

Les Meilleurs Ouvrages de T.S.F.

Premiers principes de T.S.F., par J. Lagarde	7.50
J'ai compris la T.S.F., par E. Aisberg.....	15. »
Le Poste de l'Amateur de T.S.F., par Hémardinquer.	20. »
Les montages modernes en Radiophonie, par Hémardinquer 2. vol. Chaque vol.....	24. »
Les lampes à plusieurs électrodes et leurs applications, par J. Groszkowski, traduit par G. Teysier. Préface de R. Mesny	40. »
Le Superhétérodyne et la Superréaction, par Hémardinquer.....	21.60
Le Superhétérodyne. Principe, invention, évolution par De Bellescize	15. »
Solutions modernes du problème de l'Alimentation d'un poste de T.S.F. par le secteur, par Hémardinquer	15. »
Nouveau Manuel pratique de Téléphonie sans fil, par Gérard	12. »
Tous les montages de T.S.F., Nouvelle édition	9. »
Je construis mon Poste de T.S.F.	
I. Le champion III - IV.....	3.50
II. Comment recevoir les ondes courtes avec tout poste de T.S.F. par E. Aisberg	3.50
La T.S.F. en 30 leçons, Cours professé au Conservatoire National des Arts et Métiers :	
I. Electrotechnique générale préparatoire à la T.S.F., par Chaumat et Lefrand	9. »
II. Principes généraux de la Radiotélégraphie et applications générales, par le C ^e Metz.....	9. »
III. Mesures, Radiogoniométrie, Propagation des ondes, par M. Mesny	9. »
IV. Les lampes à plusieurs électrodes. Théories et applications, par R. Jouaust	9. »
V. Radiotéléphonie et applications diverses des lampes à trois électrodes, par M. Clavier....	9. »
La meilleure initiation à la T.S.F. :	
La T.S.F. pour tous. 6 vol. reliés. Chaque...	30. »
Théorie et pratique de la T.S.F., par Bérard.....	30. »
La construction des appareils de Télégraphie sans fil, par L. Michel	3.60
Annuaire de la T.S.F.....	30. »
Un montage simple et puissant : le T.P.T.S., par A. Boursin	3. »
Les montages puissants en T.S.F., par A. Boursin...	6. »
La T.S.F. pour tous. Le numéro, 4 fr.; Abonnement.	30. »
L'Onde électrique. Le numéro, 6fr.; Abont d'un an.	60. »
L'Encyclopédie de la Radio, par M. Adam].....	50. »
Télévision et phototélégraphie, par E. Aisberg	10. »
Les postes de T.S.F. alimentés par le secteur, par E. Aisberg.....	7.50
Les réceptions pures en T.S.F. par R. Raven-Hart..	6. »
Les fiches techniques en T.S.F.	10. »

D^r PIERRE CORRET

L'HOPITODYNE

PRINCIPES DE BONNE CONSTRUCTION EN T.S.F.

exposés très simplement par leur application pratique à la construction d'un excellent récepteur à galène fonctionnant sur secteur ou antenne avec le maximum de sensibilité et de sélectivité

Étienne CHIRON, Éditeur
40, Rue de Seine
PARIS

L'HÔPITODYNE

PRINCIPES
DE
BONNE CONSTRUCTION
en T. S. F.

L'HÔPITODYNE

PRINCIPES
DE
BONNE CONSTRUCTION
en T. S. F.

exposés très simplement par leur application pratique à la construction d'un excellent récepteur à galène fonctionnant sur secteur ou antenne avec le maximum de sensibilité et de sélectivité.



Étienne **CHIRON**, Éditeur
40, Rue de Seine
PARIS

—
MCMXXXII



Vue de l'Hôpitalodyne en ordre de fonctionnement.

A MON PHARMACIEN
M. E. VILAIN
DE L'ESPÈCE SYMPATHIQUE
DES AMATEURS DE T. S. F.
QUI
« CHERCHENT A COMPRENDRE »

Cette modeste étude, écrite par un médecin, dans un hôpital, pouvait-elle d'ailleurs être dédiée à un autre qu'à un pharmacien?...

*Tous droits réservés.
Copyright by Etienne Chiron, Paris 1932.*

PROPOS PRELIMINAIRES

— qui ne sont pas une préface —

— Cent soixante-quinze pages ! s'est écrié l'éditeur...
Cent soixante-quinze pages pour un simple récepteur à galène !...

Il n'avait pas tout à fait tort, l'éditeur, de se montrer ainsi quelque peu stupéfait.

Point n'est besoin, en effet, d'un pareil nombre de pages pour décrire un récepteur à galène.

Un schéma. Cinquante lignes de texte. Cela suffit.

L'appareil est d'ailleurs ordinairement quelconque et souvent mal étudié.

Ses pièces constitutives sont presque toujours de qualité très inférieure: « C'est assez bon pour de la galène! »

L'amateur ne sait ni le pourquoi, ni le comment d'aucune disposition de son récepteur.

Il s'en sert à tâtons et au petit... malheur.

Les résultats qu'il en tire sont inévitablement médiocres. Et cette idée fausse (entre plusieurs autres) va, se perpétuant : Un récepteur à galène ne peut être que peu sensible et, surtout, non sélectif.

Aussi bien, cette brochure n'est-elle pas la simple description d'un ordinaire et banal récepteur à galène.

Elle n'est pas, non plus, un traité didactique et savant de la bonne construction d'appareils radioélectriques, en général.

C'est une application à la T. S. F. de la fameuse

« méthode directe » qui a tant de succès, pour les langues, auprès de ceux qu'effraie la grammaire.

*
**

Quel attrait ressentiriez-vous pour la lecture d'ouvrages ou d'articles de revue proposant à vos méditations des sujets aussi rébarbatifs que : « les effets de résonance dans les systèmes oscillants peu amortis »?

Ou bien : « Mécanisme des pertes d'énergie par hystérésis dans les diélectriques »?

Ou bien encore : « Des causes et des conséquences de l'effet pelliculaire »?

Rien qu'à les voir, vous vous enfuyiez, n'est-ce pas?

Quel intérêt pratique peuvent bien, en effet, présenter a priori pour vous des questions aussi peu alléchantes et qui paraissent si éloignées des réalités!

Ce que vous voulez, c'est vous construire un bon récepteur et vous en servir pour écouter les concerts.

Et vous vous souciez probablement fort peu de ce qu'en peuvent penser les messieurs très savants de l'Académie des Sciences.

Aussi, allons-nous, tout simplement, construire un récepteur, en nous attachant particulièrement à lui donner ces qualités si nécessaires aujourd'hui, qui sont la sensibilité et la sélectivité.

Ces qualités-là, même dans un récepteur à lampes, dépendent, pour une très grande part, de la constitution et de la qualité même des circuits d'accord.

Par sa simplicité et aussi parce qu'il n'est presque entièrement constitué que de circuits d'accord (où nul apport d'énergie étrangère n'est possible, comme avec les lampes, pour masquer les défauts), un récepteur à galène est donc éminemment favorable à l'apprentissage de la bonne construction et du maniement intelligent d'un récepteur. Ce qui aura été trouvé bon pour lui sera a fortiori excellent pour un appareil à lampes.

*
**

Au cours de l'établissement de notre récepteur, nous serons pratiquement amenés à choisir telle ou telle disposition plutôt que telle autre en apparence plus simple ou plus commode.

Nous aurons à vérifier la qualité des pièces qu'il nous faudra employer, au point de vue de leur aptitude à nous procurer le rendement maximum.

Nous examinerons pourquoi les dispositions adoptées ou les pièces choisies sont précisément capables de nous procurer au mieux le résultat que nous cherchons.

Cela nous sera l'occasion d'explications simples et non rébarbatives dont la nécessité de « comprendre ce que nous faisons » nous montrera l'utilité.

Et, ayant compris le pourquoi et le comment de tous les détails de notre récepteur, nous serons capables d'en tirer les meilleurs résultats.

*
**

Sommes-nous d'accord?

Si oui, mettez-vous à la lecture des cent soixante-quinze pages qui, au premier abord, ont si fort étonné l'éditeur. Et, seulement après leur étude complète, entreprenez la construction de l'Hôpitalodyne.

Si non, allez tout de suite à la fin du volume. Vous y trouverez un plan de construction que le plus ignorant et le plus maladroit des amateurs peuvent exécuter sans peine. Construisez et utilisez sans comprendre. Mais ne vous en prenez qu'à vous-même si vous trouvez alors que l'Hôpitalodyne n'est pas meilleur, ou même est moins bon, qu'un autre récepteur...

D^r P. C.

« L'HÔPITODYNE »

PRINCIPES
DE
BONNE CONSTRUCTION
en T. S. F.

*Du lit n° 18, Salle XXX,
d'un hôpital parisien.*

CHAPITRE PREMIER

INTERET ET AVANTAGES
DE LA RECEPTION SUR GALENE

Un paradoxe?

Quand je n'étais pas à l'hôpital, j'entendais les concerts de « La T. S. F. à l'Hôpital ».

Depuis de longs mois que j'y suis, je ne les entendais plus...

Cela n'est pas un paradoxe.

Deux récepteurs ont bien été offerts à l'hôpital par la Semaine de Bonté. Ce sont, paraît-il, des récepteurs valises; on les a fait fonctionner, m'a-t-on dit, dans le taxi qui les apportait.

Mais, malgré mon long séjour, je ne les ai jamais vus, jamais entendus. Ils restent dans un coin de l'atelier

des électriciens, presque jamais utilisés, si même ils y sont encore.

Aux malades qui ne manifestent qu'un empressement modéré à être transportés dans une certaine salle, M^{me} Téraisse-Brouilletou, la surveillante, dit bien, pour les allécher, que dans cette salle « il y a la T. S. F. et le cinéma ». Il n'en est rien. C'est de la frime, comme le petit zoiseau qui doit toujours sortir de l'appareil du photographe.

Et cela n'est pas étonnant, car un appareil d'un modèle habituel du commerce, fonctionnant avec haut-parleur, ne répond guère, pour diverses raisons, aux nécessités particulières de la situation.

Il faudrait tout autre chose (1). Mais cela n'est pas l'histoire que je veux vous raconter.

Vellétés constructives

J'étais donc, depuis plusieurs mois, privé de T. S. F.

J'avais bien pensé, souvent, à me faire apporter pinces, chignole et tournevis et, dans l'impossibilité d'avoir une antenne, à me monter, dans mon lit, un superhétérodyne de modèle très réduit, sans basse fréquence, pour simple écoute au casque.

Car, d'abord, il ne pouvait être question d'installer sur ma table de nuit, déjà trop encombrée, un « buffet » de la taille du super-Boursinodyne « Tour du Monde », que Guilac a montré jadis (sur la couverture du numéro du Salon 1929) péniblement porté par deux employés de la T.S.F. *pour Tous*, sûrement prêtés par les Pompes Funèbres ou la Maison de Borniol.

Et puis, il ne faut pas gêner les autres malades par

(1) Une excellente réalisation de cette « autre chose » a été décrite par M. P. Graugnard et le docteur Davrinche, sous le titre « Donnons la radiophonie aux malades. Moyens pratiques de réalisation », dans le n° 62 de *Le T. S. F. pour Tous* (février 1930).

une musique importune, qui pourrait les fatiguer, les agacer ou les empêcher de dormir, car, à l'hôpital, on dort officiellement à partir de sept heures du soir et on est réveillé dès cinq heures du matin.

Trop d'encombrement

Mais, même avec un modèle réduit, sans haut-parleur, même en supprimant piles et accumulateur par alimentation totale sur le secteur (il y a une prise de courant à la tête de mon lit), même en remplaçant le cadre par l'armature métallique dudit lit, prise comme antenne, même avec toutes ces suppressions et réductions, l'encombrement serait encore resté trop grand. Et j'aurais certainement risqué d'entendre M^{me} Téraisse-Brouilletou, de la voix d'une personne qui, sûrement, dans sa jeunesse, a dû avaler un petit haut-parleur, me faire péremptoirement observer « qu'un hôpital n'est pas un cinéma » ou bien « les Folies-Bergères ». C'est un de ses mots favoris, et qui lui sert, d'ailleurs, à toutes occasions.

J'en étais donc resté là de mes vellétés constructives et je me contentais, faute de mieux, de ne faire de la T. S. F. que sur le papier, en lisant des revues et en bâtissant des schémas pour de futures et problématiques constructions.

Tout cela restait bien théorique !...

Pour une malade

Mais voilà qu'on me demande, à l'intention d'une malade tout à fait profane en T.S.F., le « moyen d'écouter les radio-concerts pour « pas cher » et en se servant, comme antenne, d'une gouttière (sic) qui passe près de sa fenêtre ou des fils de la lumière électrique, qu'elle a dans sa chambre ».

Cela m'a poussé dans la voie d'une réalisation d'un tout autre genre que celle à laquelle j'avais d'abord songé, et qui me permettrait non seulement de donner le renseignement demandé (car je n'avais personnellement aucune expérience de la réception sur secteur comme antenne), mais aussi d'écouter moi-même la T. S. F. avec un récepteur de dimensions non prohibitives et qui pourraient n'être qu'à peine supérieures à celles d'un honnête moulin à café.

Cet appareil s'appellerait, tout naturellement, « l'Hôpitalodyne », en raison des circonstances et parce que *dyne* veut dire en grec « récepteur de T. S. F. », quoi qu'en puissent penser de vieux professeurs, sans doute très distingués, mais un peu retardataires, qui attribuent encore à *dyne* le sens bien périmé de « force ». Depuis la T. S. F., nous avons changé tout cela !

Pour vous ou pour un de vos amis

Peut-être ce modeste instrument ne vous intéressera-t-il que médiocrement, vous, orgueilleux lampiste, lecteur de la *T.S.F. pour Tous*, où l'on vous décrit tant et tant de somptueux récepteurs. Mon premier projet vous eût sans doute plu davantage, car je n'aurais pas manqué d'y introduire, suivant la bonne formule, la description d'un dispositif aussi infaillible qu'inédit, supprimant, de façon radicale, le fameux bruit de fond des superhétérodynes.

Mais peut-être avez-vous quelque ami ou quelque camarade, au budget sans excédents, qui voudrait bien écouter la T. S. F. et qui, lui aussi, serait heureux d'entendre les radio-concerts pour pas cher, sur une antenne, s'il peut en établir une, sur les fils de la lumière électrique ou même (peut-être ?) simplement « entre l'eau et le gaz », bien que cela soit beaucoup plus aléatoire ?

Faites-lui lire cette brochure. Je crois qu'il vous en remerciera, car j'ai été étonné moi-même de l'excellent fonctionnement de mon petit moulin à café.

Mieux encore, vous avez sans doute dans votre réserve de vieux matériel, des bobines nids d'abeilles, bien meilleures que votre actuel bloc d'accord, mais que *la mode* a condamnées; vous avez aussi leur support triple, où vous plantiez fièrement, il n'y a pas si longtemps, un primaire, un secondaire et une réaction; et vous trouverez bien aussi un excellent condensateur variable, « démissionné » pourtant de ses fonctions, parce qu'il n'avait que le tort de n'être pas démultiplié ou « rectiligne-fréquence ».

Ajoutez-y un détecteur à galène et un casque, et construisez l'Hôpitalodyne.

Faites une bonne action!

Quand vous l'aurez expérimenté, que vous vous serez rendu compte de ses vertus et que vous aurez fait, avec lui, toutes sortes de découvertes sur les systèmes d'accord, notamment, il arrivera sans doute que vous reviendrez, tout de même, à votre « super » dernier cri, qui a bien, lui aussi, il faut l'avouer, quelques avantages.

Faites alors, de l'Hôpitalodyne, un petit paquet.

Sur l'étiquette, écrivez : « *Œuvre de la T. S. F. à l'Hôpital, aux bons soins de son Président, M. Victor Charpentier, 15, rue des Martyrs, Paris.* »

Ou bien : « *La Radio aux Aveugles* », 89, rue Lepic, Paris-18^e.

Et expédiez.

Je vous garantis qu'avec votre vieux matériel sans emploi, vous ferez des heureux, si j'en juge par la joie que j'ai moi-même procurée, avec mon Hôpitalodyne, à d'autres malades, à qui je l'ai prêté (fig. 1).

Ce sera une bonne action, et, comme récompense anticipée, vous aurez entendu, peut-être pour la première fois par T. S. F., de la *vraiment* bonne musique, de celle-là même qui convertit à la radio Georges-Armand-Masson, alors que tout ce qu'il avait entendu jusqu'alors, de tous les haut-parleurs, l'en avait détourné avec horreur et abomination.

Histoire d'une conversion

Ecoutez-le, dans le premier chapitre de « *Radio, quand tu nous tiens...* », où il raconte comment il fut piqué par le moustique de la T. S. F.

« ...Or, un jour, en allant rendre visite à ma vieille maman qui, depuis quelque temps, semblait dans une inquiétante neurasthénie, je la trouvai occupée à une étrange besogne. Le casque aux oreilles, elle était penchée sur une petite boîte cubique, ses pauvres yeux de myope à vingt dioptries quasi collés sur un cadran qu'elle déplaçait avec des précautions infinies.

« Viens entendre cela », me dit-elle.

« Je pris le casque, et j'entendis... Ma foi! je ne sais plus quoi, ni de quel poste venait l'émission. Mais c'était de la musique, et de la bonne, exempte de tout bruit de friture...

« Il existait donc des appareils qui restituaient la voix humaine sans l'altérer, le son de l'orchestre sans le transformer en un fâcheux récital d'orgue de Barbarie? L'idée que je me faisais de la T. S. F. était donc fautive? Le haut-parleur de ma concierge, ce n'était donc pas là toute la radio?

« Le jour même, car je suis un homme aux décisions promptes — trop promptes parfois, vous l'allez voir — je me décidai de faire l'emplette d'un appareil. »

Un étalon de musicalité

Vous aurez peut-être, avec l'Hôpitalodyne, la même révélation. Je puis dire qu'il en a déjà été l'instrument et qu'il a converti en enthousiaste sans-filiste un de mes

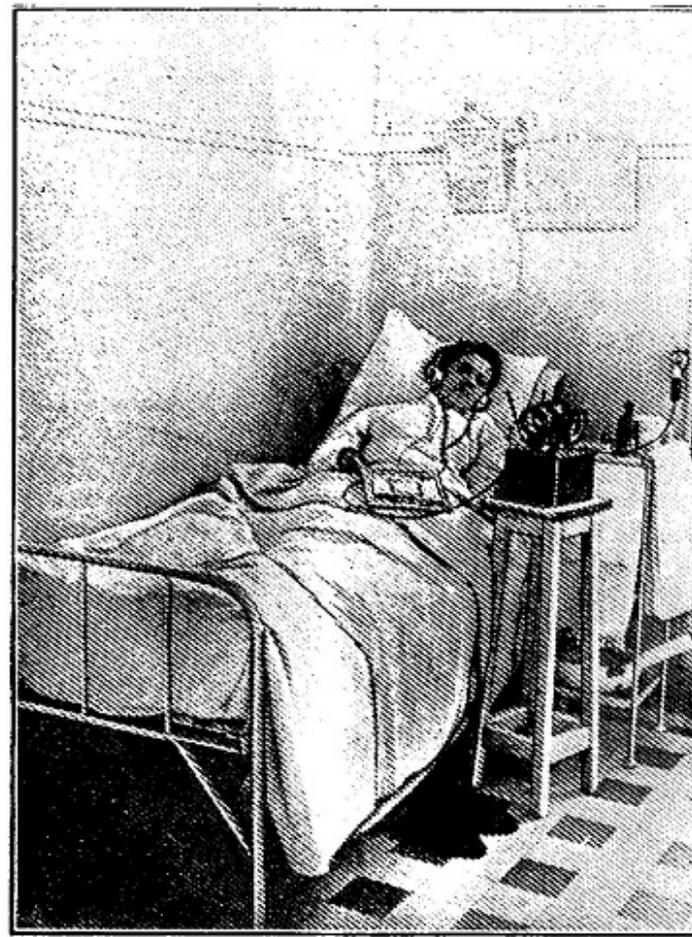


FIG. 1. — A l'hôpital, une malade, dans une chambre d'isolement, trompe l'ennui de sa solitude en écoutant, avec l'Hôpitalodyne, les concerts de « La T. S. F. à l'Hôpital ».

amis, ingénieur, qui, jusqu'ici, tout comme Georges-Armand Masson, avait été violemment repoussé de la T. S. F. par la cacophonie des haut-parleurs.

Tout constructeur-amateur devrait d'ailleurs posséder, comme *étalon de musicalité*, un récepteur à galène et lui comparer sans cesse les résultats qu'il obtient avec ses lampes, pour tâcher de faire « aussi bien » avec elles. Il devrait aussi faire, de temps en temps, une « cure de galène » assez prolongée, pour « désinfecter » son oreille des horreurs auxquelles elle ne s'habitue que trop facilement et qu'après adaptation elle finit par trouver, tout simplement, admirables ! Personnellement, après une cure d'Hôpitalodyne, j'ai positivement frémi, en réentendant, pour la première fois, un haut-parleur, celui de M^{me} Téraisse-Brouilletou (pas celui qu'elle a avalé !), dont elle est pourtant *extrêmement satisfaite*.

Notre programme

Notre programme est donc d'établir un petit récepteur :

- 1° pour pas cher;
- 2° pouvant utiliser le secteur comme antenne;
- 3° permettant, naturellement, de séparer le mieux possible les unes des autres des émissions simultanées, bien que cela n'ait pas été demandé, par ignorance de cette nécessité, à Paris tout au moins;
- 4° de construction et de maniement faciles, puisque la future opératrice est tout à fait profane en T. S. F.

Bon marché et constance de la galène

« Pour pas cher », cela veut dire : avec détecteur à galène.

Les lampistes vont sourire de compassion. Eh oui, bien sûr, la lampe, « c'est mieux, mais c'est plus cher ! »

Elle permet la réaction, l'amplification et le changement de fréquence, ce qui n'est pas un mince avantage. Mais elle coûte au moins — prix curieusement fatidique — 37 fr. 50, tandis que, pour dix fois moins, on peut avoir une bonne galène. Elle exige, de plus, une pile et un accumulateur, « accessoires » qui sont plus chers que le principal, et qu'il faut renouveler ou recharger, à moins qu'on achète encore de quoi recharger soi-même ou bien de quoi « s'alimenter » directement sur le réseau de l'éclairage électrique. Et, souvent, si l'on doit porter l'accumulateur à la recharge, il est utilisé jusqu'à ce qu'il soit totalement déchargé, ce qui a le double inconvénient d'arriver ordinairement en plein milieu du plus beau concert et de nuire à sa santé, au point de le faire périr bientôt. Il faut en racheter un autre, ce qui n'est pas très bon marché.

Pareil accident arrivera encore à votre accumulateur si, pour une absence un peu longue, vous négligez de le mettre en pension, ainsi que vous faites pour votre chat, votre serin ou votre perroquet. Faute de cette indispensable précaution, vous le retrouverez, au retour, déchargé et mortellement sulfaté, même si vous l'avez fait recharger à fond avant votre départ. Car un accumulateur est un véritable panier percé, et, comme le note judicieusement J. Prudhomme dans son *Traité des Accumulateurs*, ce panier percé est un cheval à l'écurie qu'il faut recharger régulièrement, même quand on ne le fait pas travailler.

La galène, au contraire, se suffit à elle-même. C'est 3 fr. 50 en tout pour assurer la détection, et, fidèle à son devoir, elle ne vous laissera jamais en panne au cours d'une audition. Elle est le détecteur toujours prêt, jamais fatigué, et qui ne nécessite aucun entretien. On peut l'abandonner pendant des mois ou des années; elle répondra toujours au premier appel.

Si elle était venue après la lampe, on eût crié à la

merveille ! Pensez donc : un petit caillou magique qui permet de construire des récepteurs de T. S. F. sans pile, sans accumulateur, sans boîte d'alimentation et surtout *sans lampe*... Quel progrès ! Quelle simplification !

Sensibilité de la galène

Et, comme sensibilité, elle vaut bien la lampe, employée en simple détectrice. Je me rappelle avoir reçu, avant la guerre, et forcément alors sur simple galène, des télégrammes de Taourirt, au Maroc. L'un d'eux m'a frappé, car il demandait une culasse de rechange pour un moteur qui avait gelé, et je ne savais pas alors qu'il gelât au Maroc. J'entendais également une station russe, située, m'a-t-on dit, à Bobrouisk et correspondante « secrète » de la Tour Eiffel. Je n'en étais pas peu fier, car on m'avait affirmé, à la Tour Eiffel même, qu'il était impossible à un amateur de la recevoir. Quelques jours avant la mobilisation, ses réponses à la Tour étaient intentionnellement brouillées par deux stations allemandes, et j'en concluais que les choses allaient sans doute mal tourner. Ce n'était, hélas, que trop vrai !

Cela, c'était mes réceptions-records ; je ne parle pas de celles de toutes les stations côtières et militaires françaises continentales et nord-africaines, de nombreuses stations étrangères et d'innombrables bateaux.

Ces réceptions à grande et à moyenne distance étaient faites, il est vrai, sur une bonne antenne, et elles n'avaient rien du haut-parleur. Le silence, pour les plus difficiles, était d'absolue rigueur ; il fallait même retenir sa respiration et ne pas avaler sa salive ! Mais quelle joie quand, avec de si simples moyens, on découvrait une nouvelle station lointaine !

Après le détecteur électrolytique, moins sensible et pour le fonctionnement duquel il fallait une pile, et même un potentiomètre, la galène semblait « constituer un crite-

rium bien difficile à dépasser », comme dit, en un curieux langage, la réclame d'un constructeur malakoffien de superhétérodynes. Elle a été très largement dépassée, mais n'en a pas moins conservé toutes ses anciennes qualités.

Radiotéléphonie reçue sur galène

On m'objectera peut-être que je n'ai parlé que de réceptions *télégraphiques*, et qu'à puissance égale, la télégraphie porte bien plus loin que la téléphonie. C'est exact. Mais, avant la guerre, il n'y avait que de la télégraphie. Très rares étaient les essais de téléphonie, et, le plus souvent, assez peu brillants. Et, depuis la guerre, il y a les lampes, pour lesquelles j'ai eu la faiblesse d'abandonner ma vieille amie la galène...

Il m'arrive pourtant, selon la règle, de revenir à mes anciennes amours : c'est sur galène, et sur la même antenne qui m'avait donné autrefois Bobrouisk et Taourirt, que j'ai entendu, dans la banlieue de Paris, les premiers essais de Radio-Toulouse, moins puissant alors qu'aujourd'hui. La réception n'était pas très forte, mais suffisamment distincte pour que j'aie pu prendre l'adresse à laquelle on demandait de faire connaître les résultats de l'écoute. Et cette adresse était bien prise puisque, ayant écrit, j'ai reçu d'un auditeur de Radio-Toulouse, une demande de renseignements sur ma réceptoin.

C'était bien, cela, de la téléphonie reçue sur galène, à une distance déjà grande, mais, je le répète, avec une *bonne antenne*, avec une *vraie antenne*, et non avec une de ces antennes de grande infortune qu'essaient de constituer les fils de la lumière électrique ou, pis encore, les canalisations du gaz et de l'eau.

Quelques exploits de galénistes

Un fidèle de la galène peut d'ailleurs faire beaucoup mieux. Je lis justement dans un journal de T. S. F. qu'un

de ses lecteurs, dans la Sarthe, et un autre, dans l'Hérault, entendent facilement Radio-Alger. Le dernier dit, en outre, recevoir, avec plus ou moins de force et de régularité : Londres, Barcelone, Radio-Toulouse, Turin, Radio-Catalana, Bratislava, Marseille, Stuttgart, Katowice, Rome, Lyon-la-Doua, Langenberg, Daventry, Vienne, Bruxelles, Munich, Budapest. Le tout, naturellement, sur une bonne antenne de 40 à 50 mètres.

Un autre encore, à La Chaux-de-Fonds, en mai 1931, depuis que fonctionne la station nationale suisse, a eu l'idée d'essayer d'entendre cette station avec une galène. Quelle ne fut pas sa stupéfaction de trouver les stations suivantes, toutes assez distinctes, dans l'ordre des longueurs d'onde: Milan, assez faible; Rome, excellent; Sottens, bon; Stuttgart, excellent; Toulouse, faible et brouillé par Stuttgart; Strasbourg, bon, mais également brouillé; Kœnigsberg, excellent; Moravska-Ostrava, assez bon, mais brouillé par Heilsberg; Londres, excellent! Ce dernier, avec Rome et Sottens, audible en fort casqué. Cela avec antenne unifilaire de 60 mètres, bien dégagée.

Notre récepteur sera donc à galène. Il pourra ainsi être à la fois « pas cher », suffisamment sensible et de faible encombrement.

CHAPITRE II

AUGMENTATION DE LA SENSIBILITE PAR L' « ACCORD » DES CIRCUITS

Multiplicité des combinaisons permises par les lampes

Les lampes font le bonheur des journaux de T. S. F. C'est même grâce à elles qu'ils ont pu devenir si nombreux!

Outre la détection, elles permettent, en effet, l'amplification et le changement de fréquence, et chacune de ces opérations peut s'effectuer de plusieurs façons différentes et avec de nombreuses variantes de détail.

L'amplification peut, en outre, se faire en haute, en moyenne et en basse fréquence, et, à chaque fréquence, on peut la répéter plusieurs fois.

Avec l'apparente diversité des dispositifs d'accord, cela permet un nombre presque illimité de combinaisons que de géniaux inventeurs peuvent présenter chaque fois comme des nouveautés constituant d'impressionnantes découvertes. Tous les journaux en sont remplis, tous les mois et même toutes les semaines. Et voici que viennent encore apporter la possibilité de combinaisons nouvelles le phonographe à reproduction électrique et la phototé-

légraphie (que la plupart des journaux appellent faussement *téléphotographie*, sans savoir que ce nom est, depuis longtemps, celui de la photographie exécutée avec un télé-objectif, pour obtenir une grande image d'un sujet éloigné).

Les conditions du problème

Avec la galène, rien de tout cela. Elle ne permet que la détection et que d'une seule manière. Seuls peuvent donc varier les circuits d'accord, pour s'adapter aux circonstances d'utilisation. C'est pourquoi les pauvres galénistes sont si négligés dans les journaux de T. S. F.

Leur affaire est connue, classée, fixée, et, même quand on leur réserve, par principe, une petite rubrique, on ne peut leur raconter que de très vieilles histoires, bien des fois ressassées déjà, à commencer par celle de l'utilisation des deux alternances du courant à haute fréquence, par l'emploi de deux ou même quatre détecteurs, montés comme les redresseurs de courant industriel. C'est sans aucun intérêt pratique, mais cela remplit toujours le papier, et cette très vieille nouveauté fait encore son petit effet.

Avec notre galène, nous ne pouvons donc songer qu'à la meilleure adaptation du ou des circuits d'accord aux conditions posées : possibilité de réception sur le secteur comme antenne, avec la *sélectivité* que nécessitent, à Paris surtout, les émissions simultanées de plusieurs stations; construction et maniement *faciles* pour une amatrice (?) inexpérimentée.

La réception sans accord

Même un enfant en bas âge sait aujourd'hui qu'il faut « accorder » un récepteur de T. S. F.

Pourtant, ma première réception s'effectua jadis, sans aucun accord, avec le montage rudimentaire que représente la figure 2.

L'antenne *A* était constituée par un fil de cuivre de

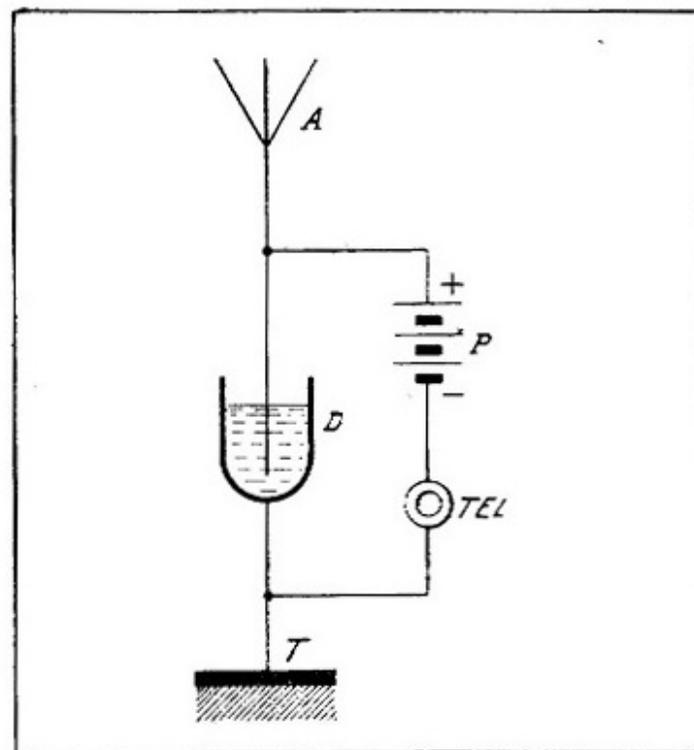


FIG. 2. — Montage très rudimentaire, utilisé par l'auteur, à ses débuts, pour la réception des signaux horaires de la Tour Eiffel. *D* est un détecteur électrolytique le dispositif fonctionnait suffisamment sans aucun accord.

cinq à six mètres seulement de longueur, dont la moitié à peu près pendait par la fenêtre d'un premier étage. La « terre » *T* était le tuyau de plomb de la canalisation d'eau. Entre l'antenne et la terre était intercalé un détecteur électrolytique *D* formé d'une pointe de platine

très fine (fil de 2/100 de millimètre de diamètre affleurant l'extrémité fondue d'un tube de verre) plongeant dans de l'eau acidulée. Un écouteur téléphonique d'appartement *Tél.* de 200 ohms, monté en série avec une pile *P* de 3 volts (deux éléments Leclanché) était branché en dérivation sur le détecteur.

C'était là un *très mauvais* récepteur. L'antenne était ridiculement trop petite, trop basse et trop enfermée. Le détecteur n'était que médiocrement sensible, ainsi employé avec la tension fixe de 3 volts (il n'y avait pas encore de marchands d'accessoires pour T. S. F. et l'on ne pouvait se procurer un potentiomètre aussi facilement qu'aujourd'hui). L'écouteur téléphonique enfin ne convenait pas du tout à la fonction inattendue qu'il était appelé à remplir, à cause du nombre beaucoup trop petit des spires de ses bobines, comme le montrait sa faible résistance de 200 ohms — au lieu des 4.000 ohms des écouteurs normalement employés avec le détecteur électrolytique.

