'hui, il se demanda naturellement par quel moyen il pourrait se procurer un peu de ce fluide étrange.

La foudre, les feux Saint-Elme et les aurores boréales refusent de se laisser analyser dans un laboratoire. D'autre part, il ignorait les relations que pouvait bien avoir avec l'électricité la pierre de fer qu'on trouvait aux environs de la ville de Magnesia, en Asie Mineure, et qui détermine les phénomènes, dits pour cette raison *magnétiques*, que nous savons.

Il retrouva dans son bonnet le souvenir de Thalès de Milet, qui, six cents ans avant Jésus-Christ, se fabriquait à bon compte de l'électricité en frottant au moyen d'un chiffon de laine un baton d'ambre jaune (produit végétal appelé *électron* en grec, d'où *électricité*).

Notre alchimiste n'avait pas d'ambre ; il prit une baguette

de verre, la frotta, et s'aperçut qu'ainsi excitée elle attirait à elle de petits morceaux de duvet. Mais le duvet, d'abord collé à la baguette par le fluide dégagé, se détachait d'elle au bout de quelques instants, tombait à terre, et ne permettait pas d'observations plus poussées.

Il substitua au duvet une très légère boule de moelle de sureau,

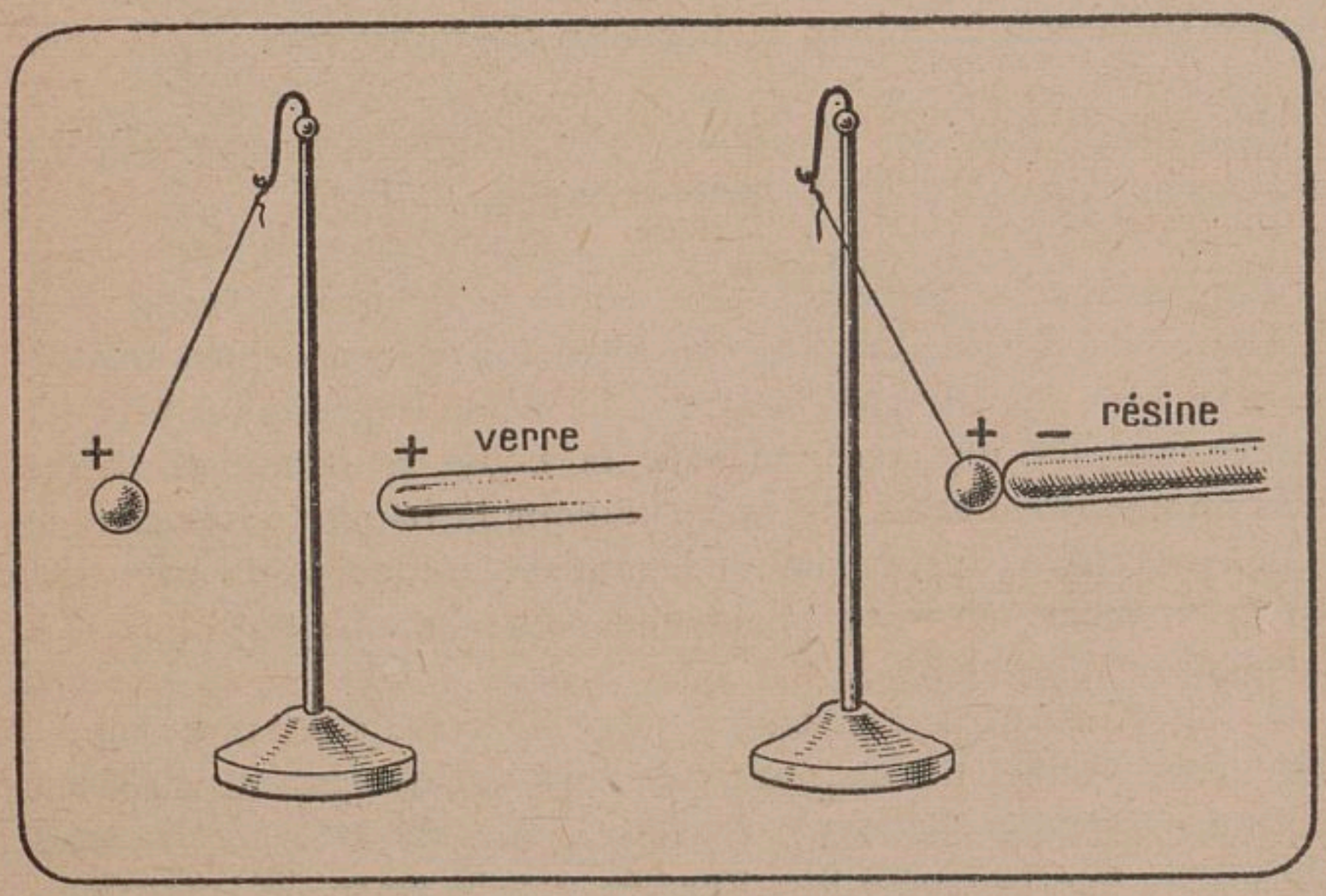


Fig. 91. — FAITS CONNUS DU MOYEN AGE. — Les fluides de même nom ou signe se repoussent. — Les fluides de nom ou signe contraires s'attirent.

qu'il suspendit à une petite potence par un très mince fil de soie. Il frotta vigoureusement la baguette, l'approcha de la boule. La petite sphère, aussitôt, vint se coller à la baguette ; puis, un peu après, la quitta pour reprendre, à la suite de quelques balancements, la verticale.

En résumé, la boule de sureau s'était approchée de la baguette

comme à la becquée, et puis elle s'était retirée une fois la charge prise. L'alchimiste voulut lui en donner une seconde, frotta la baguette et la tendit à la boule. Mais aussitôt la boule s'éloigna d'elle, d'une allure très décidée, comme fort fâchée ! (Fig. 91.)

L'opérateur ne comprit pas, frotta, recommença une tentative... La boule était bel et bien repoussée par la baguette de verre dès qu'elle venait d'être touchée par elle une première fois !

« Qu'as-tu en tête, petite boule de sureau? dut penser l'alchimiste. Aimerais-tu mieux la baguette de résine que j'ai là sous la main? »

Il frotta la baguette de résine et la lui tendit. La petite boule se précipita sur elle et y demeura collée...

Le lendemain, perplexe mais taquin, l'alchimiste tendit à la petite boule à peine éveillée une baguette de résine bien frottée. Elle se jetta sur elle ! Mais, quand la même baguette lui fut présentée aussitôt une seconde fois, la boule se conduisit envers elle comme elle l'avait fait la veille pour la baguette de verre en récidive : elle s'éloigna d'elle ! L'alchimiste changea de baguette, frotta vivement le verre : la boule s'y colla...

Il lui présenta successivement vingt ou trente substances, après les avoir vivement frictionnées, et constata que *toutes* pouvaient se ranger en deux classes : celles qui ont, vis-à-vis de la boule de sureau une première fois touchée par le verre, les propriétés du verre, et celles qui ont les propriétés de la résine. Il conclut, comme nous l'aurions fait nous-mêmes, qu'il existe deux sortes d'électricité : certains corps portent un fluide, une électricité, *verrique* ; certains autres, une électricité *résinique*. De très vieux livres de physique emploient ces termes.

Ce genre de petites expériences se répandit ainsi dans le monde des chercheurs d'autrefois et, peu à peu, pour simplifier les désignations, pour leur donner aussi un caractère hermétique qui les rendît inaccessibles au vulgaire, on décida que les corps

verriques porteraient le signe algébrique des valeurs positives +, et que les corps résiniques seraient indiqués par le signe des valeurs négatives —. Sans raison meilleure ou pire, on aurait pu les désigner par ☓ ou ☺ ; ou simplement par un V et un R, premières lettres des mots verre et résine ; ou par des signes astronomiques; ou de toute autre façon conventionnelle.

Quant à tirer de ces expériences une indication quelconque sur l'existence d'un courant d'abord, sur le sens que pourrait avoir ce courant ensuite, on en voit clairement l'impossibilité. Tout ce qu'avaient pu constater les curieux était ceci : les corps qui portent des charges d'électricité dite + se repoussent, comme se repoussent les corps chargés d'électricité dite — ; seuls s'attirent deux corps chargés d'électricité de signes contraires.

❀ ❀

La machine électrique n'en apprend pas plus que le verre et la résine.

Plus tard, Otto de Guericke imagina une machine, dite « machine électrique », pour frotter plus facilement le verre, obtenir d'elle du fluide électrique en abondance et se livrer ainsi à des recherches plus concluantes. Il tailla un disque en verre, monta en son centre une manivelle, et le fit ainsi tourner à la main entre deux paires de coussins de laine bien appliqués ; sur chaque face du disque, il approcha les dents d'une sorte de râteau métallique dont les deux manches, horizontaux et parallèles, se terminaient chacun par une demi-sphère. On aurait dit les deux *pôles* de la terre, placés l'un à côté de l'autre sans se toucher. Les pointes recueillaient le fluide, qui pouvait ainsi parvenir aux deux pôles. (Fig. 92.)

