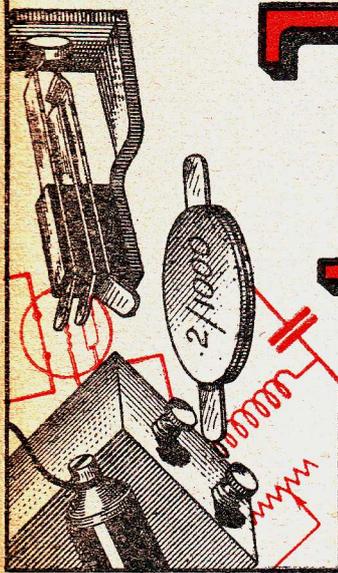


E. AISBERG

# J'AI COMPRIS

LA

# T.S.F.



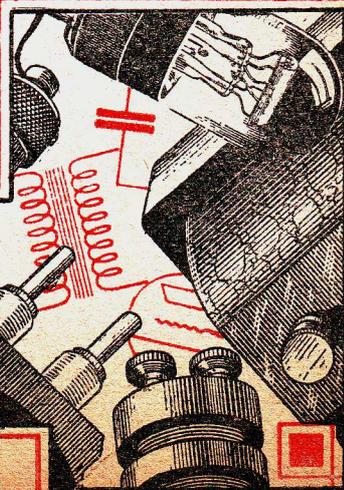
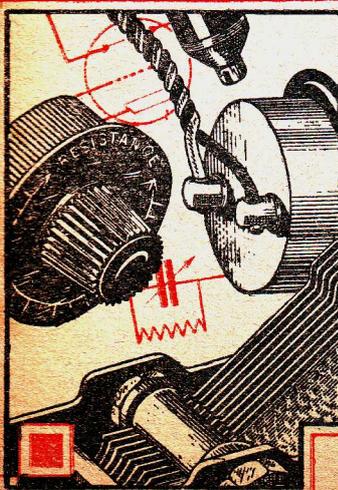
LA THÉORIE DE LA T. S. F.  
EXPLIQUÉE EN 16 CAUSERIES  
AMUSANTES

Notions élémentaires d'électricité.  
— La lampe de T.S.F. — Selfs et condensateurs. — Hétérodyne. — Emission en télégraphie et téléphonie. — Résonance. — Accord. — Récepteurs à galène. — Détection par lampe. — Amplificateurs H.F. et B.F. — Le montage T.P.T. 8. — Le superhétérodyne. — Le neutrodyne.

Préface de  
C. R. MESNY

Dessins de  
H. GUILAC

Nouvelle Édition



E. CHIRON, ÉDITEUR, PARIS

**J'AI COMPRIS  
LA T.S.F.**

Cet ouvrage est paru :

**En ESPERANTO**

(*Internacia Radio-Revu.*, Paris, années 1926 et suivantes.)

**En ALLEMAND**

(*Radio für alle*, Stuttgart, 1930 et sous forme de volume *Jetzt hab' ich's verstanden*, Edition Franckh, 1931.)

**En ITALIEN**

(Sous forme de volume *Ora so che cosa è la radio*, Edition *Riccardo Zannoni*, Padoue, 1930.)

**En HONGROIS**

(Sous forme de volume, *Most már értem a rádiót!* Edition *Kaldor*, Budapest, 1932.)

**En SLOVÈNE**

(Sous forme de volume, *Sedaj vem, Kaj je radio*, Edition *Uciteljska Tiskarna*, Ljubljana, 1932.)

**En GREC**

(*Η επιστημη δι'ολογισ* Athènes, année 1931, et sous forme de volume *Τωρα καταλαβα τη Ραδιοφωνια* Edition *La Science pour Tous*, Athènes, 1932.)

**En ESTHONIEN**

(*Raadioleht*, Tallinn, année 1931 et sous forme de volume *Nüüd ma tean*, édition *Ringraadio*, Tallinn, 1932.)

**En TCHÈQUE**

(*Radio-Journal*, Prague, année 1927, *Radio-Amator*, Prague, année 1929 et sous forme de volume *Rozmluvy o Radiu*, Edition *Orbis*.)