Petite distance et puissante émission

Malgré toutes ces mauvaises conditions et sans aucun dispositif d'accord, j'entendis du premier coup, et avec quelle émotion! les signaux horaires de la Tour Eiffel.

Pourquoi ?

D'abord, parce que je n'étais qu'à une dizaine de kilomètres de Paris.

Et puis parce que l'émetteur employé à cette époque, et qu'on peut voir maintenant au musée du Conservatoire des Arts et Métiers, « en mettait un fameux coup » en concentrant dans quelques étincelles seulement par seconde toute l'énergie reçue des 42 périodes du secteur de la Rive Gauche. Son éclateur tonnait comme une tita-

nesque mitrailleuse, et chacune de ses courtes et épaisses étincelles déclenchait dans l'espace une véritable explosion hertziennne, centre d'un ébranlement électro-magnétique violent, surtout visible à son extrémité supérieure et particulièrement sur les deux brins formant les bords de la nappe.

C'était le signe de l'énorme tension qui y était développée. *L'illustration* en a publié en son temps une très intéressante photographie nocturne.

Rien d'étonnant à ce que ces formidables déchainements d'une puissance totalisée aient pu induire dans ma minuscule antenne, à la petite distance où j'en étais, des courants d'intensité suffisante pour actionner mon mauvais écouteur téléphonique. Un champ électro-magnétique alternatif intense, parti du centre d'ébranlement hertzien, se déplaçait à l'énorme vitesse de 300.000 kilomètres par seconde (les « ondes » de la T. S. F. ne sont pas autre chose) et provoquait, par son déplacement même, des mouvements d'électricité dans le fil conducteur qu'il rencontrait.

Circuits non accordés

Pas besoin d'accord pour cela. On n'accorde pas les circuits industriels pour faire naître un courant, par l'action variable d'un champ magnétique, dans le secondaire d'un transformateur, dans l'induit d'une dynamo ou dans le stator d'un alternateur.

Et, de même que, dans ces appareils, un fil plus long, embrassant plus de champ magnétique ou plus de fois le même champ, est le siège d'une force électro-motrice plus élevée, de même mon antenne aurait été parcourue par des courants plus forts, si elle avait été plus longue et plus élevée au-dessus du sol.

Il est donc possible de recevoir la T. S. F. sans accord, et, dans ce cas, il y a intérêt à se servir d'une an-

tenne d'assez grandes dimensions. On ne procédait pas autrement aux débuts de la télégraphie sans fil.

C'est un premier point qui nous servira tout à l'heure.

Méfais et bienfaits de l'accord

Je vous rappelais, il n'y a qu'un instant, que, dans les appareils industriels à courant alternatif, on n'utilise pas d'accord de leurs circuits.

On s'en garde même soigneusement !

Et s'il arrive parfois que cet indésirable accord se trouve, par hasard, réalisé, « cela peut faire du vilain ».

On voulait, tout pacifiquement, produire une centaine de volts; on avait prévu des isollements en conséquence, et voilà qu'au lieu des cent volts normaux, on en trouve dans les circuits fortuitement accordés un nombre beaucoup plus grand. Tout claque, tout saute, et c'est la catastrophe ! Les électriciens appellent cela une surtension, et ils s'en méfient comme de la peste.

Cette multiplication des volts par l'accord, redoutée en pratique industrielle, s'est, au contraire, montrée très précieuse pour la T. S. F. Elle lui a donné, à la fois, la sensibilité et la sélectivité, sans lesquelles il n'eût été possible ni de réaliser de grandes portées, ni de séparer les unes des autres des émissions simultanées.

Perfectionnements !

Sans accord et dans les mauvaises conditions où elle était effectuée, ma première réception était très faible, malgré la proximité de la station émettrice et malgré la puissance de l'émetteur qu'elle employait. Les signaux reçus étaient, certes, bien reconnaissables, mais ils ne se manifestaient dans l'écouteur que comme un petit grattement, tout juste perceptible dans le silence de la nuit.

Ce n'était qu'un « soupir de micron », comme disait, en s'en moquant, un camarade convié dès le lendemain, à venir admirer ma splendide réception !

Encouragé par ce commencement de succès, j'entrepris de perfectionner mon récepteur. Ce fut d'abord l'agrandissement de l'antenne, puis l'achat d'un écouteur spécial de 4.000 ohms. Mais l'amélioration obtenue pourtant déjà très appréciable, n'était rien auprès de celle que procura l'adjonction d'une bobine d'accord — qu'il fallut d'ailleurs faire moi-même et non sans quelques tâtonnements, car je n'en avais jamais vu !

Au lieu du trop discret « soupir de micron », ce fut un ronflement sonore, cosu et confortable que j'entendis dans mon écouteur. Et, plus tard, quand naquit la galène, la nouvelle amélioration apportée par elle ne fut que relativement peu importante, mise à part, cependant, une plus grande commodité.

L'accord avait presque tout fait !

C'est encore grâce à lui que je pus réaliser ensuite, sur la même émission de la Tour Eiffel, d'intéressants essais à plusieurs centaines de kilomètres de Paris avec une antenne intentionnellement très réduite.

Une antenne à hauteur d'homme

A Tourlaville (près de Cherbourg) ce furent des expériences relatives à l'effet de l'orientation d'une antenne tournante, constituée très simplement par un fil horizontal, tenu à la main, à hauteur d'homme, par deux aides obligeants. L'un d'eux, restait immobile à côté du récepteur posé à terre. L'autre, au bout de son fil « faisait le manège » autour de son camarade comme centre. La « terre » était le corps de l'opérateur assis en tailleur sur le sol. On donnait d'abord à l'antenne plusieurs dizaines de mètres. Les signaux étaient alors entendus quelle que fût son orientation. Sa longueur étant ensuite progressivement diminuée, on constatait que la réception

s'affaiblissait et, finalement, n'était plus possible que dans un angle de 45° environ pointant dans la direction de Paris, avec maximum, naturellement, sur sa bissectrice. C'était de la radiogoniométrie sur antenne. Dans ces conditions, et avec le semblant de « terre » employé, on pouvait se contenter d'un fil de 15 mètres, à 1 m. 50 seulement de hauteur.

Une antenne par terre!

A Pontarlier, près de la frontière suisse, furent faits des essais d'un autre genre, en prenant comme antenne un fil nu simplement déroulé sur le sol. Le lieu de l'expérience était une route approximativement orientée vers Paris. La « terre » était, cette fois, une vraie terre, constituée par quatre piquets de fer plantés sur un des bas-côtés de la route et arrosés de quelques litres d'eau salée. Comme dans l'expérience de Tourlaville, la longueur de l'antenne était diminuée progressivement et il fut trouvé que la réception était encore « suffisante » avec un minimum de 32 mètres de fil dans la poussière de la route.

Naturellement, dans ces essais, l'accord (le fameux accord!) était modifié à mesure qu'était diminuée la longueur de l'antenne.

Réception avec galène sur cadre

Plus tard, enfin, dans les premiers mois de la guerre, je pus réaliser, dans les Vosges, à Laval-devant-Bruyères (entre Saint-Dié et Remiremont), la réception toujours de la même émission de la Tour Eiffel et toujours avec galène, sur un cadre carré de 1 m. 75 de côté, fait de seulement 14 spires jointives de fil pour sonneries.

Grâce à l'accord, j'étais loin du premier « soupir de micron », péniblement perçu à 10 kilomètres de Paris. Je

me trouvais à plus de 300 kilomètres et je recevais très lisiblement *sur cadre* les mêmes signaux!

Effet merveilleux de l'accord à l'émission et à la réception

Ces réceptions à plusieurs centaines de kilomètres, avec galène, sur antennes très réduites *et surtout sur cadre* étonneront sans doute beaucoup d'amateurs d'aujourd'hui, qui me croiront sûrement natif de Marseille ou des bords de la Gironde. Ils pourront essayer de les reproduire, ils n'y parviendront pas.

C'est qu'il s'agissait, je l'ai dit, de *télégraphie*, et de télégraphie émise de façon particulière. L'accord des circuits industriels, que craignent tant les électriciens à cause de la violence de ses effets, on l'avait intentionnellement réalisé, par l'intermédiaire d'un transformateur, sur les 42 périodes du secteur de la Rive Gauche. Grâce à lui, on additionnait dans une seule étincelle l'énergie distribuée en plusieurs périodes. Et cela suffisait pour donner à l'émetteur ses extraordinaires qualités de portée. Accord à l'émission et accord à la réception permettaient de réaliser facilement ce qui risque de me faire prendre aujourd'hui pour un émule de Tartarin!

Un autre émetteur, plus puissant en kilowatts, faisait, à la même époque, ses débuts à la Tour Eiffel. Pour obtenir un son musical, il répartissait son énergie entre plusieurs centaines d'étincelles par seconde. Malgré sa puissance, il était entendu beaucoup moins fort que le précédent; ses signaux étaient à peine lisibles sur mon cadre, et il ne constituait un progrès que parce que sa note « chantante » se distinguait plus facilement des parasites atmosphériques que le bruit « ronflé » de l'émission à étincelles raréfiées par accord sur le secteur.

Qu'est-ce donc que cet accord qui permet d'obtenir des résultats si merveilleux? Ou plutôt, d'abord, qu'est-ce qu'un circuit accordable ou « circuit oscillant »?

CHAPITRE III

COMMENT L'ACCORD PERMET D'OBTENIR DE GRANDS EFFETS PAR L'ADDITION DE PETITES CAUSES

Qu'est-ce qu'un circuit oscillant ?

C'est un circuit formé d'une bobine et d'un condensateur.

Plus exactement, c'est un circuit présentant de la « self-induction » et de la « capacité », car une bobine et un condensateur ne sont que des instruments commodes « concentrant » en un petit espace une self-induction et une capacité relativement grandes.

La figure 3 est le schéma d'un circuit accordé. Les deux lignes parallèles C sont le signe conventionnel du condensateur, dont elles représentent les deux armatures ; la ligne tortillée L est celui figurant la bobine, composée de spires plus ou moins nombreuses.

Pourquoi L, au lieu de B, initiale de « bobine » ? Parce que C est la lettre adoptée pour désigner la capacité et L celle usitée pour la self-induction. De sorte qu'on appelle souvent LC l'ensemble d'une bobine et d'un condensateur constituant un circuit accordé.

Oscillations électriques

Un circuit tel que LC de la figure 3 présente une particularité extrêmement importante. Si l'on vient à déranger son équilibre électrique, celui-ci ne se rétablit pas immédiatement.

De même qu'une pierre suspendue au bout d'une ficelle et dérangée de sa position de repos n'y revient qu'après une série de balancements ou oscillations, de même l'équilibre du circuit LC ne se retrouve qu'après une série d'oscillations consistant en des courants électriques allant alternativement d'une des armatures du condensateur C vers son autre armature, puis en sens inverse, à travers les spires de la bobine L. Ces « oscillations électriques » ont fait nommer aussi « circuit oscillant » le circuit LC de la figure 3.

Mécanisme des oscillations électriques

Comment se produisent les oscillations électriques dans le circuit LC ?

Exactement comme celles de la pierre au bout de sa ficelle.

Pour bien comprendre le mécanisme des oscillations électriques, qui nous semblent assez mystérieuses *parce qu'elles sont invisibles*, nous allons donc étudier, assez en détail, le mécanisme et les particularités des oscillations d'une pierre au bout d'une ficelle. Celles-ci, qui nous sont bien connues *parce que nous les voyons*, nous livreront tous les secrets des oscillations électriques, qui se passent exactement de la même façon. Nous n'aurons qu'à transposer ce que nous aurons pu constater, du domaine de la mécanique dans celui de l'électricité.

Ces considérations un peu théoriques, qui vont peut-être sembler nous entraîner assez loin de l'Hôpitalodyne, nous seront, au contraire de la plus grande utilité pour établir, en toute connaissance de cause, notre récepteur

dans les meilleures conditions de sensibilité et de sélectivité.

C'est pour les avoir négligées que beaucoup de récepteurs à galène ne sont vraiment que « de la petite saleté » et ne donnent absolument aucune idée de ce qu'on peut obtenir avec un tel appareil, établi comme il doit l'être.

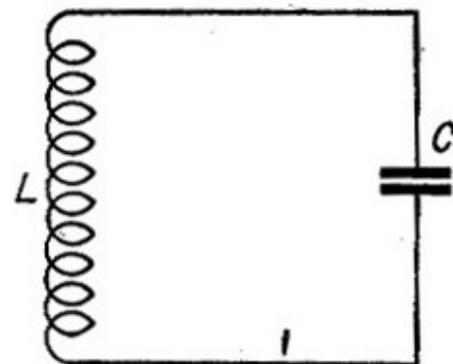


FIG. 3. — Constitution schématique d'un circuit accordé. Il est essentiellement constitué par une bobine L et un condensateur C, ou, plus exactement, il présente de la self-induction (ici localisée surtout dans la bobine) et de la capacité (surtout localisée dans le condensateur). Pratiquement, ce circuit présente aussi, inévitablement, une résistance plus ou moins grande. Si celle-ci dépasse une certaine valeur par rapport à celles de la self-induction et de la capacité, le circuit n'est plus « accordé », mais « apériodique ».

Comment oscille une pierre au bout d'une ficelle

En dérangeant la pierre de sa position de repos (fig. 4 a) on l'a, en réalité, fait monter le long d'une pente courbe (qui est une partie de la circonférence qu'elle pourrait décrire autour du point où est attachée l'extrémité supérieure de la ficelle). Lorsqu'on la lâche, elle redescend le long de la même pente. Partie de l'immobilité dans la position élevée (fig. 4 b) où elle avait

été portée, elle va de plus en plus vite jusqu'à ce qu'elle ait atteint la position la plus basse, celle où elle était précédemment au repos (fig. 4 c). Emportée par son élan, elle dépasse cette position et remonte de l'autre côté. Son mouvement se ralentit à mesure qu'elle monte, pour s'arrêter tout à fait en une nouvelle position élevée (fig. 4 d). Cet arrêt est d'ailleurs de durée extrêmement courte. Elle redescend aussitôt, repasse en vitesse par son ancienne position de repos (fig. 4 e) et remonte de l'autre côté, pour s'arrêter de nouveau en position élevée (fig. 4 f). Et le « cycle » de ces mouvements d'oscillation recommence.

Un pouvoir étonnant

Avant l'expérience, la pierre, au bout de sa ficelle, était tout à fait incapable de sortir de son immobilité, et, plus encore, de monter toute seule une pente quelconque.

Maintenant, elle a acquis un pouvoir étonnant : à peine lâchée par la main qui l'avait déplacée, elle se met d'elle-même en mouvement et, se trouvant ensuite au bas d'une pente, elle la monte par ses propres moyens. N'est-ce pas vraiment merveilleux et digne d'un conte de fées qui pourrait s'intituler : « Histoire véridique de la pierre ensorcelée qui démarre toute seule et qui monte les côtes sans l'aide de personne » !

Je vous entends vous moquer de mon naïf émerveillement, parce que vous êtes, depuis toujours, habitué à voir ce spectacle très banal d'une pierre qui se balance au bout d'une ficelle. Parbleu ! dites-vous, il n'y a rien à cela d'étonnant ! La pierre a démarré toute seule parce qu'en la déplaçant, vous l'aviez soulevée et qu'elle n'avait qu'à « tomber » du haut de la position où vous l'aviez amenée. En tombant, elle a pris de l'élan, et c'est grâce à cet élan qu'elle a pu remonter en une

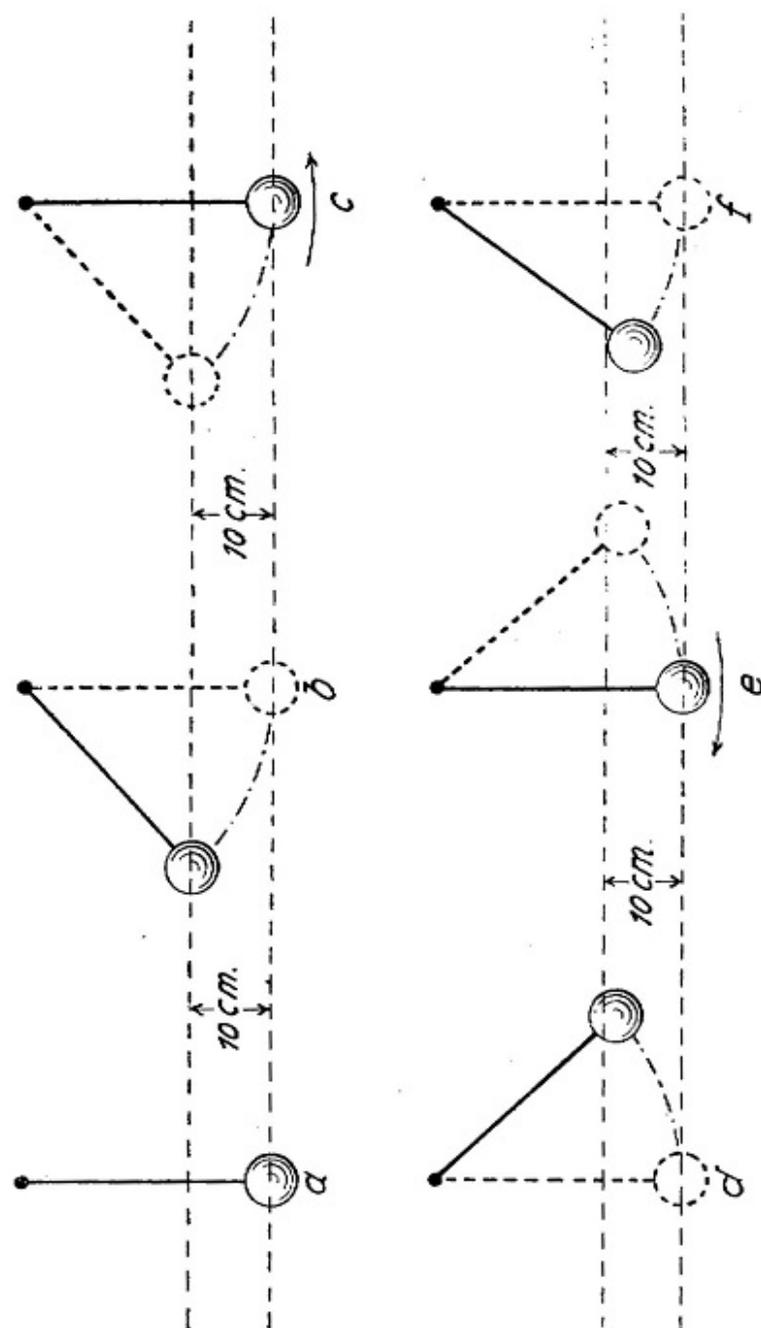


Fig. 4. — Phases successives de l'oscillation d'une pierre au bout d'une ficelle.

nouvelle position élevée, d'où elle est retombée ensuite en prenant un nouvel élan. Et ainsi de suite...

Le résultat d'un petit travail initial

C'est bien cela, en effet, et, pour « ensorceler » la pierre précédemment inerte et immobile au bout de sa ficelle, pour lui communiquer son pouvoir merveilleux de démarrer toute seule et de monter les côtes, il a suffi d'exécuter le *petit travail* qui a consisté à la faire monter un peu au-dessus de sa position première. Le résultat de ce travail initial a été toute cette série d'oscillations.

Remarquons qu'à mesure que la pierre descend et perd ainsi de l'*élévation* que nous lui avons donnée, elle gagne un *élan* que nous ne lui avons pas communiqué. Tout au bas de sa course, elle a acquis un *élan maximum*, mais elle a *tout* perdu de son *élévation*.

Quand ensuite elle remonte, elle perd graduellement son *élan* à mesure qu'elle gagne une nouvelle *élévation*, et quand elle a atteint son *élévation maximum* elle a *tout* perdu de son *élan*.

Quelque chose qui peut se transformer : l'énergie

La vertu magique que nous lui avons communiquée apparaît donc comme quelque chose qui peut se transformer et se manifester ici successivement sous forme d'*élan*, puis d'*élévation*. Nous avons, par notre petit travail initial, communiqué à la pierre ce « quelque chose » sous forme d'une *élévation*, qu'elle a transformée elle-même en *élan*, puis en nouvelle *élévation*. Mais nous aurions pu, tout aussi bien, prenant encore la pierre à sa position de repos, lui communiquer d'abord un *élan*,

au lieu d'une *élévation*, en la *lançant*, du bas, vers sa position élevée. La suite des transformations aurait été la même.

Les physiciens, qui ne parlent pas le langage de tout le monde, appellent « énergie » ce « quelque chose transformable » que nous avons communiqué à notre pierre.

Transformations de l'énergie

Ils disent que quand la pierre est en position élevée, elle possède une énergie *de position* et que quand elle est au bas de sa course, avec son *élan*, elle est douée d'énergie *de mouvement*.

Cela se comprend tout seul, mais, plus savamment, ils appellent aussi l'énergie *de position* énergie *potentielle*, parce que la pierre, en position élevée, possède un *pouvoir* qu'elle n'avait pas auparavant et qu'elle n'a pourtant pas l'air de posséder pendant son court arrêt, bien que l'ayant tout de même « en puissance », comme disaient de vieux philosophes.

Pareillement, ils appellent *cinétique* (comme *cinéma*) l'énergie *de mouvement*, à cause d'un mot grec qui veut dire « mouvement » aussi bien sur l'écran du cinéma que dans le cas de notre pierre qui se balance au bout d'une ficelle.

Pour nous résumer, nous dirons donc, très savamment, qu'au prix du petit travail qu'il nous a fallu fournir pour soulever la pierre en la portant en position élevée, nous lui avons communiqué une énergie *potentielle*, ou *de position*, qui s'est ensuite transformée en énergie *cinétique*, ou *de mouvement*, puis, à nouveau, en énergie *potentielle*, puis en énergie *cinétique*, puis en énergie *potentielle*, puis...

Il n'y a pas de raison pour que cela finisse !

Où il est question du mouvement perpétuel

Ou plutôt si ! Il y en a une, et une grave...

Car nous savons bien qu'en réalité, cela « finit » et que la pierre, après un plus ou moins grand nombre d'oscillations de moins en moins étendues, finit par s'arrêter à sa position de repos.

Examinons cela de plus près.

Supposons qu'au début, en écartant au maximum la pierre de sa position d'équilibre, nous l'ayons abandonnée dans une position de 10 centimètres plus élevée que sa position de repos. La voilà qui descend en accélérant sa vitesse. Va-t-elle, de l'autre côté, remonter aussi à 10 centimètres ?

Oui ?

Non ?

Les paris sont ouverts...

Evidemment, c'est *non* ! Car si elle atteignait 10 centimètres de l'autre côté, elle se retrouverait *exactement* dans les mêmes conditions qu'au début de l'expérience. La seconde course s'accomplirait donc *exactement* comme la première. La pierre reviendrait *exactement* à sa position élevée de départ, et les mêmes allées et venues se reproduiraient indéfiniment.

Ce serait le mouvement perpétuel !

Pertes d'énergie et leur cause

Puisque les choses ne se passent pas ainsi, c'est qu'à son retour vers sa position élevée de départ, la pierre ne remonte *pas tout-à-fait aussi haut* que nous l'avions soulevée. Elle a *perdu*, au cours de son oscillation, une partie du capital « énergie de position » que nous lui avions confiée, et elle en perdra de plus en plus, dans les oscillations ultérieures, au point de ne plus en posséder

du tout quand elle s'arrêtera finalement à sa position de repos.

Ces *pertes d'énergie* qui limitent le nombre des oscillations et en font décroître graduellement l'amplitude (c'est-à-dire la distance dont elle s'écarte de sa position de repos) sont dues à des *frottements* : frottements de la pierre et de la ficelle contre l'air ambiant, frottements dans la ficelle elle-même, au point d'attache, où les oscillations la font plier ou glisser sur le clou auquel elle est attachée. En diminuant ces frottements, par exemple en faisant osciller la pierre dans ce que nous appelons le « vide », au lieu de le faire dans l'air, et en la suspendant par une tige rigide à un couteau, au tranchant très aigu, reposant sur un plan d'acier bien poli, on diminuerait beaucoup ces frottements et on augmenterait, par cela même, dans une grande mesure, le nombre des oscillations, avant le retour final au repos. Si même on pouvait arriver à les supprimer tout à fait, la pierre remonterait toujours *exactement* à sa position de départ, et l'on aurait obtenu le mouvement perpétuel.

Une recette simple... à donner!

On voit que la recette en est simple et facile : *il suffit de supprimer les frottements* et, par là, les pertes d'énergie. Elle n'est malheureusement pas aussi facile à exécuter qu'à donner ! Et l'écueil auquel se heurtent les chercheurs du mouvement perpétuel est qu'ils n'arrivent pas à supprimer en réalité *tous* les frottements.

Leur recherche est d'ailleurs sans but pratique, car, s'ils pouvaient obtenir le mouvement perpétuel, il ne serait qu'une simple curiosité et on ne pourrait l'utiliser à quoi que ce soit. S'en servir serait lui soustraire de l'énergie et si on lui en enlevait si peu que ce soit, il ne serait plus perpétuel. Il ne pourrait le rester qu'à la condition rigoureuse de garder toute son énergie pour

lui et de ne servir absolument à rien : situation aussi fâcheuse que celle de la fameuse jument de Roland qui avait toutes les qualités, mais qui était morte !

Amortissement des oscillations par pertes d'énergie

Inversement, plus les frottements seront grands, moins il y aura d'oscillations avant l'arrêt. Si le clou qui soutient la pierre est planté dans un mur et si la pierre frotte contre le mur pendant ses oscillations, le nombre de celles-ci sera réduit à quelques-unes à peine. Si même le frottement est assez grand, il n'y aura plus d'oscillations du tout. La pierre soulevée descendra, freinée par le frottement et sans prendre aucun élan, jusqu'à sa position de repos où elle s'arrêtera définitivement. Elle aura dépensé, en une seule descente, tout le capital-énergie que nous lui avons confié en l'élevant.

On dit que le frottement *amortit* les oscillations, d'autant plus vite qu'il est plus grand ; c'est la *perte d'énergie* plus ou moins rapide qu'il provoque qui est la cause de cet *amortissement*.

Entretien artificiel des oscillations

S'il n'est pas possible d'obtenir l'oscillation perpétuelle, il est, par contre, facile d'en réaliser du moins l'*apparence*.

Puisqu'à son retour vers sa position élevée initiale, la pierre n'a pas conservé tout à fait intact le capital-énergie que nous lui avons confié, « remboursons-lui », par une petite impulsion supplémentaire, *exactement* ce qu'elle a dépensé, et elle remontera *exactement* aussi haut que nous l'avions élevée d'abord. La seconde os-

cillation s'exécutera alors *exactement* dans les mêmes conditions que la première, et, en particulier, avec la même perte d'énergie. Un nouveau « remboursement » d'énergie permettra d'obtenir une troisième oscillation *identique* aux deux premières, et ainsi de suite, indéfiniment. Ou, du moins, aussi longtemps que ne sera pas épuisée la provision d'énergie de la « Caisse de remboursement ».

Il y aura ainsi apparence de mouvement perpétuel tant que cette provision permettra de compenser les pertes subies à chaque oscillation.

Le balancier des horloges

C'est là le mécanisme de l'entretien des oscillations du balancier des horloges. La tension du ressort (ou l'élévation du poids moteur dans les horloges à poids) lors du remontage de l'horloge, représente la constitution de la provision d'énergie de « remboursement ». Le mécanisme dit « échappement » est le caissier qui effectue les remboursements d'énergie. A chaque oscillation, il donne au balancier la petite impulsion supplémentaire qui a pour effet de compenser la perte d'énergie faite au cours de l'oscillation précédente. Le balancier peut donc continuer à osciller, sans changement apparent, pendant très longtemps : huit jours, quinze jours, voire « quatre cents jours » dans un modèle de pendule dont le balancier rotatif à torsion n'exécute que des oscillations très lentes, ou même plusieurs années dans les pendules électriques, où la provision d'énergie est faite sous forme chimique, dans la pile d'alimentation.

Les oscillations naturelles de la pierre dont le mouvement s'amortit graduellement sont, tout naturellement, appelées des *oscillations amorties* ; celles du balancier de l'horloge, dont le mouvement est artificiellement en-

tretenu à la même valeur pendant un temps très long, sont des *oscillations entretenues*.

Déficit ou bénéfice?

Nous venons de voir que la pierre, suspendue au bout de sa ficelle, exécutera, comme le balancier d'une horloge, des oscillations d'amplitude toujours la même, aussi longtemps qu'on lui restituera, après chaque oscillation, *exactement* la dose d'énergie perdue au cours de l'oscillation précédente.

Mais qu'arrivera-t-il si la dose d'énergie restituée n'est pas exactement la même que celle perdue ?

Si on ne restitue qu'un peu *moins* de l'énergie perdue, les recettes ne compensant plus tout à fait les dépenses, un *déficit* va se produire ; le capital-énergie va se dissiper peu à peu et les oscillations finiront par cesser tout à fait, au bout d'un temps seulement plus long que s'il n'était fait aucune restitution de l'énergie perdue.

Si, au contraire, les restitutions sont *plus grandes* que les pertes, les recettes vont excéder les dépenses et le capital-énergie va s'augmenter, à chaque oscillation, d'un certain *bénéfice*. La pierre remontera, chaque fois, un peu plus haut que la fois précédente : l'amplitude des oscillations *augmentera* graduellement.

Où les dépenses rattrapent les recettes

Va-t-elle augmenter ainsi indéfiniment ?

Elle le ferait, si le bénéfice de l'énergie restituée sur l'énergie dépensée restait toujours le même. Mais il n'en est pas ainsi. A mesure que l'amplitude des oscillations augmente, les frottements, et, par suite, les pertes d'énergie, augmentent aussi. Les dépenses augmen-

tant et les recettes restant les mêmes, il arrive un moment où il n'y a plus de bénéfice. A ce moment, l'amplitude des oscillations cesse d'augmenter et elle se maintient à la valeur pour laquelle les recettes en énergie faites après une oscillation sont exactement dépensées au cours de l'oscillation suivante.

Pour obtenir une nouvelle augmentation d'amplitude, il n'y a que deux moyens : ou bien augmenter les apports d'énergie, d'où *augmentation des recettes*, ou bien, si cela n'est pas possible, diminuer les pertes d'énergie, d'où *diminution des dépenses*. Ce sont aussi, dans la vie courante, les deux seuls moyens d'augmenter son capital !

Le dernier procédé (augmentation de l'amplitude des oscillations par diminution des pertes, *pour un même apport d'énergie extérieur*) sera extrêmement précieux en T. S. F., où il ne nous sera pas permis, pour améliorer notre réception, d'augmenter la puissance de la station d'émission, mais où nous pourrons toujours, *avec le même résultat*, diminuer les pertes d'énergie dans notre appareil de réception.

Gros lot ou économies?

Nous avons jusqu'ici supposé que, pour faire osciller la pierre, au bout de sa ficelle, nous l'avions, dès le début, écartée, au maximum, de sa position de repos, puis abandonnée à elle-même, après lui avoir ainsi confiné, d'un seul coup, un capital-énergie important.

C'est ainsi que l'on peut s'enrichir subitement, par un héritage ou en gagnant le gros lot.

Mais ce n'est pas la façon habituelle.

Beaucoup plus souvent, on part de rien. On fait de petites recettes régulières, et, par une sage économie, qui fait prévaloir ces recettes sur les dépenses, on augmente graduellement son capital.

Oscillations naissant et croissant par addition de petites doses d'énergie

C'est ce qui se produit si, la pierre étant au repos, on lui communique, au lieu d'une grande impulsion initiale, toute une série de petites impulsions régulièrement espacées.

Après la première impulsion, on obtient une première oscillation, très petite. La pierre, arrivant, en position élevée, à la fin de cette première oscillation, a conservé presque toute la petite dose d'énergie que nous lui avons confiée. A ce moment, nous lui en confions une nouvelle. Cette nouvelle dose s'ajoute à tout ce qui restait de la première. Une deuxième oscillation, encore bien petite, ne consomme encore que très peu de la provision d'énergie déjà constituée. La troisième dose s'ajoute donc encore à la presque totalité des deux précédentes, et ainsi de suite. L'addition des petites doses successives d'énergie finit par en constituer un grand capital. Sur ma tirelire, quand j'étais enfant, était inscrite cette sage maxime : « Les petits ruisseaux font les grandes rivières ».

Naturellement, ici encore et comme dans le cas d'une grande impulsion initiale suivie de petites impulsions d'entretien, l'amplitude des oscillations a comme limite celle pour laquelle les pertes d'énergie au cours d'une oscillation sont précisément égales à l'apport qui en est fait à chaque oscillation. Les dépenses devenant égales aux recettes, le capital cesse de s'accroître. Plus faibles seront les pertes d'énergie, plus élevée sera la limite de l'amplitude des oscillations.

Il y a « la manière » !

Pour faire osciller la pierre de plus en plus fort, au moyen de petites impulsions successives, comme il vient

d'être indiqué, il est pourtant une condition capitale qui s'impose absolument. Si, en effet, sans attendre qu'elle soit arrivée à sa position élevée, on allait à sa rencontre pendant qu'elle remonte et si on lui donnait alors (« sur le nez », si je puis dire !) une impulsion en sens inverse de celui de son mouvement, on freinerait son oscillation, au lieu de la favoriser ; on diminuerait l'amplitude de ses balancements, au lieu de l'augmenter.

Il y a donc « la manière », et la même action, suivant le moment, favorable ou non, auquel on l'exécute, peut, soit augmenter, soit diminuer l'amplitude des oscillations.

Dans le cas de notre pierre oscillante, une impulsion dans un certain sens doit évidemment être donnée pendant la demi-course de même sens, ce qui n'empêche pas, — au contraire ! — d'en donner une autre, de sens inverse, pendant la demi-course de l'autre sens.

Les clients des balançoires foraines le savent bien !