Que constata Otto de Guericke? Ceci : le fluide électrique que la friction dégage sur le verre se divise en deux éléments bien nets : sur un des pôles se localise, s'accumule, une électricité qui

donne à ce pôle exactement les mêmes propriétés qu'avait la boule de sureau chargée d'électricité verrique, ou + ; à l'autre pôle, une électricité qui a exactement les mêmes propriétés que celle de la boule chargée d'électricité résinique, ou —. Autrement

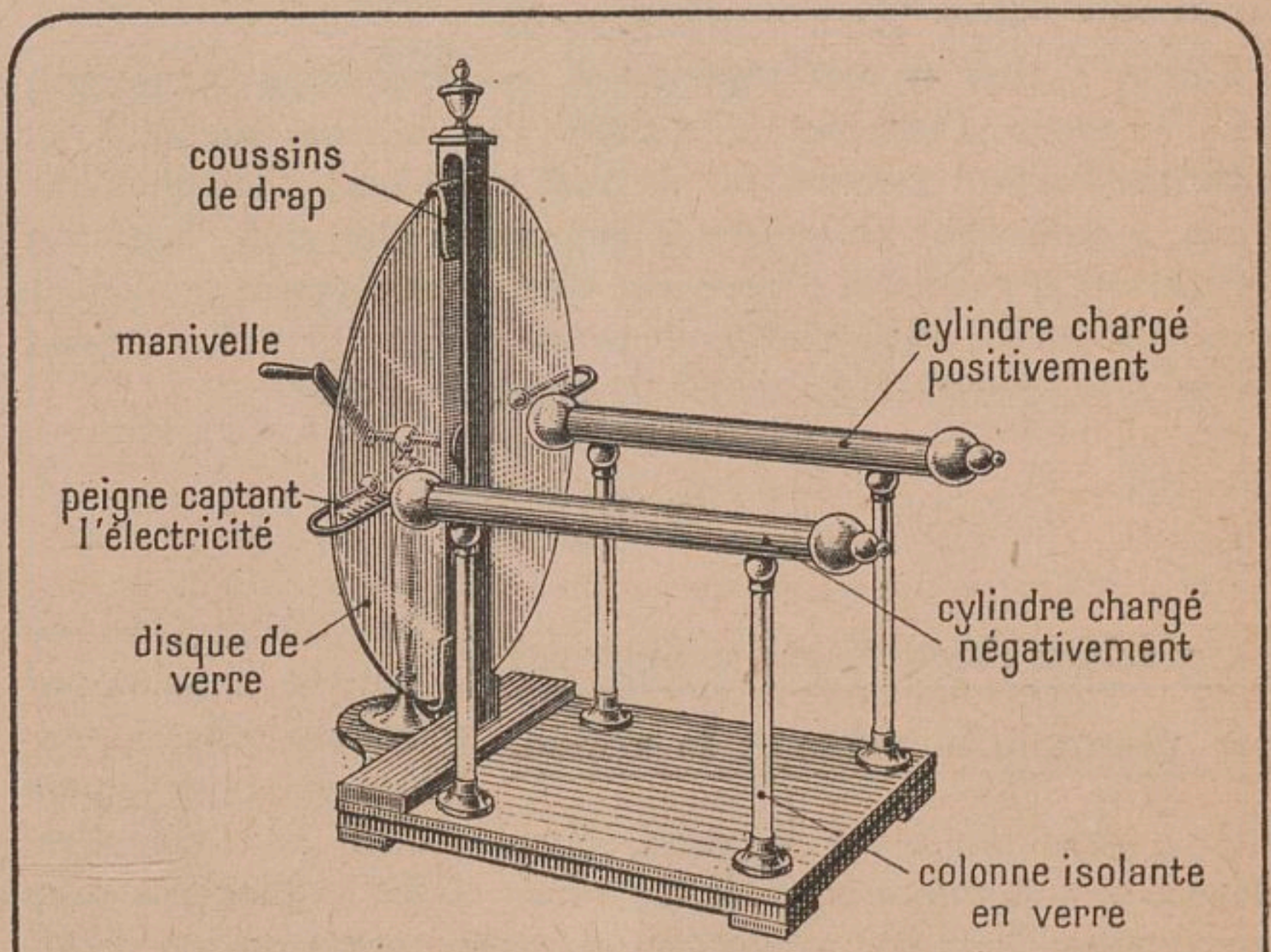


Fig. 92. — La « machine électrique » de 1650. — Les deux pôles présentent chacun exactement les mêmes propriétés que la boule de sureau tour à tour chargée d'électricité verrique et d'électricité résinique.

dit, il constata que, lorsqu'un phénomène électrique se produit, il y a toujours un pôle positif et un pôle négatif, mais qu'il ne peut exister un négatif seul, par exemple, s'il n'y a pas de positif ; et inversement.

Il pouvait conclure aussi qu'une action *mécanique* (frottement),

exercée dans certaines conditions, dégage et divise en ses deux éléments fondamentaux le fluide électrique enfermé à l'état latent dans un corps.

Poursuivant l'expérience, il voyait aussi que, lorsque le fluide + et le fluide — s'étaient suffisamment accumulés sur leurs pôles respectifs, quand ils avaient acquis assez de *tension* pour franchir l'espace qui les séparait, tout à coup une étincelle jaillissait... Puis c'était fini : on ne constatait plus ni d'attraction ni de répulsion de la part d'aucun des pôles : ils ne portaient plus aucune charge électrique, tant du moins que la machine ne les rechargeait pas à nouveau.

De cela il pouvait conclure que les deux éléments du fluide électrique, ayant été séparés par une action mécanique, ne tendent qu'à se rejoindre, à se *neutraliser* l'un l'autre pour que l'équilibre primitif, le zéro de tension, soit rétabli.

Mais de ces constatations pouvait-on, et a-t-on jamais pu, tirer un renseignement sur le sens du courant? Quand l'étincelle jaillit, est-ce que le + se jette sur le —, ou est-ce le — qui se précipite sur le + ? Personne, même aujourd'hui, ne peut hasarder à ce sujet une affirmation. Les photographies les plus rapides qu'on ait pu faire d'une étincelle montrent un trait zigzagué qui réunit les deux pôles !

❀ ❀

La pile n'en apprend pas plus que la machine électrique.

Au commencement du XIX^e^ siècle, Volta inventa sa pile. Que put-il constater à son tour ? Simplement ceci : certaines actions, *chimiques* cette fois, divisent en ses deux éléments le fluide électrique enfermé dans certains corps ; elles envoient d'un côté des charges dites négatives, de l'autre des

charges dites positives. Si on réunit par un corps bon conducteur ces deux dépôts de charges électriques de signes contraires, ces deux *bornes*, un des éléments se précipite vers l'autre pour que s'effectue la neutralisation tant désirée.

Mais lequel ? Et dans quel sens se produit le phénomène ? Volta n'en pouvait rien savoir.