**En PORTUGAIS**

(*Leitura para Todos*, Rio de Janeiro, années 1927 et suivantes.)

**En ROUMAIN**

(*Revista Industrială*, Bucarest, années 1927 et 1928 et sous forme de volume *Ce este Radio*.)

**En BULGARE**

(*Телеграфо-Пощенско и Телефонно Дѣлѡ*,

Organe des P. T. T., Sofia, années 1927 et 1928.)

En préparation :

Editions Finlandaise, Espagnole, Russe et Turque.

**Autres ouvrages du même auteur :**

**Les postes de T. S. F. alimentés par le secteur** (Etienne CHIRON, Editeur, 1930).

**Télévision et Phototélégraphie** (Etienne CHIRON, Editeur, 1931).

**Comment recevoir les ondes courtes avec tout poste de T.S.F.** (Etienne CHIRON, Editeur, 1931).

**E. AISBERG**

Ingénieur

---

# **J'AI COMPRIS L A T . S . F .**

---

PRÉFACE DE

**RENÉ MESNY**

Directeur du Laboratoire National  
de Radioélectricité

---

TRADUIT DE L'ESPERANTO PAR  
**PAUL BENOIT**

---

DESSINS DE

**H. GUILAC**

---

---

**4<sup>e</sup> ÉDITION**

revue et corrigée

---

---

Etienne **CHIRON**, Éditeur

40, Rue de Seine, PARIS

---

1932

Tous droits de traduction, reproduction  
et adaptation totale ou partielle sont réservés  
pour tous les pays y compris la Suède,  
la Norvège et l'U.R.S.S.

*Copyright by E. Aisberg  
Paris, 1932.*

## PRÉFACE

---

*A quoi bon écrire une préface? On ne la lira pas.*

*J'ai songé à économiser ma peine; mais je tenais beaucoup à inscrire mon nom à côté de celui de mon jeune ami Aisberg. J'ai eu l'idée malhonnête de laisser annoncer la préface et de mettre son absence sur le compte d'une grossière erreur typographique; je me suis arrêté à temps sur cette mauvaise pente.*

*Pour être sincère, je dois d'ailleurs avouer que ce retour au bon chemin n'est pas la seule conséquence d'un bon naturel; j'avais une raison pour risquer ma chance d'être lu*

*Vous avez peut-être remarqué que ce livre est traduit de l'Esperanto; or, je suis à la fois assez raisonnable pour comprendre les bénéfices que procurera une langue auxiliaire et assez fou pour estimer qu'une telle langue est réalisable et même qu'elle existe avec toutes les qualités requises.*

*Mon intention n'est pas de justifier ici cette opinion, la chose est faite depuis longtemps ailleurs et très bien. Je veux seulement faire savoir qu'une expérience personnelle, de plus d'un quart de siècle, m'a convaincu de la valeur de l'Esperanto. Il ne s'agit plus de projets, d'essais plus ou moins douteux, mais d'une langue vraiment vivante, adaptée à tous les besoins, riche d'une littérature de plusieurs centaines de volumes, parlée par quelque cent mille hommes sur toute la surface du globe. Je reviens d'Anvers où, à l'occasion d'un Congrès, j'ai fait une conférence sur les Applications de la Radio Electricité à la Navigation; j'avais plus de 200 auditeurs de toutes nationalités.*

*Il est clair que, même dans ces conditions, l'Esperanto n'est pas encore un instrument de profit et que la petite*

*somme de travail nécessaire à son acquisition doit être dédiée à un idéal, c'est là aujourd'hui son plus grand défaut. Mais les satisfactions que procure son étude sont une large compensation de la peine qu'elle peut coûter et je crois jeter ma semence en bonne terre en m'adressant à ceux qui viendront chercher dans ce livre le plaisir de connaître.*