Montés à deux, et se faisant face, dans leur nacelle, ils choisissent, chacun et alternativement, le bon moment, pour donner des impulsions de sens inverses. Ainsi l'amplitude des oscillations de leur nacelle augmente-t-elle de plus en plus, au point de devenir inquiétante et de forcer le patron de l'établissement à intervenir par un freinage sérieux, pour amortir leurs oscillations. Dès que se produit cet amortissement, l'amplitude des oscillations diminue. Elle augmenterait, au contraire, si l'amortissement naturel dû aux frottements venait à diminuer, si, par exemple, quelques gouttes d'huile étaient versées dans l'articulation des crochets de suspension.

Au bon moment, ou « en suivant le rythme des oscillations »

A bien observer nos amateurs de balançoire, nous remarquerons que, non seulement ils donnent chacun leur impulsion pendant la demi-course de sens favo-

nable, mais encore qu'ils la donnent à un certain moment de cette course : au moment où, encore presque arrêtée en position élevée, la nacelle commence seulement à repartir dans le sens qu'il faut.

Le choix qu'ils font de cet instant n'est pas le résultat de savantes considérations. D'instinct, ils sentent bien que c'est le moment le plus favorable pour exercer leur effort le plus efficacement possible.

Si, en effet, ils attendaient que la nacelle fût en pleine vitesse, au bas de sa course, l'impulsion qu'ils donneraient alors risquerait fort de « courir après elle » et de « tomber dans le vide » sans réussir à bien s'y appliquer. Ou bien, pour le faire, devrait-elle prendre, elle-même, la forme d'un mouvement encore plus rapide.

« Résonance » obtenue par l'accord

Rien ne s'opposerait, d'ailleurs, à ce que l'on donnât ainsi à la nacelle une impulsion s'exerçant sans arrêt pendant toute la durée de ses deux demi-courses, à condition que cette impulsion fût constamment de sens favorable et qu'elle suivit l'allure variable de la nacelle. Ce serait même, et de beaucoup, le meilleur moyen de faire croître, au maximum, l'amplitude des oscillations.

Par analogie avec des phénomènes semblables dans les vibrations sonores, on a donné le nom de *résonance* à la grande augmentation d'amplitude que l'on peut communiquer à des oscillations quelconques au moyen d'impulsions rythmées à l'accord avec elles.

Comme Mahomet!

Nous avons supposé, jusqu'ici, que la pierre oscillante ou la nacelle de balançoire avaient un rythme propre d'oscillation fixe et immuable et que le réglage du rythme

des impulsions était, au contraire, à notre disposition pour l'adapter très exactement à celui des oscillations.

Inversement, et ce sera le cas en T. S. F., on peut disposer d'une source d'impulsions à rythme fixe et bien déterminé. Pour obtenir l'effet de résonance, il faut alors faire comme Mahomet, qui alla à la montagne quand il vit que celle-ci ne se décidait pas à venir à lui. Au lieu d'adapter le rythme des impulsions à celui des oscillations, il faut faire le contraire et adapter le rythme réglable des oscillations au rythme fixe des impulsions dont on dispose.

Dans le cas de la pierre ou de la balançoire, il suffit d'allonger ou de raccourcir convenablement la ficelle d'attache ou des barres de suspension, comme on le fait du balancier d'une horloge pour la mettre sur « retard » ou sur « avance ».

Une fois l'accord ainsi obtenu entre les deux rythmes, l'effet sera identiquement le même et les oscillations prendront une amplitude maximum.

CHAPITRE IV

COMMENT LA DIMINUTION DES PERTES D'ENERGIE PERMET D'OBTENIR SENSIBILITE ET SELECTIVITE

A impulsions égales, effets inégaux

Supposons maintenant *trois* pierres, suspendues chacune au bout de sa ficelle (fig. 5).

Les longueurs respectives des ficelles sont telles, que la pierre du milieu, si on la déplace de sa position de repos, fasse naturellement une oscillation, aller et retour, en *une seconde exactement*; — celle de gauche : une oscillation en une seconde *moins un quart*, c'est-à-dire en trois quarts de seconde; — celle de droite : en une seconde *plus un quart* (1 seconde $1/4$).

Et examinons ce qui va se passer, si, *pour ces trois pierres*, et sans nous préoccuper de ce qu'elles n'ont pas le même temps naturel d'oscillation, nous donnons une brève impulsion *toutes les secondes*. Placé au point de position élevée, nous faisons aveuglément et à chaque seconde notre geste régulier d'impulsion, *pour les trois pierres à la fois*.

Pour celle du milieu, nous savons bien ce qui va arriver. Très exactement à chaque seconde, la pierre revient à sa position élevée. Juste à ce moment, elle reçoit l'impulsion. Il en résulte, par le mécanisme d'additions suc-

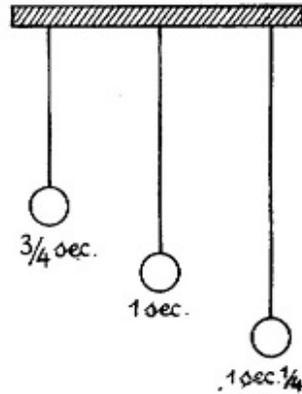


FIG. 5. — Si, pour ces trois pierres qui, à cause de leur longueur de suspension différente, ont un temps naturel d'oscillation différent, on donne régulièrement des impulsions toutes les secondes, le résultat sera très différent selon que les oscillations seront peu ou beaucoup freinées par des frottements. Si les frottements sont faibles, la pierre du milieu exécutera des oscillations de beaucoup plus grande amplitude que les deux autres. Si les frottements sont importants, les trois pierres n'oscilleront qu'assez faiblement et celle du milieu pas beaucoup plus fort que les deux autres.

cessives de petites doses d'énergie étudié plus haut, que l'oscillation va prendre une amplitude de plus en plus grande, jusqu'à une limite d'autant plus élevée que les frottements seront plus petits.

Pour la pierre de gauche, il n'en est pas de même.

La figure 6 représente l'analyse de son cas. En haut sont figurées les secondes, divisées en demies, en quarts et en huitièmes. Au commencement de chaque seconde, un gros point rond figure chaque impulsion : une courte flèche en indique à la fois la brièveté et la direction. En

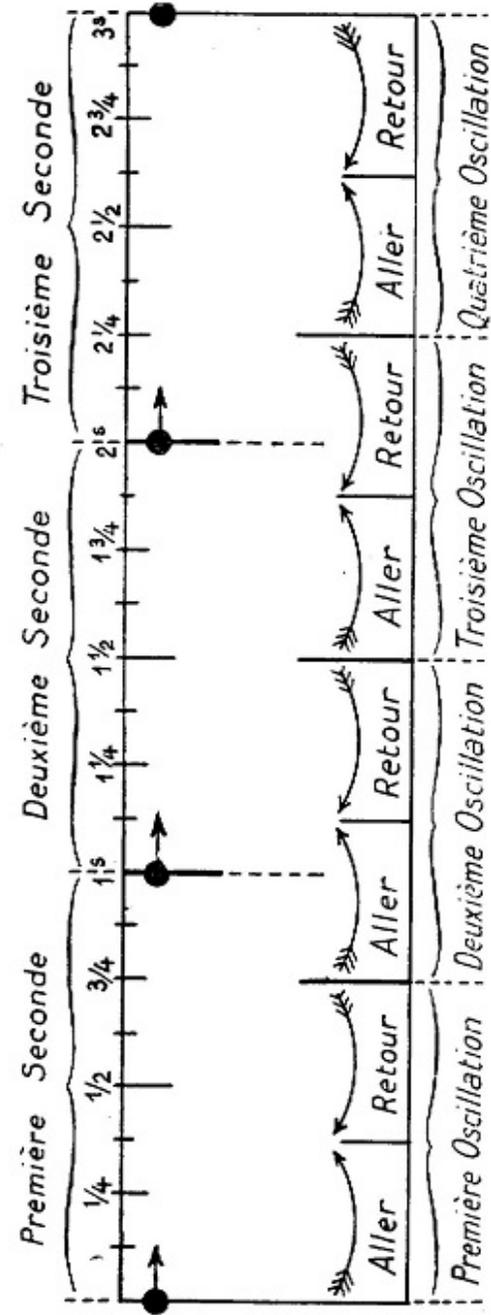


FIG. 6. — La pierre de gauche de la figure 5, qui exécute son oscillation en trois quarts de seconde, ne reçoit une nouvelle impulsion qu'au début de sa cinquième oscillation, alors que celle du milieu en reçoit une à chacune de ses oscillations.

bas est représenté le balancement, avec ses deux courses d'aller et de retour figurées par des flèches courbes de sens correspondants. En comparant la ligne du bas à celle du haut, on voit que chaque aller et retour complet dure $3/4$ de seconde, ce qui fait que, pendant la durée des trois secondes figurées, se produisent quatre oscillations complètes.

Impulsions ratées par « avance... »

Comment vont « tomber » nos impulsions dans ces oscillations dont la durée n'est pas en concordance avec l'intervalle qui sépare les impulsions? Évidemment, un peu « au petit bonheur ».

Examinons-le sur la figure 6.

La première impulsion, au début de la première seconde, coïncide exactement avec le départ de la course d'aller de la première oscillation. C'est parfait! La pierre en reçoit une petite provision d'énergie.

Elle part, puis revient. Et au bout de $3/4$ de seconde seulement, la voilà déjà revenue à sa position élevée, côté départ. Mais, à ce moment-là, nous ne sommes pas encore prêt à donner notre impulsion, puisque nous ne la donnons que toutes les secondes.

La pierre repart donc sans impulsion nouvelle. Au début de la deuxième seconde, c'est-à-dire un quart de seconde après son départ, nous donnons bien notre deuxième impulsion, mais... dans le vide et sans aucun effet utile, puisque la pierre est déjà repartie.

Le début de la troisième oscillation se produit au bout d'une seconde et demie, juste au milieu de l'intervalle entre la deuxième et la troisième impulsion. C'est dire que la pierre ne pourra pas plus profiter de la troisième que de la deuxième et qu'elle repartira encore sans impulsion.

Quand commence la quatrième oscillation, la troisième

impulsion a déjà été donnée, dans le vide encore, depuis un quart de seconde. La pierre repart donc, une fois de plus, sans impulsion.

Ce n'est qu'au début de la cinquième oscillation qu'elle va enfin se retrouver en position élevée de départ juste au bon moment pour recevoir une impulsion nouvelle. En quatre oscillations, elle n'a reçu qu'une seule impulsion et son amplitude d'oscillation a notablement diminué, alors que la pierre du milieu recevait, au contraire, une impulsion à chaque oscillation et que son amplitude d'oscillation ne cessait d'augmenter.

...ou par « retard »

Pour la pierre de droite, il en sera exactement de même que pour celle de gauche, avec cette seule différence qu'au lieu de « rater » les impulsions en revenant *trop tôt* à la position élevée de départ, elle les ratera en y revenant *trop tard*. Raté pour raté, le résultat sera le même. Ce ne sera encore qu'à la cinquième oscillation que la pierre de droite recevra sa deuxième impulsion. A ce moment-là, celle du milieu en aura déjà reçu cinq et recevra alors sa sixième.

De sorte que, — résultat curieux, — pour des gestes d'impulsion absolument identiques, l'effet sur les trois pierres sera bien différent : celle du milieu exécutera des oscillations de très grande amplitude entre ses deux voisines qui oscilleront beaucoup moins.

Cas des impulsions « accompagnantes »

Nous avons parlé plus haut d'un genre particulier d'impulsions : celles qui, au lieu de ne se produire que pendant un court instant à l'extrémité d'une course, s'exerceraient au contraire sans arrêt, en « accompagnant » la pierre sans interruption dans les deux sens. Ce

serait, avons-nous dit, le meilleur moyen de faire croître, au maximum, l'amplitude des oscillations, à condition, bien entendu, que les impulsions « accompagnantes » soient en parfaite concordance avec les oscillations.

Ce sont justement des impulsions de ce genre que nous rencontrons en T. S. F. Elles sont donc particulièrement intéressantes.

Si, pour nos trois mêmes pierres, nous avons des impulsions « accompagnantes » effectuant le cycle complet de leur variation de sens et de force en une seconde, il y a, pour la pierre du milieu, concordance parfaite : l'impulsion varie, dans son sens et dans sa force, exactement comme le mouvement de l'oscillation. A aucun moment (sauf, évidemment, au très court instant du changement de sens), la pierre ne cesse « d'encaisser » de l'énergie, et cela dans les meilleures conditions. Son « capital » augmente de plus en plus; l'amplitude des oscillations devient progressivement très grande. Nous connaissons le mécanisme de cet accroissement d'amplitude; nous n'y reviendrons pas.

Résistance aux oscillations imposées

La pierre de gauche, rappelons-le, a une longueur de suspension telle qu'abandonnée en oscillation libre, elle fasse un aller et retour complet en seulement $3/4$ de seconde, alors que les phases successives de l'impulsion accompagnante mettent, elles, une seconde entière à se dérouler. Mais, avec l'impulsion accompagnante, la pierre va être forcée de suivre le rythme de cette impulsion. Constamment, elle tendra à reprendre le sien et résistera au rythme étranger qui lui sera imposé et qui l'obligera à aller, à certains moments plus vite ou plus lentement qu'elle ne le « voudrait », la contraindra à continuer à aller dans un sens, alors que le moment serait venu pour elle de changer de sens, etc. Cette résis-

tance opposée à l'impulsion sera cause d'une diminution considérable de l'efficacité de celle-ci, et l'amplitude d'oscillation de la pierre de gauche restera beaucoup moindre que celle de la pierre du milieu, qui, elle, se prête, pourrait-on dire, « avec plaisir » aux mouvements qui lui sont imprimés et « devance les désirs » de l'impulsion.

Il en sera de même pour la pierre de droite, et nous aurons encore, pour de mêmes impulsions, la pierre du milieu oscillant beaucoup plus fort que ses deux voisines.

« Apériodicité » par frottements importants

Mais supposons maintenant que les frottements des trois pierres soient très considérables (qu'elles oscillent, par exemple, dans un liquide très épais, au lieu d'osciller dans l'air) et que leur mouvement soit à ce point freiné par les frottements, que les pierres, dérangées de leur position de repos, y reviennent en dépensant toute leur énergie, donc sans pouvoir prendre d'élan et, par suite, sans pouvoir exécuter d'oscillations « libres ». Chaque pierre n'aura évidemment plus alors de rythme propre d'oscillation et, s'il survient une impulsion accompagnante, toutes les trois la suivront avec une égale passivité, sans s'y prêter, comme sans y résister, davantage l'une que l'autre. L'amplitude des oscillations sera la même pour toutes les trois.

Effets intermédiaires par frottements moindres

Entre ce degré extrême de l'amortissement — cause ici d'une apériodicité complète, c'est-à-dire de l'absence d'un temps propre d'oscillation (Voir p. 44 et légende

de la figure 3) — et la parfaite facilité d'oscillation, tous les degrés intermédiaires peuvent se rencontrer :

Avec de grandes pertes d'énergie, l'amortissement est grand. La pierre du milieu ne peut augmenter beaucoup son capital; elle n'arrive donc pas à une grande amplitude d'oscillation. De leur côté, les pierres de droite et de gauche n'opposent pas à l'impulsion une grande tendance à un temps d'oscillation différent du leur; elles n'oscillent donc pas beaucoup moins fort que celle du milieu. Pour les trois pierres, il y a *faiblesse d'oscillation* avec tendance à l'*égalité* dans cette faiblesse.

Avec de faibles pertes d'énergie, au contraire, l'amortissement est faible. La pierre du milieu augmente graduellement beaucoup son capital et arrive ainsi à une grande amplitude d'oscillation. Au contraire, les pierres de droite et de gauche opposent à l'impulsion une forte tendance à un temps d'oscillation différent du leur; elles oscillent donc beaucoup moins fort que celle du milieu. Il en résulte une *très grande inégalité* entre les oscillations des trois pierres : celle du milieu oscille *très fortement*, tandis que les deux autres n'oscillent qu'*assez faiblement*.

Retour aux oscillations électriques

Notre excursion au pays des pierres oscillantes est terminée. Il est temps de revenir au circuit oscillant de la figure 3 et de transposer dans le domaine des oscillations électriques ce que nous avons constaté dans celui des oscillations mécaniques.

Sous l'influence d'une onde électrique, agissant sur le circuit oscillant, soit directement (cas des « cadres » utilisés avec les récepteurs à lampes très sensibles), soit par l'intermédiaire d'une antenne, il se produit, à travers la bobine L, une série de courants, dirigés alternativement de l'armature inférieure du condensateur vers son armature supérieure, puis de son armature supérieure

vers son armature inférieure, courants qui le chargent dans un sens, puis dans l'autre.

Lorsque le condensateur est chargé dans un sens, la situation est la même que quand la pierre avait été portée, d'un côté, en position élevée et que tout son capital-énergie se trouvait sous la forme « potentielle » ou « de position ». L'énergie communiquée au circuit oscillant par l'onde hertzienne est alors tout entière sous la forme de forces *électriques* dont le *champ* d'action est principalement l'espace compris entre les deux armatures du condensateur. On dit qu'il y a entre elles un *champ électrique*.

Le condensateur commence à se décharger, comme la pierre commençait à descendre, et, de même qu'elle prenait graduellement de la vitesse, un courant s'établit graduellement à travers la bobine, produisant autour de ses spires un *champ magnétique* qui s'accroît, en même temps que le courant, jusqu'à décharge complète du condensateur. A ce moment, il n'y a plus d'énergie sous forme d'un *champ électrique* entre les armatures du condensateur; elle s'est transformée en *champ magnétique* autour des spires de la bobine, comme l'énergie potentielle de la pierre se transformait graduellement en élan, ou énergie cinétique, au cours de sa descente de la position élevée vers la position la plus basse, où son mouvement avait sa rapidité maximum.

Et, de même que la pierre, en remontant de l'autre côté, retransformait son énergie cinétique en énergie potentielle, le courant dans la bobine, après être passé par son maximum, décroît progressivement à mesure que le condensateur se recharge dans l'autre sens. Quand il est complètement rechargé, il n'y a plus de courant dans la bobine, ni de *champ magnétique* autour de ses spires. L'énergie qui existait dans la bobine sous forme de *champ magnétique* est repassée dans le condensateur, sous forme de *champ électrique*. Puis le condensateur se

décharge de nouveau à travers la bobine pour se recharger en sens inverse, et ainsi de suite.

Ici non plus, pas de mouvement perpétuel !

Mais, comme pour la pierre oscillante, cette série de phénomènes ne se reproduit pas indéfiniment. Ici non plus, il n'y a pas de mouvement perpétuel ! A chaque nouvelle oscillation, la charge du condensateur est un peu moindre qu'à la précédente, et le courant à travers la bobine un peu moins intense, tout comme la pierre montait un peu moins haut et était, au bas de sa course, animée d'un mouvement un peu moins rapide. Si bien que, comme pour la pierre, après un nombre plus ou moins grand d'oscillations, tout s'arrête et le circuit revient électriquement au repos.

La cause de cet arrêt est la même : il se produit des pertes d'énergie qui *amortissent* les oscillations.

Effet de l'accord du circuit

Mais, de même qu'il était possible de faire partir la pierre du repos et de lui faire exécuter de grandes oscillations par apport et addition de petites doses successives d'énergie, il va être possible de mettre et d'entretenir en oscillations électriques un circuit LC, comme celui de la figure 3, par addition de petites doses d'énergies apportées, les unes après les autres, par des ondes hertziennes.

Les ondes, en effet, donneront électriquement au circuit de petites impulsions successives *selon un certain rythme*, et si le rythme naturel d'oscillation du circuit LC *coïncide* avec celui des impulsions, (plus savamment : s'il est accordé sur leur fréquence), l'amplitude des oscillations du circuit pourra devenir considérable (courants intenses dans la bobine, charges du condensateur sous une tension élevée).

C'est que chaque station émettrice de T. S. F. envoie ses impulsions à un rythme qui lui est particulier. Radio-Paris, par exemple, en expédie, par seconde, 174.000 dans un sens et dans l'autre. Et comme elles voyagent à la coquette vitesse de 300.000.000 de mètres par seconde, il s'ensuit que chaque groupe d'impulsions « aller et retour » occupe dans l'espace le $1/174.000$ de 300.000.000 de mètres, soit 1.724 mètres à peu près (car la division ne tombe pas juste et d'ailleurs la vitesse de 300.000 kilomètres par seconde n'est qu'approximative). C'est ce qu'on appelle la « longueur d'onde » de la station.

Les éléments de l'accord

Pour obtenir, dans le circuit LC, des oscillations électriques d'amplitude maximum, sous l'influence des ondes hertziennes provenant de Radio-Paris, il faut donc que ce circuit soit constitué de telle façon que, dérangé de son équilibre électrique, il y revienne naturellement après des oscillations au rythme de 174.000 par seconde.

Pour la pierre, le rythme dépendait de la longueur de la ficelle, et aussi, aurions-nous dû dire, de la force d'attraction de la terre à l'endroit où se faisait l'expérience. Avec la même longueur de ficelle, en effet, le nombre des oscillations par seconde n'est pas le même au pôle qu'à l'équateur. Mais il est infiniment plus facile de changer la longueur de la ficelle que l'attraction de la terre, et c'est, pratiquement, le seul moyen employé.

Pour le circuit oscillant, le rythme dépend de la valeur de la bobine et de celle du condensateur. On l'amènera à 174.000 oscillations par seconde en choisissant convenablement ces valeurs. On pourra, soit prendre une valeur arbitraire de la bobine, et alors il y aura une valeur bien déterminée du condensateur qui donnera le rythme d'oscillation désiré ; soit, inversement, prendre

une valeur arbitraire du condensateur, auquel cas ce sera la valeur de la bobine qui devra être soigneusement déterminée, pour obtenir le rythme voulu. Il y aura donc une infinité de valeurs de bobine ou de condensateur qui se correspondront, pour procurer le résultat cherché. Pour une bobine de valeur double, il faudra un condensateur moitié moindre ; si le condensateur est trois fois plus grand, la bobine devra être trois fois plus petite. Le même nombre d'oscillations par seconde sera toujours obtenu, si la valeur du condensateur reste en proportion inverse de celle de la bobine, autrement dit, si en multipliant la valeur de l'un par celle de l'autre, on obtient toujours un même nombre, qui dépend justement de la fréquence, c'est-à-dire du nombre d'oscillations par seconde à obtenir.

L'onde de 1.885 mètres...

Si, par exemple, en se servant des unités usuelles de la T.S.F., le nombre obtenu en multipliant la valeur du condensateur par celle de la bobine est 1, le circuit oscillant aura une fréquence naturelle de 159.151 oscillations par seconde, ce qui correspond à une longueur d'onde de 1.885 mètres. Cela veut dire que, pour obtenir un circuit oscillant *accordé* sur 159.151 oscillations par seconde ou sur 1.885 mètres, on pourra le constituer par une bobine de 1 *microhenry* (unité de « self-induction » d'une bobine) et un condensateur de 1 *microfarad* (unité de « capacité » d'un condensateur), — ou bien par une bobine de 10 microhenrys et un condensateur de 0,1 microfarad, — ou bien par une bobine de 1.000 microhenrys et un condensateur de 0,001 microfarad, — ou bien encore par 2.000 microhenrys et 0,000.5 microfarad, ou 4.000 microhenrys et 0,000.25 microfarad, car, dans toutes ces combinaisons, le produit des microhenrys par les microfarads sera 1.

...et celle de Radio-Paris

C'est pour ménager nos méninges et n'avoir à faire que des calculs aussi simples que la multiplication de 1 par 1 ou de 4.000 par 0,000.25 que nous avons choisi pour exemple la longueur d'onde de 1.885 mètres (1).

Pour la longueur d'onde de Radio-Paris (1.724,1 m.) la valeur du produit des microhenrys de la bobine par les microfarads du condensateur devrait être 0,837 (ce qui se trouve facilement en divisant la longueur d'onde 1.724,1 m. par 1.885 et en multipliant le quotient obtenu par lui-même). L'accord de Radio-Paris peut donc être obtenu avec un condensateur de 0,001 μ F (un millième de microfarad) et une bobine de 837 microhenrys ou avec un condensateur d'un demi-millième, comme on dit, et une bobine de 1.674 microhenrys. Pratiquement, en prenant une bobine d'environ 1.000 microhenrys et un condensateur à capacité variable dont la capacité maximum soit de un millième de microfarad (ce qui permet, nous l'avons vu plus haut, d'arriver à la longueur d'onde de 1.885 mètres) on sera sûr de pouvoir réaliser l'accord de Radio-Paris sur 1.724,1 m. Le même accord pourra, naturellement, être réalisé avec une bobine d'environ 2.000 microhenrys et un condensateur variable d'un demi-millième.

Pour améliorer la réception

Avec un récepteur comportant un tel circuit oscillant, on constatera, en faisant croître graduellement la capacité du condensateur variable, que l'intensité d'audition d'un concert de Radio-Paris, d'abord nulle ou faible,

(1) Elle correspond au produit du *double* de 3,1416, rapport bien connu de la circonférence au diamètre, par 300, nombre de milliers de kilomètres parcourus en une seconde par une onde hertzienne. Dans ces conditions, le produit des microhenrys par les microfarads doit être 1.

augmente jusqu'à un certain maximum, au moment de l'accord exact, et diminue ensuite.

Ce maximum, est-il possible de l'améliorer?

Oui, bien sûr, en augmentant l'amplitude des oscillations électriques du circuit LC accordé.

Pour cela, théoriquement tout au moins, il existe deux moyens, qui sont les mêmes que ceux qui permettent d'augmenter l'amplitude des oscillations d'une pierre au bout d'une ficelle. Il faut ou bien *augmenter les recettes* en énergie, ou bien *diminuer les pertes*.

Pour augmenter les recettes, il faudrait pouvoir augmenter la puissance de la station d'émission, ou bien déménager et aller habiter plus près d'elle, ou bien encore améliorer les aptitudes collectrices d'énergie de l'antenne de réception, en l'allongeant, en l'élevant ou en la dégageant davantage.

Ce dernier moyen, le seul généralement possible, nous est refusé, puisque nous devons pouvoir utiliser le secteur comme antenne (et quelle pitoyable antenne!). Nous sommes, hélas, obligés de le prendre tel qu'il est, trop heureux encore de le trouver, bien qu'on ait dit fort justement qu'il ne soit pas une antenne!

La diminution des pertes d'énergie

Dans l'impossibilité d'augmenter les recettes, il ne nous reste que la ressource de diminuer les pertes, et cette diminution des pertes s'impose d'autant plus impérieusement que nos recettes sont obligatoirement plus faibles! Nous avons vu, en effet, avec nos pierres oscillantes, que quand l'amplitude des oscillations était devenue assez grande, sous l'effet de l'addition des petites impulsions successives, pour que toute l'énergie apportée par l'une d'elles soit dépensée au cours d'une oscillation, l'amplitude ne pouvait plus s'accroître. Mais, si l'on diminuait alors les frottements, une nouvelle augmentation d'am-

plitude était obtenue, bien que les impulsions fussent restées les mêmes.

S'il s'agissait d'un récepteur à lampes, les conditions seraient bien différentes! Un tel récepteur, en effet, dispose, dans sa source de tension de plaque, d'un énorme réservoir d'énergie « de rechange », qui lui permet non seulement de remplacer par de l'autre l'énergie perdue, mais encore d'en « rajouter », et cela dans de telles proportions qu'il devient possible d'actionner un haut-parleur. L'énergie reçue de la station d'émission ne lui sert qu'à ouvrir plus ou moins le « robinet » de son réservoir d'énergie. C'est la batterie de plaque, et non la station d'émission, qui fait hurler le haut-parleur. Voilà tout le secret des récepteurs à lampes.

La devise du galéniste

Rien de pareil avec un récepteur à galène! Il ne dispose d'*aucune* source d'énergie de rechange, et c'est seulement l'énergie reçue de la station d'émission qui fait vibrer la membrane de l'écouteur téléphonique. Aussi est-il facile de comprendre que la devise du galéniste doive être : « *Recueillir le plus possible d'énergie, avec une bonne antenne (une véritable antenne, si possible!), et en perdre le moins possible, avec un récepteur spécialement étudié pour cela dans toutes ses parties et construit avec des pièces et des éléments de tout premier ordre* ».

Une grosse hérésie!...

Un « lampiste » peut se permettre de n'employer que du matériel médiocre et de laisser « fuir » de l'énergie un peu de tous côtés : il en remettra facilement avec sa batterie de plaque!

Rien n'est trop bon, au contraire, pour un récepteur à galène, où toute énergie perdue est définitivement per-

due. A lui les *meilleures* bobines, les *meilleurs* condensateurs, les *meilleurs* isolants, les *meilleurs* circuits d'accord, les *meilleurs* écouteurs téléphoniques!

Au lieu de cela, que voit-on?

Pour un appareil à lampes, on recherche volontiers le meilleur matériel.

Pour un récepteur à galène, au contraire, tous les rebuts sont bons : bobines de dernière qualité, condensateur au mica ou même (horreur!) au papier paraffiné, ébonite... en carton, écouteurs du marché aux puces. On le traite en parent pauvre; on ne le considère que comme un jouet d'enfant.

Comment s'étonner, après cela, qu'il ne donne que de très médiocres résultats : réception faible avec impossibilité de séparer deux émissions voisines?

Le merveilleux, c'est qu'ainsi constitué, il permette quand même d'entendre quelque chose ! Il faut vraiment qu'il ait bon caractère...

Nous tâcherons donc d'éviter l'hérésie du récepteur à galène « camelote de bazar » et nous nous appliquerons, de notre mieux, à faire la chasse aux pertes d'énergie partout où nous le pourrons.

Ainsi obtiendrons-nous « mieux », beaucoup mieux même, que l'appareil de bazar, mais, naturellement et selon la formule consacrée, ce sera aussi « plus cher ». On n'a rien pour rien !

D'une pierre deux coups!

En permettant aux oscillations électriques, grâce à la diminution des pertes d'énergie, de prendre la plus grande amplitude possible dans le circuit oscillant de notre récepteur, nous obtiendrons *la réception la plus forte possible*.

Mais nous ferons d'une pierre deux coups !

Nous nous rappelons, en effet, qu'avec les trois

pierres de fréquences d'oscillation différentes, la diminution des frottements avait *un double résultat* : la pierre du milieu exécutait des balancements de grande amplitude, mais aussi celles de droite et de gauche, opposant aux impulsions leur tendance à osciller avec une fréquence différente, ne pouvaient osciller qu'assez faiblement.

Pareillement, avec notre circuit oscillant à faibles pertes d'énergie, non seulement les oscillations obtenues sous l'influence de l'émission désirée seront aussi fortes que possible, mais encore celles que pourraient provoquer *des émissions de fréquence voisines seront atténuées au maximum*.

Ainsi notre récepteur sera-t-il, à la fois, *sensible et sélectif*, qualités assez peu souvent rencontrées dans les récepteurs à galène. Nous entendrons le concert sur lequel il sera accordé, aussi bien que le permettront les circonstances; et nous serons, le moins possible, gênés par des émissions étrangères.

CHAPITRE V

A LA RECHERCHE D'UN BON MONTAGE

Le choix du schéma

Le « cœur » de notre récepteur sera un circuit oscillant, constitué, comme la figure 3 (p. 37) par l'assemblage d'une bobine et d'un condensateur, et, pour obtenir à la fois sensibilité et sélectivité, nous allons chercher à y éviter, autant que possible, les pertes d'énergie.

Ce circuit oscillant devra, d'une part, recevoir de l'énergie de l'antenne, et, d'autre part, en céder à l'écouteur téléphonique, pour actionner sa membrane. La recherche du meilleur montage à réaliser est celle de la meilleure façon de mettre le circuit oscillant en relation avec le circuit de l'antenne et avec celui de l'écouteur pour ces transmissions d'énergie.

Un montage simple d'avant-guerre...

Au temps, lointain déjà, d'avant-guerre, l'amateur n'avait qu'une seule station à écouter, celle de la Tour

Eiffel avec ses signaux horaires et ses télégrammes météorologiques, transmis au moyen de l'émission amortie violente dont nous avons parlé. Aucune sélectivité n'était donc à rechercher, et le montage très simple de la figure 7 donnait toute satisfaction.

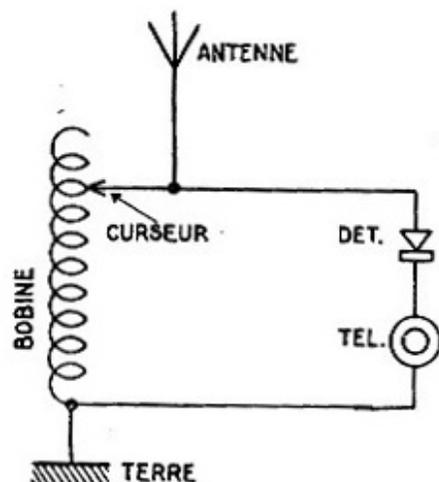


Fig. 7. — Un montage simple d'avant-guerre qui, à première vue, ne paraît pas comporter de condensateur. La portion de la bobine mise en circuit et, par suite, la self-induction utilisée, est réglable au moyen d'un curseur se déplaçant le long de la bobine. Le détecteur et l'écouteur téléphonique, montés en série l'un avec l'autre, sont simplement placés dans un circuit en dérivation sur la portion de la bobine utilisée.

...où l'amateur employait un condensateur sans le savoir

Ce montage, qui était une adaptation à la galène d'un dispositif précédemment usité avec détecteur électrolytique, ne comportait apparemment pas de condensateur (à cette époque, on ne trouvait pas, dans le commerce, de condensateurs variables, comme aujourd'hui), mais une bobine, dont la self-induction était réglable

par l'utilisation d'un nombre plus ou moins grand de ses spires au moyen d'un curseur. Le condensateur du circuit oscillant, dont l'existence n'était pas même soupçonnée par beaucoup d'amateurs de l'époque, était, en réalité, constitué par l'antenne et la terre, comme le montre la figure 8, qui n'est qu'une autre disposition de la figure 7 où le circuit oscillant est mis en évidence par

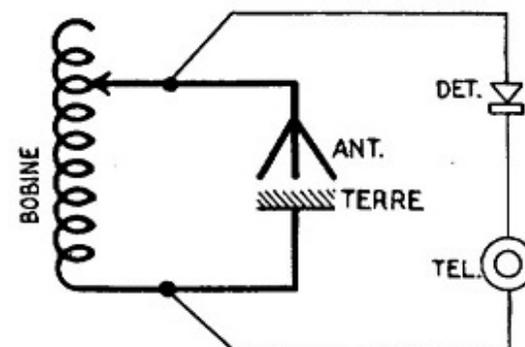


Fig. 8. — Dans le montage de la figure 7, représenté ici sous une autre forme, le circuit oscillant est formé, en réalité, par la bobine à curseur et par un condensateur fixe, dont les deux armatures sont respectivement l'antenne et la terre. La fixité de ce condensateur antenne-terre oblige à recourir à la variabilité de la self-induction utilisée pour le réglage du circuit oscillant à l'accord de l'émission à recevoir.

des traits épais. La fixité obligatoire de la capacité du condensateur antenne-terre rendait nécessaire, pour permettre le réglage de l'accord, la variabilité de la self-induction de la bobine.