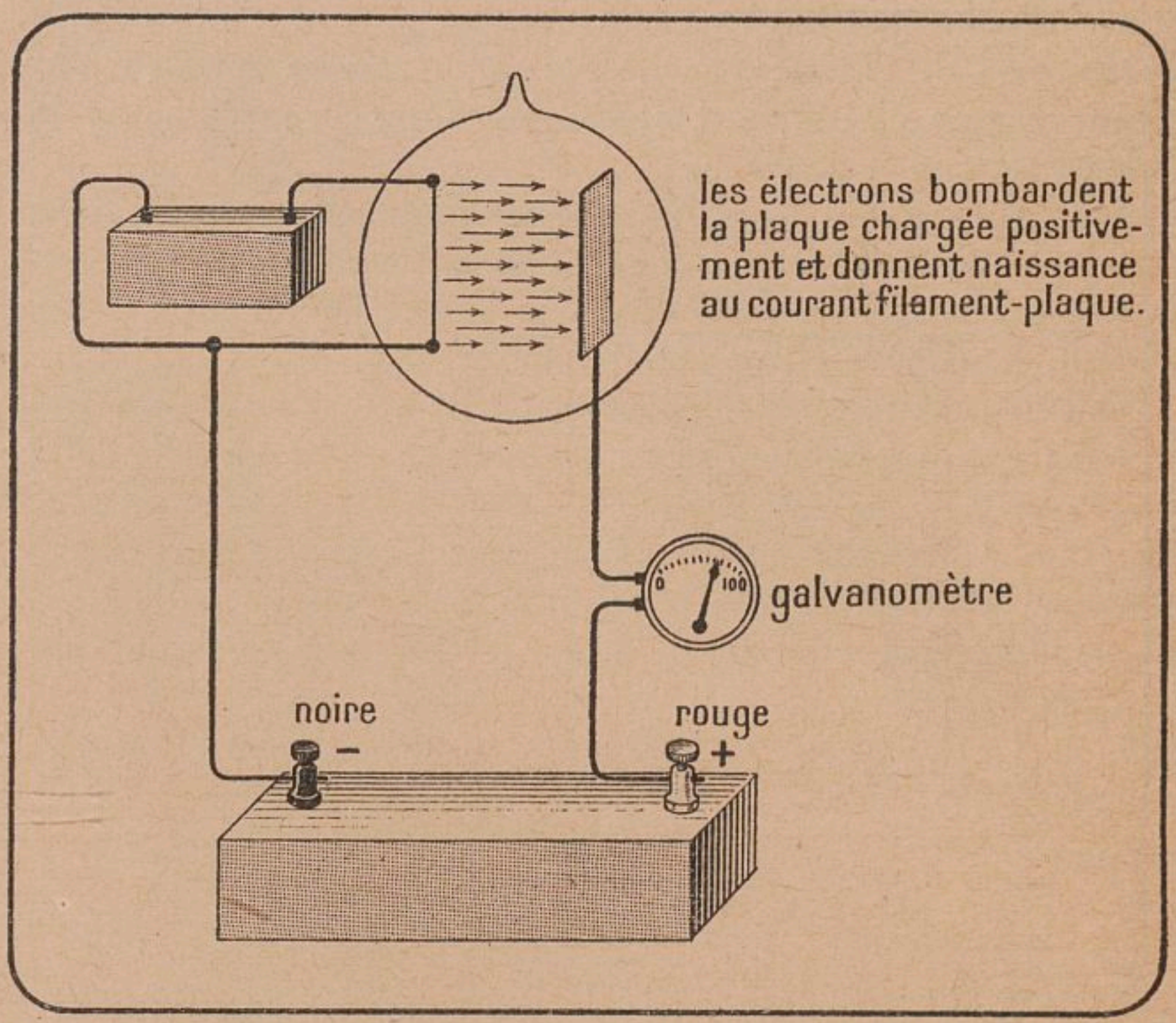


Fig. 93. — LE COURANT S'ÉTABLIT TOUJOURS DE — VERS +. — Quand le filament est chauffé (émission d'électrons) et qu'en même temps la plaque est portée à un potentiel *positif* par rapport à lui, un courant s'établit à travers l'espace qui sépare le filament de la plaque. L'aiguille du galvanomètre, intercalée dans le circuit, montre qu'il y a passage d'un courant, et indique la valeur de ce courant.

Les machines d'induction n'en apprennent pas plus que la pile.

Vers le milieu du même siècle, les frères Pixii trouvèrent le moyen de fabriquer de l'électricité par une machine d'induction. Ce n'est plus une action mécanique ou chimique qui est en jeu, mais une action *magnétique* : on

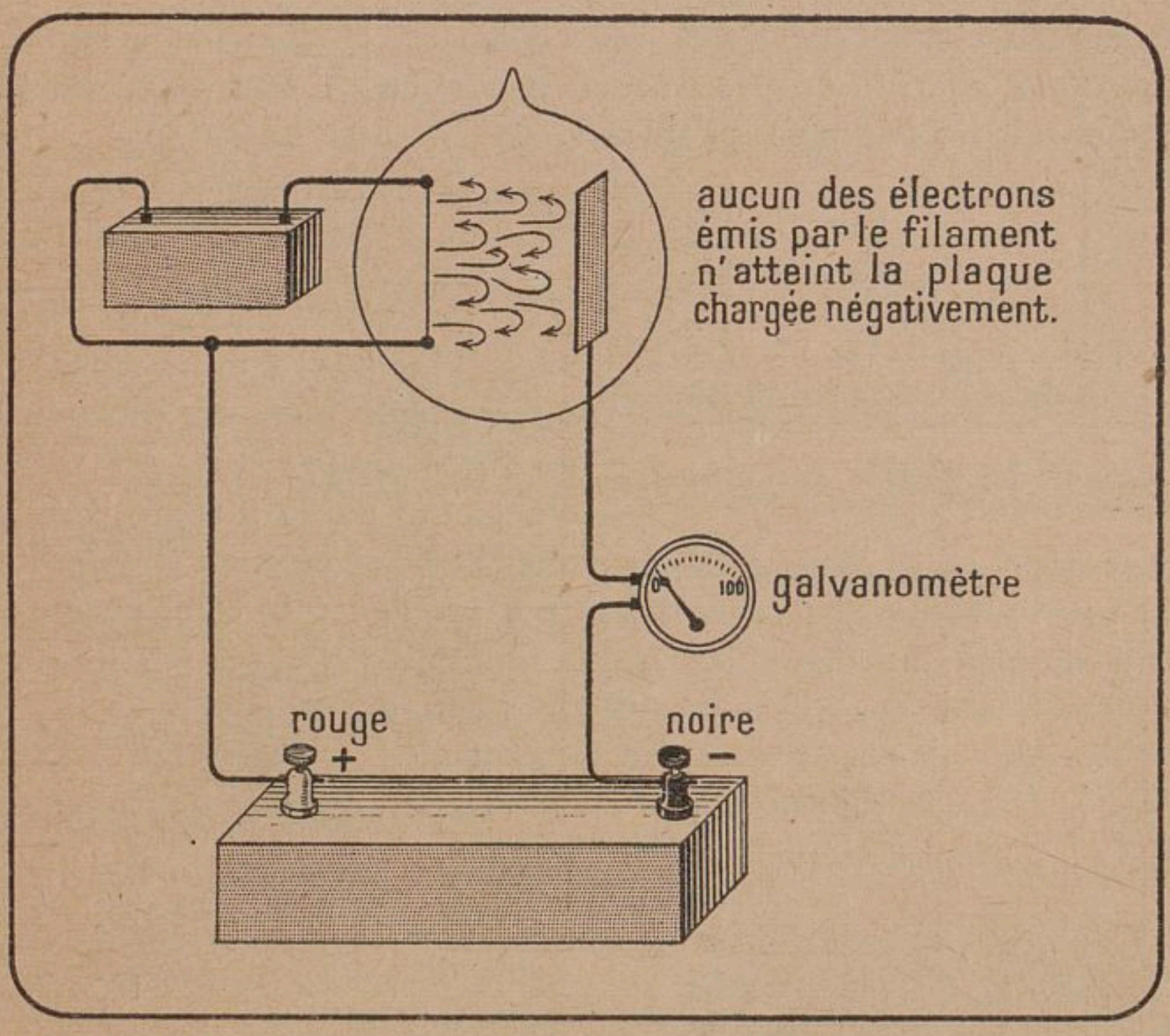


Fig. 94. — LE COURANT NE S'ÉTABLIT JAMAIS DE + VERS —. — Si au contraire, le filament étant toujours chauffé, on réunit la plaque à la borne négative de la batterie, et le filament à la borne positive, on constate qu'aucun courant ne s'établit dans le circuit. Le galvanomètre reste à zéro, quelle que soit la tension qui existe entre les deux bornes de la batterie. Cette expérience démontre que le courant ne peut s'établir dans le sens qu'on lui attribuait autrefois.

change la forme de l'énergie ; de *travail*, on la mue en *électricité*. Pour ce, on fait tourner une spire de cuivre dans le champ d'un aimant ou d'un électro-aimant (magnéto, dynamo, etc.) ; un courant est ainsi induit dans la boucle.

Si on relie les deux extrémités de cette spire à deux bornes, que peut-on constater? Toujours les mêmes faits. Qu'une des bornes possède exactement les mêmes propriétés que la boule de sureau chargée de +, et que l'autre est analogue à la boule de sureau chargée de —. Aucune indication de sens de courant n'apparaît là, pas plus qu'ailleurs.

❀ ❀

Deux découvertes ont bouleversé la vieille physique.

Ainsi l'homme a fabriqué successivement, pour se procurer le fluide mystérieux, des machines qui de la matière dégagent des charges électriques par frottement, par réaction chimique, ou par induction. Mais jamais il n'a pu dépasser cette conclusion simple : un des pôles a des propriétés d'attraction et de répulsion qui sont exactement la contre-partie des propriétés de l'autre, et les deux pôles ne tendent qu'à un seul effet, — et c'est là la cause du *courant*, — se neutraliser, détruire la dissociation qu'a produite la machine de l'homme.

Donc, et j'ai esquissé là en somme tout le grand schéma de l'histoire de l'électricité, les chercheurs se sont toujours trouvés dans l'impossibilité radicale de découvrir le sens du courant électrique. Pour la commodité des raisonnements et des enseignements, on a admis universellement que l'effort vers la neutralisation est maximum au signe + et minimum au signe —, et que, par analogie avec une chute d'eau, le courant va du haut de la montagne vers la plaine, toutes deux imaginaires ; mais cette désignation, les vrais savants en conviennent beaucoup plus

volontiers que personne, n'a pas plus de valeur technique que si elle avait été tirée au doigt mouillé ou à pile ou face.

❀ ❀

Or la science, sur le sens d'un courant électrique, a joué *face* il y a cent ans. La T. S. F. nous apprend que c'est *pile* qu'il fallait jouer et que le courant électrique va de — à +.

Il y a une vingtaine d'années, en effet, on a découvert — et tous les physiciens, dans le monde entier, sont d'accord sur ce point — que les atomes d'un corps sont constitués chacun par un noyau, porteur d'une charge électrique positive, autour duquel gravitent à une vitesse énorme, comme des planètes autour d'un soleil, des corpuscules infinitésimaux dénommés *électrons*, qui, eux, sont porteurs de charges négatives. Le total des charges négatives des électrons équilibre constamment la charge positive du noyau.