*Ce plaisir, je suis sûr qu'ils le trouveront dans les pages qui suivent. M. Aisberg a eu l'excellente idée de placer à la base de ses explications la notion de l'électron; tout en s'adaptant aux idées modernes sur l'électricité, cette manière de faire lui a permis d'entrer bien davantage dans la nature des phénomènes. Etant plus nouveau, et plus près de la vérité, il est plus attrayant.*

*Ce n'est pas que cette méthode lui ait permis de supprimer toutes les difficultés que présentent les explications élémentaires dont le calcul est proscrit; parfois il a dû avoir recours à des analogies mécaniques et même une ou deux fois il a fallu faire donner l'argument d'autorité : « Je dis, donc c'est vrai »; c'est qu'alors il n'y avait pas d'autre ressource. En ce faisant il a toujours prévenu le lecteur pour que celui-ci ne se fatigue pas, comme il arrive, à comprendre l'incompréhensible.*

*Le contenu de ce livre a paru dans Internacia Radio Revuo par articles successifs et c'est un avantage d'avoir conservé cette forme dans la traduction. Les questions sont ainsi nettement séparées, les sommaires, qui chaque fois rappelaient le chemin parcouru dans les précédents articles et engageaient le lecteur à revoir avec soin telle ou telle partie déjà traitée, aideront beaucoup le débutant à connaître les points sensibles sur lesquels il devra s'attarder et qu'il n'assimilera sans doute pas sans effort.*

*Je ne m'étends pas sur les avantages de la forme dialoguée adoptée par M. Aisberg; il les a lui-même fort bien mis en lumière. Ce n'est pas tout d'indiquer au voyageur les chemins qui conduiront au but; si ce voyageur a l'esprit vif et indépendant, il faut aussi lui montrer les mauvaises routes et pour bien le convaincre, il est souvent nécessaire de les suivre un*

*moment avec lui; Curiosus a été pour cela d'un précieux secours, il s'est lui-même lancé dans toutes les mauvaises directions, il a dessiné des schémas faux que son maître a consciencieusement barrés.*

*Et maintenant que j'ai écrit ma préface, je ne suis pas convaincu d'avoir fait œuvre utile; on ne me lira pas!*

*J'ai eu au moins le plaisir de témoigner ma sympathie à l'auteur de ce livre et d'avoir proclamé une fois de plus l'importance que j'attache à l'étude de l'Esperanto.*

René MESNY.

---

## AVANT-PROPOS

---

*Il n'est plus utile de noter maintenant, dans l'avant-propos d'un livre traitant de la Radio, la grande importance de cette technique encore nouvelle, mais dont le développement est déjà gigantesque. Il serait difficile, actuellement, de trouver dans un pays cultivé, une personne qui n'ait entendu, au moins une fois dans sa vie, une émission radiophonique. Mais, alors que beaucoup de personnes connaissent la Radio, peu d'entre elles en ont pénétré les principes fondamentaux. On ne peut que déplorer cette situation : car cette ignorance complète d'une science qui constitue l'un des facteurs les plus importants de la vie moderne n'est rien moins qu'étrange ; et, au surplus, cette science est si belle et si intéressante que l'étude en offre par elle-même, à un esprit curieux, une jouissance des plus pures.*

*Mais, est-ce que la science de la Radio ne nécessite pas des connaissances spéciales en électricité et en mathématiques? est-il possible de l'étudier sans préparation spéciale?*

*Il existe déjà une belle collection de livres populaires de vulgarisation. Malheureusement, la plupart offrent une lacune généralement constatée dans beaucoup d'œuvres de ce genre : ou bien, pour simplifier les explications, ils exposent d'une manière fautive les phénomènes de la Radio, ou bien, s'ils les expliquent, ils le font suivant le procédé des livres d'étude, en exposant sèchement les lois générales de l'électricité.*

*Le but de cet ouvrage est de ne donner que les connaissances les plus élémentaires de la théorie de la Radio, mais en les conservant toujours justes et conformes aux derniers progrès de la science. Dans ce petit livre, je n'ai introduit, de la théorie générale de l'électricité, que le strict nécessaire pour faci-*

liser la compréhension. Je me suis efforcé de tout expliquer sans mathématiques (tout en offrant aux calculateurs quelques notes que les autres lecteurs pourront délaissier), de procéder par une sélection d'analogies bien choisies et d'exemples concrets, en un mot d'expliquer de telle façon que toute personne capable de penser logiquement, puisse comprendre sans difficulté tous les points traités.