L'introduction d'un condensateur variable

Les bobines à curseur étant accusées de divers défauts et les condensateurs variables ayant fait leur apparition, (la mode aussi s'en mêlant, car il y a une mode en T.S.F., tout comme pour la toilette des da-

mes!), le montage des figures 7 et 8 devint celui de la figure 9, où la self-induction de la bobine est fixe et où c'est la capacité du condensateur que l'on fait varier pour l'obtention de l'accord.

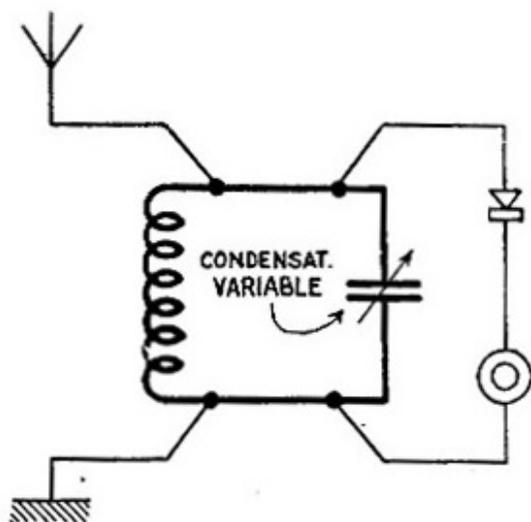


Fig. 9. — Montage très répandu encore aujourd'hui d'un récepteur à galène comportant l'emploi d'un condensateur variable. L'emploi d'un tel récepteur ne permet qu'un accord assez flou sur les émissions à recevoir. Il n'est que d'une sélectivité très médiocre, à cause des pertes d'énergie importantes qui s'y produisent.

C'est ce dernier montage qu'utilisent, encore aujourd'hui, la plupart des récepteurs à galène « de bazar ».

Le manque de sélectivité

Avec un récepteur ainsi constitué, on constate que le réglage de l'accord est assez peu précis : on peut le faire varier plus ou moins de part et d'autre, sans modifier beaucoup l'intensité de la réception, surtout si,

comme dans notre cas, on utilise, comme antenne, la canalisation du secteur d'éclairage électrique. Avec une telle « antenne », la variation de capacité du condensateur est même souvent sans aucun effet appréciable.

On conçoit que, dans ces conditions, les réglages d'accord de plusieurs stations, ayant chacun une « largeur » assez grande, puissent chevaucher plus ou moins les uns sur les autres et qu'il ne soit possible de séparer deux émissions que si leurs longueurs d'onde sont très différentes, — et encore n'y arrive-t-on pas toujours.

Il y a, à cela, plusieurs causes.

L'effet d'une trop grande capacité antenne-terre

Remarquons d'abord que, dans le montage de la figure 9, le condensateur antenne-terre ajoute son effet à celui du condensateur variable du circuit oscillant. L'examen de la figure 9 montre, en effet, que l'antenne est reliée directement à l'armature supérieure du condensateur, et la terre à son armature inférieure. Si bien que le schéma de la figure 9 pourrait être dessiné sous la forme de celui de la figure 10. Si donc la capacité du condensateur antenne-terre est déjà plus grande que celle qu'il faudrait pour accorder le circuit oscillant sur la fréquence désirée (et c'est habituellement le cas du secteur), il est bien évident qu'aucun réglage du condensateur variable ne permettra de trouver cet accord, puisqu'à son « zéro » elle est déjà trop grande.

L'effet des pertes d'énergie

Une autre raison pour laquelle, avec ce montage, les réglages restent toujours peu précis, c'est qu'il donne lieu à des pertes d'énergie assez importantes qui am-

lissent considérablement les oscillations. Or, nous avons constaté, avec nos pierres oscillantes, que l'amortissement causé par les pertes d'énergie a pour effet, non seulement de diminuer l'amplitude des oscillations, mais aussi de faire osciller presque aussi bien, sous l'effet d'impulsions données avec un certain rythme, des systèmes oscillants ayant un temps naturel d'oscillation correspondant justement à ce rythme ou seulement plus ou moins voisin de lui.

C'est ce qui explique qu'avec un circuit oscillant amorti par de trop grandes pertes d'énergie, on reçoive presque aussi bien que l'émission qu'on voudrait entendre seule, celles qui sont faites sur des longueurs d'onde plus ou moins voisines. Le circuit oscillant n'oscille guère mieux sous l'effet de l'émission désirée que sous celui des émissions perturbatrices.

Le couplage serré

Il est donc très important, pour obtenir à la fois sensibilité et sélectivité, de chercher à éviter le plus possible, dans notre montage, les pertes d'énergie.

Dans le schéma de la figure 9, en supposant que le condensateur et la bobine soient de qualité parfaite, la principale cause des pertes d'énergie se trouve dans la façon dont le circuit antenne-terre, d'une part, et le circuit détecteur-téléphone, d'autre part, agissent sur le circuit oscillant et, réciproquement, dans celle dont le circuit oscillant agit sur les circuits antenne-terre et détecteur téléphone.

On demande le « sens unique » !

En examinant la figure, on se rend compte facilement que, pour aller de l'antenne à la terre, il faut parcourir la totalité de la bobine du circuit oscillant. De

même, le circuit détecteur-téléphone se ferme à travers la totalité de cette bobine. En d'autres termes, la bobine appartient à la fois, dans sa totalité, aux trois circuits.

Dans ces conditions, si un courant variable, comme ceux de T.S.F., parcourt l'un quelconque des trois circuits, il produit dans la bobine un champ magnétique

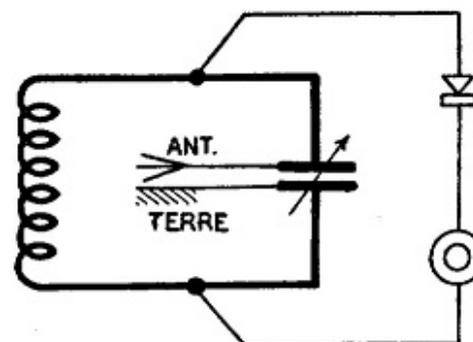


Fig. 10. — Avec le montage de la figure 9, représenté ici sous une autre forme, l'emploi d'une grande antenne peut donner au condensateur antenne-terre une capacité trop grande pour permettre l'accord, même au zéro du condensateur variable, car la capacité de ce condensateur fixe s'ajoute à celle du condensateur variable, et elle peut déjà se trouver trop grande par elle-même.

variable comme lui. Ce champ magnétique variable étant embrassé par la bobine, considérée comme appartenant à un autre des trois circuits, produit dans cet autre circuit un courant variable, analogue au premier. C'est le mécanisme bien connu de l'induction magnétique, ou, ici, de la self-induction.

Les trois circuits sont donc dans une étroite dépendance l'un des autres : on dit qu'ils sont fortement couplés entre eux, ou en couplage serré.

Il en résulte que si un courant alternatif à haute fréquence vient à naître dans l'antenne, sous l'effet de

l'arrivée d'une onde hertzienne, il induit fortement un courant semblable dans le circuit oscillant.

La principale cause des pertes d'énergie

C'est là une condition qui, *a priori*, peut sembler extrêmement favorable, puisque le circuit oscillant se trouve ainsi abondamment alimenté en énergie.

Malheureusement, le système constitué par le circuit antenne-terre et le circuit oscillant n'est pas à « *sens unique* »!

Quand, pour une cause quelconque (et, en particulier, parce qu'il a reçu de l'énergie de l'antenne), un courant à haute fréquence effectue son va-et-vient dans le circuit oscillant, il induit fortement un courant semblable dans le circuit antenne-terre, et comme une antenne de réception ne diffère aucunement d'une antenne d'émission, celle-ci émet dans l'espace une grande partie de l'énergie qui lui a été communiquée par le circuit oscillant.

Cette énergie, qui ne reviendra pas, est définitivement perdue pour la réception.

La meilleure et la pire des choses

L'antenne est donc, comme la langue, selon Esope, à la fois la meilleure et la pire des choses : la meilleure, parce que c'est elle qui apporte l'énergie; la pire, parce cette langue reprend d'une main (si l'on peut dire!) une grande partie de ce qu'elle avait donné de l'autre.

Tout serait parfait si, à l'instar du préfet de police, on pouvait établir le « *sens unique* » pour l'énergie reçue, et si celle-ci pouvait passer facilement de l'antenne au circuit oscillant, mais rencontre, au contraire, une grande difficulté à revenir du circuit oscillant à l'antenne.

Les bienfaits du découplage de l'antenne...

On y arrive, dans une certaine mesure, en diminuant l'action réciproque du circuit oscillant et du circuit antenne-terre.

A première vue, il semblerait que le remède ne doive pas être très efficace, car si l'action du circuit oscillant sur l'antenne est diminuée, celle de l'antenne sur le circuit oscillant l'est également. On perd moins d'énergie, c'est vrai, mais aussi on en reçoit moins.

Il y a pourtant bénéfice, et, dans le cas présent, on peut se l'expliquer en considérant que le circuit oscillant est accordé sur la fréquence à recevoir, tandis que le circuit antenne-terre ne l'est pas. Si le circuit oscillant est peu amorti par des pertes d'énergie, nous savons que les oscillations peuvent y prendre une grande amplitude, par l'addition de doses, même petites, d'énergie reçue de l'antenne. Il n'en est pas de même du circuit antenne-terre, qui, lui, n'est pas accordé et est fortement amorti, en particulier par son aptitude à rayonner l'énergie dans l'espace.

Le circuit oscillant, s'il est peu couplé à l'antenne et peu amorti, constitue donc une sorte de piège ou de nasse pour l'énergie oscillante transmise avec la fréquence sur laquelle il est lui-même accordé. Comme son amortissement diminue à mesure que l'antenne lui est moins étroitement couplée, on conçoit que l'augmentation résultante de son aptitude à la capture de l'énergie, compense jusqu'à une certaine limite, la diminution de l'énergie qui lui est transmise du fait du relâchement du couplage.

...et du circuit détecteur-téléphone

Mais la perte d'énergie du circuit oscillant par son couplage avec l'antenne n'est pas la seule. Le circuit détecteur-téléphone qui, pareillement, lui est étroite-

ment couplé, en suture, lui aussi, une quantité considérable, et il y a intérêt, de ce côté également, à diminuer l'action mutuelle des deux circuits. Ici aussi, on pourrait penser que la diminution de l'action du circuit oscillant sur le circuit détecteur-téléphone aura pour conséquence inévitable de diminuer l'intensité de la réception. Il n'en sera rien, jusqu'à une certaine limite également, parce que la diminution de l'amortissement du circuit oscillant obtenue, sera cause d'une augmentation de l'amplitude des oscillations dans le circuit oscillant. Avec une fraction plus faible d'une énergie plus forte, la réception pourra être aussi intense, mais avec gain de sélectivité, ce qui est le point important.

Nous sommes donc amenés à diminuer le couplage des circuits antenne-terre et détecteur-téléphone avec le circuit oscillant.

Le découplage par l'emploi d'une bobine à prise médiane

Un moyen simple d'y parvenir consiste à *diminuer le nombre des spires communes* aux trois circuits en n'intercalant plus dans le circuit antenne-terre et dans le circuit détecteur-téléphone la totalité des spires de la bobine du circuit oscillant.

En utilisant, par exemple, une bobine à prise médiane, comme il s'en trouve dans le commerce, on peut constituer le montage de la figure 11. Mais cette solution, qui est assez souvent adoptée et qui donne déjà d'assez bons résultats, est un peu grossière.

Qui nous assure, en effet, que la réduction arbitraire, justement à la moitié, du nombre des spires comprises dans les circuits antenne-terre et détecteur-téléphone, conviendra précisément à notre cas particulier?

Avec une antenne longue et élevée, rayonnant fortement, cette réduction pourra être insuffisante pour as-

surer une bonne sélectivité. Avec une petite antenne, au contraire, elle pourra être exagérée et diminuer considérablement l'intensité de la réception.

La résistance plus ou moins grande du point sensible de la galène et celle de l'écouteur téléphonique peu-

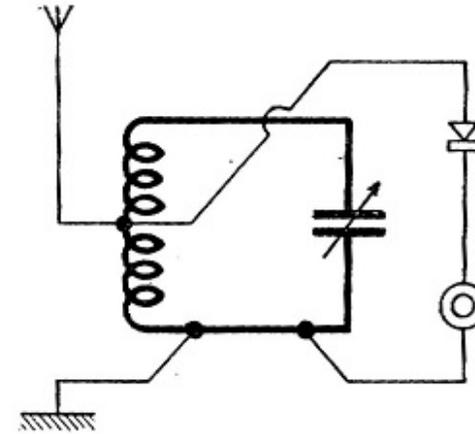


Fig. 11. — Les pertes d'énergie du circuit oscillant de la figure 9 peuvent être diminuées et, par suite, sa sélectivité notablement accrue, en diminuant le nombre de ses spires qui lui sont communes avec les circuits antenne-terre et détecteur-téléphone. Une bobine à prise médiane permet de réaliser un montage où la moitié seulement des spires du circuit oscillant sont intercalées dans ces circuits.

vent aussi demander, pour un rendement optimum, peut-être plus, peut-être moins que la moitié des spires de la bobine du circuit oscillant.

Le découplage par bobine à prise non médiane

Une meilleure solution est celle qui a été choisie pour le récepteur dit *Galénophone* (1). Elle consiste à em-

(1) *La T. S. F. pour Tous*, n° 69.

ployer une bobine à prise intermédiaire, mais *non médiane*. Au lieu d'un nombre unique de spires (la moitié) à intercaler dans les circuits antenne-terre et détecteur-téléphone, on dispose ainsi de deux nombres de

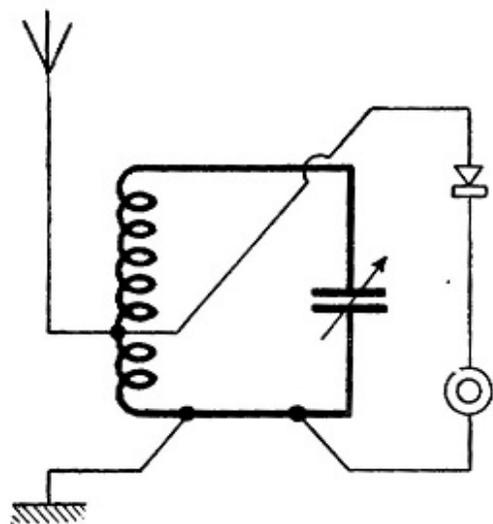


Fig. 12. — L'emploi, dans le Galénophone, d'une bobine à prise non médiane met à la disposition de l'opérateur deux nombres de spires différents, un grand et un petit, à intercaler dans les circuits antenne-terre et détecteur-téléphone, selon que la bobine est placée dans un sens ou dans l'autre. Il est ainsi possible d'adapter, dans une certaine mesure, le récepteur aux conditions où l'on se trouve. Avec une grande antenne, on intercale dans le circuit antenne-terre, le petit nombre de spires, pour diminuer les pertes d'énergie.

spires, l'un plus grand, l'autre plus petit que la moitié. Cela permet, dans une certaine mesure d'adapter le récepteur aux dimensions de l'antenne dont on dispose, en mettant en circuit la bobine soit dans un sens, soit dans l'autre.

L'antenne est-elle grande? On place la bobine de façon à intercaler le petit nombre de spires dans le cir-

cuit antenne-terre (fig. 12). Est-elle petite? On utilisera la disposition inverse (fig. 13).

Mais il serait vraiment bien extraordinaire que le point choisi pour sa prise non-médiane par le construc-

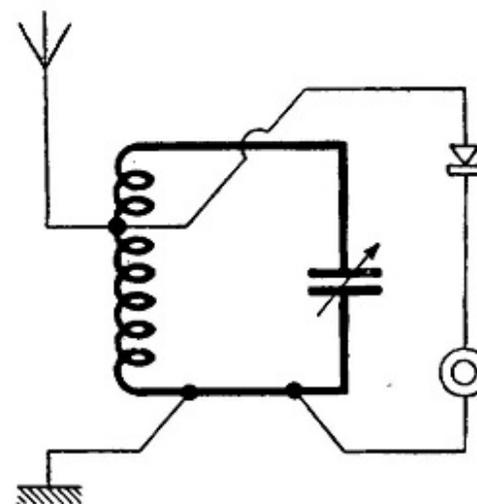


Fig. 13. — Si, avec la bobine à prise non médiane du Galénophone, on ne dispose que d'une petite antenne, c'est le grand nombre de spires que l'on intercale dans le circuit antenne-terre. On évite ainsi d'avoir une réception trop diminuée dans son intensité.

teur de la bobine correspondît justement au meilleur nombre de spires à intercaler dans le circuit antenne-terre avec une antenne de dimensions données et pour les distances respectives où l'on se trouvera de la station à écouter et de celle à éliminer. Si, pour ces conditions, la prise est voisine du milieu, le « petit nombre » de spires à intercaler dans le circuit antenne-terre pourra se trouver trop grand, et la sélectivité restera insuffisante dans le cas d'une grande antenne ou d'une station perturbatrice rapprochée. Si, au contraire, la prise est éloignée du milieu, le « petit nombre » pourra être

trop petit, dans le cas inverse du précédent, et l'intensité de la réception considérablement diminuée.

De toute évidence, il faudrait pouvoir adapter avec plus de précision le récepteur aux circonstances de son emploi et, pour cela, disposer d'un choix plus grand que deux nombres de spires seulement, un grand et un petit, à intercaler dans le circuit antenne-terre.

Le montage dit « T.P.T. couplage »

Avec des bobines sans prise intermédiaire, le montage du *T.P.T.-couplage* (1) permet d'y arriver, mais au prix d'une certaine complication (fig. 14). Dans ce montage, la bobine du circuit oscillant est constituée, en réalité, par deux bobines juxtaposées, montées à la suite l'une de l'autre, l'entrée de la seconde reliée à la sortie de la première, de façon que l'ensemble des deux bobines se comporte comme une bobine unique. Le point de connexion de l'une avec l'autre se trouve ainsi constituer une prise intermédiaire sur l'ensemble, et l'antenne peut y être connectée, ainsi que le circuit détecteur-téléphone. Avec un jeu suffisant de bobines de diverses valeurs, il est possible d'en trouver une qui ait à peu près exactement le nombre de spires à intercaler dans le circuit antenne-terre, pour obtenir le degré voulu de sélectivité, sans un affaiblissement intempestif de la réception. On prend, naturellement, une seconde bobine ayant d'autant plus de spires que la première en a moins, de façon que l'ensemble des deux bobines ait toujours une self-induction permettant de trouver l'accord de la station à entendre, avec le condensateur variable.

(1) *La T. S. F. pour Tous*, n° 20.

Quelques inconvénients

Ce montage, plus parfait que le précédent, a malheureusement, l'inconvénient de nécessiter tout un jeu de bobines pour permettre de choisir, selon les circonstances, les deux qui conviennent le mieux.

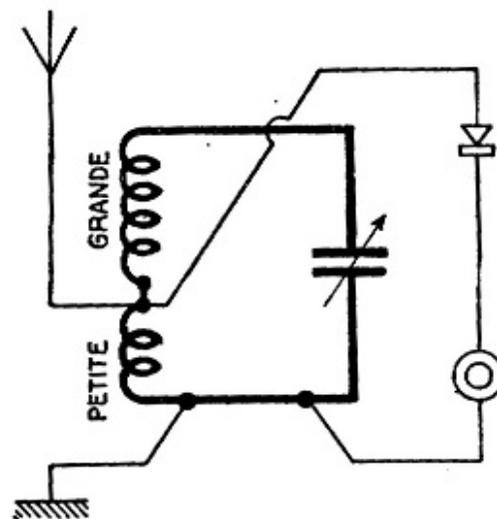


Fig. 14. — Le montage *T.P.T.-couplage* par l'emploi de deux bobines en série, à la place d'une seule, donne une plus grande possibilité d'adaptation précise du récepteur aux conditions de la réception. On intercale une portion d'autant plus petite du circuit oscillant dans les circuits antenne-terre et détecteur-téléphone, que la bobine du bas a moins de spires et que celle du haut en a davantage, la self-induction totale de l'ensemble devant rester, bien entendu, dans les limites convenables pour permettre l'accord désiré au moyen du condensateur variable.

De plus, la combinaison adoptée pour se débarrasser d'une station gênante, ne sera pas la même que celle qui conviendra pendant le silence de cette station, où l'on pourra se permettre, pour une réception plus intense, d'intercaler plus de spires dans le circuit antenne-terre. Il en résultera que la self-induction totale d'

groupe de deux bobines ne sera pas exactement la même dans les deux cas et que la réception de l'émission désirée devra se faire avec des réglages différents du condensateur.

Enfin, — et ce défaut est commun aux différents montages à prise intermédiaire examinés jusqu'ici, — le même nombre de spires sera toujours fatalement intercalé dans le circuit antenne-terre et dans le circuit détecteur-téléphone, alors qu'il n'est nullement prouvé que ce nombre soit le meilleur à la fois pour les deux circuits.

Où l'on revoit, provisoirement, la vieille bobine à deux curseurs

Pour la commodité et pour un bon réglage, il faudrait que la bobine du circuit oscillant restât toujours la même pour une certaine gamme de longueurs d'onde, et que l'on pût brancher séparément sur elle, et chacun au meilleur point, les circuits antenne-terre et détecteur-téléphone.

Quoi qu'on puisse en dire, une vieille bobine à deux curseurs, à gros fil, et dont les curseurs seraient établis de façon à pouvoir ne toucher qu'une seule spire à la fois, constituerait déjà une très bonne solution (fig. 15). Le condensateur variable donnerait l'accord du circuit oscillant; l'un des curseurs son couplage avec le circuit antenne-terre; l'autre curseur son couplage avec le circuit détecteur-téléphone.

Les défauts de l'ancien « Oudin »...

De telles bobines à deux curseurs ont été utilisées autrefois sous le nom d'Oudin, mais avec d'assez pitoyables résultats au point de vue de la sélectivité. Outre qu'elles étaient trop souvent établies avec du fil émaillé trop fin et que leur curseur court-circuitait presque tou-

jours plusieurs spires, on les employait, le plus souvent, avec le montage de la figure 16, sans condensateur variable. Comme dans le cas de la figure 7, le condensateur du circuit oscillant était alors formé par l'antenne et la terre, ce qui imposait évidemment que toutes les

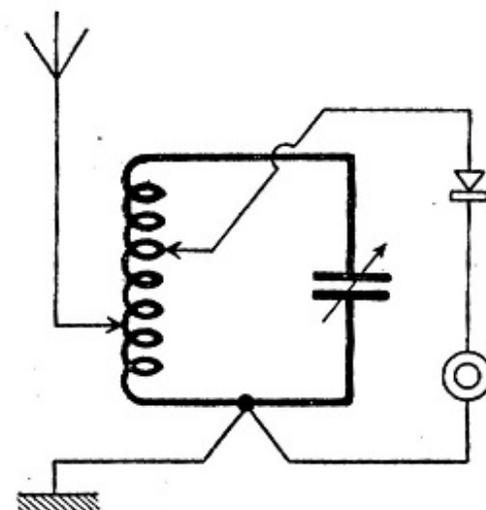


Fig. 15. — Une bobine à deux curseurs permet de régler avec précision et indépendamment l'un de l'autre le nombre de spires du circuit oscillant à intercaler dans le circuit antenne-terre et celui à intercaler dans le circuit détecteur-téléphone. De plus, son nombre total de spires ne changeant pas, on a l'avantage, sur le montage de la figure 14 de ne pas trouver, au condensateur variable, des réglages très différents, pour la réception d'une même station, selon la combinaison adoptée.

spires du circuit oscillant fussent comprises dans le circuit antenne-terre, puisqu'il s'agissait d'un seul et même circuit, à la fois circuit antenne-terre et circuit oscillant. Le curseur d'antenne devait, oblatoirement, occuper, sur la bobine, une certaine place (celle de l'accord), pour que la réception ait son maximum d'intensité.

Avec ce couplage, forcément maximum, des deux circuits confondus antenne-terre et circuit oscillant, les

perles d'énergie par le rayonnement de l'antenne étaient considérables. Comparées à elles, celles causées par le circuit détecteur-téléphone n'avaient que peu d'importance; il était pratiquement sans effet appréciable de les diminuer par la manœuvre du second curseur. On le laissait donc sur une spire quelconque, vers l'extrémité supérieure de la bobine, et le montage à deux curseurs ne donnait pas de meilleurs résultats que celui de la figure 7, avec lequel il se confondait d'ailleurs, si les deux curseurs étaient placés à peu près sur la même spire.

...et leur correction par l'adjonction d'un condensateur variable

L'adjonction d'un condensateur variable, comme dans la figure 15, permet de lui confier la fonction d'accord du circuit oscillant, devenu distinct du circuit antenne-terre. Le curseur, ainsi libéré de ce rôle, peut être utilisé au couplage des deux circuits. Une très bonne sélectivité peut ainsi être obtenue, en réduisant, autant que possible, au moyen des deux curseurs de couplage, le nombre des spires du circuit oscillant intercalées respectivement dans le circuit antenne-terre et dans le circuit détecteur-téléphone.

Une cause de brouillage inattendue

Pas toujours pourtant!

Bien que nous ayons introduit, en effet, dans notre montage un condensateur variable, pour laisser au curseur d'antenne la seule fonction de régler le couplage du circuit antenne-terre avec le circuit oscillant, le déplacement de ce curseur sur les spires de la bobine a toujours, sans que nous y prenions garde, un autre effet.

La capacité du condensateur antenne-terre ne joue plus, dans l'accord du circuit oscillant, qu'un rôle d'au-

tant moindre qu'un moins grand nombre de spires de ce circuit sont intercalées dans le circuit antenne-terre.

Mais ce condensateur n'en existe pas moins!

Avec les spires intercalées, pour couplage, dans le circuit antenne-terre (fig. 15), il constitue un autre cir-

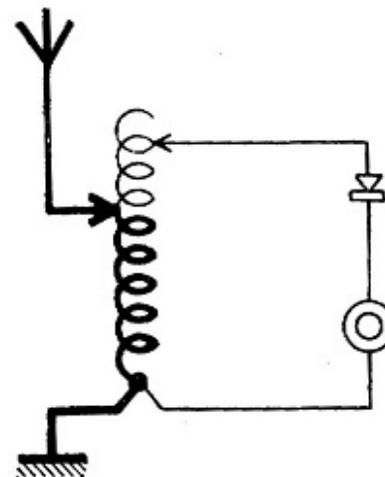


Fig. 16. — L'emploi qu'on fait souvent, sous le nom d'Oudin, d'une bobine à deux curseurs, sans condensateur variable, oblige, pour l'accord, à intercaler un grand nombre de spires du circuit oscillant dans l'antenne, d'où pertes d'énergie considérables, absence de sélectivité et inutilité du réglage rendu possible par l'emploi du second curseur.

cuit oscillant qui, par la capacité antenne-terre et par la self-induction des spires de couplage, se trouve accordé sur une autre longueur d'onde que celle de la station à recevoir. Si cette longueur d'onde de hasard se trouve justement être à peu près celle d'une station en activité, mais que l'on ne désire pas entendre, des courants oscillants d'une intensité importante vont prendre naissance dans le circuit antenne-terre, sous l'action de cette station, et ils seront suffisants pour troubler notre audition, malgré que le circuit oscillant principal

(celui comprenant le condensateur variable) ne soit pas accordé à leur fréquence!

Un exemple vécu

Ce cas n'est pas imaginaire.

Au cours de l'étude de notre récepteur à galène, le montage de la figure 15 avait été réalisé, non avec des curseurs, mais avec des prises multiples qui devaient être reliées à des plots, sur lesquels une manette aurait remplacé le curseur. J'en essayais la sélectivité en écoutant l'émission de la Tour Eiffel pendant celle de Radio-Paris, faite à Clichy. Dans les conditions où je me trouve, cette dernière émission est, en effet, reçue beaucoup plus fortement que celle de la Tour Eiffel, et, sans précautions particulières de sélectivité, elle la couvre à peu près complètement. En réduisant convenablement le nombre de spires intercalées dans le circuit antenne-terre, j'arrivais bien à entendre la Tour Eiffel débarrassée de Radio-Paris, mais... avec un petit accompagnement en sourdine... de l'émission des P.T.T., qui est pourtant d'une longueur d'onde très différente!

Était-ce donc la faillite de la sélectivité recherchée dans le relâchement du couplage du circuit antenne-terre avec le circuit oscillant?

L'examen de ce qui se passait me montra que le fil du secteur que j'employais comme antenne, peu étendu et de relativement faible capacité (sans doute parce que dans un petit bâtiment isolé), se comportait comme une antenne véritable et était accordable sur les longueurs d'onde de T.S.F. Le petit nombre de spires qui convenait au couplage pour la réception de la Tour Eiffel sans brouillage par Radio-Paris, se trouvait former, avec la capacité du condensateur antenne-terre, un circuit oscillant accordé sur l'émission des P.T.T. Le curseur d'antenne qui, grâce à l'emploi du condensateur

variable n'avait plus maintenant à régler l'accord du circuit oscillant du récepteur, accordait, à mon insu, le circuit antenne-terre sur l'émission perturbatrice.

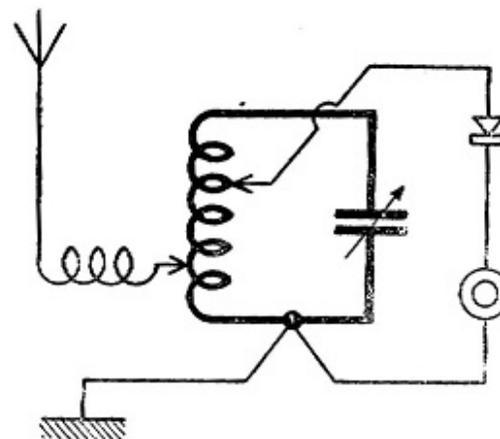


Fig. 17. — Le circuit antenne-terre peut se trouver accordé sur une émission perturbatrice par la combinaison de la self-induction des spires du circuit oscillant intercalées, pour couplage, dans le circuit antenne-terre, avec la capacité du condensateur formé par l'antenne et la terre. Pour faire disparaître cet accord indésirable, il faut pouvoir intercaler dans le circuit antenne-terre une bobine indépendante, choisie de façon à ne pas accorder ce circuit sur une autre émission perturbatrice.

L'adjonction d'une bobine de désaccord indépendante

Pour détruire cet accord, il aurait fallu intercaler un plus grand nombre de spires dans l'antenne. Mais alors le couplage du circuit antenne-terre avec le circuit oscillant serait devenu trop important et Radio-Paris aurait brouillé l'émission de la Tour Eiffel!

Comment introduire plus de spires dans le circuit antenne-terre, sans emprunter ces spires au circuit oscillant? Tout simplement en intercalant une bobine indépendante spéciale entre l'antenne et le curseur (fig. 17).

De cette façon, si le réglage du couplage par le curseur accordait le circuit antenne-terre sur une émission perturbatrice, l'introduction de la bobine supplémentaire le désaccorderait et ferait disparaître le brouillage.

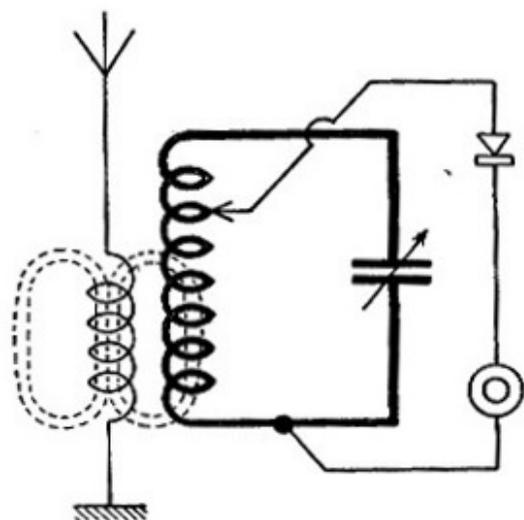


Fig. 18. — Une solution beaucoup plus parfaite consiste à rendre le circuit antenne-terre complètement distinct du circuit oscillant et à le coupler avec lui par *induction* entre la bobine indépendante qui y a été introduite et celle du circuit oscillant. Ainsi disparaît la nécessité du curseur d'antenne, le degré de couplage entre les deux circuits pouvant être réglé par modification de la position réciproque des deux bobines.

De fait, le montage de la figure 17 me libéra complètement de l'émission indésirable des P.T.T. Mais, j'aurais pu avoir la malchance... qu'elle accordât le circuit antenne-terre sur l'émission de Radio-Paris, que je voulais précisément éliminer. Il eût alors fallu remplacer la bobine supplémentaire par une autre, de valeur telle qu'elle ne produisît l'accord ni sur l'une, ni sur l'autre des stations perturbatrices.

Le couplage par induction

Cet emploi d'une bobine supplémentaire, que l'on doit pouvoir choisir d'une valeur convenable, conduit à une solution beaucoup plus élégante et plus parfaite que celle par bobine à curseurs. Elle consiste à ne plus coupler ensemble les circuits par la *self-induction* de spires communes dans une bobine unique, mais par *induction* à distance entre bobines indépendantes.