Lorsque, par action mécanique, action chimique, action

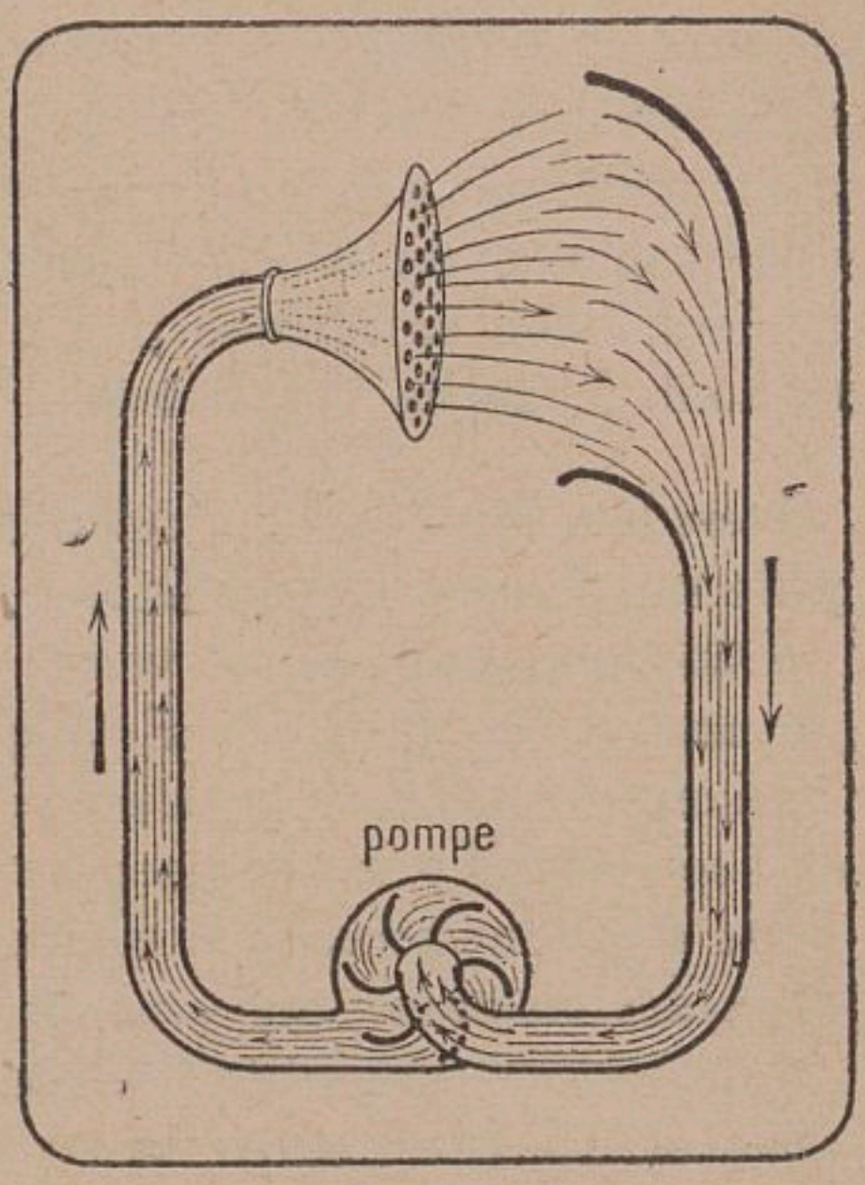


Fig. 95. — ANALOGIE HYDRAULIQUE: CIRCUIT PRÉSENTANT UNE COUPURE. — Certes « comparaison n'est pas raison ». Cette figure n'a donc d'autre objet que de faciliter la compréhension des phénomènes qui se passent dans une source d'électricité. La pompe envoie constamment des molécules d'eau remplacer dans la pompe celles qui s'en sont échappées. C'est là l'origine, la cause du courant. On peut fort bien admettre que le corps de la pile par exemple (la pompe), soit le lieu où se fait la *neutralisation* des deux charges de nature différente qu'a dissociées l'action chimique de la pile.

magnétique, etc., on dérange cette harmonie, une quantité de ces électrons s'échappent de leur cycle normal en emportant une quantité correspondante de charges négatives. S'ils sont immédiatement remplacés par une arrivée équivalente d'électrons débités par une machine, un courant électrique est par là même instantanément établi entre cette machine et le corps d'où les électrons se sont échappés sans retour.

Vers la même époque a été découvert l'*effet Edison* dont je rappelle rapidement les conditions :

Dans une ampoule de verre, vidée de son air, on installe un *filament* et, en face de lui, à quelques millimètres, une *plaque*.

Si on relie une batterie de piles à ces deux électrodes, de telle façon que son positif soit à la plaque et son négatif au filament, et si on porte à l'incandescence le filament, on constate ceci : le filament émet des électrons, qui vont *du filament à la plaque*. La cause de ce phénomène est que les électrons, qui normalement circulent sans cesse dans les interstices moléculaires du métal constituant le filament, accélèrent leur mouvement sous l'influence de la haute température, et qu'un certain nombre d'entre eux, chassés dans le vide de la lampe, se précipitent sur la plaque, laquelle les attire parce qu'elle est au pôle positif de la batterie. Textuellement, ils la bombardent en y transportant des charges négatives.

Sur ce fait, tous les physiciens actuels sont d'accord, aucun ne cherche à nier une évidence.

Une fois arrivés à la plaque, que deviennent les électrons ? Des électrons ne sont pas des obus ultra-microscopiques qui éclatent et dont les morceaux tombent dans le fond de la lampe... Pas davantage, après s'être cassé le nez sur la plaque, ils ne songent à faire demi-tour et à rentrer chez eux, jurant mais un peu tard...

Arrivés à la plaque, les électrons continuent leur chemin, tout simplement. Les charges négatives qu'ils portent vont de la plaque au pôle positif de la batterie, où elles sont neutralisées par les charges positives égales produites par la pile.

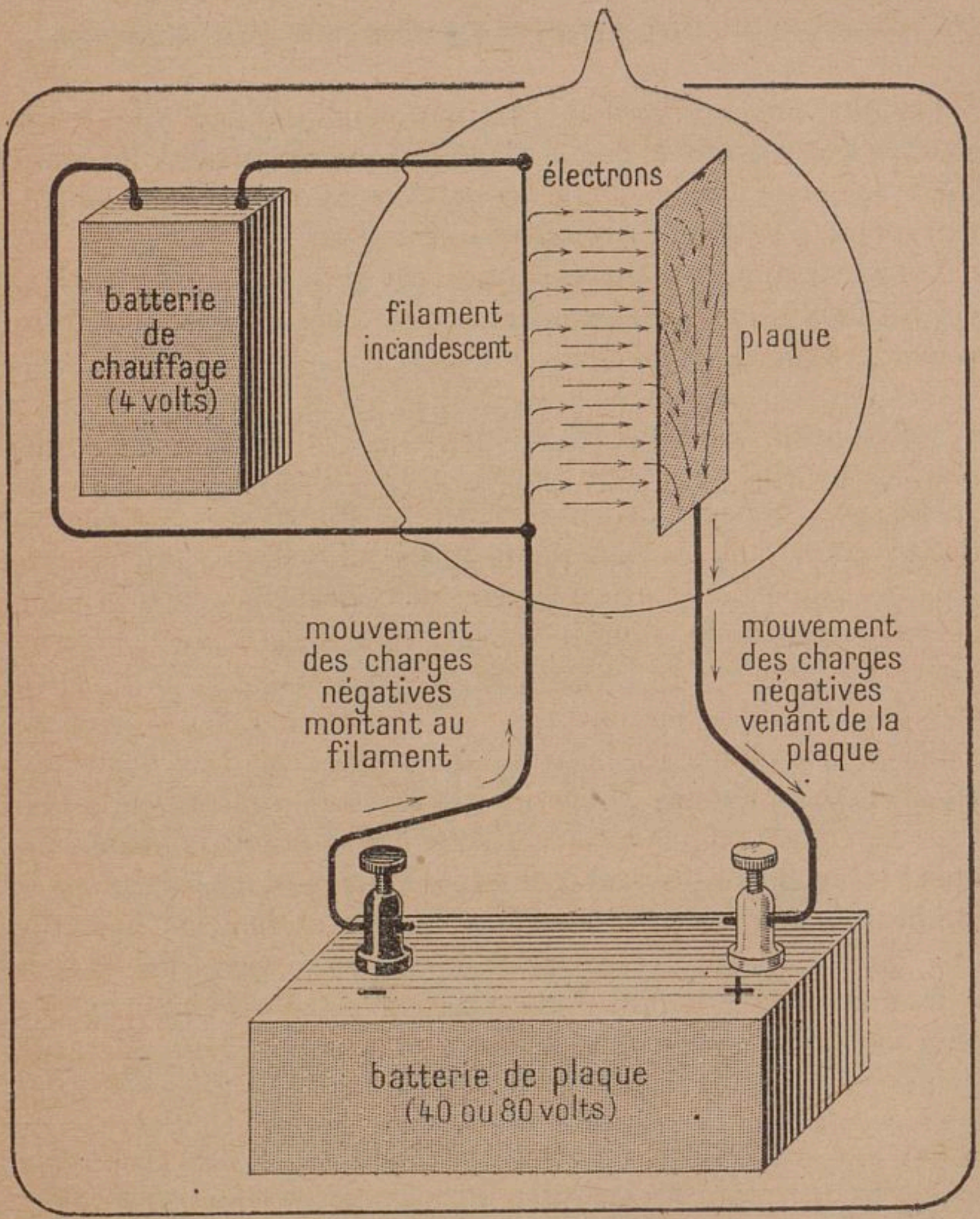


Fig. 96. — Schéma montrant le mouvement des charges dans le circuit filament-plaque (et jamais plaque-filament) d'une lampe a vide a 2 ou 3 électrodes.—L'action chimique dans la batterie dissocie les charges de l'atome, accumule les charges négatives d'un côté, les charges positives de l'autre. Quand le circuit est ouvert, les tensions s'équilibrent, et la dissociation cesse. Quand il est fermé, les charges négatives tendent constamment à rejoindre les charges positives, aux fins de la neutralisation.