Je crois que j'ai réussi à atteindre le but que je m'étais assigné et cela grâce à l'utilisation, dès le début de mes explications, de la théorie électronique qui paraît si compliquée, mais qui, en fait, est si simple et conforme aux conceptions scientifiques de ces dernières années. C'est précisément cette initiation du lecteur à la théorie des électrons qui m'a permis d'éviter ces raisonnements ennuyeux au sujet de l'électricité et du champ magnétique, d'expliquer d'une manière exacte les lois des courants continu et alternatif (d'expliquer même le mot mystérieux « courant » et cela dès la première causerie) et enfin, de faire tenir dans seize courts chapitres un sujet suffisamment vaste. En fait, celui qui aura parcouru ce livre, aura pu apprendre tout ce qu'il faut savoir de l'électricité, de l'émission radiophonique et des procédés les plus récents de la réception (en terminant par les neutrodynes et les superhétérodynes). J'ai évité avec soin de citer dans ce livre tout ce qui est démodé ou déjà ancien.

La méthode suivant laquelle ce livre est écrit est originale, non pas que j'aie voulu absolument faire quelque chose différent de ce qui a été fait jusqu'ici, mais parce qu'autrement, je n'aurais pas atteint le but que je me proposais. C'est pourquoi les sujets traités tour à tour se suivent dans un ordre paraissant anormal. Au lieu de partir, ainsi que le font la plupart des auteurs, du récepteur à galène pour arriver peu à peu au récepteur à lampes et terminer par quelque poste d'émission archaïque, je commence par la théorie de la lampe de T. S. F. (qui est en fait la principale et la plus admirable partie de l'appareil), je démontre ensuite le fonctionnement d'un appareil émetteur à lampes et enfin seulement, je passe aux appareils récepteurs.

*A l'exemple d'une des meilleures œuvres de vulgarisation existant actuellement (Ecole de Chimie, par W. Ostwald), j'ai choisi pour ce livre, la forme dialoguée, préférable pour plusieurs raisons. Elle permet de traiter le sujet d'une façon moins sèche, plus vivante et souvent les questions posées par le jeune neveu Curiosus, correspondront à celles qui se présentent naturellement à l'esprit du lecteur.*

*Enfin, j'insisterai encore sur le point suivant : ce livre n'est pas un roman. Je n'ai pas eu la prétention de faire un ouvrage assimilable sans quelque effort de digestion spirituelle. Sa brièveté m'a obligé à un style un peu concis. On doit donc lire très attentivement et même se reporter souvent aux chapitres précédents. C'est seulement en suivant avec une attention soutenue l'enchaînement logique de la pensée que vous réussirez à jouir pleinement de ce plaisir raffiné : Apprendre !*