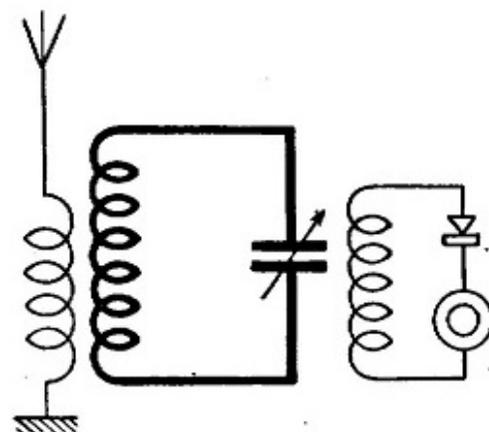


Fig. 19. — L'emploi d'une troisième bobine pour coupler de la même façon le circuit détecteur-téléphone au circuit oscillant fait disparaître également le second curseur et permet d'obtenir un montage où, avec des bobines modernes, toutes les fonctions sont pratiquement séparées et réglables indépendamment les unes des autres, pour l'adaptation la plus parfaite du récepteur aux conditions de la réception.

Au lieu de faire produire, par le circuit antenne-terre, un champ magnétique *dans les spires du circuit oscillant lui-même*, on le lui fait produire *seulement dans celles de la bobine indépendante supplémentaire*, et on dispose celle-ci de façon qu'une partie *plus ou moins grande* de ce champ magnétique traverse les spires de la bobine du circuit oscillant (fig. 18).

En utilisant ce même moyen de couplage très com-

mode pour le circuit détecteur-téléphone (fig. 19), on est totalement dispensé de l'emploi de curseurs, et il est possible d'utiliser de plus modernes bobines en « nid d'abeilles ».

Tous les avantages!

Toutes les fonctions se trouvent ainsi nettement séparées et pratiquement indépendantes. Des bobines con-

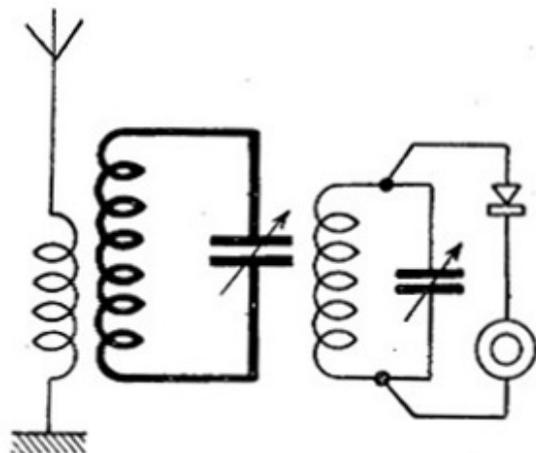


Fig. 20. — Un perfectionnement au montage de la figure 19 consisterait à former un circuit oscillant avec la bobine de couplage du circuit détecteur-téléphone et un condensateur variable. L'accord de ce circuit oscillant sur l'émission à recevoir permettrait de relâcher fortenseüt son couplage avec le circuit oscillant et d'obtenir ainsi un gain de sensibilité et de sélectivité.

venables peuvent être choisies pour chacun des trois circuits. En particulier, on peut intercaler dans le circuit antenne-terre une bobine comportant un assez grand nombre de spires, sans se condamner, par cela même, à un couplage trop serré. La fréquence d'oscillation du circuit oscillant est réglée, par le condensateur variable, à l'accord avec celle de l'émission à recevoir. Le couplage des circuits antenne-terre et détecteur-téléphone

avec le circuit oscillant est déterminé, séparément pour chacun d'eux, par le rapprochement plus ou moins grand entre sa bobine et celle de ce circuit.

Autres accords, autres perfectionnement

On pourrait encore perfectionner ce montage en accordant aussi le circuit détecteur-téléphone sur la fréquence de l'émission à recevoir. Il suffirait de constituer un circuit oscillant avec sa bobine et un second condensateur variable (fig. 20).

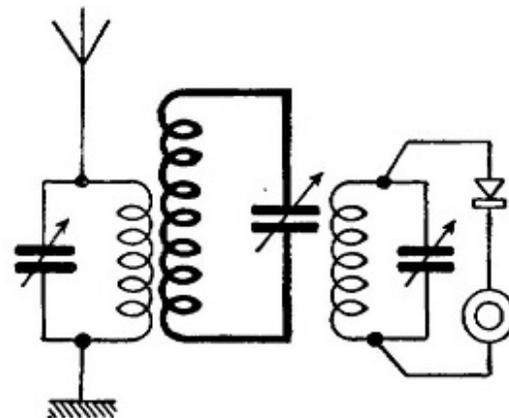


Fig. 21. — Le même perfectionnement pourrait être adopté du côté du circuit antenne-terre, à condition que l'on dispose d'une antenne accordable sur les fréquences des émissions de T. S. F. (ce qui n'est ordinairement pas le cas d'une canalisation de lumière électrique employée comme antenne). Si la capacité antenne-terre est petite par rapport à celle qui accorderait naturellement la bobine sur l'émission à recevoir, le condensateur variable sera monté en dérivation sur la bobine, augmentant ainsi la capacité antenne-terre.

Si l'on dispose d'une véritable antenne de dimensions convenables, on pourrait également accorder le circuit antenne-terre en montant un troisième condensateur variable en dérivation sur sa bobine pour les « grandes ondes » (fig. 21) et en série avec celle pour les « petites ondes » (fig. 22). Le passage d'une position

à l'autre pourrait être assuré, sans l'emploi d'aucun commutateur (toujours mauvais en haute fréquence) par l'emploi du dispositif à trois bornes de la figure 23. L'antenne étant réunie à la borne supérieure, et les deux bornes inférieures étant reliées l'une à l'autre par une connexion mobile, on a la position « grandes on-

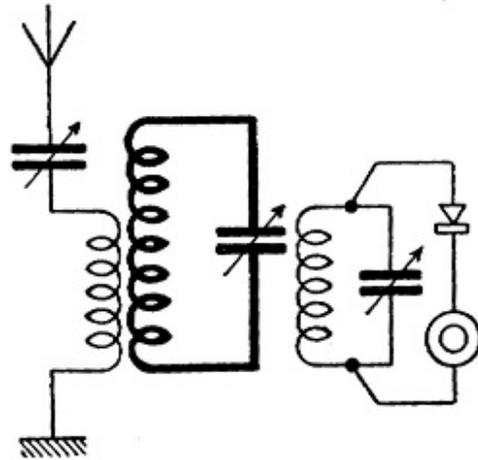


Fig. 22. — Si, au contraire, la capacité antenne-terre est grande par rapport à celle qui accorderait la bobine sur l'émission à recevoir, le condensateur variable sera monté en série avec la bobine, diminuant ainsi la capacité antenne-terre.

des ». La connexion mobile étant enlevée d'entre les bornes inférieures et l'antenne étant reliée à la borne du milieu, on a la position « petites ondes » (fig. 24).

Le dédoublement de la bobine du circuit oscillant

Un raffinement consisterait, pour empêcher toute action directe de la bobine antenne-terre sur la bobine détecteur-téléphone, à constituer la bobine du circuit oscillant par deux bobines montées en série l'une avec l'autre, l'une d'elles étant couplée au circuit antenne-

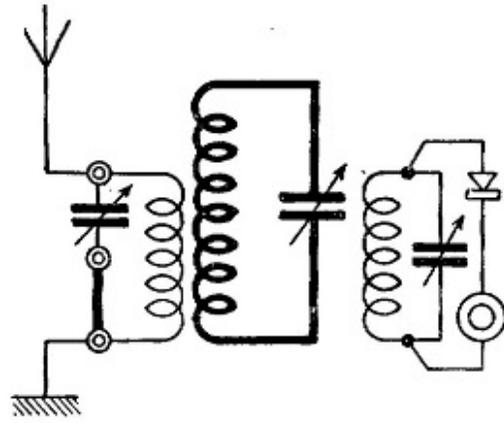


Fig. 23. — Le cas de la figure 21 est ordinairement celui de la réception des « grandes ondes » sur une antenne d'amateur. Le montage à trois bornes figuré ici permettra de réaliser facilement la disposition de la figure 21 en branchant l'antenne à la borne supérieure et en réunissant l'une à l'autre les deux bornes inférieures, au moyen d'une connexion mobile.

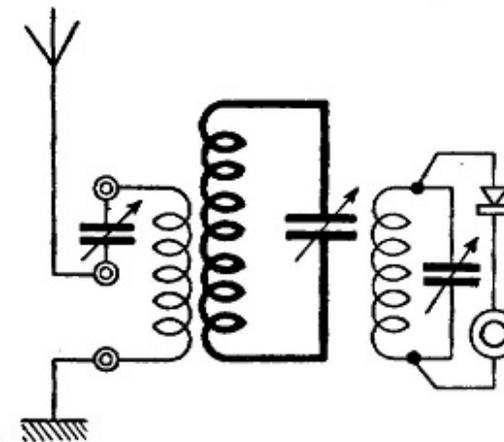


Fig. 24. — Le cas de la figure 22 est habituellement celui de la réception des « petites ondes » sur une antenne d'amateur. Le montage à trois bornes permet de le réaliser en enlevant la connexion mobile et en branchant l'antenne à la borne du milieu.

terre et l'autre au circuit détecteur-téléphone (fig. 25). Ce serait un montage tout à fait équivalent à un très ancien dispositif dit « à accords multiples » employé par Marconi dans les premières années de la T.S.F. et qui utilisait, lui, deux bobines montées en dérivation sur le même condensateur variable (fig. 26).

Le jeu en vaut-il la chandelle?

Tous ces perfectionnements permettraient de relâcher davantage les couplages et d'accroître encore la sensibilité et la sélectivité. Pas autant, pourtant, qu'on pourrait le croire, et pas assez, sans doute, pour justifier, aux yeux de beaucoup d'amateurs, la complication et le prix de l'emploi de deux ou même de trois condensateurs variables.

C'est qu'en effet, le circuit antenne-terre et le circuit détecteur-téléphone sont des circuits « de mauvaise qualité », qui, par leur constitution même, sont affligés, incurablement, de pertes d'énergie considérables : le premier, surtout à cause du rayonnement de l'antenne; le second, parce qu'il doit assurer l'alimentation de l'écouteur téléphonique. Ces circuits, très amortis par ces pertes d'énergie, ne peuvent donc constituer des circuits oscillants que de sélectivité médiocre, et, de plus, si l'on ne prend pas soin de relâcher beaucoup leur couplage avec le circuit oscillant principal, ils l'amortissent, lui aussi, par la quantité d'énergie qu'ils y « pompent », grâce à leur accord (1).

(1) En supprimant le circuit oscillant principal, dans les figures 21 et 22 (ou dans les figures 23 et 24), et en couplant le circuit accordé antenne-terre directement au circuit accordé détecteur-téléphone, on obtient le classique « Tesla ». C'est un montage d'une bonne sélectivité, mais qui a l'inconvénient d'exiger deux condensateurs variables, utilisés justement dans les deux circuits de mauvaise qualité. Le montage de la figure 19 en est, pour ainsi dire, l'inverse : il constitue, avec un seul condensateur variable, un circuit oscillant aussi parfait que possible et n'accorde pas les circuits amortis antenne-terre et détecteur-téléphone.

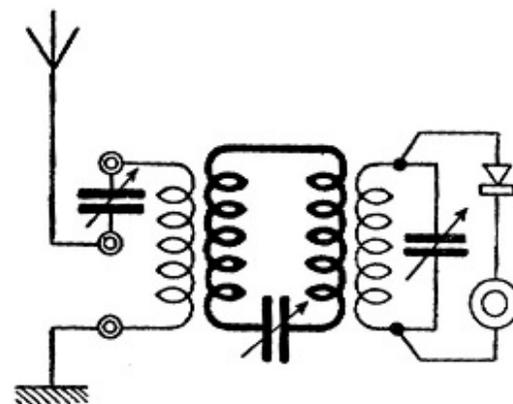


Fig. 25. — Pour éviter toute action directe du circuit antenne-terre sur le circuit détecteur-téléphone, on peut constituer la bobine du circuit oscillant principal par deux bobines plus petites, montées en série l'une avec l'autre, la première étant couplée au circuit antenne-terre, la seconde au circuit détecteur-téléphonique. Le circuit antenne-terre est supposé ici disposé en position « petites ondes ».

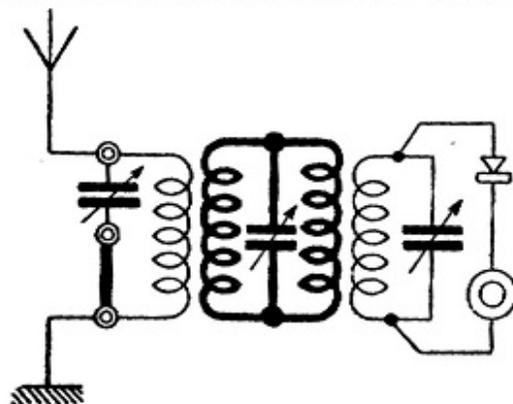


Fig. 26. — Le montage de la figure 25 est équivalent à cet ancien montage de Marconi dit « à accords multiples » où les bobines du circuit oscillant principal (ici plus grandes que la bobine simple des figures où le circuit oscillant ne comporte qu'une seule bobine) sont montées toutes deux en dérivation sur le condensateur variable. Le circuit antenne-terre est montré ici en position « grandes ondes ».

Le montage de la figure 19, adopté pour l'Hôpitaldyne, peut être considéré comme une simplification de ceux des figures 25 et 26, dont il ne conserve que « le meilleur ».

Pour ces diverses raisons, c'est au montage de la figure 19 que nous nous arrêterons définitivement. Il peut être considéré comme une simplification de l'ancien montage à accords multiples de Marconi, dont il a presque tous les avantages, à meilleur marché et avec moins de complication.

Sans un peu de travail, on n'a pas de plaisir!

Avec les diverses facteurs de réglage qu'il met à notre disposition, on conçoit qu'il permette d'adapter, au mieux, le récepteur aux conditions où l'on se trouve, pour en tirer le meilleur rendement. Mais... il faut, pour cela, faire preuve de quelque intelligence dans son emploi et commencer par *apprendre à s'en servir*, tout comme on le fait, sans s'étonner de cette obligation toute naturelle, quand on veut conduire une automobile ou même simplement monter à bicyclette.

C'est pour faciliter cet apprentissage *indispensable*, en permettant de *comprendre le pourquoi et le comment* de chaque réglage, que de si longues explications théoriques ont été données. Ceux qui n'auront pas voulu se donner la peine de les lire et des les comprendre, seront incapables de profiter de tous les avantages de leur récepteur, et, — ce qui est un comble! — c'est lui, sans doute, qu'ils accuseront des méfaits de leur propre insuffisance.

Pour ceux qui veulent le fin du fin

Ceux qui, au contraire, ayant bien voulu faire le petit effort nécessaire pour « comprendre » et qui, avides de tout essayer pour obtenir « tout ce qu'il y a de mieux », ne craindraient pas la complication de l'emploi de deux ou de trois condensateurs variables, pourront expérimenter ou même adopter définitivement le montage de la figure 20 ou des figures 23-24.

A titre d'expérience, il leur sera très facile de brancher, à l'extérieur d'un récepteur construit selon le schéma de la figure 19, un condensateur variable aux bornes extrêmes du circuit détecteur-téléphone (fig. 20) et, s'ils le veulent, un autre aux bornes d'antenne et de terre, selon les figures 21 ou 22.

S'ils sont décidés d'avance à monter l'un de ces « super-Hôpitodynes », il leur suffira de prévoir une ébénisterie suffisante pour loger deux ou trois condensateurs variables et d'effectuer le montage de la figure 20 ou celui des figures 23-24. Ils ne le regretteront sans doute pas.

Mais attention : *Découplez, découpez, découpez!*
Sans quoi vous n'aurez *aucun* bénéfice.

CHAPITRE VI

A LA RECHERCHE D'UN BON CONDENSATEUR

Chose bien faite et chose mal faite.

« Il y a un abîme, a-t-on dit très justement, entre une chose *bien* faite et la même chose *mal* faite. »

Pour obtenir d'un récepteur de T. S. F. sensibilité et sélectivité, il ne suffit pas de choisir un bon montage, il faut encore *l'exécuter bien*, c'est-à-dire l'établir avec de bonnes pièces et qui soient convenablement disposées.

Il y a de bons et de mauvais condensateurs, de bonnes et de mauvaises bobines, de bons et de mauvais détecteurs, de bons et de mauvais écouteurs téléphoniques, de la bonne et de la mauvaise ébonite... Et si, dans un récepteur à galène, la disposition matérielle des connexions n'a pas l'importance qu'elle peut prendre dans un appareil à lampes, il y a pourtant de bonnes et de mauvaises façons de faire agir ses circuits les uns sur les autres.

Bons et mauvais condensateurs

Un condensateur est un ensemble de deux « armatures » métalliques, simples ou multiples, séparées l'une de l'autre par un isolant.

Si sa capacité doit être variable, l'une des deux armatures peut se déplacer par rapport à l'autre, de façon à augmenter ou à diminuer la capacité du condensateur.

Comment un tel appareil peut-il être « mauvais » ?

A priori, il semble qu'il ne puisse l'être que de deux façons :

1° Si le prétendu isolant est, en réalité, plus ou moins conducteur;

2° Si, dans le cas d'un condensateur variable, l'une des armatures, au cours de son déplacement, vient à toucher l'autre armature.

Ce sont, en effet, deux très gros défauts. Mais si un condensateur en est exempt, peut-on dire qu'il soit parfait ?

Condensateurs sous tension continue

Oui, s'il est destiné à n'être utilisé qu'avec du courant *continu* ou, plus exactement, à n'être soumis qu'à des tensions continues, c'est-à-dire à ce que ses armatures soient constamment, et dans le même sens, au même nombre de volts l'une par rapport à l'autre.

C'est le cas, par exemple, du condensateur dont les possesseurs d'un récepteur à lampes relient les armatures respectivement au pôle positif et au pôle négatif de leur batterie de plaque, pour atténuer certains défauts ou inconvénients de celle-ci. L'une des armatures reste constamment à + 80 ou à + 120 volts par rapport à l'autre; le nombre de volts ne varie pas et c'est toujours la même armature qui reste reliée au pôle positif, et toujours l'autre au pôle négatif.

Condensateurs sous tension variable

Si, au contraire, dans l'utilisation à laquelle on destine le condensateur, la tension entre ses armatures doit *varier*, au lieu de rester constante, c'est-à-dire augmenter, diminuer, ou même changer de sens plus ou moins souvent, une nouvelle qualité devient nécessaire. Et elle l'est d'autant plus que la variation de tension à laquelle on soumettra le condensateur doit être plus importante et se produire plus souvent.

Ce sera évidemment le cas de l'utilisation dans un circuit oscillant de T. S. F., puisque le condensateur entrant dans la constitution d'un tel circuit se trouve alternativement chargé, déchargé, puis rechargé en sens contraire, des centaines de milliers de fois *en une seconde* : 174.000 fois pour la réception d'une émission de Radio-Paris ; un *million* de fois pour celle d'une onde de 300 mètres.

Un pareil nombre de fois par seconde a évidemment tous les droits à s'appeler de la « haute fréquence » !

Quelques expériences

Pour nous rendre compte de la nouvelle qualité nécessaire à un condensateur destiné à être employé en haute fréquence, nous allons répéter quelques expériences intéressantes, qu'ont pu faire, à leurs dépens, certains amateurs de T. S. F., en voulant « transmettre » de la télégraphie avec un émetteur à étincelles de leur construction. La mise en jeu d'une dose d'énergie de l'ordre de celle employée à l'émission nous permettra de remarquer facilement certains phénomènes qu'il ne serait possible de mettre en évidence, à la réception, qu'au moyen d'appareils extrêmement sensibles et délicats.

Construisons un condensateur, qui serait parfait pour des tensions continues, en disposant une plaque de zinc

carrée, de 20 cm. de côté, par exemple, sur chacune des faces d'une plaque de verre parfaitement sec et de dimensions un peu plus grandes.

Avec une tension continue

Chargeons maintenant ce condensateur, en mettant ses armatures en communication avec une source de courant continu, dont nous pourrions graduellement élever la tension autant qu'il nous conviendra.

Montons successivement de zéro volt à 10 volts, à 100 volts, à 1.000 volts.

Il ne se passe rien.

Ou, du moins, il *semble* ne rien se passer.

A 10.000 volts, rien encore.

A 20.000 volts, toujours rien.

A 25.000 volts, catastrophe ! Craquement sinistre dans le condensateur...

Constatation des dégâts !

Supprimons immédiatement la tension et écartons les plaques de zinc de la plaque de verre pour nous rendre compte de ce qui s'est passé.

La plaque de verre est brisée, mais brisée comme nous n'avons jamais vu de « carreau cassé » ! Autour d'un point où le verre est littéralement mis en miettes, rayonnent quelques fêlures de forme zigzagante très irrégulière, rappelant les photographies d'éclairs prises pendant un orage et attestant qu'il s'est passé là quelque chose d'extrêmement violent, comme une sorte d'explosion dans la matière même de l'isolant du condensateur.

Visiblement, la plaque de verre, qui « tenait le coup » à 10.000 et à 20.000 volts, a brusquement cédé à 25.000 volts, arrivée qu'elle était à la limite de ce qu'elle pou-

vait supporter de la part de la tension électrique appliquée.

La catastrophe finale n'a été que l'aboutissement et comme le dernier acte d'un drame, intérieur à la plaque de verre et que nous ne soupçonnions pas.

Avec tension alternative

Autre expérience. Reconstituons le condensateur, avec une autre plaque de verre semblable, et puisque nous savons qu'à 25.000 volts nous guette la catastrophe, ne le chargeons qu'à 10.000 volts, puis déchargeons-le et examinons sa plaque de verre, comme la première fois.

Nous n'y remarquons rien de particulier.

Rechargeons encore le condensateur à 10.000 volts, puis déchargeons-le et rechargeons-le immédiatement dans l'autre sens, et ainsi de suite, aussi vite que possible et un très grand nombre de fois.

Comme l'opération serait fastidieuse et que, de toutes façons, nous ne pourrions l'exécuter, tout au plus, qu'un petit nombre de fois par minute, constituons avec le condensateur et une bobine de self-induction convenable le circuit oscillant d'un émetteur de T. S. F. à étincelles, fonctionnant sur la longueur d'onde de 300 mètres. Nous sommes ainsi assurés que le condensateur se chargera à 10.000 volts dans un sens un million de fois par seconde et, dans l'autre sens, un million de fois.

Faisons fonctionner l'émetteur.

Au début, tout va bien. Comme prévu, le condensateur supporte sans accident les 10.000 volts.

Nouvelle catastrophe !

Au bout de quelques minutes pourtant, nouvelle catastrophe : la plaque de verre est encore cassée !... Mais, cette fois, la cassure a un tout autre caractère. Une longue fêlure, presque droite ou légèrement courbe dans un

sens ou dans un autre, traverse la plaque d'un bord à l'autre et la coupe en deux morceaux.

Ces morceaux *sont brûlants*, et c'est évidemment l'échauffement qui a provoqué la fêlure, échauffement qui est encore une manifestation du « drame intérieur » qui se passe dans le verre quand on soumet le condensateur à une charge ou à une décharge.

Une seule charge et une seule décharge n'avaient produit tout à l'heure qu'un trop faible dégagement de chaleur pour qu'il fût perceptible. Les millions de charges et de décharges provoquées en un temps très court par le fonctionnement de l'émetteur de T. S. F. ont additionné un tel nombre de ces petites quantités de chaleur que le verre s'est échauffé au point de se briser.

Energie perdue et amortissement

Ce dégagement de chaleur nous permettrait-il de chauffer *gratuitement* notre appartement ? Evidemment non ! Il est dû à la transformation d'une partie de l'énergie mise en jeu dans le circuit oscillant, énergie que nous payons d'après la consommation indiquée par notre compteur. Et, comme toute l'énergie transformée en chaleur se dissipe dans l'air environnant, sans aucune chance de reprendre la forme d'énergie électrique ou magnétique, c'est autant d'énergie *perdue* par les oscillations du circuit. Or, nous savons que toute *perte d'énergie* est une cause d'*amortissement* des oscillations.

A la réception se passent (mais seulement à une beaucoup plus petite échelle) exactement les mêmes phénomènes qu'à la transmission. Certes, un condensateur de réception ne devient jamais brûlant, ni même tiède, au cours de l'audition d'un radio-concert ; Mais, s'il était constitué comme notre condensateur parfait pour tensions continues, il serait pourtant le siège d'un dégagement de chaleur *très réel*, bien que non perceptible aux moyens grossiers d'examen dont nous disposons, à cause seulement de

la petitesse des quantités d'énergies mises en jeu à la réception. Mais si, de ces minimes quantités, nous perdons une partie transformée en chaleur, cette perte se traduira par un amortissement plus ou moins grand des oscillations et, par suite, par une diminution de la sensibilité et de la sélectivité du récepteur.

Quelle est la cause des pertes d'énergie ?

Il est donc éminemment désirable d'éviter, autant que possible, ces pertes d'énergie et, pour cela, de nous rendre compte de la *cause* de la transformation d'énergie en chaleur dans l'isolant d'un condensateur, dans son *diélectrique*, comme on appelle plus particulièrement cet isolant.

Un ressort d'acier, fixé par une de ses extrémités dans les mâchoires d'un étau, aurait pu nous servir, tout aussi bien que les pierres suspendues, pour étudier les oscillations et l'amplitude qu'elles prennent sous l'influence de différents rythmes d'impulsion. A l'extrémité des courses, l'énergie de mouvement, au lieu de se transformer en énergie de position, se serait emmagasinée sous forme de la tension du ressort fléchi, et nous aurions eu une image très exacte des pertes d'énergie dans le diélectrique d'un condensateur.

Ce qui se passe dans le diélectrique, sous l'effet de la tension alternative qu'il subit, est, en effet, tout à fait analogue à ce qui se produit dans la flexion d'un ressort. Le diélectrique d'un condensateur pourrait être appelé « ressort électrique », comme un ressort pourrait, de son côté, être nommé « condensateur mécanique ».

Ce qui se passe dans un « condensateur mécanique »

Charger le condensateur équivaut à bander le ressort. La décharge correspond à son retour à sa position de re-

pos. Une nouvelle charge peut être effectuée en sens inverse, comme le ressort peut être bandé en direction opposée.

Si la limite d'élasticité du ressort n'a pas été dépassée, il revient exactement à son état primitif, quand on l'abandonne à lui-même, comme le fait le diélectrique d'un condensateur qui n'a pas été chargé à une tension exagérée. Une flexion trop grande le brise, comme s'est brisée la plaque de verre sous 25.000 volts.

Et si, sans dépasser la limite d'élasticité, on fléchit très rapidement le ressort dans un sens, puis dans l'autre, on ne tarde pas à constater qu'il s'échauffe, comme chacun a pu l'observer d'un fil de fer, en le courbant et en le redressant rapidement entre les doigts, pour le casser.

Frottements internes et hystérésis diélectrique

Pareillement s'échauffe le diélectrique auquel sont rapidement appliquées des tensions électriques successives de sens opposés, et, dans les deux cas, l'échauffement peut être attribué à une imperfection de l'élasticité (dite *hysteresis diélectrique* dans le cas du condensateur), se traduisant par des frottements internes, d'où production de chaleur aux dépens de l'énergie.

De même que les différents métaux sont diversement élastiques et plus ou moins aptes à constituer des ressorts, les différents isolants, à qualité égale d'isolement, ont une « élasticité électrique » plus ou moins parfaite et donnent lieu, dans les mêmes conditions d'emploi, à des pertes d'énergie différentes par transformation en chaleur.

Le meilleur diélectrique

Si, au lieu d'une plaque de verre, nous avons employé, comme diélectrique, une plaque de mica, l'échauffement

aurait été moindre. Il aurait été encore plus faible avec une plaque de quartz et tout à fait nul avec une plaque... de « vide », ou, pratiquement, avec *de l'air* seulement interposé entre les armatures.

C'est là une constatation très importante pour la constitution d'un condensateur destiné à faire partie d'un circuit oscillant de T. S. F. Si l'on veut éviter des pertes d'énergie, avec leurs inconvénients connus, il faut que le diélectrique en soit *de l'air*, et *uniquement* de l'air. Il faut donc, dans un circuit oscillant, bannir absolument les condensateurs à diélectrique solide, même au mica, dont certains modèles sont pourtant bien tentants, comme condensateurs variables, en raison de leur faible volume et de leur bon marché.

Est-ce à dire qu'en utilisant un condensateur à air, acheté au hasard dans le commerce, on soit sûr qu'il ne s'y produira pas de fâcheuses pertes d'énergie ?

On pourrait le croire. Un condensateur « à air » n'est-il pas toujours un condensateur « à air » ?

Il n'existe pas de condensateurs « rien qu'à air »

Il n'en est rien pourtant et, de même qu'il y a fagot et fagot, il y a de bons et de mauvais condensateurs à air.

C'est, qu'en effet, un condensateur « à air » n'est jamais, pratiquement, un condensateur « uniquement à air », mais toujours un condensateur « à air et à autre chose ».

Si l'air est un excellent diélectrique, il convient, par contre, extrêmement peu pour y « accrocher » solidement des armatures de condensateur, de façon qu'elles soient invariablement maintenues à leurs places respectives. Obligatoirement, il faut recourir, pour cet office, à un isolant solide. Et, comme celui-ci se trouve forcément placé

entre deux pièces métalliques reliées chacune à une des armatures du condensateur, il constitue le diélectrique d'un petit condensateur parasite, en parallèle avec le condensateur principal et où vont se produire des pertes d'énergie, plus ou moins grandes selon la façon dont il sera constitué.

Comment réduire ces pertes d'énergie ?

Ne pouvant éviter la présence de ce condensateur parasite à diélectrique solide, il faut le rendre le moins nuisible possible en y réduisant les pertes d'énergie au minimum.

Le meilleur condensateur à air sera donc celui où cette réduction sera le mieux effectuée.

Comment donc réduire ces pertes d'énergie ?

Il existe, théoriquement tout au moins, quatre moyens d'y arriver :

Premier moyen

Choisir comme isolant solide une matière dans laquelle les pertes d'énergie par hystérésis diélectrique soient naturellement aussi faibles que possible.

Dans certains condensateurs, surtout destinés à la réception des ondes très courtes (correspondant à des fréquences très élevées), on a utilisé le quartz, qui est, de tous les isolants solides, le moins mauvais des diélectriques. Il est malheureusement difficile à travailler, en raison de son extrême dureté. Et, d'autre part, lorsque l'atmosphère n'est pas très sèche, il perd beaucoup de ses qualités isolantes, qui deviennent inférieures à celle de la *bonne* ébonite (1).

(1) La T. S. F. pour Tous a publié jadis (N° 30) des expériences frappantes à ce sujet, faites au moyen d'un électroscope à feuilles d'or.

Deuxième moyen

Ne faire agir sur le condensateur que des variations de tension à fréquence aussi basse que possible.

Moyen absolument impraticable avec un récepteur à galène, puisque, pour l'utiliser, il ne faudrait jamais écouter que des émissions sur très grandes longueurs d'onde et que, justement, les radio-concerts sont transmis, en grande majorité, sur « petites ondes ». Il n'y a que les possesseurs de récepteurs à lampes, dits superhétérodynes, qui utilisent ce moyen (le plus souvent d'ailleurs sans y pen-

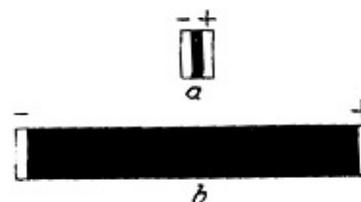


FIG. 27. — Schéma très théorique de deux « condensateurs parasites » à diélectrique ébonite. Les parties noires représentent l'ébonite; les parties blanches, marquées — et +, sont des pièces métalliques de fixation reliées chacune à l'une des armatures du condensateur principal.

En a, les pièces métalliques — et + étant rapprochées l'une de l'autre, le champ électrique auquel est soumise l'ébonite est intense, et les pertes d'énergie qui s'y produisent sont importantes.

En b, au contraire, en raison de la distance qui sépare les deux pièces — et +, le champ est très faible et les pertes d'énergie dans l'ébonite sont à peu près négligeables.

ser, ni même sans s'en rendre compte), puisqu'ils changent la fréquence des émissions qu'ils reçoivent en une « moyenne fréquence » beaucoup moins élevée.

Troisième moyen

Diminuer autant que possible l'intensité du champ électrique auquel est soumis le diélectrique.

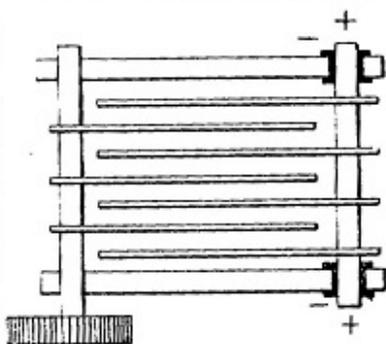
Voilà un excellent moyen.

Au premier abord, on pourrait croire pourtant qu'il

fût tout aussi impraticable que le précédent. Pour diminuer l'intensité du champ électrique entre les armatures d'un condensateur, ne faut-il pas, en effet, diminuer la charge de ses armatures et, par cela même, diminuer aussi l'intensité de la réception ?

Pas forcément, car le champ peut devenir faible entre des armatures, même fortement chargées, si ces armatures sont très éloignées l'une de l'autre (fig. 27).

FIG. 28. — Schéma d'un très mauvais condensateur à air. Comme dans la figure 27, les parties blanches représentent les pièces métalliques et les parties noires l'isolant, suppose ici être de l'ébonite. Les signes — et + indiquent les armatures du « condensateur parasite ». Ces armatures, très rapprochées l'une de l'autre, comme en a de la figure 27, ne sont séparées que par une faible épaisseur d'ébonite. Le champ électrique y est intense et les pertes d'énergie y sont importantes.



Dans la partie véritablement « à air » du condensateur, on pourra donc rapprocher les armatures autant que le permettra le risque de contact entre elles. Mais dans sa partie « parasite » à diélectrique solide, il faudra éloigner le plus possible l'une de l'autre les pièces métalliques communiquant avec les armatures et qui viennent prendre point d'appui sur l'isolant solide. De cette façon, même avec un diélectrique de qualité médiocre, comme l'ébonite, les pertes d'énergie pourront être rendues aussi faibles que l'on voudra par un écartement suffisant.

Quatrième moyen

Mettre le moins possible de matière isolante solide dans le champ électrique.