De même, le pôle négatif de la pile envoie sans discontinuer *vers le filament* des charges négatives qui remplacent celles que les « électrons voyageurs » (expression de Henri Poincaré) ont emportées en allant bombarder la plaque.

Ce mouvement de charges négatives (d'une part, de la plaque vers le pôle positif ; d'autre part, du pôle négatif vers le filament) constitue bel et bien ici ce que nous appelons le courant électrique. Cette pluie d'électrons négatifs, qui se précipitent réellement vers le pôle positif, est bien, en dernière analyse, *la cause du courant*, quoi qu'en dise cette convention, répétée d'âge en âge, de Lycée en Faculté, de Sorbonne en Académie, que le courant électrique va du pôle où la tension est hypothétiquement le *plus* forte, au pôle où elle l'est le *moins*.

❀ ❀

Enfin ! Pris sur le fait ! La lampe à deux ou trois électrodes (la lampe à quatre électrodes est déjà pratiquement utilisée) a donc permis aux physiciens *de prendre pour la première fois un courant électrique sur le fait*, pour ainsi dire.

Nos dogmes antiques sont jetés par terre ? N'en gémissons pas. La T. S. F. et, d'une façon générale, la haute fréquence nous préparent tant d'autres surprises qu'il vaut mieux s'habituer à les recevoir avec des sourires plutôt qu'avec des grimaces.

Par exemple, depuis bien des mois, on procède par la T. S. F., à des expériences de géodésie qui montreront les déformations progressives de notre petit globe et détermineront exactement la valeur de son méridien.

Or ces travaux prouveront certainement aussi que notre fameux *mètre*, base sacrée de nos poids et de nos mesures, est plus faux encore que nous ne le supposions déjà !

Ne grimaçons pas. Sourions ! Et attendons la révélation et la révolution suivantes.

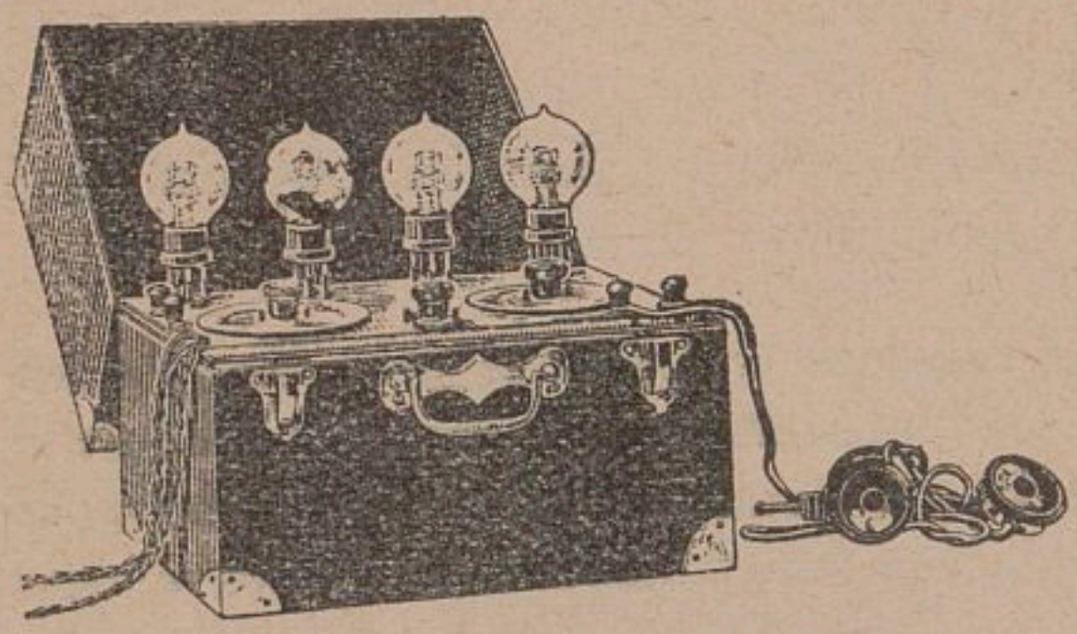
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE R.F.

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE R.F. IMPRIMÉS

La Téléphonie sans Fil pour tous

par LE "RADIOLA"

79, boulevard Haussmann, PARIS



Le RADIOSTANDARD

construit pour toutes les longueurs d'onde

PERMET D'ÉCOUTER SUR ANTENNE

Les Concerts Radiola

Dans toute la France

Visitez notre Magasin de vente :

79, Boulevard Haussmann, 79

où vous trouverez tous les Modèles d'Appareils
que vous pouvez désirer.

II. — LES ONDES ET LE PSYCHISME

A la suite de la publication de l'*Initiation à la T. S. F.* dans la revue *l'Illustration*, un des lecteurs a bien voulu me signaler, en concordance avec mon hypothèse sur le psychisme, l'opinion fort ancienne — exprimée il y a 90 ans — d'un physicien réputé, Plateau.

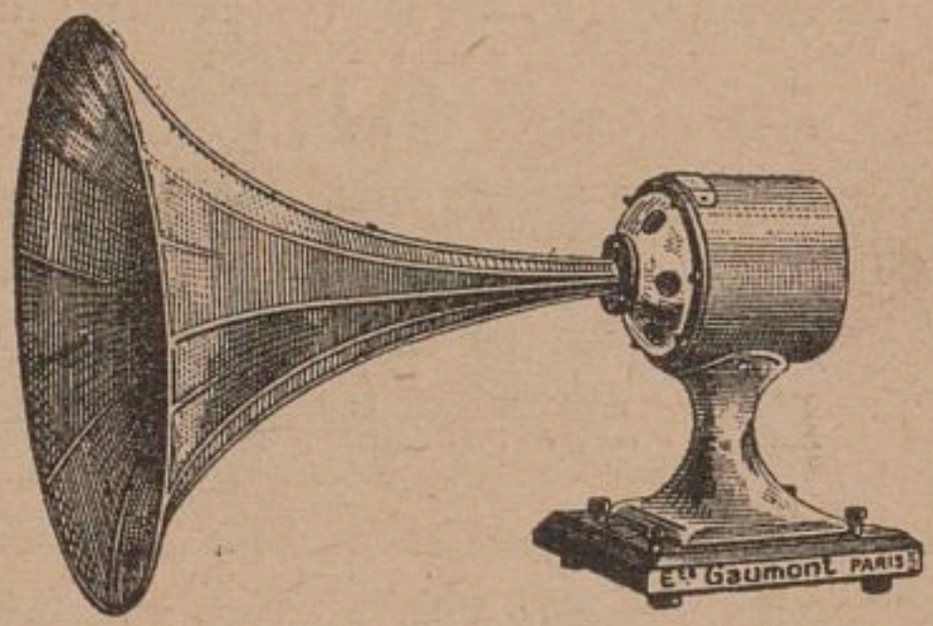
On lit sous sa signature, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, tome 53, année 1833, ceci :

« On doit regarder comme très probable que les impressions des autres sens présentent également des effets d'oscillations. Peut-être même ne serait-ce pas sans probabilité que l'on étendrait l'idée de ces mouvements oscillatoires à des phénomènes d'un ordre plus élevé, c'est-à-dire à des faits purement moraux : on aurait alors l'explication des phénomènes de contraste ; on verrait, par exemple, pourquoi, lorsque la cause qui produisait en nous une douleur morale vient à cesser subitement, nous ne sommes pas simplement ramenés à l'état où nous nous trouverions si cette cause n'avait pas existé, mais nous éprouvons un sentiment de plaisir, c'est-à-dire un sentiment *opposé*. Je ne pousserai pas plus loin ces considérations qui m'écartent de mon sujet ; mais je présente ces dernières idées avec d'autant plus de confiance, que je puis m'appuyer à cet égard de l'autorité de M. Quetelet qui, en partant de données bien différentes, est arrivé dans ses recherches sur la mesure de l'influence des causes qui modifient les éléments sociaux, à des conclusions analogues tant pour l'homme moral considéré individuellement, que pour le corps social lui-même. »

Gaumont

Hautparleurs "SEG"

Simplicité
Solidité
Netteté
Puissance
Grand Rendement



Téléphonie avec et sans fil

Etablissements **Gaumont**

Société anonyme -- Capital 10.000.000 de Francs

Service Radio Seg, 57, Rue Saint-Roch, Paris

Téléphone : Central 30-87.