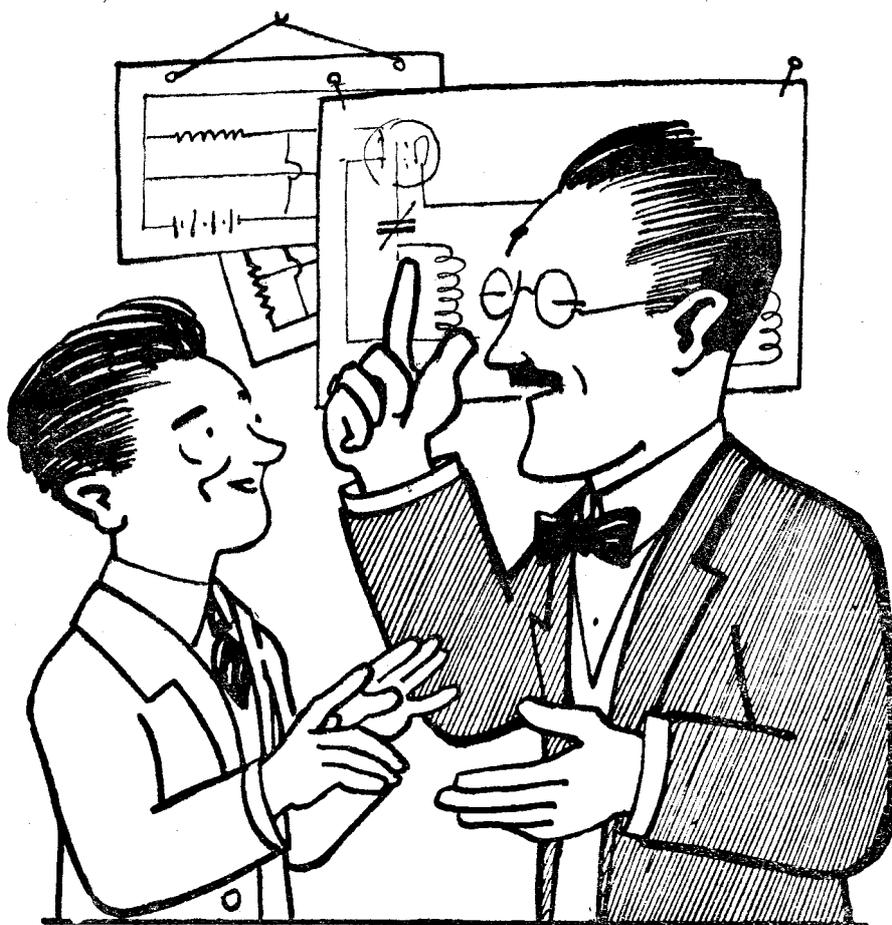
*Et si mon modeste travail ne fait qu'éveiller chez le lecteur un intérêt pour la radioélectricité, et l'inciter à approfondir ses connaissances par l'étude de livres plus sévères, mon but sera atteint.*

E. A.

*P. S. Avant de terminer cet avant-propos, je veux m'acquitter d'un devoir des plus agréables : c'est de remercier cordialement le Docteur Pierre Corret et M. Marcel Boll de leurs conseils qui m'ont été de grande utilité, et M. Paul Benoît de toute la bonne volonté avec laquelle il prodigua son art de traducteur.*

---

## PERSONNAGES DU DIALOGUE



**CURIOSUS**, 16 ans. Le trait particulier de son caractère est sa curiosité toujours éveillée. A quelques faibles notions de physique et de mathématiques. En somme, un brave garçon que vous connaîtrez mieux en lisant ce livre.

**RADIOL**, son oncle. 35 ans, ingénieur de T.S.F. Un peu malicieux, imperturbablement calme, n'a rien de « professoral ». Peut-être un peu paresseux... ou faisant semblant de l'être...

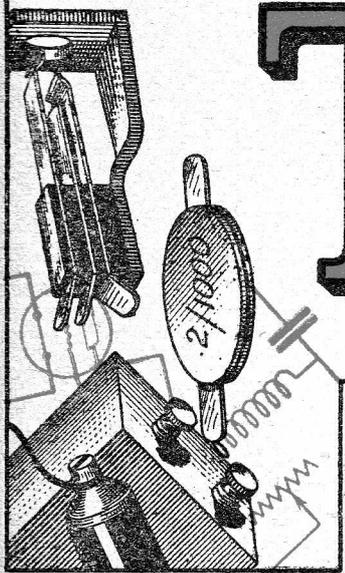
Toutefois un oncle idéal que je vous souhaiterais à vous aussi.