Le troisième moyen nous conduisait à séparer l'une de l'autre par une grande « longueur » d'isolant les pièces métalliques en communication avec les armatures. Celui-ci, qui se combine facilement avec le précédent, nous fera donner une « largeur » minimum à ce même isolant. De sorte que, dans son ensemble, il prendra plus ou moins la forme d'une baguette longue et mince sur laquelle

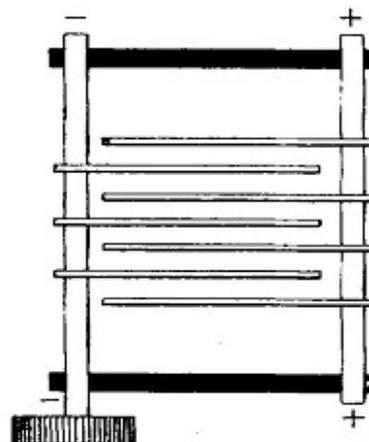


FIG. 29. — Schéma d'un bon condensateur à air. Les armatures du « condensateur parasite », très écartées en b de la figure 27, sont séparées par une grande longueur d'ébonite. Le champ électrique y est très faible, et les pertes d'énergie y sont à peu près négligeables. Toute autre disposition de l'isolant ébonite remplissant les mêmes conditions présentera le même avantage.

viendront se fixer, aussi loin que possible l'une de l'autre, les armatures du condensateur à air proprement dit.

Un très mauvais condensateur à air

La figure 28 montre un très mauvais condensateur à air. On voit en effet que la tige qui, à droite, supporte les lames fixes constituant l'une des armatures n'est, à ses deux extrémités, séparée d'une joue métallique communiquant avec les plaques mobiles de l'autre armature, que par un mince « canon » d'ébonite qui forme le diélectrique d'un « condensateur parasite ». Les deux armatures de ce condensateur parasite n'étant séparées l'une de l'autre que par une faible épaisseur d'ébonite, le champ électrique y est intense et d'importantes pertes d'énergie s'y produisent.

Un bon condensateur à air

Dans le condensateur de la figure 29, au contraire, les armatures du condensateur parasite sont très éloignées l'une de l'autre; le champ est peu intense dans son diélectrique ébonite; les pertes d'énergie y sont faibles. Remarquez que les baguettes isolantes ont été notablement éloignées des plaques extrêmes de l'armature fixe, afin de n'être traversées que le moins possible par le champ qui existe entre ces plaques et l'axe portant les plaques mobiles.

La disposition de la figure 29 n'est que schématique et destinée à faire comprendre le principe de la construction d'un bon condensateur à air, évitant au maximum les pertes d'énergie dans l'isolant solide.

Examinez bien ce qu'on vous vend!

C'est un tel condensateur qu'il faudra choisir pour le circuit oscillant de l'hôpitalodyne.

On en trouve maintenant, dans le commerce, de nombreuses marques, de réalisations variées et pouvant différer très notablement de la figure 29, sans qu'il soit nécessaire d'en recommander une plutôt qu'une autre.

Veillez seulement à la disposition de l'isolant solide et ne vous laissez pas « refiler » par un vendeur trop éloquent un rossignol du type de la figure 28.

Car, hélas, il en existe encore, pour la honte de quelques margoulin ignorants ou peu scrupuleux.

CHAPITRE VII

A LA RECHERCHE DE BONNES BOBINES

Bonnes et mauvaises bobines

De même que le condensateur variable, la bobine, deuxième élément constitutif du circuit oscillant, peut être bonne ou mauvaise.

Comment peut-elle être mauvaise, c'est-à-dire donner lieu à des pertes d'énergie ?

L'habitué du courant continu répondra tout de suite que des pertes d'énergie pourront être causées par un mauvais isolement ou par une trop grande résistance du fil, cause de la transformation en chaleur d'une partie de l'énergie.

En effet, l'isolement étant supposé bon, si la bobine est faite de fil trop résistant (ordinairement en raison de son diamètre insuffisant), des pertes d'énergie importantes se produiront au détriment, toujours, de la sensibilité et de la sélectivité du récepteur.

Pas de fil trop fin!

Or, on trouve dans le commerce des bobines faites en fil trop fin, de 2/10 ou de 3/10 de millimètre de diamètre, par exemple.

L'emploi d'un tel fil peut paraître au constructeur tout à fait avantageux. Une même longueur coûte, en effet, moins cher, parce qu'elle contient moins de cuivre et que c'est au poids que se vend ce métal. De plus, une moindre longueur est nécessaire pour l'obtention d'une même self-induction, parce que plus de spires peuvent être logées dans un plus petit espace.

Moins long de fil plus fin, c'est à la fois plus économique, moins encombrant et moins lourd. Cela permet d'établir à meilleur marché des bobines d'apparence plus séduisante. Si ces bobines sont, de plus, logées dans un joli boîtier en matière moulée, comment l'éventuel acheteur ne serait-il pas conquis ?

Il le sera peut-être, mais à ses dépens ! Sa réception manquera totalement de sélectivité et sera bien moitié moins forte qu'avec une bobine convenablement établie. L'expérience comparative ne laisse aucun doute.

Proscrivons donc le fil fin.

Un gros fil est-il ou n'est-il pas résistant ?

Doublons, triplons, quadruplons sa section, c'est-à-dire la surface du cercle que présenterait une coupe transversale du fil, — ce qui est très différent de doubler, tripler ou quadrupler le diamètre, car en *doublant* le diamètre, on *quadruple* la section.

Allons-nous obtenir une résistance deux fois, trois fois, quatre fois moindre, puisque nous offrons au courant un passage deux, trois ou quatre fois plus grand ?

Oui, en courant continu.

Non, en courant alternatif ou simplement « variable »

Le courant variable aime voyager à l'extérieur

Pourquoi donc cette différence ? Parce que, si, avec un fil de diamètre double, nous offrons au courant un

passage quatre fois plus grand, le courant *continu* utilise *tout* le passage que nous lui proposons, tandis que le courant *variable* ne profite que *des parties les plus extérieures du fil* et pénètre d'autant moins profondément à son intérieur que la rapidité de ses variations est plus grande.

Ce curieux effet des variations du courant est appelé *effet pelliculaire*, nom qui exprime le fait que le courant n'utilise, à la surface du conducteur qu'une mince couche de métal, analogue à une « peau » (en latin : *pellis*) qui en recouvrirait l'extérieur.

Pourquoi ce goût particulier ?

A quoi est due cette « préférence » des courants variables pour la surface des fils qu'ils parcourent !

Simplement au fait qu'un courant, même continu, commence à s'établir dans un conducteur *par la surface* de celui-ci et ne gagne ensuite que progressivement ses parties profondes.

Entendons-nous ! Le temps mis par un courant pour prendre la même valeur dans toute la section d'un fil ne représente qu'une très faible fraction de seconde. De sorte que si nous faisons circuler pendant une heure du courant continu dans un conducteur, la très faible fraction de seconde pendant laquelle, au début, le courant ne passait qu'à la surface du métal n'a absolument aucune importance.

Supposons, en effet, qu'il faille *un millième* de seconde pour que le courant devienne aussi intense dans l'axe du fil qu'à sa surface. Qu'est-ce qu'un millième de seconde auprès de l'heure entière pendant laquelle le courant sera le même dans toutes les parties du conducteur ?

Inutile même d'en parler.

Cela « n'existe pas! ».

Le courant variable « n'a pas le temps » !

Mais, s'il s'agit du courant alternatif à haute fréquence que produit dans un récepteur de T. S. F. l'arrivée d'une onde hertzienne de 300 mètres, il en est tout autrement.

En un quart de millionième de seconde, la force, dite « force électro-motrice », qui met le courant en mouvement, atteint son maximum, et, au bout d'un autre quart (soit, en tout, seulement un demi-millionième de seconde), elle est déjà revenue à zéro.

Il est bien évident qu'en une aussi petite fraction de seconde, le courant *n'a pas le temps* d'atteindre les parties profondes du fil, puisque, d'après notre supposition, il lui faut pour cela un millième de seconde. Il le pourra d'autant moins que, dès le commencement du troisième quart de millionième de seconde, la force électro-motrice réapparaît *en sens inverse* et s'opposerait de toute façon à la continuation des phénomènes commencés pendant les deux premiers quarts.

Pénétration impossible

Comme, d'autre part, cette nouvelle force électro-motrice ne dure encore qu'un demi-millionième de seconde, elle ne parviendra pas davantage à faire pénétrer le courant, dans le nouveau sens, profondément dans le conducteur.

Ces rapides successions de forces électro-motrices en sens inverses pourront se répéter indéfiniment ; *jamais le courant ne pourra pénétrer* jusqu'à l'axe du fil. Il pénétrera d'autant moins profondément *qu'il aura moins de temps pour le faire*, c'est-à-dire d'autant moins que la

force électro-motrice changera de sens un plus grand nombre de fois par seconde, ou, autrement dit, *que la fréquence sera plus grande*.

Un fil qui ne vaut qu'un tube

Le fil dont nous avons doublé, triplé ou quadruplé la section, ne sera donc que *partiellement utilisé* ; ses parties profondes *n'auront pas plus d'utilité que si elles n'existaient pas* et que si, au lieu d'un fil, nous avions employé un tube à parois assez minces et de même diamètre extérieur que le fil. La « résistance en haute fréquence » (d'autant plus grande que la fréquence sera plus élevée) sera naturellement celle que présenterait le tube équivalent. Elle pourra être beaucoup plus grande que la résistance du même fil en courant continu.

Ce fâcheux « effet pelliculaire » empêche donc de tirer tout le parti qu'on pourrait attendre de l'augmentation du diamètre du fil pour diminuer sa résistance.

Quelle est la cause de l'effet pelliculaire ?

Existe-t-il un moyen de lutter contre lui et d'abaisser ainsi la résistance d'un fil en haute fréquence ?

Je vous ai simplement *affirmé* tout à l'heure qu'un courant, même continu, commençait à s'établir dans un conducteur par la surface de celui-ci et ne gagnait ensuite que progressivement ses parties profondes.

A quoi peut être due cette apparente bizarrerie et pourquoi le courant semble-t-il, lors de son établissement, rencontrer un obstacle plus grand dans la profondeur qu'à la surface du conducteur ?

Si nous découvrons la *cause*, peut-être pourrions-nous lutter contre l'effet ?

Un effet de la self-induction

Il s'agit là, comme on pouvait s'y attendre, d'un des effets de la self-induction, effets qui sont, on le sait, d'au-

tant plus marqués que les variations de courant qui les produisent sont plus rapides.

Les effets d'induction se produisant par l'intermédiaire du champ magnétique, examinons d'abord comment est disposé ce champ autour d'un conducteur.

Champ magnétique autour d'un conducteur.

Des expériences classiques de physique montrent que si un fil rectiligne est parcouru par un courant continu, il existe, dans l'espace qui l'entourne, des forces magnétiques orientées concentriquement au fil et facilement mi-

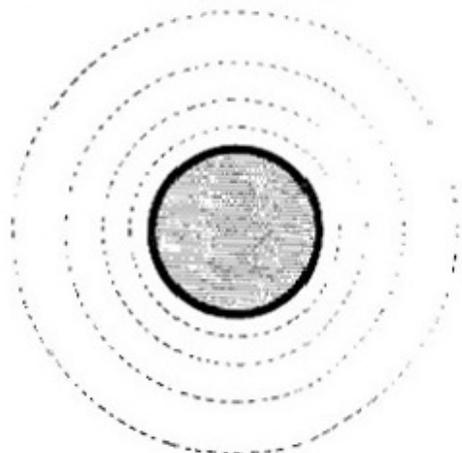


Fig. 30. — Autour d'un fil rectiligne parcouru par un courant continu existent des forces magnétiques orientées concentriquement au fil et facilement mises en évidence avec de la limaille de fer.

ses en évidence par des aiguilles aimantées ou de la limaille de fer. Si le cercle hachuré de la figure 30 représente la coupe transversale du fil, les cercles en pointillés qui l'entourent figurent la disposition des forces magnétiques autour de lui.

C'est, du moins, la représentation que nous nous faisons ordinairement du champ magnétique produit par le passage d'un courant dans un conducteur. Or, cette représentation, si elle est exacte, n'est pas complète.

Une analogie trop simple

Cela est dû à l'analogie, parfois trop présente à notre esprit, qui existe entre les phénomènes électriques et les phénomènes hydrauliques.

Presque invinciblement, nous considérons un conducteur comme une sorte de « tuyau à électricité ». Dans le tuyau, pensons-nous, il y a l'électricité. Autour du tuyau, il y a le champ magnétique.

C'est un peu trop simple !

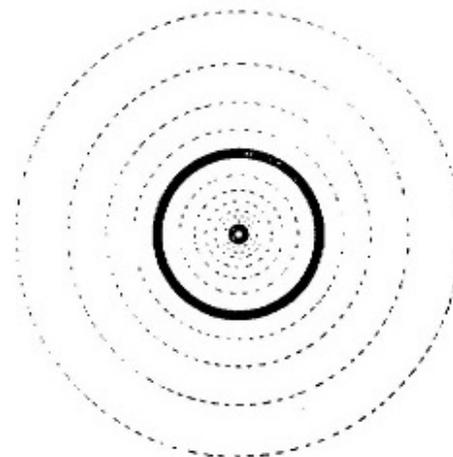


Fig. 31. — Dans un gros fil souple constitué par l'assemblage d'un grand nombre de petits fils fins et parcouru par un courant continu, chacun des petits fils fins, et en particulier celui qui se trouve dans l'axe du conducteur, est entouré de son champ magnétique. Une partie de ce champ se trouve contenue à l'intérieur même du gros fil souple.

Champ magnétique d'un fil fin dans l'axe d'un gros fil souple

Supposons, en effet, que le conducteur qui nous occupe soit un gros « fil souple », constitué, comme on le

tant plus marqués que les variations de courant qui les produisent sont plus rapides.

Les effets d'induction se produisant par l'intermédiaire du champ magnétique, examinons d'abord comment est disposé ce champ autour d'un conducteur.

Champ magnétique autour d'un conducteur.

Des expériences classiques de physique montrent que si un fil rectiligne est parcouru par un courant continu, il existe, dans l'espace qui l'entourne, des forces magnétiques orientées concentriquement au fil et facilement mi-

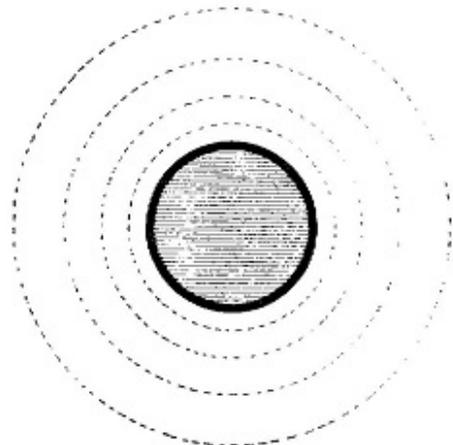


Fig. 30. — Autour d'un fil rectiligne parcouru par un courant continu existent des forces magnétiques orientées concentriquement au fil et facilement mises en évidence avec de la limaille de fer.

ses en évidence par des aiguilles aimantées ou de la limaille de fer. Si le cercle hachuré de la figure 30 représente la coupe transversale du fil, les cercles en pointillés qui l'entourent figurent la disposition des forces magnétiques autour de lui.

C'est, du moins, la représentation que nous nous faisons ordinairement du champ magnétique produit par le passage d'un courant dans un conducteur. Or, cette représentation, si elle est exacte, n'est pas complète.

Une analogie trop simple

Cela est dû à l'analogie, parfois trop présente à notre esprit, qui existe entre les phénomènes électriques et les phénomènes hydrauliques.

Presque invinciblement, nous considérons un conducteur comme une sorte de « tuyau à électricité ». Dans le tuyau, pensons-nous, il y a l'électricité. Autour du tuyau, il y a le champ magnétique.

C'est un peu trop simple !

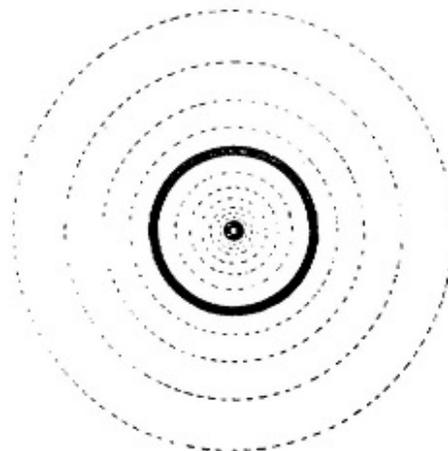


Fig. 31. — Dans un gros fil souple constitué par l'assemblage d'un grand nombre de petits fils fins et parcouru par un courant continu, chacun des petits fils fins, et en particulier celui qui se trouve dans l'axe du conducteur, est entouré de son champ magnétique. Une partie de ce champ se trouve contenue à l'intérieur même du gros fil souple.

Champ magnétique d'un fil fin dans l'axe d'un gros fil souple

Supposons, en effet, que le conducteur qui nous occupe soit un gros « fil souple », constitué, comme on le

sait, par l'assemblage, sous une même enveloppe, d'un grand nombre de fils fins parallèles.

Quand un courant continu se trouve établi dans ce gros fil souple, il est également partagé entre tous les petits fils fins. S'il y a cinquante fils fins, chacun d'eux est traversé par $1/50$ du courant total.

Considérons, en particulier, celui des fils fins qui se trouve dans l'axe du conducteur (fig. 31). Il est entouré, naturellement, de son champ magnétique, qui s'étend indéfiniment dans l'espace, mais dont *une partie est contenue à l'intérieur du gros fil souple*.

Champ magnétique d'une couche circulaire quelconque de fils fins à l'intérieur d'un gros fil souple

Examinons maintenant le cas des fils fins formant la couche qui entoure immédiatement le fil central, ou bien toute autre des couches circulaires plus ou moins profondes ou, au contraire, voisines de la surface extérieure du gros fil souple (fig. 32).

Chacun des fils constituant la couche est entouré de son champ magnétique, et tous ces champs, en se combinant entre eux, forment un champ unique résultant, tout à fait semblable à celui du fil central, c'est-à-dire s'étendant de l'axe du gros conducteur jusqu'à sa surface et à l'extérieur.

Champ magnétique total de tous les fils fins constituant un gros fil souple...

Il en est de même pour toutes les couches, chacune ajoutant son action à celle de toutes les autres. De sorte que tout l'ensemble des fils fins constituant le gros conducteur produit un champ semblable à celui du fil fin central (fig. 31), à cette différence près qu'il est beaucoup plus intense puisqu'il représente la résultante des champs de tous les fils fins contenus dans le gros conducteur.

...ou de tous les filets de courant parallèles parcourant un fil massif ordinaire

Or, ce qui se passe dans un fil ordinaire, formé d'une seule masse de cuivre et non composé d'un assemblage de fils fins, est absolument identique à ce que nous avons analysé dans le gros fil souple (où, d'ailleurs, tous les petits fils fins qui le constituent sont nus et en contact les uns des autres). Le courant total qui le traverse peut

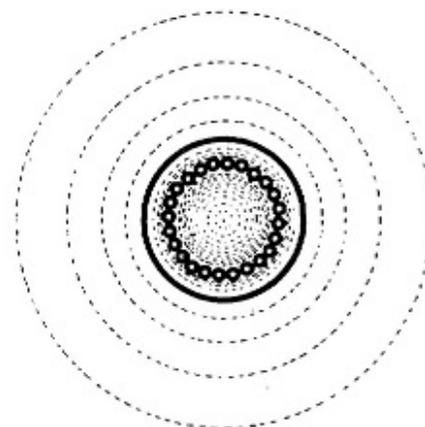


FIG. 32. — Une couche circulaire quelconque de fils fins à l'intérieur du gros fil souple parcouru par un courant continu, produit par la combinaison du champ magnétique de chacun des petits fils fins qui la constitue, un champ magnétique résultant tout à fait semblable à celui du fil central, mais plus intense puisqu'il représente à lui seul tous les petits champs individuels.

être considéré comme une infinité de petits courants parallèles, produisant chacun son champ magnétique, comme dans le fil souple de tout à l'heure, et l'ensemble de tous ces champs magnétiques forme un unique champ résultant disposé concentriquement autour de l'axe du fil, *partie à l'intérieur et partie à l'extérieur du métal*.

Les variations du champ magnétique intérieur au fil cause de l'effet pelliculaire

Voilà acquise une première notion qui n'est certainement pas familière à tous les amateurs de T. S. F. : la présence d'un champ magnétique à l'intérieur même du fil où passe le courant produisant ce champ.

Ce sont les variations de ce champ magnétique, *intérieur au métal*, qui produisent l'*effet pelliculaire* par un mécanisme tout à fait semblable à celui qui cause les *courants de Foucault* dans une masse métallique soumise à l'influence d'un champ magnétique variable.

Voyons cela de plus près.

Le « sens » du champ magnétique

Le champ magnétique (aussi bien à l'intérieur du fil qu'à son extérieur) a un *sens*, déterminé par une règle très simple. Si, à travers la section du fil représentée par la figure 33, le courant s'éloigne de l'observateur, le champ magnétique est dirigé *dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre*. Cela veut dire que si, dans le champ magnétique, on dispose des flèches aimantées ayant leur pôle nord à la pointe et leur pôle sud à l'empennage, ces flèches aimantées s'orienteront dans les directions représentées par la figure 33.

Elles s'orienteraient exactement de même dans la masse métallique du fil, si elles pouvaient y être introduites. La flèche courbe montre la direction du champ à l'intérieur du fil.

Ce qu'on verrait sur une coupe longitudinale du fil

Au lieu d'une coupe transversale du fil, faisons maintenant (fig. 34) une coupe longitudinale, selon la ligne XY de la figure 33.

La figure 34 représente le même fil que la figure 33, mais fendu en long exactement par son milieu. Nous y voyons ce que verrait un observateur placé à droite de la figure 33, si la moitié droite du fil avait été enlevée.

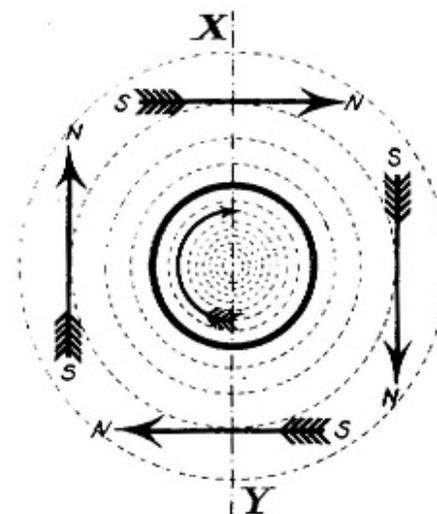


FIG. 33. — Le « sens » du champ magnétique d'un conducteur parcouru par un courant continu est tel que si le courant s'éloigne de l'observateur à travers la section du conducteur, le champ est dirigé comme le mouvement des aiguilles d'une montre, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du conducteur, comme le montrent les flèches aimantées (aiguilles de boussole) qui s'y placent spontanément dans les positions indiquées.

La grande flèche pointillée représente l'axe du conducteur, en même temps qu'elle indique la direction d'un courant continu qui est supposé y circuler. Les quatre points entourés chacun d'un petit cercle (au-dessus de l'axe) figurent, vue de face, la pointe de flèches, analogues à la flèche courbe de la figure 33 et montrant, comme elle, la direction du champ magnétique à l'intérieur du fil. Les quatre croix entourées également d'un petit cercle (au-dessous de l'axe) sont, vus de derrière, les em-

pennages de ces mêmes flèches dont n'apparaissent ici que les deux extrémités, et dont le corps passe derrière le papier.

Ce qui se produit si l'intensité du courant augmente

Considérons le champ magnétique dans la partie du fil au-dessus de l'axe. Les pointes des flèches montrent qu'il y est dirigé vers l'observateur.

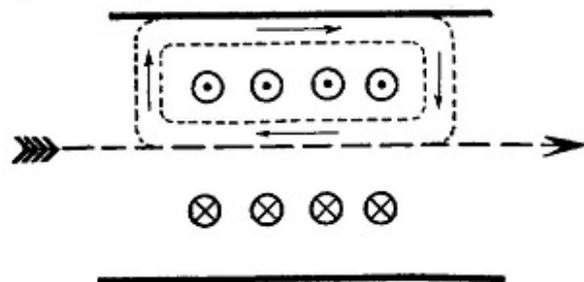


FIG. 34. — Coupe longitudinale du fil faite selon la ligne XY de la figure 33. On voit, au-dessus de l'axe, la pointe de quatre flèches analogue à la flèche courbe à l'intérieur du fil de la figure 33, montrant la direction du champ magnétique. Au-dessous de l'axe, on voit l'empennage de ces mêmes flèches. Quand l'intensité du courant augmente dans le fil dans le sens de la grande flèche, il se produit, dans la masse du cuivre des forces électro-motrices dirigées dans le sens des petites flèches.

Dans la masse métallique, isolons, par la pensée, le circuit métallique fermé figuré par un double trait pointillé et examinons ce qui va s'y produire si l'intensité du courant dans le fil vient à *augmenter*.

Du fait de l'augmentation du courant, l'intensité du champ magnétique entouré de métal *augmente également*. Or, une loi fondamentale de l'induction dit que, si un champ magnétique entouré par un circuit métallique vient à augmenter, cette augmentation fait naître une force électro-motrice dans le circuit qui l'entoure. Et la direction de cette force électro-motrice est telle que, si

elle produisait un courant, celui-ci produirait, à son tour, un champ magnétique *de sens opposé* à celui qui est en train d'augmenter.

L'électricité est femme ! Elle a l'esprit de contradiction

Autrement dit, l'électricité est femme (son genre grammatical n'est-il pas féminin ?). Elle a l'esprit de contradiction. Si le champ magnétique entouré par un circuit

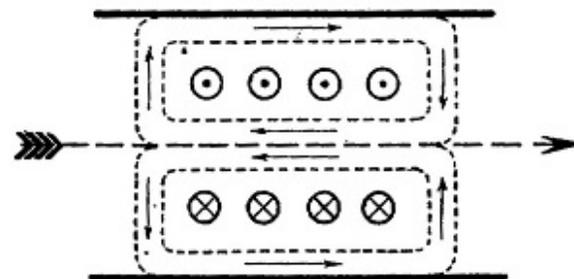


FIG. 35. — Le sens du champ magnétique étant inverse au-dessous de l'axe, la même variation du courant produit une force électro-motrice dirigée en sens inverse de celui des aiguilles d'une montre. On voit qu'au-dessous comme au-dessus de l'axe, les forces électro-motrices produites par la variation du champ magnétique à l'intérieur du fil ont pour effet de s'opposer à l'augmentation de l'intensité du courant dans l'axe du fil et d'y aider à sa surface.

métallique *augmente*, un autre tend à se produire, de sens *contraire*, qui l'*empêche d'augmenter*.

Puisque, dans la partie du fil au-dessus de l'axe, le champ magnétique est dirigé *vers l'observateur* (pointes des flèches), le champ de sens inverse qui tendrait à s'opposer à lui, *s'éloignerait de l'observateur*, en s'enfonçant dans le papier. Or, une règle analogue à celle déjà mentionnée montre que, pour produire un tel champ, il faut un courant tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, ou dans celui d'un tire-bouchon s'enfonçant, lui aussi, dans le papier. C'est le sens indiqué par les petites

flèches dans le circuit métallique fermé figuré par un double trait pointillé.

En considérant le champ magnétique dans la partie du fil au-dessous de l'axe (fig. 35) on trouverait pareillement que l'augmentation d'intensité du courant dans le sens de la grande flèche fait apparaître une force électro-motrice dans le sens des petites flèches.

« Opposition » dans l'axe du fil; « aide » à sa surface

Remarque très importante : on voit que la force électro-motrice produite est, dans l'axe du conducteur, de sens tel qu'elle tend à s'opposer à l'augmentation de l'intensité du courant (les petites flèches sont en sens inverse de celui de la grande), tandis qu'à sa surface, elle tend à aider à cette augmentation (les petites flèches sont dans le même sens que la grande).

Tout naturellement, le courant emprunte le chemin où il est « aidé » plutôt que celui où il rencontre une opposition. Il en passe donc beaucoup plus par la surface que par l'axe du conducteur.

Voilà ce qui se produit pendant l'augmentation de l'intensité d'un courant dans un conducteur et, en particulier, pendant la période d'établissement d'un courant continu ou constamment pour un courant alternatif, qui est, en fait, en perpétuel établissement et « désétablissement » puisqu'il change constamment de sens.

Comment lutter contre l'effet pelliculaire

Telle est la cause de l'effet pelliculaire.

Il est d'autant plus marqué que la force électro-motrice produite dans les circuits métalliques figurés par un double trait pointillé est elle-même plus grande.

Pour lutter contre lui, il faut donc s'efforcer de diminuer la grandeur de cette force électro-motrice.

Or, elle est d'autant plus grande :

1° Que la variation du champ magnétique oscille entre des limites plus écartées;

2° Que cette variation se fait plus rapidement;

3° Que le métal formant circuit fermé entoure une portion plus étendue de champ magnétique.

Sur lequel de ces trois facteurs nous sera-t-il possible d'agir ?

Rapprocher les limites entre lesquelles varie le champ magnétique ne peut s'obtenir qu'en diminuant l'amplitude des oscillations, d'où diminution de l'intensité de la réception. Or, nous cherchons justement à augmenter cette intensité de réception !

Faire varier peu rapidement le champ magnétique, c'est n'avoir qu'un petit nombre d'oscillations par seconde, autrement dit c'est ne recevoir que de très grandes longueurs d'onde, or nous voulons non seulement les grandes, mais aussi les petites.

Reste le troisième facteur. Pouvons-nous diminuer l'étendue du champ magnétique entourée par du métal ?

Oui, bien sûr, il suffit d'employer du fil fin.

Mais nous cherchons précisément à employer du gros fil, pour diminuer la résistance de la bobine...

Une impasse? Comment en sortir?

Serions-nous donc dans une impasse ?

Non, car il n'est pas exact de dire que nous cherchons à employer du gros fil. Ce que nous voulons, c'est offrir au courant un passage facile avec une grosse section de cuivre. Or il existe un autre moyen que l'emploi d'un gros fil pour avoir une grosse section de cuivre, c'est d'utiliser, en parallèle, un assez grand nombre de fils fins.

Un moyen de lutter contre les pertes d'énergie dues à la résistance du fil dans la bobine d'un circuit oscillant sera donc de constituer cette bobine avec un fil assez gros fait, non pas d'une seule masse métallique, mais

d'un certain nombre de fils *fins*, comme ceux d'un fil souple ordinaire, mais *isolés entre eux*, de façon qu'il ne puisse exister dans le conducteur de grandes étendues de cuivre soumises aux variations du champ magnétique.

Le fil divisé

Ce fil, appelé *fil divisé*, rappelle les masses magnétiques, divisées elles aussi, employées industriellement dans les appareils à courant variable à basse fréquence, pour lutter contre la production des courants de Foucault, et constituées soit par un faisceau de fils de fer oxydés, soit par un empilement de feuilles de tôle isolées les unes des autres au moyen de papier ou de vernis.

Il est d'autant moins « résistant en haute fréquence » qu'il est constitué par un nombre plus grand de brins plus fins.

Ces brins sont ordinairement câblés ensemble par groupes de trois ; puis trois de ces petits câbles élémentaires sont ensuite câblés en un nouveau câble comprenant, par conséquent, neuf brins. Le câblage de trois câbles à neuf brins produit un câble à 27 brins, etc. Cela pour que tous les fils fins constituant le fil divisé final occupent successivement et également des positions situées à toutes les profondeurs et qu'ils présentent tous ainsi la même self-induction. Si, en effet, les brins étaient simplement parallèles entre eux, comme dans un fil souple ordinaire, ceux qui se trouveraient dans l'axe du fil seraient entourés par plus de champ magnétique que ceux de la surface et présenteraient, par suite, une plus grande self-induction.

Une bobine qui a un condensateur dans le ventre !

Une bobine peut encore être « mauvaise » parce qu'elle n'est jamais une bobine « pure » — rien qu'une

bobine — mais qu'elle a toujours « un condensateur dans le ventre », condensateur « parasite » comme celui que nous avons déjà découvert dans le condensateur proprement dit. Et ce condensateur est doublement nuisible : par sa capacité elle-même et par les pertes d'énergie qui se produisent dans son diélectrique.

Où se cache donc ce condensateur parasite ?

Regardez (fig. 36) cette spire de bobine et remarquez



FIG. 36. — Le commencement et la fin d'une spire de bobine, voisins l'un de l'autre, mais séparés électriquement par la self-induction de la spire, forment un condensateur parasite, qui s'étend, en réalité à toute la longueur du fil et donne une « capacité propre » à la bobine.

que sa fin est placée au voisinage de son commencement et qu'elle en est séparée par un isolant.

Il n'en faut pas plus pour constituer un condensateur.

Et, comme, en réalité, une bobine est composée de nombreuses spires plus ou moins voisines les unes des autres, le condensateur parasite s'étend à toute la longueur du fil de la bobine et, suivant la construction de celle-ci, peut avoir une capacité plus ou moins importante, dite capacité *propre* de la bobine.

Effet limitateur de la capacité propre d'une bobine...

La capacité propre de la bobine d'un circuit oscillant s'ajoute à celle du condensateur proprement dit. Il en résulte que, même si la capacité de celui-ci pouvait être ré-

duite à zéro, en vue de descendre le plus bas possible dans la gamme des longueurs d'onde, il resterait toujours celle de la bobine et qu'ainsi on ne pourrait aller plus bas que la longueur d'onde correspondant à la combinaison de la self-induction de la bobine avec sa capacité propre, longueur d'onde appelée longueur d'onde *propre* de la bobine.

...et de la capacité résiduelle du condensateur

En réalité, on ne peut même descendre aussi bas que la longueur d'onde propre de la bobine, parce que, même entièrement sorties d'entre les plaques fixes du condensateur proprement dit, ses plaques mobiles ne peuvent en être *infinitement* éloignées. Elles continuent donc à former avec les plaques fixes voisines un condensateur dont la capacité, dite capacité *résiduelle* du condensateur, est certainement petite, mais n'est pas nulle.

La capacité propre de la bobine et la capacité résiduelle du condensateur s'additionnent pour former une capacité limite inférieure, au-dessous de laquelle il est impossible de descendre et qui détermine, avec la self-induction de la bobine, la longueur d'onde la plus petite sur laquelle on puisse accorder le circuit oscillant formé par le condensateur et la bobine considérés.

Nécessité de l'emploi de plusieurs bobines.