Demander notice n° 7.

PUBLICATIONS MENSUELLES DE T. S. F.

Les principales revues françaises qui traitent spécialement de T. S. F. (citées par ordre alphabétique) :

Les Annales des P. T. T., 3, rue Thénard, Paris.
L'Onde Electrique, 40, rue de Seine, Paris.
Radio-Electricité, 12, place de Laborde, Paris.
Radio-Revue, 40, rue de Seine, Paris.
La T. S. F. moderne, 11, avenue de Saxe, Paris.

ASSOCIATIONS DE T. S. F.

Les principales (citées par ordre alphabétique) sont :

Radio-Club de France, 95, rue de Monceau, Paris.
Société des Amis de la T. S. F., 102 *bis*, rue Didot, Paris.
Société Française d'étude de la T. S. F., 12, rue Hoche, Juvisy (S.-et-O.).

Un club, qui réunit les amateurs autorisés à *émettre*, a été fondé récemment par M. Roussel, 12, rue Hoche à Juvisy, sous le nom de *Club des* 8. — (V. p. 135.)

Les

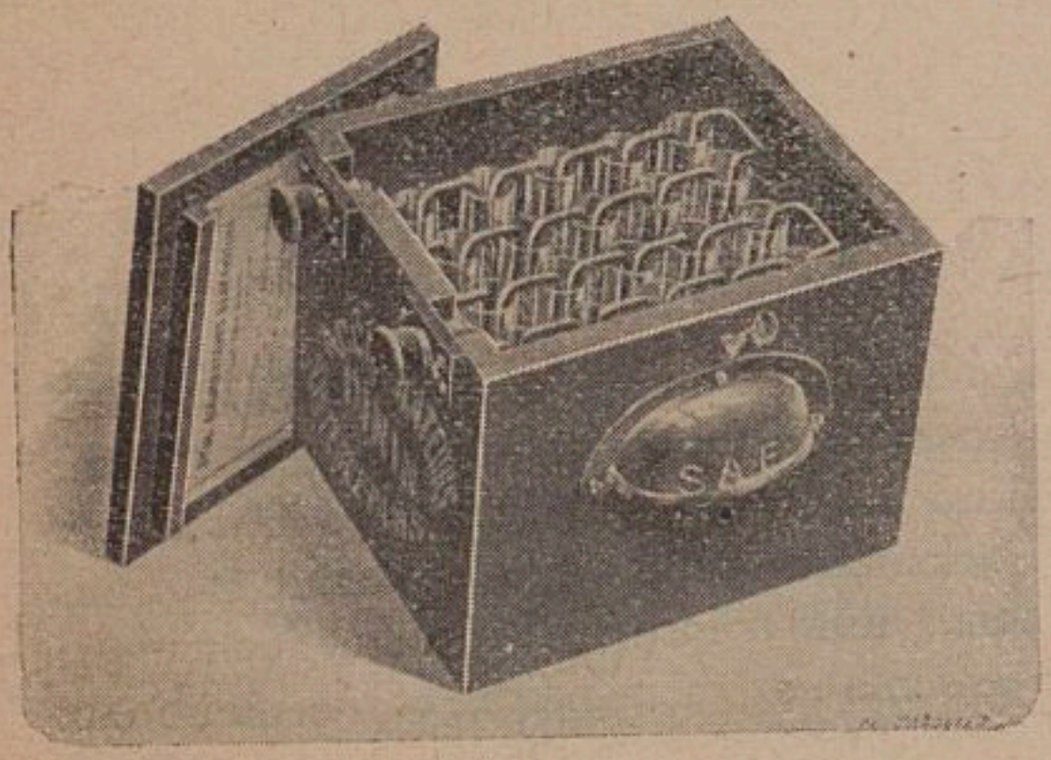
ACCUMULATEURS

DININ

adoptés par

toutes les Grandes Compagnies d'Exploitation

de T. S. F.



s'imposent

aux

Amateurs

avisés

SOCIÉTE DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

(Anciens Établissements Alfred DININ)

Capital : 6 millions

NANTERRE (Seine)

LE RADIO-CLUB DE FRANCE (R. C. F.)

95, rue de Monceau. — PARIS (8e)

Cette importante association a été fondée vers la fin de 1920. Le but principal de ses fondateurs était de créer un lien entre les opérateurs radiotélégraphistes qui naviguent sur toutes les mers du monde ; ainsi que de centraliser les observations qu'ils pouvaient recueillir sous les latitudes les plus variées.

Le Radio-Club de France ne tarda pas à dépasser le but qu'il s'était tout d'abord assigné. Non seulement les professionnels tinrent à s'y inscrire, mais, dès que les principales revues scientifiques eurent annoncé sa création, les amateurs de T. S. F. de toutes les parties de l'Europe lui envoyèrent leur adhésion. La manifestation qu'il organisa en juin 1921, à la salle des Ingénieurs Civils, au profit du laboratoire de M. Branly, le fit soudain connaître dans la grande presse ; il réussit en effet, à cette occasion, à attirer l'attention du public sur le dénuement dans lequel on abandonnait nos savants les plus notoires. A partir de cette date, les journalistes commencèrent à plaider devant l'opinion la cause des laboratoires.

Un peu plus tard, vers l'automne de la même année, le Radio-Club de France annonçait un événement qui devait faire courir tout Paris : le public était convié à entendre au Théâtre des Champs-Élysées un concert qui se donnerait à 40 kilomètres de distance et serait transmis sans aucun fil ! A cette époque, une transmission radiotéléphonique de ce genre était considérée comme extraordinaire, et de nombreux reporters se dirigèrent vers la rue de Monceau pour obtenir des détails sur cette incroyable démonstration.

En mai 1922 il organisait une manifestation plus grandiose encore et faisait danser le corps de ballet de l'Opéra-Comique aux sons d'un orchestre invisible dont les accords étaient uniquement transmis par les ondes hertziennes. A cette séance inoubliable du Trocadéro, quatre mille spectateurs purent déchiffrer sur un écran un message autographe de

M. Raymond Poincaré, que le célèbre inventeur français, M. Bélin, envoyait de la grande station de T. S. F. de Bordeaux et qui reproduisait avec une fidélité rigoureuse les moindres détails de l'écriture du Président du Conseil.

Universellement connu par ces manifestations que commentèrent les journaux des pays les plus lointains, ceux de Shang-Haï et de Buenos-Aires en particulier, le Radio-Club de France voit s'accroître ses adhérents à raison de plusieurs par jour. Il a organisé des séries de conférences sur la T. S. F. à la Sorbonne avec le concours de savants de premier ordre tels que MM. Bellini, Latour, Belin, Guérilot, Quinet, Carret, Commandant Lagorio, etc., et, pendant la belle saison, il emmène ses adhérents visiter les grandes stations de T. S. F. et les laboratoires où les appareils les plus perfectionnés sont mis au point et réalisés industriellement.

Consulté officiellement par le Sous-Secrétariat d'État des Postes et Télégraphes au sujet de la réforme de la législation de la T. S. F., il n'a jamais cessé de défendre les droits des amateurs, auxquels il prodigue ses conseils par la voie de son service de renseignements techniques.

Il a, depuis sa fondation, apporté sa contribution à des œuvres nombreuses : d'abord à l'aménagement des laboratoires de M. Branly, puis à l'œuvre des Veuves des officiers radiotélégraphistes de la Marine marchande, au Monument aux Morts de la Marine Française, etc.

Un de ses membres, M. Georges Lakowsky, vient de mettre à la disposition des inventeurs en matière de T. S. F. une somme de dix mille francs dont le produit sera réparti chaque année entre les chercheurs les plus ingénieux pour leur permettre de faire construire les nouveaux appareils qu'ils auront imaginés. La commission technique du Radio-Club de France sera chargée de l'examen des mérites des candidats.

De pareilles initiatives ne sauraient rester inutiles et ne pas contribuer aux progrès de la T. S. F. dans notre pays.

Le Radio-Club a pour organe officiel *Radio-Revue*, publication mensuelle illustrée, servie gratuitement à tous ses membres et qui recueille également les communications des Radio-Clubs de province affiliés au Radio-Club de France. Les principales revues de T. S. F. européennes et américaines peuvent être consultées à la bibliothèque du Club, qui est ouverte tous les jours.

Comme autres avantages réservés à ses membres, signalons les cours de lecture au son, les remises importantes chez la plupart des construc-

teurs de T. S. F., les facilités offertes par la salle d'écoute de la rue de Monceau pour les expériences de réception sur les appareils les plus variés, etc.

Le Radio-Club de France est une *association amicale ouverte à tous*, créée en toute indépendance, en dehors de tout groupement industriel ou de tout parti politique. La cotisation annuelle est de 34 francs (droit d'entrée de 10 francs pour la première année). Cette cotisation donne droit au service gratuit de la revue mensuelle *Radio-Revue*.

SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA T. S. F.

102 *bis*, rue Didot. — PARIS

La Société des Amis de la T. S. F., fondée par un groupe de personnalités éminentes appartenant au Haut Enseignement, à l'Armée et à l'Industrie, s'est proposé un triple but :

Contribuer en dehors de toute préoccupation commerciale à l'avancement de la Radiotélégraphie théorique et appliquée, ainsi qu'à celui des Sciences et Industries qui s'y rattachent.