E. AISBERG

# J'AI COMPRIS

LA

# T.S.F.

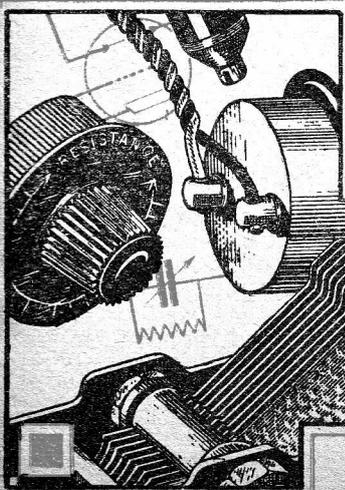
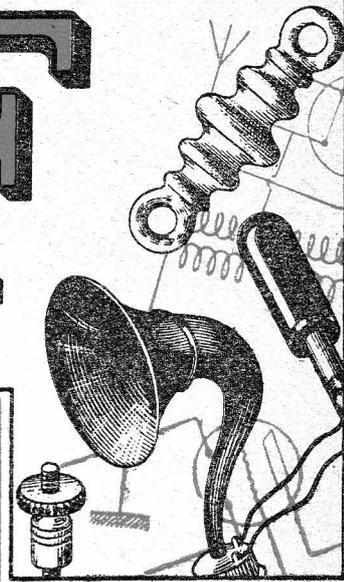


Préface de  
C. R. MESNY

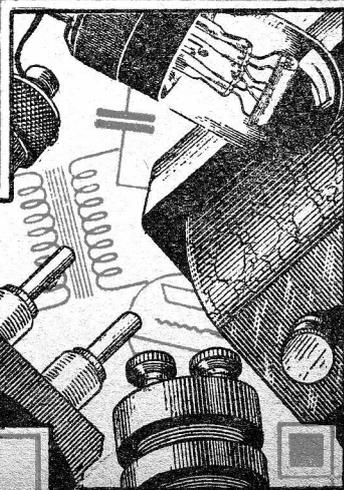
LA THÉORIE DE LA T. S. F.  
EXPLIQUÉE EN 16 CAUSERIES  
AMUSANTES

Notions élémentaires d'électricité.  
— La lampe de T.S.F. — Selfs et condensateurs. — Hétérodyne. — Emission en télégraphie et téléphonie. — Résonance. — Accord. — Récepteurs à galène. — Détection par lampe. — Amplificateurs H.F. et B.F. — Le montage T.P.T. 8. — Le superhétérodyne. — Le neutrodyne.

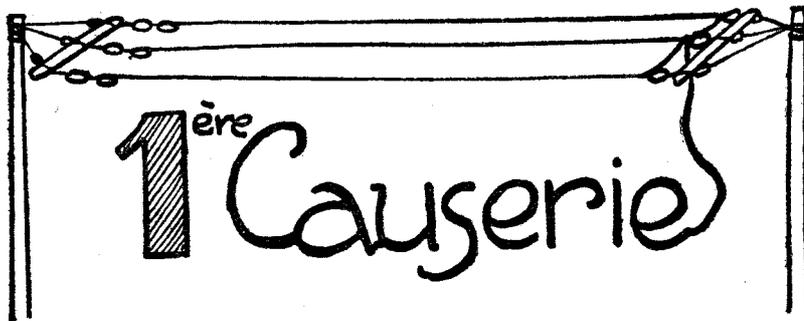
Dessins de  
H. GUILAC



Nouvelle Édition



E. CHIRON, ÉDITEUR, PARIS



# 1<sup>ère</sup> Causerie

## CURIOSUS COMMENCE A COMPRENDRE

*Dans cette première causerie, l'auteur trace en traits les plus généraux l'esquisse des procédés employés pour l'émission et la réception en T. S. F. Au cours des causeries suivantes des détails de plus en plus nombreux seront brossés sur cette esquisse ; ils la compléteront et la rendront de cette façon plus compréhensible.*

*En même temps dans la causerie ci-après, le lecteur trouvera les connaissances de la théorie électronique nécessaires pour lui permettre de comprendre plus facilement tout ce qui suivra.*

### Curiosus avoue son ignorance totale.

CUR. — Dites-moi, mon oncle, comment fonctionne la téléphonie sans fil ?