Le remède à cette situation est bien connu : il consiste à employer successivement (pour couvrir avec chacune d'elles une certaine portion de la gamme totale de longueurs d'onde désirée) plusieurs bobines différentes, comportant un nombre plus ou moins grand de spires. Plus on voudra descendre bas, plus ce nombre devra être réduit. La self-induction et la capacité se trouveront ainsi en même temps diminuées. Chaque bobine permettra de

couvrir une portion d'autant plus étendue de la gamme désirée (et, par conséquent, d'employer un nombre total moindre de bobines) que sa construction lui donnera une capacité propre plus faible, pour une self-induction donnée, et qu'elle sera employée avec un condensateur de capacité résiduelle plus petite.

Un inconvénient plus grave de la capacité propre d'une bobine

La présence de la capacité propre de la bobine du circuit oscillant ne se traduit, jusqu'ici, que par une incommodité : au lieu de pouvoir obtenir *toutes* les longueurs d'onde avec *une seule* bobine, on est obligé de disposer de bobines interchangeables ou d'utiliser des dispositifs permettant de ne mettre en circuit qu'un nombre plus ou moins grand des spires d'une même bobine selon la gamme « grandes ondes » ou « petites ondes » que l'on veut pouvoir explorer.

Mais il y a plus grave !

Nous savons que le seul bon diélectrique pour un condensateur de T. S. F. est l'air.

Pour que le condensateur parasite d'une bobine n'ait comme diélectrique que de l'air, il faudrait que la bobine elle-même ne fût constituée que par du fil métallique *nu* et sans *aucun support solide*.

Cela est réalisable et cela se fait, en effet, pour les bobines destinées à la réception des ondes très courtes qui correspondent précisément à des fréquences énormes, pour lesquelles les pertes d'énergie dans les diélectriques autres que l'air seraient extrêmement importantes.

Elle est à diélectriques solides

Mais s'il est possible de bobiner « sur air » une dizaine de spires espacées, en fil rigide et nu, comme on le fait pour les ondes très courtes, cela devient tout à fait

impossible pour les ondes ordinaires, « petites » ou « grandes », de la radio-diffusion, qui nécessitent des bobines comportant de 50 à 250 spires.

Pratiquement, ces bobines sont toujours faites en fil isolé par une ou deux couches de *soie* ou de *coton*, enroulé sur un tube, plus ou moins long, d'*ébonite*, de *bakélite*, ou, beaucoup plus souvent, de *carton*. Et, de plus, dans les bobines dites en « nid d'abeilles », les spires sont collées entre elles au moyen d'un vernis à la *gomme-laque* ou parfois au *celluloïd*. Tous diélectriques plus ou moins exécrables, où se produisent des pertes importantes d'énergie !

Comment lutter contre les pertes d'énergie dans les diélectriques de la bobine ?

Puisqu'il est impossible de se passer d'eux, il faut s'efforcer, comme dans le cas du condensateur, de les rendre le moins nuisibles possible.

Le coton ou la soie, qui « guipent » le fil ne peuvent guère être évités. Il serait possible, à la rigueur, pour une bobine « petites ondes » d'enrouler une soixantaine de spires *non-jointives*, en fil *nu* sur un tube isolant. Mais cela est impraticable pour une bobine « grandes ondes » (qui en a d'ailleurs moins besoin), sans arriver à des dimensions tout à fait prohibitives.

Le tube support des spires ne peut, non plus, être supprimé. Bien que le carton ou l'ébonite ne soient, en aucun endroit, placés *entre* les spires qui constituent les armatures du condensateur parasite, ils n'en sont pas moins nuisibles, car le champ électrique n'est pas confiné uniquement *entre* les spires ; il *déborde* l'espace qui les sépare et traverse partiellement le support (fig. 37).

Un premier remède contre les pertes d'énergie dans le tube-support de la bobine

Un premier remède consiste, comme dans le condensateur, à diminuer l'intensité du champ traversant le diélectrique solide, en écartant le plus possible l'une de l'autre les armatures du condensateur parasite, c'est-à-dire.

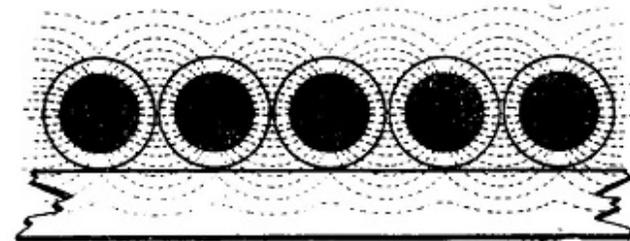


FIG. 37. — Le champ électrique du condensateur parasite, formé par les spires consécutives d'une bobine (ici très grosses) n'est pas confiné entre ces spires et ne traverse pas que leur guipage de soie ou de coton. Il déborde l'espace qui sépare les spires et traverse partiellement la paroi du tube qui les supporte, d'où pertes d'énergie dans ce diélectrique de mauvaise qualité.

ici, en espaçant les spires entre elles, au lieu de les rapprocher au maximum en les faisant jointives. Mais ce moyen, qui a aussi pour effet de diminuer la self-induction, conduit rapidement à des dimensions inacceptables puisqu'il faut mettre des spires d'autant plus nombreuses qu'on les écarte davantage, — double cause d'encombrement.

Un deuxième remède... en Angleterre

Un autre moyen est de laisser au champ son intensité mais d'écartier les spires du support de façon qu'il ne soit plus traversé que par une faible portion du champ. On trouve, pour cela, en Angleterre, des tubes d'ébonite portant des côtes longitudinales (fig. 38), destinées à tenir les spires éloignées du tube-support, comme le chevalet d'un violon tient ses cordes écartées de la caisse

de résonance. Les bobines « petites ondes » anglaises, destinées à des récepteurs « soignés » sont presque toujours enroulées sur de ces tubes à côtes. En France, on en parle quelquefois, mais on n'en voit jamais.

Supériorité de la bobine cylindrique sur la bobine nid d'abeilles

Le vernis à la gomme-laque n'est indispensable que pour maintenir collées ensemble les spires des bobines « nid d'abeilles ». Une bobine cylindrique n'en a nullement besoin, et ce n'est pas le seul avantage de ce type d'enroulement sur son rival, venu d'Amérique et mis à la mode pour l'emploi de très grandes longueurs d'ondes en *télégraphie* sans fil.

La bobine « nid d'abeilles », de dimensions réduites, rapproche forcément les spires les unes des autres, d'où capacité propre importante. Elle a surtout l'inconvénient de rapprocher matériellement des portions de fil électriquement séparées par un grand nombre de spires et, par suite, dans un état électrique très différent. Il en résulte, entre ces portions de fil, un champ électrique important, dans lequel se trouvent plongés le coton et la gomme-laque, avec toutes les pertes d'énergie que comporte cette fâcheuse particularité.

Dans une bobine cylindrique à une seule couche de fil, au contraire, les portions électriquement séparées par un grand nombre de spires se trouvent automatiquement écartées l'une de l'autre par le nombre même de ces spires. Le champ électrique entre elles est faible et, de plus... on n'y met pas de gomme-laque.

Une bonne bobine, à laquelle on renonce avec regret

Une bonne bobine apparaît donc comme devant être une bobine cylindrique à une seule couche de fil et sans

gomme-laque. Si possible, et surtout pour une bobine « petites ondes », les spires en seront écartées les unes des autres ou écartées du tube-support par des côtes longitudinales, comme cela se fait de l'autre côté de la Manche.

Dans l'Hôpitalodyne ont pourtant été utilisées (à regret !) des bobines nid d'abeilles. C'est que des bobines



FIG. 38. — Un tube-support de bobine « à faibles pertes » (*low loss*) dont l'usage est courant en Angleterre. Il est en ébonite et porte des côtes longitudinales destinées à maintenir le fil des spires à distance du corps du tube. Les bobines « petites ondes » de nos voisins d'outre-Manche sont très fréquemment établies sur tube-support de cette sorte.

cylindriques interchangeables n'existent pas dans le commerce, car l'emploi des lampes (qui permettent de remplacer, et au-delà, l'énergie perdue) a poussé de plus en plus à sacrifier le rendement à la commodité.

Il ne pouvait être question, d'autre part, de fabriquer soi-même des bobines à l'hôpital, non plus d'ailleurs que le dispositif spécial qu'il aurait fallu établir pour réaliser entre elles un couplage variable. C'est sans doute également le cas de la plupart des amateurs, qui sont obligés d'acheter toutes faites les pièces dont ils ont besoin.

« Ils sont trop verts... »

Nous prendrons donc des bobines nid d'abeilles du commerce, mais nous nous efforcerons de choisir les meilleures que nous pourrions trouver. Et, comme le renard de la fable obligé de renoncer aux raisins inaccessibles,

nous nous consolerons en pensant que si les bobines nid d'abeilles ne valent pas les bobines cylindriques, elles sont, du moins, d'un maniement bien plus commode.

Notre circuit oscillant ne pourrait d'ailleurs être parfait que s'il n'était aucunement couplé à l'antenne, ni au circuit détecteur-téléphone, c'est-à-dire... s'il ne servait à rien (semblable en cela à la fameuse jument de Roland, dont il a déjà été question à propos du mouvement perpétuel). Comme, pour l'utiliser, nous sommes bien obligés de le coupler plus ou moins à ces deux circuits, les pertes d'énergie qu'il subit, de ce fait, sont forcément assez importantes, et nous pouvons espérer que celles dues aux défauts des bobines nid d'abeilles ne seront qu'une petite partie des pertes totales.

Ce sera certainement le cas pour la bobine du circuit antenne-terre et pour celle du circuit détecteur-téléphone (fig. 19), circuits de « mauvaise qualité », comme nous le savons, où de grandes pertes d'énergie sont absolument inévitables. Pour eux, ce serait certainement un luxe superflu que d'employer des bobines cylindriques, même si, par ailleurs, une telle bobine était utilisée pour le circuit oscillant.

Où l'auteur fait de la publicité gratuite

Un assez grand nombre de marques de bobines nid d'abeilles ont été essayées sur l'Hôpitalodyne, avec des résultats très différents.

Les plus mauvais ont été obtenus avec des bobines où toutes les causes de pertes d'énergie avaient été réunies, comme à plaisir : bobines minces en fil fin, gomme-laqué et, de plus, boîtier en matière moulée enfermant la bobine.

Les meilleurs ont été donnés par des bobines « Gamma », que je ne me fais aucun scrupule de nommer, pour donner un renseignement utile à mes lecteurs, dût cette publicité gratuite me faire soupçonner par les « malins »

d'avoir touché la forte somme de la maison qui les construit. Je le fais d'autant plus librement que ces bobines ne sont pas parfaites et que je me permettrai aussi de leur adresser une petite critique.

Des bobines en fil divisé...

D'abord, des compliments. Il se trouve, en effet, que ces bobines, les meilleures de celles qui ont été essayées, sont, sauf erreur, les seules en France qui soient faites en fil divisé.

N'y a-t-il là qu'une coïncidence ?

L'efficacité du fil divisé, très appréciée par les techniciens anglais, est, en effet, chez nous, fort discutée. On lui reproche, à cause de l'isolant qui recouvre chacun des fils fins constituants, d'être « rempli de diélectrique solide », cause de pertes d'énergie, comme sont la gomme-laqué et le coton. De plus, le fil divisé « Gamma » n'est pas câblé, mais simplement constitué par quatre ou six brins parallèles de fil émaillé 2/10.

Quoi qu'il en soit, la pratique montre que ces bobines sont des meilleures et que d'autres, en apparence toutes semblables, ne les valent pas.

...mais qui sont bien mal chaussées

Mais pourquoi faut-il que le souci évident du bien-faire qui a présidé à leur fabrication, se soit arrêté au choix du fil dont elles sont constituées ? Pourquoi, entre les broches auxquelles sont connectées les deux extrémités de ce fil, a-t-on placé une grosse masse de matière moulée, pitoyable diélectrique, servant de « sabot » à la bobine ?

Juste entre les deux points séparés électriquement par la totalité des spires, c'est-à-dire où le champ électrique a sa valeur maximum ! juste au point où les deux fils connectant la bobine au condensateur prolongent les

armatures de celui-ci, que nous nous sommes efforcés de choisir le meilleur possible !

Oh ! je sais bien pourquoi. C'est qu'il est infiniment plus commode et moins cher, industriellement, de fabriquer des pièces en matière moulée qu'en ébonite.

Une comparaison intéressante

Il existe pourtant des bobines nid d'abeilles avec sabot d'ébonite, mais qui ne sont pas faites en fil divisé. Il était intéressant de les comparer aux bobines « Gamma ».

La comparaison a été faite sur deux marques différentes.

La première, malgré son fil massif, s'est montrée, à très peu de chose près, équivalente aux bobines « Gamma ». Une très légère infériorité n'a pu être mise en évidence que par l'emploi *anormal* d'une bobine « grandes ondes » pour la réception de l'émission des P. T. T., avec grand découplage et très petite valeur de la capacité du condensateur variable.

Ainsi donc, sans fil divisé, une bobine à sabot d'ébonite bien construite peut donner pratiquement d'aussi bons résultats qu'une bobine en fil divisé, à sabot en matière moulée.

Il ne faut pas juger les bobines sur leur bonne apparence

L'autre marque essayée, bien que de très bonne présentation, s'est montrée, en usage normal, *très inférieure* à la marque « Gamma ». D'où l'on peut conclure qu'il ne suffit pas qu'une bobine ait bel aspect et sabot d'ébonite pour être bonne. En l'espèce et avec les meilleures intentions du monde, le constructeur, connaissant l'inconvénient du vernis à la gomme-laque, l'avait supprimé, mais remplacé par un autre, sans doute encore bien plus mauvais !

CHAPITRE VIII

A LA RECHERCHE D'UN BON DETECTEUR, DE BONS ECOUTEURS TELEPHONIQUES ET DE BONNE EBONITE

Bons et mauvais détecteurs

En principe, tous les détecteurs à galène se valent, ou plutôt valent ce que vaut leur galène, puisqu'ils consistent essentiellement en un morceau de galène sur lequel repose une pointe métallique, dite « chercheur ».

Mais, en pratique, il en va autrement. Il y a de bons et de mauvais détecteurs.

D'abord, la galène peut être plus ou moins « bonne », c'est-à-dire présenter des points sensibles plus ou moins nombreux et de sensibilité plus ou moins élevée.

Ensuite, elle peut être reliée au circuit détecteur-téléphone de façon plus ou moins efficace ou plus ou moins commode. Elle peut être exposée à la poussière et au contact des doigts, ou, au contraire, protégée par un dispositif l'enfermant complètement.

La recherche d'un point sensible par déplacement de la pointe métallique à la surface de la galène peut être plus ou moins rapide ou plus ou moins commode. Le

point sensible, une fois trouvé, peut se conserver plus ou moins bien malgré les secousses accidentelles ou les trépidations du sol.

Bonne et mauvaise galène

Aux temps héroïques de la T. S. F., lorsque fut découverte la propriété détectrice de certains cristaux et particulièrement de la galène, il fallait rechercher soi-même des morceaux sensibles parmi beaucoup d'autres qui ne l'étaient pas. Je me souviens avoir « essayé » ainsi, dans les sous-sols de la maison Poulenc, 400 kilos de galène, pour en trouver huit seulement qui fussent utilisables pour la détection. Il est vrai qu'à cette époque lointaine d'avant-guerre, la galène, bonne ou mauvaise détectrice, dont le principal usage était le vernissage de certaines poteries, ne coûtait qu'un franc (or !) le kilog.

Aujourd'hui, il n'en est plus de même et l'on trouve dans le commerce, pour un prix modique, d'excellentes galènes sélectionnées présentant de nombreux points sensibles.

Des super-galènes ?

On trouve aussi de prétendues super-galènes auxquelles leurs vendeurs attribuent toutes sortes de propriétés merveilleuses et qu'ils parent des noms les plus impressionnants. Il en était déjà ainsi au temps où la galène semblait constituer le dernier mot du progrès en T. S. F. D'ingénieurs commerçants proposaient aux amateurs désireux d'améliorer leur réception, des « comprimés » de galène pulvérisée, à sensibilité, il est vrai, assez uniforme, mais partout médiocre et ne présentant pas de ces points excellents qu'avec un peu de patience on peut trouver sur une bonne galène naturelle ; des galènes synthétiques, où l'on ne trouvait pas, comme dans cer-

taines, vendues aujourd'hui, de minuscules cristaux de quartz attestant que le Père Éternel lui-même, aux temps reculés du monde, a tenu à procéder personnellement à leur synthèse ; des galènes chimiquement traitées par passage « dans huit bains successifs », comme disait un instituteur qui en vendait et qui eut, grâce à ce petit commerce, son heure de célébrité ; ou bien encore des galènes artificiellement sensibilisées par sur-sulfuration, qui se montraient, il est vrai, très sensibles (la Télégraphie Militaire en a fait usage au début de la guerre), mais dont la sensibilité ne durait pas...

Aujourd'hui comme hier, après essai des merveilles proposées, on peut dire que rien ne surpasse la bonne vieille galène *naturelle*, qui, bien sélectionnée, est encore celle qui procure la détection la meilleure, la plus durable et la plus sensible.

Bons et mauvais porte-galènes

Pour relier la galène au circuit de détection, on la fixe dans un support spécial qui doit assurer, avec elle, un bon contact et tenir commodément des morceaux de formes et de dimensions variées.

Le bon contact de la galène avec son support est un point auquel on songe assez peu et qui a pourtant son importance. Autant le contact du chercheur doit être léger, autant celui du porte-galène doit être, au contraire, ferme et bien assuré. S'il était aussi léger que celui du chercheur, il se produirait, à son niveau, une autre détection, *de sens inverse*, et cette contre-détection atténuerait l'effet de la première. On aurait, en réalité, deux détecteurs, montés en opposition et dont l'effet, s'ils étaient bien réglés, serait d'arrêter tout courant et de supprimer toute réception, au lieu de laisser passer le courant le mieux possible dans un sens et le moins possible dans l'autre, comme c'est la fonction même d'un détecteur.

De la galène... soudée

Pour supprimer radicalement tout effet de contre-détection, un constructeur d'avant-guerre, qui cherchait un peu la petite bête et qui avait essayé de monopoliser juridiquement (déjà !) l'usage de la galène, avait imaginé de *cuvrer* électrolytiquement la face inférieure du morceau utilisé, afin de pouvoir le *souder* dans un cube de laiton que l'on bloquait fortement dans le détecteur proprement dit. Ce détecteur était blindé et court-circuivable par rotation de son couvercle, pour permettre son emploi, sans danger de « fusiller » le point sensible, dans un poste d'émission à étincelles, à proximité même de l'émetteur (1). Pour assurer la légèreté du contact du chercheur, celui-ci était constitué par un fil de platine très fin (2/100 de millimètre) dont la faible masse, peu sensible aux effets de l'inertie, assurait la stabilité du réglage.

Tout cela était (naturellement) breveté et sur-breveté. Le fonctionnement en était excellent, mais pas meilleur, pourtant, que celui d'un détecteur ordinaire où la galène est solidement serrée dans son support (sans avoir été détériorée par la chaleur d'une soudure) et dont le chercheur est tout prosaïquement constitué par un morceau de fil de cuivre soigneusement appointé.

Sans chercher à recourir aux complications brevetées du constructeur monopoleur de galène, il est bon de se rappeler pourtant qu'il n'est pas négligeable d'assurer un excellent contact entre la galène et son support, si l'on ne veut pas s'exposer à diminuer l'efficacité de la détection.

(1) Le poste est le lieu où l'on émet ou reçoit ; l'émetteur et le récepteur sont les instruments dont on s'y sert. Il ne faut pas dire : « avec mon poste, je reçois les émissions du poste de un kilowatt du poste de radiotéléphonie des Postes et Télégraphes ».

Le martyr d'une galène et d'un galéniste

Une autre qualité que doit posséder le porte-galène est la commodité de fixation du minéral cristallin. Certains détecteurs de bazar ont pour porte-galène une sorte de pince à vis, analogue (en plus mal) à une pince à charbon de pile Leclanché. La tête moletée de la vis est mal accessible aux doigts et, comme la forme des morceaux de galène est forcément irrégulière, il arrive le plus souvent qu'en serrant de son mieux, pour bloquer la galène, on n'arrive qu'à expulser celle-ci de son support... La vis ballote dans une paroi trop mince... On recommence, graissant chaque fois la malheureuse galène par le contact des doigts et écrasant ses cristaux par le dérapage brutal de l'extrémité de la vis de pression. C'est une vraie abomination, et si l'on n'est pas doué d'une forte dose de patience, on risque, chaque fois, une attaque d'épilepsie ! Quand, par bonheur, on a enfin réussi l'acrobatie de fixer en sa place le morceau de galène torturé, celui-ci reste obligatoirement exposé à la poussière, qui l'encrasse progressivement et fait disparaître sa précieuse sensibilité...

Une commodité, pourtant, de ces détecteurs de bazar est la rapidité de la recherche du point sensible au moyen du chercheur porté par un levier à double rotule. (On ne peut avoir tous les défauts !). Mais ce point sensible, si facilement trouvé, se perd avec une facilité au moins égale. Une secousse imprimée au récepteur, une voiture qui passe dans la rue, et le voilà parti !... Mieux vaudrait un dispositif de recherche moins rapide, mais assurant une meilleure stabilité du point trouvé.

Deux bons détecteurs

Deux détecteurs du commerce paraissent dignes de l'Hôpitalodyne : l'*Excentro* et le *Polycontact*. On pourra choisir l'un ou l'autre selon ses préférences personnelles.

Dans tous deux la galène, solidement fixée sans vis de pression barbare, est parfaitement abritée, et les points sensibles trouvés sont d'une bonne stabilité.

La principale différence entre les deux détecteurs est dans le mode de recherche des points sensibles.

Dans l'*Excentro* un ingénieux dispositif à excentrique (d'où le nom donné à l'appareil) fait que, par une rotation d'un tour imprimée à un bouton disposé à la partie supérieure du détecteur, le chercheur se soulève, change de position et s'abaisse de nouveau sur la galène, au moment où un point rouge, marqué sur une collerette solidaire du bouton, se trouve du côté du porte-galène.

Cette manœuvre, à vrai dire, est un peu longue pour l'essai d'un seul point sensible. La rapidité de recherche n'est pas, en fait, la qualité absolument dominante de l'*Excentro*. Sa stabilité est, par contre, très satisfaisante, sans qu'il faille d'ailleurs attribuer à la présence d'une fine gaze fermant le porte-galène et que le constructeur a disposée là, avec quelque candeur, pour immobiliser latéralement le chercheur, qui la traverse. Vous vous en apercevrez quand elle sera usée ou, tout simplement, quand vous l'aurez enlevée. Mais ce doit être, n'est-ce pas, un dispositif breveté, et cela « fait bien ». Il ne peut, en tous cas, être nuisible.

Dix points sensibles à la fois

Dans le *Polycontact*, imaginé avant la guerre par un des pionniers de la T. S. F. d'amateur, M. Horace Hurm, et adopté, à cette époque, par la Télégraphie Militaire, c'est la galène que l'on élève et abaisse au-dessus de l'ensemble de dix chercheurs, reliés chacun à un plot. Si la surface de la galène est assez régulière, les dix chercheurs « portent » à la fois et il suffit, pour essayer les dix points, de faire passer sur les dix plots une manette disposée à cet effet. Non seulement on essaie ainsi très rapidement dix points différents, mais

aussi, — grand avantage, — on peut revenir à un point meilleur précédemment trouvé, quand, après lui, on n'en a découvert que de moins bons.

Ce n'est pas le cas des détecteurs ordinaires à un seul contact où, dans le désir de trouver des points sensibles toujours meilleurs, il arrive souvent qu'on en abandonne un bon pour n'en trouver que des pires.

Pour ceux qui veulent le fin du fin

L'idéal serait d'avoir deux détecteurs que l'on puisse mettre à volonté en circuit au moyen d'un commutateur. Un bon point une fois trouvé sur l'un d'eux, on en chercherait un meilleur sur l'autre et l'on n'abandonnerait le premier qu'avec la certitude d'en avoir un meilleur sur le second. Rien n'empêcherait alors, conservant le second point trouvé, d'en chercher un troisième, encore meilleur, sur le premier détecteur, et ainsi de suite. Sport très recommandable à ceux qui sont avides du « toujours à mieux ».

Autres différences

Une autre différence entre l'*Excentro* et le *Polycontact* est leur mode de fixation au récepteur. Le premier porte deux pattes à encoche que l'on engage très facilement dans deux bornes placées sur le récepteur à l'écartement voulu. Dans le second, il n'est prévu aucun dispositif de fixation, mais on peut, en retournant les bornes dont il est muni, s'en servir comme de boulons, pour le fixer en même temps que pour assurer ses connexions.

Enfin, l'*Excentro* a ses parties métalliques nickelées, ce qui n'est pas le cas du *Polycontact*. Ce petit détail peut avoir son importance, si l'on tient à ce que, pour le coup d'œil, toutes les pièces métalliques du récepteur aient le même aspect.

Bons et mauvais écouteurs téléphoniques

C'est dans l'écouteur téléphonique que s'opère la dernière transformation de l'énergie, qui la rend perceptible à notre oreille. Il serait bien inutile d'avoir, jusque-là, pris grand soin de réduire au minimum les pertes de cette précieuse énergie, pour compromettre le résultat final en utilisant un mauvais écouteur ou un mauvais casque, comme on ne le fait que trop souvent.

Tout au contraire, là comme ailleurs dans un récepteur à galène, il faut employer « tout ce qui se fait de mieux » et ne pas hésiter à consacrer à l'achat d'un bon écouteur ou d'un bon casque la somme la plus élevée que l'on pourra. Ce ne sera pas de l'argent perdu.

Aux débuts de la réception auditive de la télégraphie sans fil avec détecteur électrolytique, une marque anglaise était universellement réputée. Il n'y avait rien de mieux qu'un casque « Sullivan ».

Nos voisins britanniques, aujourd'hui encore, ne sont pas surpassés. Si vous pouvez vous offrir un casque « Brown », vous posséderez quelque chose de véritablement excellent. Mais je vous préviens, c'est cher ; c'est même très cher... et il est possible, en y mettant aussi le prix, naturellement, de trouver des casques de marques françaises très bons également.

Choisissez, de préférence, un casque à écouteurs réglables, si vous voulez en tirer le maximum.

Quelle résistance choisir ?

On a pris l'habitude de désigner les écouteurs téléphoniques par leur résistance. Ce n'est pas que la résistance d'un écouteur soit, par elle-même, une vertu, comme l'a cru jadis la direction d'un Bazar, bien connu des amateurs d'électricité, en affirmant, sur son catalogue, que ses écouteurs pour T. S. F. étaient « garantis bobinés en fil de constantan » ! Non, mais une haute résistance

est, en général, le signe que l'enroulement des bobines de l'écouteur est fait d'un grand nombre de spires, et c'est ce nombre qui est intéressant.

Il est habituel de conseiller l'emploi d'écouteurs de 500 ohms pour un récepteur à galène. Prenez-en de 2.000 ohms. Ils donneront, sur galène, des résultats au moins aussi bons que ceux de 500 ohms, et ils auront, de plus, l'avantage de pouvoir être utilisés également avec un récepteur à lampes, ce qui n'est pas le cas de ceux de 500 ohms. Vous posséderez ainsi un casque « universel », ce qui vaut bien la petite différence de prix entre un casque à écouteurs de 500 ohms et un casque à écouteurs de 2.000 ohms.

Bonne et mauvaise ébonite

L'ébonite est un composé de caoutchouc et de soufre, deux excellents isolants, dont le mariage en engendre un troisième non moins bon et présentant des qualités mécaniques que n'ont ni le soufre, ni le caoutchouc.

Malheureusement, n'importe quelle camelote noire, où n'entra jamais un gramme des constituants normaux de l'ébonite se laisse vendre sous ce nom sans protester. Et, même quand un industriel scrupuleux se croit moralement obligé de mettre véritablement une certaine quantité de caoutchouc dans ce qu'il baptise « ébonite », il lui arrive trop souvent de « charger » son mélange d'autres matières, moins chères que le caoutchouc, qui font poids et volume, mais qui n'améliorent pas, hélas, la qualité de l'isolant obtenu.

C'est dire que si l'on ne peut vérifier soi-même cette qualité, il faut acheter de l'ébonite d'une marque qui ait été reconnue bonne par un vérificateur désintéressé. C'est le cas, en particulier, des marques « Croix de Lorraine » et « Jeantet », pour ne citer que celles-là et sans exclure d'autres marques qui peuvent être bonnes également, mais dont la qualité n'a pas été vérifiée.

CHAPITRE IX

A LA RECHERCHE D'UN BON MODE DE COUPLAGE ET DE BONS SUPPORTS DE BOBINES

Bons et mauvais modes de couplage

L'amateur qui écrit ces lignes pour ses camarades amateurs a, sans doute, le privilège d'être le plus ancien amateur de T. S. F. de France et peut-être même du monde, puisqu'il a lu avec le plus grand intérêt, dès sa publication, le mémoire de Branly d'où ne sortit que plus tard la T. S. F., et expérimenté ses tubes à limaille dès que furent connus, en 1897, les premiers résultats pratiques obtenus avec eux par Marconi.

Ce privilège, peu enviable par ailleurs, a pu lui valoir une certaine expérience des choses et des gens. Celle des choses lui a montré que rien n'est supérieur aux dispositifs d'accord à couplage variable; celle des gens, que ces dispositifs, malgré leur indiscutable supériorité, « jouissent » d'une très mauvaise presse auprès des amateurs, — *parce qu'ils ne savent pas s'en servir!*

Première forme de l'Hôpitaldyne

Avec l'arrière-pensée de leur complaire, l'Hôpitaldyne a d'abord été établi sans couplage variable, ou,

plus exactement, avec variation non continue du couplage, car se condamner à un couplage absolument fixe aurait été se priver volontairement de toute possibilité d'améliorer la sélectivité.

Au moyen de trois paires de douilles (fig. 39) simplement fixées dans le couvercle d'ébonite, les bobines des circuits antenne-terre et détecteur-téléphone ont d'abord

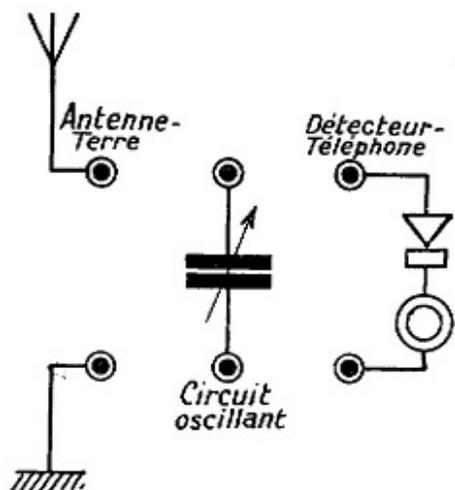


Fig. 39. — Premier dispositif d'accord essayé sur l'Hôpitaldyne. Trois paires de douilles (figurées ici par un gros point noir entouré d'un cercle) permettaient de placer les bobines antenne-terre et détecteur-téléphone presque au contact de la bobine du circuit oscillant, reliée au condensateur variable. Pour faire varier les couplages, on changeait les bobines des circuits antenne-terre et détecteur-téléphone.

été placées presque au contact de la bobine du circuit oscillant. Pour améliorer la sélectivité, en cas de brouillage, on remplaçait la bobine antenne-terre, puis la bobine détecteur-téléphone par d'autres bobines, d'un moins grand nombre de spires.

Cela fonctionnait fort bien, mais avait l'inconvénient de nécessiter un assez grand nombre de bobines interchangeables.

Deuxième forme

Pour diminuer ce nombre, deux nouvelles paires de douilles furent ajoutées (fig. 40), en parallèle l'une avec celles destinées à la bobine antenne-terre, l'autre avec celles de la bobine détecteur-téléphone. Plus éloignées de quatre ou cinq centimètres de la bobine du circuit oscillant, ces nouvelles douilles permettaient de placer

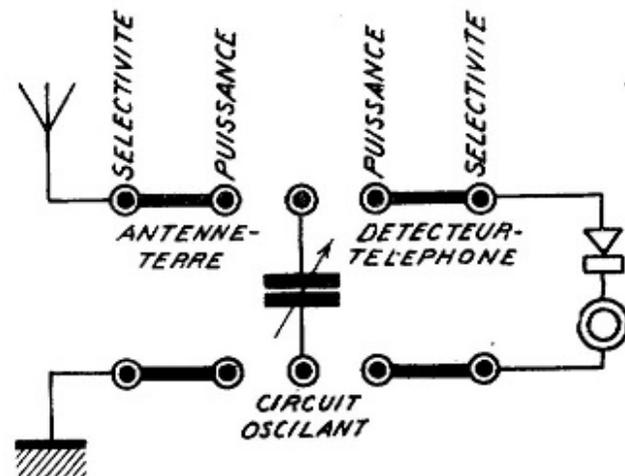


Fig. 40. — Deuxième dispositif d'accord essayé sur l'Hôpitaldyne. Deux nouvelles paires de douilles ont été ajoutées au dispositif de la figure 39, permettant de placer les bobines antenne-terre et détecteur-téléphone soit près, soit loin de la bobine du circuit oscillant et d'obtenir ainsi deux degrés différents de couplage avec une même bobine.

une même bobine soit près, soit loin de celle du circuit oscillant, et d'obtenir ainsi, avec cette unique bobine, deux degrés de couplage différents : un degré « puissance » et un degré « sélectivité ».

C'était un progrès. Mais pourquoi pas trois degrés de couplage, ou même quatre ?... Car, avec deux degrés seulement, il arrive que pour l'une des positions, le couplage soit trop serré : on entend fort, mais deux émissions à la fois. Pour l'autre position, les émissions

sont bien séparées, mais le sacrifice d'intensité du son que l'on fait peut être exagérément grand, et l'on pourrait, avec un découplage moindre, séparer encore convenablement les émissions, tout en conservant une audition plus forte.

Il faudrait avoir le choix entre un assez grand nombre de degrés de couplage différents, pour avoir la possibilité de choisir celui qui serait *juste* suffisant pour permettre la séparation d'émissions désirée, tout en conservant l'intensité d'audition maximum.

Cela n'est pratique qu'avec un système de couplage à variation continue.