Grouper amicalement tous ceux qui s'intéressent à cette science nouvelle pour continuer en temps de paix la solidarité scientifique qui s'est manifestée si solidement durant la guerre.

Propager par tous les moyens l'usage de ces nouveaux procédés de communication, si riches de possibilités de toutes sortes.

Afin de réaliser ce programme, la Société a organisé des réunions mensuelles, très suivies, qui comportent des communications d'un puissant intérêt et a créé une revue *l'Onde Électrique* (éditée chez M. Chiron, 40, rue de Seine, à Paris), qui, à côté d'articles éminemment scientifiques, où savants et ingénieurs viennent exposer les résultats de leurs recherches, offre une large hospitalité aux amateurs, en accueillant leurs suggestions et les trouvailles de leur ingéniosité.

Elle vient enfin d'instituer, avec le concours du Conservatoire National des Arts et Métiers, un cours public et gratuit de radiotélégraphie d'enseignement secondaire élémentaire.

LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉTUDE DE TÉLÉGRAPHIE ET DE TÉLÉPHONIE SANS FIL (S. F. E. T. S. F.)

12, rue Hoche, à Juvisy (Seine-et-Oise)

Cette société, qui réunit un nombre considérable d'amateurs, a été fondée le 9 avril 1914 par M. Roussel et M. Flayelle. Elle a pour but, disent fort bien ses promoteurs, de « relier entre elles toutes les énergies éparses, de faire naître d'unités dispersées une collectivité agissante, régulariser les efforts, augmenter le champ d'action, faire connaître les uns aux autres tous ceux qu'intéressse ou passionne la science nouvelle ; les guider, les aider de l'expérience des aînés, leur apporter les conseils et les appuis nécessaires ».

Elle compte déjà près de 2.000 membres. Elle est par conséquent une force.

La Société Française réunit autour d'elle, sous forme de sections ou de sociétés affiliées, un certain nombre de groupements qui, en avril 1923, étaient les suivants :

— *Radio-Club de Normandie*, affilié à la S. F. E. T. S. F., le premier créé et le plus important des clubs de province. S'adresser, pour tous renseignements concernant ce groupement, à M. Restout, 8, rue de la Haie, à Boisguillaume (Seine-Inférieure).

— *Section Nantaise de la S. F. E. T. S. F.* S'adresser à M. Fonteneau, 19, rue Contrescarpe, à Nantes (Loire-Inférieure).

— *Société Havraise*, affiliée à la S. F. E. T. S. F. S'adresser, 56, rue du Lycée, au Havre (Seine-Inférieure).

— *Société Caennaise de T. S. F.*, affiliée à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Jeanne, 263, rue Saint-Jean, à Caen (Calvados).

— *Radio-Club de Reims*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. de la Morinerie, au Foyer Civil, à Reims (Marne).

— *Radio-Club d'Algérie*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Gola, 8 *bis*, boulevard Victor-Hugo, Alger.

— *Radio-Club du Nord de la France*, affilié à la S. F. E. T. S. Ce club mérite une mention spéciale ; il est le lien logique des vaillants amateurs, au rang desquels il faut citer M. l'abbé Pinte et le regretté

M. Williot, qui pendant l'occupation allemande osèrent publier le journal *l'Oiseau de France*, qui soutint le moral des vaillantes populations du Nord en portant à leur connaissance les communiqués officiels émis par la tour Eiffel et reçus — dans quelles conditions précaires ! — par d'audacieux amateurs. Pour tous renseignements concernant ce club, s'adresser rue Neuve, 55, à Roubaix (Nord).

— *Société Quimpéroise d'électricité et de T. S. F.*, affiliée à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Picquenard, 19, rue de Brest, à Quimper (Finistère).

— *Radio Savoyarde*, affiliée à la S. F. E. T. S., dont le siège est à Annecy. S'adresser à M. Ritz, trésorier de la Caisse d'Epargne à Annecy.

— *Radio-Club de Lausanne*, affilié à la S. F. E. T. S. F., fondé par un de nos compatriotes, M. Steinberg. S'adresser à M. Steinberg, 2, avenue des Alpes, à Lausanne (Suisse).

— *Radio-Association Compiégnoise*, affiliée à la S. F. E. T. S. F. S'adresser au secrétaire, M. Bornot, 111, rue de Paris, à Compiègne (Oise).

— *Société Rennaise*, affiliée à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Crémailh, 15, rue de Vitré, à Rennes.

— *Radio-Club Agenais*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. F. de Sevin, à Pont-de-Pierre, Agen.

— *Radio-Club de l'Ouest*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Félix Lardry, 61, boulevard Négrier, le Mans.

— *Radio-Club de Lyon*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Reynaud, 1, rue Camille-Jordan, Lyon.

— *Radio-Club Nancéen*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Doidic, 22, rue Palissot, Nancy.

— *Radio-Club de Sologne*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Lucien Jardel, à Bracieux (Loir-et-Cher).

— *Radio-Club de Metz*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Godelle, Haut-Plantière, Metz.

— *Radio-Club Luxembourg*, affilié à la S. F. E. T. S. F. Sadresser à M. Burton, 28, rue Beaumont, Luxembourg.

— *Radio-Club de Versailles*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. F. Simon, 1, rue du Maréchal-Joffre, Versailles.

— *Radio-Club Bourguignon*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Marcel Rossigneux, 39, rue du Faubourg de Raines, Dijon.

— *Radio-Club d'Anjou*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Couillard, 14, rue Voltaire, Angers.

— *Radio-Club de l'Aube*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Algret, 16, rue Suchetet, à Troyes.

— *Radio-Club Enghiennois*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Horton, 5, place de Verdun, Enghien-les-Bains.

— *Radio-Club de Douai*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Bouly de Lesdain, 42, rue de la Mairie, Douai.

— *Radio-Club Universitaire*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Lavigne, 44, rue Gay-Lussac, Paris.

— *Tourcoing-Radio*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Courtecuisse, Institut Colbert, 10, rue de Gand, Tourcoing.

— *Société Radiotechnique de Langres et de la Haute-Marne*, affiliée à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Moreau, Directeur de la Société de production d'énergie à Langres.

— *Radio-Club de Saint-Omer et des environs*, affilié à la S. F. E. T. S. F. S'adresser à M. Bolumet, 128, rue de Dunkerque, Saint-Omer.

La Société Française a envisagé en outre la création de sections scolaires groupant les jeunes gens en cours d'études, sections à cotisation réduite au sujet desquelles on aura tous renseignements en s'adressant au Président ou au Secrétaire général de la Société Française.

Dans cet ordre d'idée récent, elle groupe.

La Section du Lycée Henri IV ;

La Section de l'Ecole primaire supérieure de Dôle.

Citons encore trois vaillants clubs de province :

Le Radio-Club de la Côte-d'Azur, fondé par M, Deloy, villa Ferrix Val Rose, à Nice (Alp.-Mar.).

Le Radio-Club de Bordeaux, cours Pasteur, 20, à Bordeaux.

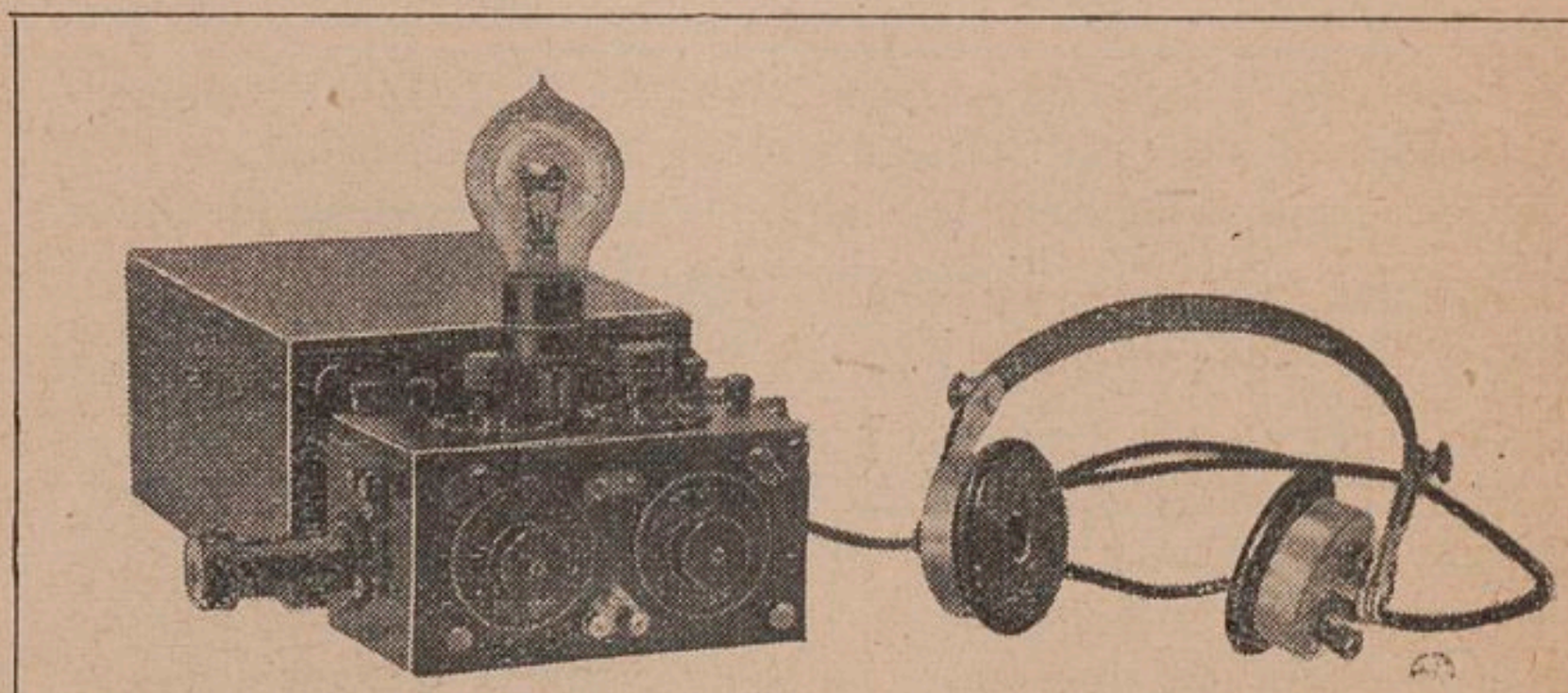
Le Radio-Association Liancourt, rue des Arts-et-Métiers, 4, à Liaucourt (Oise).