RAD. — Oh ! Mon cher petit neveu, cela est très long à expliquer, d'autant plus que vous ne connaissez rien à l'électricité. Cependant, en principe, l'affaire se présente comme il suit. En un point du globe terrestre, nous avons un fil métallique, nommé antenne, dans lequel des appareils spéciaux produisent un courant de haute fréquence. A son tour, ce courant produit dans l'éther environnant des vibrations qui se répandent sous la forme d'ondes électromagnétiques. Dans un autre endroit, nous avons une antenne réceptrice, dans laquelle les ondes arrivent et font naître des courants de haute fréquence dont l'existence peut être décelée par des appareils spécialement aménagés. Vous avez compris, maintenant ?

CUR. — Rien du tout !

RAD. — Je le supposais. Je vois que je devrai donner des explications plus détaillées. Donc...



**Jeux intéressants.**

CUR. — Je voudrais d'abord savoir ce qu'est le courant électrique.

RAD. — Dans les livres scientifiques, il est défini comme un transport d'électricité, mais...

CUR. — Mais je ne sais même pas ce que c'est que l'électricité !

RAD. — C'est juste ! Dites-moi, vous savez ce qu'est un atome !

CUR. — Oh, oui ! Vous m'avez déjà raconté cela. L'atome constitue la plus petite parcelle de matière.

RAD. — Bien ! Mais je ne vous ai pas dit que l'atome se compose de parcelles encore plus petites.

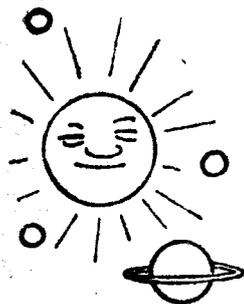
CUR. — Pardon, mon oncle ! Vous m'avez dit auparavant que l'atome est indivisible; et je le crois, car il est très petit.

RAD. — C'est ma faute. Je fus alors obligé de mentir un peu, pour que vous puissiez vous représenter plus clairement la chose.

Autrefois, on pensait ainsi. Certainement, l'atome est très petit. Ainsi par exemple, un gramme d'hydrogène contient 600 000 000 000 000 000 000 d'atomes. Mais, il y a quelques années, le physicien Rutherford prouva que les atomes présentent une réunion suffisamment compliquée de parcelles encore plus petites que l'on a appelées *électrons* et *protons*. En fait, l'atome ressemble beaucoup à notre système solaire, avec son soleil central et les planètes tournant autour de lui. Au centre de l'atome, au lieu du soleil, nous avons un groupe de protons et d'électrons. Autour de ce groupe, qui forme le noyau de l'atome, les électrons tournent à des distances diverses. Généralement, le nombre des électrons est égal à celui des protons (fig. 1).

CUR. — Cela ressemble tout à fait au jeu, dans lequel un groupe de fillettes se tient dans le milieu d'un cercle, formé par un même nombre de garçons qui courent autour en chantant.

RAD. — L'exemple est bien choisi ! D'autant mieux que la psy-



chologie des électrons et des protons ressemble à celle des enfants. Dans leurs affinités, ils obéissent à la règle suivante : les électrons et les protons s'attirent réciproquement; mais les électrons n'aiment pas les électrons et ils les repoussent ; de même, les protons repoussent les protons.

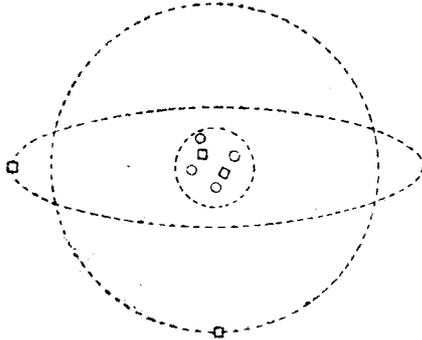


FIG. 1. — Constitution générale d'un atome. Dans son centre se trouve un groupe de protons et d'électrons (représentés ici par quatre cercles et deux carrés). Ils constituent le noyau de l'atome. Autour de ce noyau des électrons (ici, deux petits carrés) tournent à des distances diverses.

CUR. — Etonnant ! C'est comme les garçons qui aiment à courtiser les fillettes, et, souvent, lorsqu'ils se trouvent en concurrence, ils se disputent violemment. De même, les gamines ne se font pas une moindre concurrence ! Mais ces électrons et ces protons sont vraisemblablement très petits ?