Troisième forme

Le troisième état de l'Hôpitodyne fut donc celui par lequel on aurait dû commencer, sans la crainte de proposer aux amateurs un système excellent, mais qui ait le défaut de ne pas leur être sympathique. Les douilles fixes destinées aux bobines antenne-terre et détecteur-téléphone furent remplacées par des supports mobiles, du type utilisé dans les récepteurs à lampes et permettant de réaliser un degré quelconque de couplage. Le résultat fut parfait.

Un dernier petit perfectionnement consista à déplacer légèrement tout l'ensemble des supports de bobines, pour faire place à deux douilles fixes, dont la mystérieuse destination sera expliquée plus loin.

Un couvercle... écumoire !

L'aspect un peu... « écumoire » du couvercle d'ébonite, dans la figure 41, est le résultat de ces diverses transformations. On aurait pu, pour la photographie, lui substituer un couvercle de gala, tout neuf, percé aux dimensions définitives indiquées par le plan de la fi-

gure 43. On ne l'a pas voulu, pour montrer aux lecteurs que l'Hôpitodyne n'est pas un appareil improvisé à la hâte et au petit bonheur, mais l'aboutissement de nom-

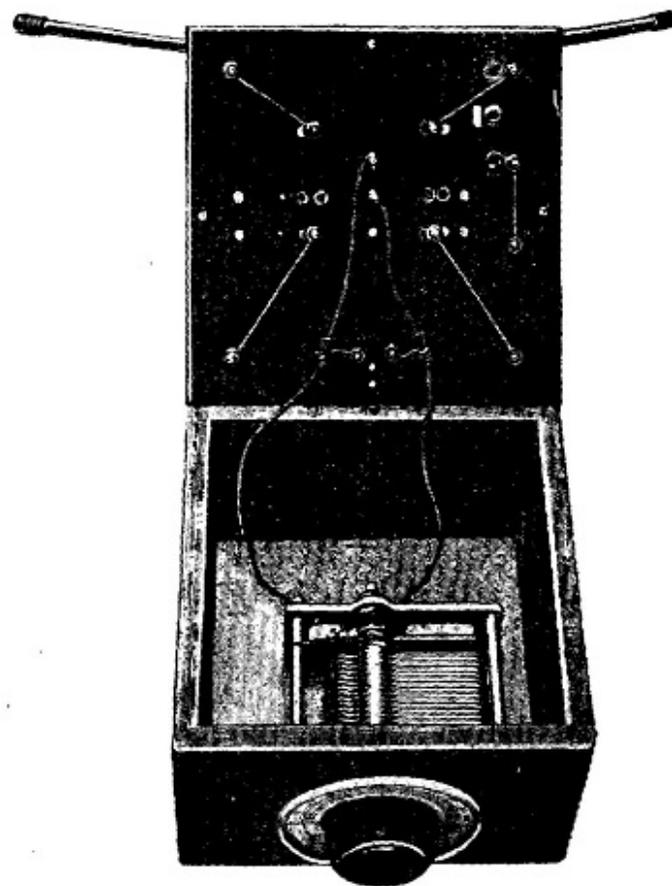


FIG. 41. — L'Hôpitodyne ouvert, montrant le condensateur variable directement fixé à l'ébénisterie et les connexions ultra-simples au-dessous du couvercle d'ébonite. Ce couvercle est celui qui a servi à la mise au point de l'appareil; on y voit de nombreux trous correspondant à l'essai de dispositifs à couplage variable auxquels a été finalement préféré un support triple pour bobines nid d'abeilles.

breux petits perfectionnements successifs et le résultat de multiples essais et d'une utilisation quotidienne qui a duré de nombreux mois.

Bons et mauvais supports de bobines

Y a-t-il de bons et de mauvais supports mobiles de bobines ? En principe, oui, car il en est qui sont faits en ébonite et d'autres en une innommable matière moulée ! Mais, il se trouve heureusement, dans notre cas particulier, que les deux bobines mobiles appartiennent justement à des circuits où les pertes d'énergie sont déjà inévitablement grandes : le circuit antenne-terre et le circuit détecteur-téléphone. Un peu plus, un peu moins, cela n'aura pas une très grande importance...

La bobine du circuit oscillant, qui fait l'objet de tous nos soins, sera portée, elle, par deux douilles fixes, plantées directement dans l'ébonite du couvercle du récepteur, que nous avons choisie de qualité excellente. C'est une heureuse particularité, puisque l'ébonite placée entre les deux douilles constitue le diélectrique d'un condensateur parasite qui, lui aussi, « prolonge » le condensateur principal.

Sans être idéal, ce diélectrique ne sera pas trop mauvais. Nous le trouverons même luxueusement bon, si nous considérons qu'en parallèle avec le condensateur parasite « entre-douilles », et juste au-dessus de lui va se trouver le condensateur parasite « entre-broches » du sabot de la bobine avec son pitoyable diélectrique en matière moulée.

Nous nous consolerons de cette triste circonstance en songeant que, tant dans la traversée de l'ébonite que dans celle du sabot de la bobine, les connexions sont écartées l'une de l'autre de 16 millimètres, ce qui a pour heureux effet de diminuer entre elles l'intensité du champ électrique et, par suite, les pertes d'énergie dans ces diélectriques solides plus ou moins recommandables.

Quelques détails pratiques

Une qualité d'un support mobile de bobines sur laquelle insisterait volontiers M. de La Palice, c'est que les douilles de ce support soient exactement au même écartement que les broches des bobines qui doivent y être introduites, faute de quoi, introduction et extraction pourraient être laborieuses ou même, impossibles.

M. de La Palice n'aurait pas tort, d'insister sur ce petit détail, car il arrive que les broches de bobines d'une marque donnée, n'entrent pas dans les douilles d'un support de la même marque livré par le constructeur en même temps que les bobines. C'est encore un mauvais tour de la matière moulée !

Vérifiez donc, à l'achat, que les broches de vos bobines pénètrent « moelleusement » dans les douilles des supports mobiles, ou bien attendez-vous à bousculer votre Hôpitalodyne et à perdre dans cette aventure un merveilleux point sensible découvert sur votre galène, quand vous vous livrez aux manœuvres de force nécessaires pour le changement des bobines.

Un autre petit détail, qui n'a d'ailleurs d'importance que pour le bon aspect de votre récepteur. Ne prenez pas, pour supporter la bobine du circuit oscillant, des douilles ordinaires du commerce, mais bien celles que vend le constructeur des supports mobiles pour « aller avec » ces supports. Faute d'employer ces douilles spéciales, ordinairement un peu plus longues que les douilles courantes destinées à d'autres usages, la bobine du circuit oscillant ne se trouvera pas au même niveau que les deux autres, ce qui ne sera pas joli, joli.

Enfin, ne dites pas à votre fournisseur que c'est moi qui vous ai donné ces petits conseils. Vous risqueriez de me faire mal voir et de me faire prendre pour un affreux maniaque (ce qui ne serait d'ailleurs pas tout à fait injustifié).

CHAPITRE X

CONSTRUCTION DE L'HOPITODYNE

Sachant constituer au mieux le circuit oscillant de notre récepteur, avec une bonne bobine et un bon condensateur, et munis des renseignements nécessaires pour choisir un bon détecteur, de bons écouteurs téléphoniques, de la bonne ébonite, ainsi que pour établir un bon dispositif de couplage, il nous est maintenant très facile de réaliser le montage choisi, en nous aidant des photographies des figures 41 et 42, ainsi que du plan de montage (fig. 44), sans oublier de consulter le schéma théorique (fig. 19).

De longues explications seraient superflues.

Les pièces nécessaires

Les pièces nécessaires au montage sont les suivantes :

- 1 plaque d'ébonite « Croix de Lorraine » 172×172;
- 1 condensateur variable à air, de 1/1.000 de microfarad, construit comme il a été indiqué ;
- 1 condensateur fixe au mica, de 1/1.000 de microfarad ;
- 1 support triple pour bobines nid d'abeilles ;

- 4 bobines nid d'abeilles « Gamma », n^o 0 bis, 1 bis, 2 bis et 3 ;
- 1 détecteur à galène « Excentro » ;
- 1 bonne galène naturelle ;
- 6 bornes ;
- 4 plaquettes indicatrices : « Antenne », « Terre », « Ecouteurs », « Ecouteurs » (facultatifs) ;
- 1 ébénisterie ;
- 1 casque à deux écouteurs de 2.000 ohms (de préférence à 500 ohms, ordinairement conseillés pour récepteur à galène).

Répartition des divers organes

On voit (fig. 41) que le condensateur variable est fixé à l'ébénisterie et que tous les autres organes sont répartis sur le couvercle en ébonite (fig. 42).

La bobine de gauche est la bobine du circuit antenne-terre, reliée aux deux bornes du même côté ; celle du milieu est celle du circuit oscillant, reliée par deux fils souples au condensateur ; celle de droite est celle du circuit détecteur-téléphone, reliée à l'une des bornes du détecteur et à l'une de celles destinées à la fixation des cordons du casque. Les deux bornes intermédiaires sont simplement reliées entre elles, fermant ainsi le circuit.

Il ne faut pas s'étonner, après les précautions de bon isolement que nous avons prises (notamment par l'emploi d'ébonite d'excellente qualité) de voir le condensateur variable directement fixé au bois de l'ébénisterie. Il importe peu, en effet, qu'un point *unique* du circuit oscillant ait son état électrique fixé par une communication plus ou moins directe avec le sol. Le schéma de la figure 19 que nous avons choisi pourrait même, *sans aucun inconvénient ni aucun avantage*, devenir celui de la figure 43, où le circuit oscillant et le circuit détecteur-téléphone ont chacun un point métalliquement relié à la terre. Bien mieux, certains amateurs s'imaginent

naïvement que cette communication est un perfectionnement caractéristique d'un montage nouveau, dit

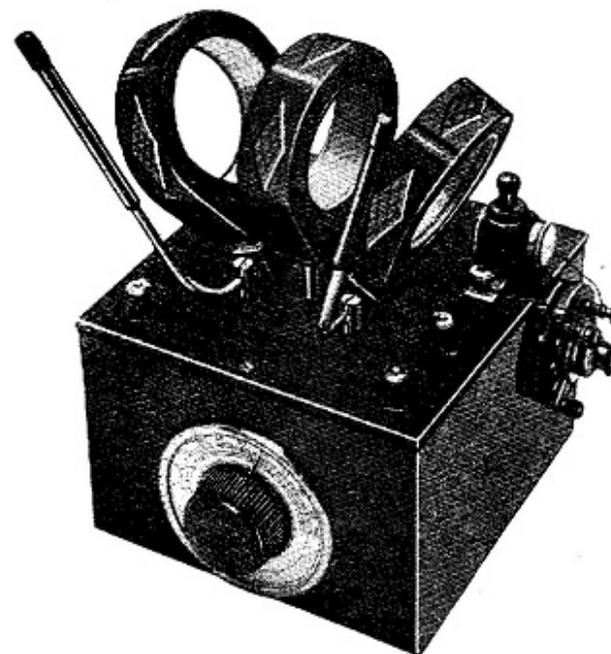


FIG. 42. — L'Hôpitodyne terminé, montrant les organes portés par le couvercle d'ébonite. Les deux bornes libres, à droite, sont destinées à recevoir le cordon du casque. Entre les deux autres bornes de droite est monté le détecteur. En plus du détecteur « Excentro », on voit ici, en expérience et branché par fils volants aux bornes de l'Excentro, un détecteur « Polycontact », dont la particularité est de posséder dix chercheurs, reposant simultanément sur la galène et reliés chacun à un plot ; une manette se déplaçant sur les plots permet de choisir le meilleur point sensible.

« Bourne », souvent utilisé dans les récepteurs à lampes. Il sera facile aux possesseurs d'un Hôpitodyne de constater que des résultats absolument identiques sont obtenus

nus avec ou sans communication d'un point du circuit oscillant avec la terre.

Support de bobines, détecteur, casque et condensateur fixe

Le support des bobines est un support triple, du modèle qui fut, il y a peu de temps encore, très employé dans la construction des appareils à lampes.

Le détecteur est un « Excentro », à l'exclusion du modèle de détecteur de bazar comportant un chercheur monté sur levier à rotules et une gaïène à l'air libre, exposée à la poussière. Lors de la prise de la photographie de la figure 42, un détecteur « Polycontact » était en expérience. On le voit, relié par deux fils volants aux deux bornes de l'Excentro.

Le casque, à relier aux deux bornes de droite restées libres, sera à deux écouteurs de 2000 ohms et choisi aussi sensible que possible.

On remarquera, sur le plan de montage, aux bornes du casque, un condensateur au mica de 1/1.000 de microfarad, qui ne figure pas au schéma théorique. Il n'est pas indispensable, mais sa présence améliore la réception, en facilitant le passage des courants à haute fréquence.

Une idée vraiment « géniale »

Particularité qui peut sembler bizarre *a priori* : le support triple des bobines n'est pas placé au milieu du couvercle d'ébonite, mais un peu en avant.

Il y a là l'exécution d'une idée que je ne craindrai pas de qualifier de géniale et dont voici l'explication :

Le schéma comportant trois circuits et la radio-diffusion deux gammes de longueurs d'onde, les « grandes » et les « petites », il faudrait, en principe, six bobines, pour la réception de toutes les émissions.

Quatre bobines qui en valent six

Ce nombre peut, heureusement, être réduit à quatre, en raison des deux particularités suivantes :

1° La bobine du circuit oscillant « petites ondes » constitue une excellente bobine *antenne-terre* « grandes ondes » ;

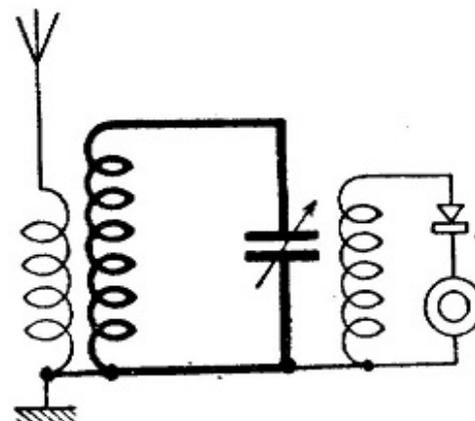


Fig. 43. — Il importe peu que le condensateur soit fixé directement au bois de l'ébénisterie et qu'une de ses armatures communique ainsi plus ou moins directement avec la terre. Chacun des trois circuits pourrait, comme le montre ce schéma, avoir un de ses points métalliquement relié au sol, sans aucun changement dans les résultats obtenus.

2° La bobine du circuit détecteur-téléphone « grandes ondes » peut rester à demeure sur son support et servir aussi pour les « petites ondes », à condition simplement, pour ces dernières, de l'écarter davantage du circuit oscillant.

De ces quatre bobines, trois seront toujours utilisées. La quatrième restera en réserve. Où la mettre ?

Double usage du mytérieux porte-bobine

C'est pour lui faire une petite place d'attente que le support triple a été légèrement avancé. Grâce à quoi deux douilles ont pu être placées à la partie postérieure du couvercle d'ébonite, douilles qui sont « mortes » et ne font partie d'*aucun circuit*. Elles servent uniquement de support pour la bobine qui n'est pas en service.

Et voyez comme les choses s'arrangent bien !

Les deux fils souples reliant la bobine médiane au condensateur variable auraient pu, une fois le couvercle d'ébonite en place, se prendre dans les lames de l'armature mobile. Les écrous de fixation des deux douilles mortes se trouvent là tout à fait à point pour y fixer par un fil de cuivre un petit morceau de tube de caoutchouc. En faisant passer le fil souple dans ce tube on est sûr qu'une fois le couvercle rabattu, il sera maintenu loin de lames mobiles du condensateur.

Un autre avantage inattendu !

A l'usage s'est révélé un troisième avantage, — tout moral celui-là ! — du génial dispositif des douilles mortes servant de support à la quatrième bobine.

Un amateur expérimenté, possesseur d'un récepteur à lampes, serait déjà souvent bien étonné de voir un appareil à galène à trois bobines.

« Comment ! m'a demandé l'un d'eux, vous avez une « réaction » avec votre galène ?... »

Mais lorsque, comme figure 1, la quatrième bobine est en place, derrière celle du circuit oscillant et perpendiculairement à elle, c'est bien autre chose ! Le plus malin, pour comprendre, va chercher midi à quatorze heures. Un grand technicien de la T. S. F., mondialement connu, en a lui-même donné sa langue au chat...

Quel prestige, pensez-vous, pour le constructeur de l'appareil !

CHAPITRE XI

MISE EN SERVICE ET REGLAGE DE L'HOPITODYNE

La mise en service du récepteur est des plus simples. Si vous êtes l'heureux possesseur d'une belle antenne extérieure, branchez-la directement à l'une *quelconque* des deux bornes du circuit antenne-terre et reliez l'autre borne à la terre.

Si, comme c'est mon cas, vous ne disposez que des fils du secteur comme antenne, gardez-vous d'en faire autant ! Vous feriez immédiatement sauter vos plombs et seriez en panne à la fois de lumière et de réception. Ne reliez votre récepteur au secteur que par l'intermédiaire d'un « bouchon » spécialement établi à cet usage (Intercept, Mikado, etc...), comme vous pouvez le voir figure 1.

Ce bouchon (1) contient simplement un condensateur fixe, qui laisse passer les courants de haute fréquence et arrête celui du secteur. On aurait pu en éviter l'emploi,

(1) Son aspect insolite est dû à un accident, dont la réparation d'infortune a été assurée au moyen d'un petit « pansement sec », comme il convient, naturellement, à un Hôpitalodyne fonctionnant dans un service de chirurgie !

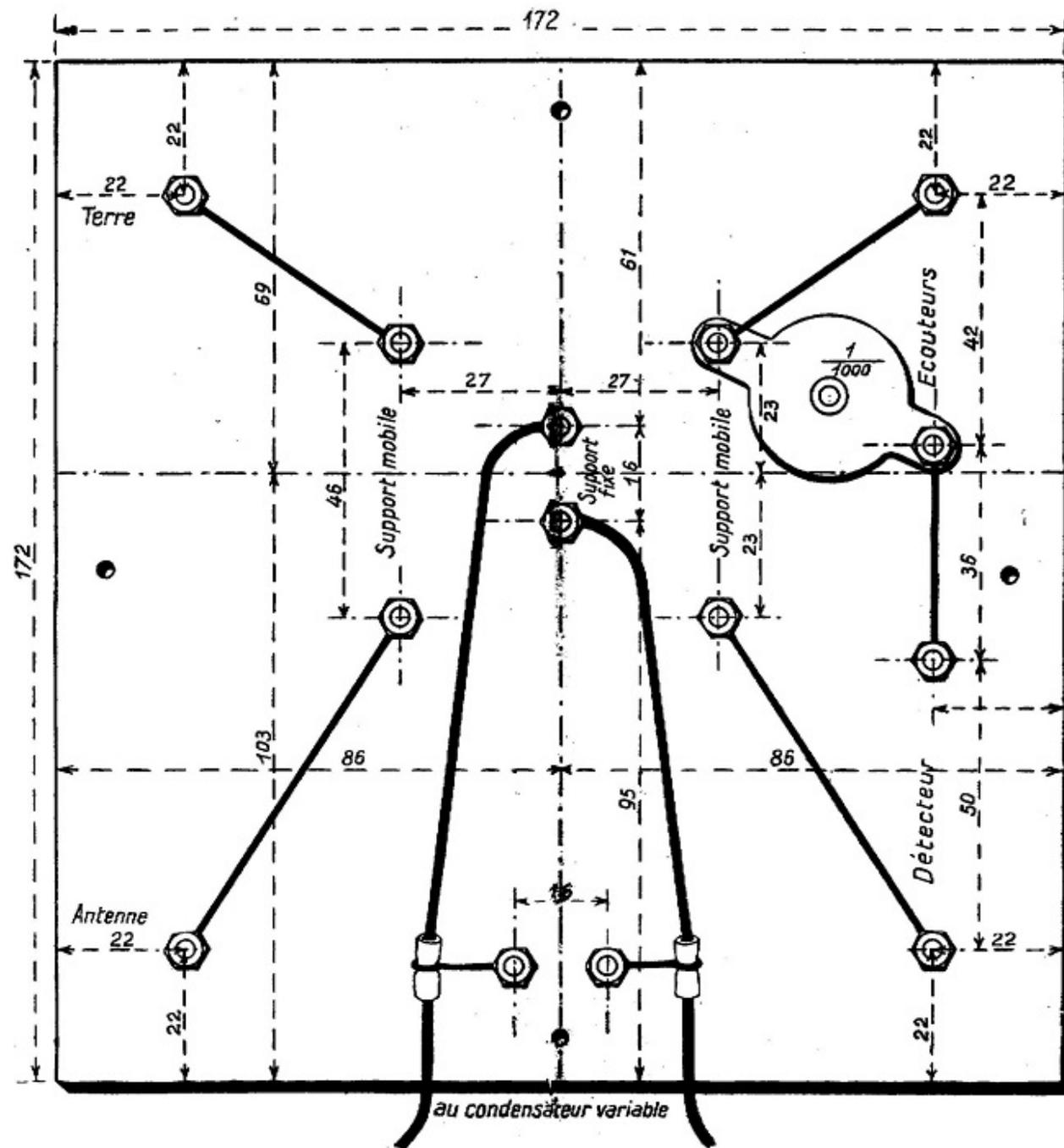


Fig. 44. — Plan de montage de l'Hôpitalodyne. Les cotes indiquées sont prévues pour un support triple, modèle « Gamma » ; elles seraient à modifier pour un support d'une autre marque. — Les deux écrous que l'on voit en bas et au milieu du panneau, sont ceux des deux douilles « mortes » servant de support à la

bobine inutilisée. Par l'intermédiaire d'un fil de cuivre et d'un morceau de tube de caoutchouc, ils supportent les deux fils souples reliant les douilles du support de la bobine du circuit oscillant aux armatures du condensateur variable.

en intercalant un tel condensateur dans le circuit antenne-terre, à l'intérieur du récepteur. Mais il y aurait eu, à cela, un double inconvénient D'abord, ce condensateur eût pu être nuisible, dans le cas de l'emploi de l'Hôpitalodyne sur petite antenne véritable. Ensuite, toute la connexion reliant le récepteur au secteur se serait trouvée sous la tension de celui-ci, avec, comme conséquences possibles, des secousses assez désagréables pour l'opérateur, s'il avait touché la borne « Antenne » ou une partie de fil mal isolée, ou bien la brusque mise dans l'obscurité de son appartement, par suite de fusion des « plombs », si un objet relié à la terre était venu au contact de ces mêmes points.

La « terre » pourra être la canalisation d'eau ou, à son défaut, celle du chauffage central.

Branchez le casque aux bornes qui lui sont destinées et assurez-vous que le détecteur est garni d'une *bonne galène naturelle*.

Les bobines à employer

Il ne reste plus qu'à mettre en place les bobines.

Dans la série « Gamma », avec un condensateur variable d'un *millième* de microfarad, les quatre bobines suivantes permettent l'accord sur la gamme complète des ondes de radio-diffusion :

N° 0 bis, self-induction : 65 microhenrys (22 spires).

N° 1 bis, self-induction : 180 microhenrys (45 spires).

N° 2 bis, self-induction : 612 microhenrys (90 spires).

N° 3, self-induction : 1.120 microhenrys (120 spires).

Pour les « petites ondes » (de 200 m. à 600 m.), placez, de gauche à droite : antenne-terre 0 bis ; circuit oscillant 1 bis ; détecteur-téléphone 2 bis.

Pour les « grandes ondes » (de 1000 m. à 2000 m.), antenne-terre 1 bis ; circuit oscillant 3 ; détecteur-téléphone 2 bis.

Si vous possédez d'autres bobines que les « Gamma », basez-vous, pour chercher l'équivalence, sur leur valeur en microhenrys. Si cette valeur n'est pas indiquée, recourez au nombre des spires. Bien qu'en principe, ce nombre ne signifie, à lui seul, *absolument rien*, il peut servir pour la comparaison de bobines de construction à peu près semblable.

La première écoute et la recherche des stations

La combinaison convenable de bobines étant en place, il ne vous reste plus qu'à vous mettre à l'écoute, à une heure où vous savez qu'une station assez puissante et pas trop éloignée doit être en cours d'émission.

Mettez la bobine « antenne-terre » et la bobine « détecteur-téléphone » au contact de la bobine « circuit oscillant ». Placez le chercheur sur la galène, en tournant le bouton qui se trouve à la partie supérieure du détecteur de façon que le point rouge soit du côté du porte-galène.

Tout cela fait, tournez lentement le bouton du condensateur variable de zéro au maximum.

Vous n'entendez rien ?

C'est peut-être que la station d'émission ne transmet pas.

Ou qu'elle est trop peu puissante pour qu'à la distance où vous vous trouvez, vous puissiez l'entendre.

Ou, *bien plus probablement*, que le point de la galène sur lequel repose le chercheur n'est pas assez sensible.

Essayez-en un autre, en faisant tourner d'un tour le bouton du détecteur (en ramenant toujours le point rouge du côté du porte-galène) et en parcourant de nouveau toute la graduation du condensateur.

Le principe des réglages « successifs »

Cette fois, vous percevez une musique sur la division 82 du condensateur. Ne touchez plus à celui-ci. Maintenant que vous tenez le réglage du circuit oscillant, retournez au détecteur et voyez si vous ne pourriez pas trouver un meilleur point.

Après quoi, sans plus toucher au détecteur, vous pourrez chercher, si vous le voulez, à préciser davantage le réglage du circuit oscillant.

Le principe est de ne s'occuper que *successivement*, et non à la fois, des deux réglages, tant pour obtenir un commencement de réception que pour rendre ensuite l'audition aussi forte que possible.

Quelques réglages, à titre d'exemples

A titre de renseignement, voici les réglages trouvés avec bobines « Gamma » et un condensateur variable dont la capacité maximum est peut-être un peu inférieure à un millième de microfarad et dont la graduation comporte 100 divisions :

Petites ondes : Radio-Vitus 30, Poste Parisien 32, Radio-L.-L. 38, Ecole Supérieure des P. T. T. 47 1/2, Beromunster 49, Prague 53.

Grandes ondes : Tour Eiffel 71, Radio-Paris 85.

Si aucune émission indésirable ne vient gêner votre réception, vous pouvez laisser les trois bobines au contact les unes des autres. Même dans cette position, leur couplage est beaucoup moindre que celui des circuits confondus qu'on rencontre dans de nombreux montages, et votre récepteur possède déjà une très bonne sélectivité.

Découplage progressif et sélectivité

Mais voici que, malgré cette sélectivité, vous êtes gêné par une émission que vous ne désirez pas entendre !

Laissez, pour le moment, la bobine « détecteur-téléphone » au contact de celle du circuit oscillant. Agir maintenant sur elle ne vous procurerait aucun avantage.

Ecartez un peu la bobine « antenne-terre »...

Résultat immédiat : *la réception devient aussitôt moins intense*, et là se termine ordinairement l'expérience pour un amateur non prévenu, qui s'empresse de ramener la bobine à la position de contact et de proclamer qu'un récepteur à couplage variable ne vaut rien parce que, dès qu'on écarte les bobines, on n'entend plus rien !

Retouches nécessaires du réglage

Le naïf ne sait pas que lorsqu'on écarte la bobine antenne-terre, cela a pour effet de modifier le réglage du circuit oscillant. Vous qui le savez, vous allez cesser d'écartier la bobine antenne-terre dès que l'intensité de la réception aura un peu diminué et, abandonnant provisoirement la bobine, vous allez chercher le nouveau réglage du condensateur, qui se trouvera, selon les cas, au-dessus ou au-dessous de celui d'abord trouvé.

Avec ce nouveau réglage, vous retrouverez l'intensité première de votre réception, et vous constaterez avec plaisir que vous entendez déjà beaucoup moins fortement l'émission brouilleuse.

Si elle vous gêne encore, vous écarterez un peu plus la bobine antenne-terre, puis vous retoucherez de nouveau le réglage du condensateur. L'émission gênante sera entendue encore plus faiblement, tandis que la réception désirée aura à peine diminué d'intensité.

A mesure que vous procéderez à ces retouches successives de la position de la bobine antenne-terre et du réglage du condensateur, vous constaterez que ce dernier réglage devient de plus en plus précis et se modifie de moins en moins, tandis que l'intensité de réception de la station brouilleuse baisse beaucoup plus rapidement que celle de la station que vous voulez entendre.

Un supplément de sélectivité

Lorsque vous aurez déjà obtenu ainsi une grosse amélioration de la sélectivité, *mais alors seulement*, vous pourrez encore en obtenir une supplémentaire en écartant, à son tour, la bobine détecteur-téléphone. Cet écartement n'aura d'ailleurs pas autant d'efficacité que celui de la bobine antenne-terre et ne modifiera pas sensiblement le réglage du condensateur.

Vous pourrez arriver ainsi facilement, pour les « petites ondes », à un écart de 45° et davantage de part et d'autre de la bobine du circuit oscillant (un peu moins pour les « grandes ondes ») et vous constaterez alors que des émissions qui ne sont pas séparables sur un récepteur ordinaire, le sont très facilement sur celui-ci (1).

Où une galène bat des lampes...

M^{me} Téraisie-Brouilletou, la surveillante dont j'ai eu l'occasion de parler, possède un récepteur à trois lampes du commerce. Sur « petites ondes », avec ma galène, j'élimine *beaucoup plus facilement qu'elle* l'émission d'une station parisienne qui fonctionne, à moins de 1.500 mètres dans le même arrondissement.

...qui peuvent d'ailleurs prendre une facile revanche

Il y a cependant à tout une limite.

Trop près d'une station trop puissante, l'élimination de l'émission de cette station exigerait un affaiblissement tel de la réception elle-même, qu'il ne serait plus admissible.

(1) C'est avec un écartement aussi grand que possible qu'ont été notés les réglages indiqués ci-dessus à titre d'exemple. Celui correspondant à l'émission des P. T. T. (47 1/2 et non 47 ou 48) montre à quelle précision on peut arriver dans ces conditions.

C'est là que pourrait triompher un récepteur à lampes bien étudié (ils ne le sont pas tous !), car les lampes, elles, permettent d'ajouter de l'énergie, alors que la pauvre galène ne peut que s'appliquer à n'en perdre que le moins possible.

Conclusion

« *Le secteur n'est pas une antenne* », on ne saurait trop le répéter. S'en servir, comme d'antenne, c'est un peu comme si l'on voulait faire la cuisine dans un cha peau ou jouer de l'accordéon avec un soufflet.

Mais on peut toujours essayer !

C'est la loterie, et, la chance aidant, on peut tirer un bon numéro. Mais on n'a pas le droit de se plaindre, s'il n'est que médiocre ou même mauvais.

Je n'entendais pas les concerts de la « T. S. F. à l'Hôpital ». Entre la prise de courant placée à la tête de mon lit et le radiateur qui se trouve à proximité, j'entends maintenant, avec des intensités diverses, non seulement cette émission de la « T. S. F. à l'Hôpital » — *Dominus nobiscum !* — qui m'est spécialement destinée, mais aussi les émissions de toutes les stations parisiennes et même, à l'occasion, celles de deux stations étrangères !

Mon lot, à la radio-loterie du secteur, n'a donc pas été trop mauvais. Je souhaite, cher lecteur, que le vôtre soit encore meilleur.

Vous serez sûr, en tous cas, d'avoir de bons résultats, si vous pouvez disposer d'une antenne *véritable*, surtout si elle est grande et assez élevée au-dessus de votre récepteur.

TABLE DES MATIERES

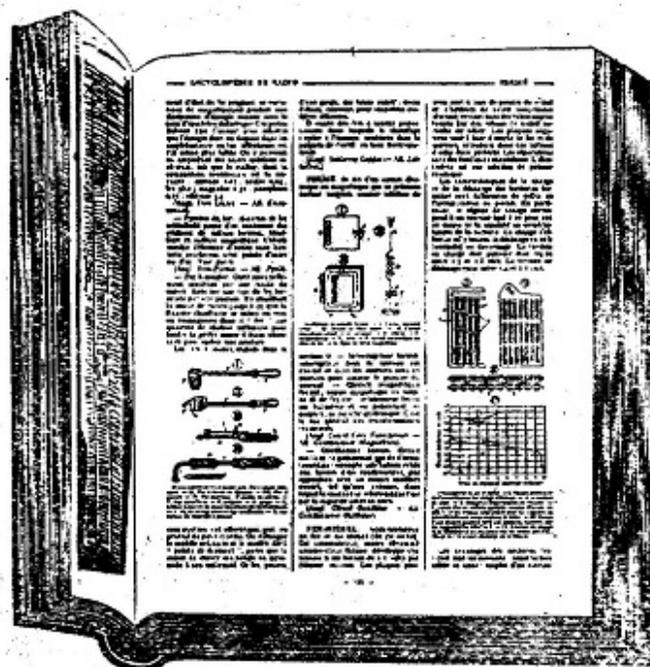
PROPOS PRÉLIMINAIRES, qui ne sont pas une préface	9
CHAPITRE PREMIER. — Intérêt et avantages de la réception sur galène	13
CHAPITRE II. — Augmentation de la sensibilité par l'« accord » des circuits	25
CHAPITRE III. — Comment l'accord permet d'obtenir de grands effets par l'addition de petites causes	37
CHAPITRE IV. — Comment la diminution des pertes d'énergie permet d'obtenir sensibilité et sélectivité	53
CHAPITRE V. — A la recherche d'un bon montage	71
CHAPITRE VI. — A la recherche d'un bon condensateur	103
CHAPITRE VII. — A la recherche de bonnes bobines	117
CHAPITRE VIII. — A la recherche d'un bon détecteur, de bons écouteurs téléphoniques et de bonne ébonite	144
CHAPITRE IX. — A la recherche d'un bon mode de couplage et de bons supports de bobines	153
CHAPITRE X. — Construction de l'Hôpitodyne	161
CHAPITRE XI. — Mise en service et réglage de l'Hôpitodyne	169

Le Livre indispensable à tout Amateur de T. S. F. :

L'ENCYCLOPÉDIE de la RADIO

par Michel ADAM, Ingénieur E. S. E.

VÉRITABLE DICTIONNAIRE



Tous les Termes concernant la Radio-Electricité

avec leur Traduction en français et en anglais

Un volume relié toile, fers spéciaux

Prix : 50 francs (Port : 4 francs)

E. CHIRON, éditeur, 40, rue de Seine, Paris (6^e)