A titre de propagande des idées saines, M. Baudry de Saunier se fera un plaisir de présenter au *Radio-Club de France*, à la *Société des Amis de la T.S.F.* **et à la** *Société française d'Étude de T. S. F.* **ceux de ses lecteurs qui lui adresseront une demande, accompagnée de références s'il y a lieu.**

LE MERVEILLEUX

"MICRODION"

(BREVET HORACE HURM - LICENCE S. F. R.)



LE PLUS SENSIBLE
LE PLUS PETIT
LE PLUS DISTINCT

DE TOUS LES POSTES COMPLETS A LAMPE.

Le "**MICRODION**" est le point de départ idéal d'un poste à 2, 3 ou 4 lampes. Avec 3 lampes, il permet l'emploi du **Haut-Parleur.** *(Notice N° 40-N. Franco.)*

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE R.F.

KIRBY, BEARD & C° - PARIS - 5, RUE AUBER

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE
R.F.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION. — Le nouveau miracle. — Soyons humbles. — Le domaine des ondes. — Nous percevons quelques ondes de l'air, les sons. — Nous percevons quelques ondes de l'éther, la lumière. 7

CHAPITRE I. QUELQUES PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES COMMUNES A TOUTES LES ONDES. — Les ondes de Trianon..... 17

CHAPITRE II. DANS LA HAUTE ÉLECTRICITÉ. — Qu'est-ce que l'éther? — L'éther est partout. — L'éther transmet un million de fois plus vite que l'air. — L'éther transmet bien d'autres vibrations que celles de la T. S. F. — Les ondes de l'éther ont des enjambées plus ou moins grandes. — Qu'est-ce que les ondes employées en T. S. F.? — L'induction. — Tout courant émet un flux, comme un aimant. — Le courant induit est toujours alternatif. — Tout courant s'induit lui-même. — La self. — L'induction est la base de la T. S. F. — Hertz détermine le circuit oscillant en 1890. — Le rôle du condensateur (capacité). — Coup de marteau électrique. — La longueur des ondes ne dépend que de la self et de la capacité. — Des analogies. — Le circuit qui les reçoit doit pouvoir vibrer sur la même longueur d'ondes. — Les expériences de Hertz. — Les cerceaux induits donnaient eux-mêmes des étincelles. — Mal orientés, il n'en donnaient pas. — Mal accordés, ils n'en donnaient pas non plus. — Haute et basse fréquence. — Branly invente le premier radioconducteur, en 1891. — La limaille devient conductrice sous l'influence des ondes. — C'est aussi un détecteur. — Il peut déterminer l'entrée en jeu d'une énergie étrangère. — Mais il faut décohérer. — Popoff se sert d'un paratonnerre, en 1894. — Il annonce l'approche des orages. — Marconi réalise le premier, en 1896, un dispositif réel de télégraphie sans fil. — Le manipulateur et le récepteur Morse sont associés au radioconducteur. — Marconi crée l'an-

Page

tenne. — Émission d'un marconigramme (ondes amorties). — Comment agissent ces vibrations sur le récepteur Morse. — Ce sont les espacements des étincelles qui règlent la cadence. — Le détecteur, main subtile, main qui ampute. — Le téléphone peut-il admettre des ondes amorties telles qu'elles arrivent à l'antenne? — Sa membrane et notre oreille ne comprennent rien à ces énormes fréquences. — Il faut couper les ondes à la taille. — Le détecteur électrolytique. — Les détecteurs à cristaux. — La galène. — La lampe à trois électrodes. — Les électrons. — Les ondes entretenues. — Le procès de l'étincelle. — Un beau paresseux. — Les ondes amorties ont beaucoup de défauts. — Trois autres moyens de faire des ondes. — Tous les trois donnent des ondes entretenues. — Les ondes entretenues sont-elles bien différentes des ondes amorties?. — Le téléphone n'en veut pas, même si on les coupe à la taille. — On peut les couper encore (le tikker). — Mais il vaut mieux faire dégringoler leur fréquence. — L'hétérodyne rachète sa complication par ses bienfaits. — Dès lors le téléphone peut émettre et recevoir. — Pourquoi emploie-t-on encore des ondes amorties? — Le rôle exact du détecteur.... 31

CHAPITRE III. FONCTIONNEMENT ET PROPRIÉTÉS DE LA LAMPE A TROIS ÉLECTRODES. — Conditions de fonctionnement. — La lampe détecte. — Les trois circuits de la lampe. — Le circuit de filament. — Le circuit de grille. — Le circuit de plaque. — Les variations du circuit émetteur ou récepteur commandent les variations du potentiel de la grille. — La lampe amplifie. — L'amplification n'a pas que des qualités. — Le potentiel de la grille, et l'onde. — La lampe émet. — Réaction et superréaction. 101

CHAPITRE IV. L'ÉMISSION. — Excitations directe et indirecte. — Pourquoi il faut isoler l'antenne. — L'antenne demande de grands soins. — Terre ou contrepoids. — L'antenne a sa personnalité nerveuse. — Tout poste émetteur possède un indicatif. — Une antenne ne peut pas s'accorder sur toutes les longueurs. — Pourquoi attribue-t-on aux grands postes les grandes longueurs d'onde ? — Émission par cadre. — L'émission téléphonique. — Le microphone..... 121

CHAPITRE V. LA RÉCEPTION. — Les ondes vont en s'affaiblissant. — Les ondes se dissipent. — Les ondes sont capricieuses. — Les

Pages

ondes dans un tunnel. — Que de bruits dans le tunnel ! — Comment en faire le tri? — La sélection des ondes. — Les ondes sont filtrées. — Le filtrage est difficile. — L'amplification. — Une transfusion d'énergie. — La voix résonne dans les assemblées...

CHAPITRE VI. ÉTABLISSEMENT DE PETITS POSTES. — C'est peu coûteux et facile. — Quatre organes. — Antennes. — Utilisation de grandes ferrures ou de grandes canalisations. — Antenne et contre poids d'appartement. — Ce qu'il ne faut pas faire. — L'arbre-antenne. — Comment constituer une antenne classique. — Forme à donner à l'antenne. — Suspension et isolement de l'antenne. — L'isolement de l'antenne doit être parfait. — Isolement de l'entrée de poste. — Prise de terre. — Réception sur cadre d'amateur. — Appareils de réception improvisés. — Montage de réception le plus simple. — On peut fabriquer soi-même une bobine d'accord. — Montage et réglage du poste. — Le buzzer. — Appareil à deux circuits..... 177

CHAPITRE VII. LES APPLICATIONS DE LA T. S. F. — La correspondance privée. — Un problème épineux. — De la téléphonie sans fil avec fil. — Mais peut-on sonner? — Les services publics. — La télégraphie. — Les services de guerre. — La télémécanique. — Les signaux horaires de la Tour Eiffel. — Mettez votre montre à l'heure. — Mais la tour peut s'en charger. — L'heure exacte sauve les navigateurs. — Les prévisions agricoles de la Tour Eiffel. — Les nouvelles de presse, les concerts, etc. — La radiogoniométrie..... 209

CHAPITRE VIII. QUE PEUT-ON ATTENDRE DE LA T. S. F. — Un péril sans mesures. — Des joies et des espoirs sans mesures aussi. — La diffusion de l'instruction. — La joie des malades et des convalescents. — Que d'autres ondes ! — La T. S. F. peut tuer la guerre. — Vers l'inconnu..... 246

APPENDICE..... 257

225-23. — PARIS, Imp. L. POCHY, 52, rue du Château.

PRATIQUE, CLAIRE,

REMPLIE DE GRAVURES

LA COLLECTION

BAUDRY DE SAUNIER

TRAITE DE TOUT POUR TOUS