RAD. — Certainement. Un électron pèse seulement

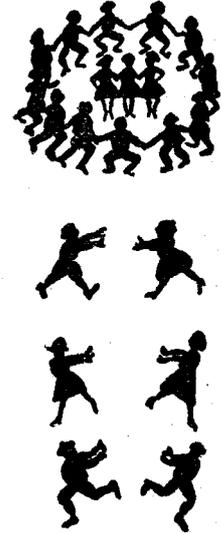
9  
 $\frac{9}{10\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000}$  de gramme

Dans l'atome de l'hydrogène, il n'y a qu'un proton, autour duquel tourne un électron. Mais les atomes des autres corps sont plus compliqués et contiennent parfois quelques centaines de protons et d'électrons.

**Les électrons versatiles.**

CUR. — J'aimerais cependant à savoir quelle relation ces explications peuvent avoir avec l'électricité.

RAD. — Une relation très simple : les électrons sont des parcelles d'électricité négative. Quand, dans un atome, les protons et les électrons sont en nombre égal, nous disons que l'atome est neutre. Quand il y a plus de protons que d'électrons, il est positif, ou positivement chargé. Au contraire, quand il y a plus d'électrons que de protons il est négatif, ou chargé négativement (fig. 2).



CUR. — Comment la quantité des électrons peut-elle donc augmenter ou diminuer ?

RAD. — Voyez : dans les atomes, il y a des électrons qui sont beaucoup plus éloignés du centre que les autres. Donc, ils sont faiblement rattachés au noyau central de leur atome : s'ils atteignent une région dans laquelle se fait sentir la force d'attraction de l'atome voisin, ils peuvent sauter dans ce dernier...

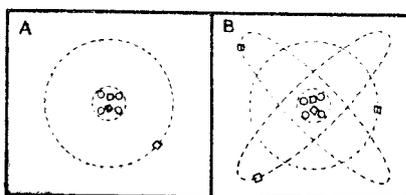


FIG. 2. — L'atome représenté en A est positif, car il lui manque un électron ; l'atome en B est négatif, parce qu'il a deux électrons en trop.

CUR. — Oh ! Quels enfants inconstants.

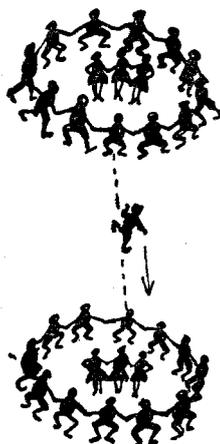
RAD. — Oui ! Ces électrons infidèles aiment à aller d'un atome à l'autre. Ce sont les comètes du système électronique. Dites-moi donc ce qui arrivera, quand un électron d'un atome neutre sautera dans un autre atome neutre ?

CUR. — Le premier deviendra positif et le second négatif.

RAD. — Je vois que vous avez compris. Maintenant, regardez ce que je vais faire. Il y a dans ce verre une solution d'acide sulfurique. J'y introduis deux bâtonnets, l'un de cuivre et l'autre de zinc. L'acide sulfurique a la propriété de dissocier des atomes positifs de zinc et de cuivre, mais plus des premiers que des seconds.

CUR. — Par suite, le cuivre devient positif et le zinc négatif.

RAD. — Maintenant, je réunis les extrémités des deux bâtonnets par un fil métallique (fig. 3). Alors, les électrons inconstants des atomes neutres du fil métallique, voisins du bâtonnet de cuivre, sauteront dans les atomes positifs du cuivre et les rendront neutres. Mais à leur tour, les atomes abandonnés deviennent positifs et attirent les électrons des autres atomes, etc. Par conséquent, c'est comme si les électrons coulaient du zinc au cuivre à travers le fil métallique. Voilà ce que l'on appelle le courant



électrique. Il consiste effectivement en une migration d'éléments négatifs du zinc au cuivre, mais comme on ne savait rien des « électrons » à l'époque où l'on a « choisi » arbitrairement la direction du courant, on fit erreur dans le choix et, encore maintenant, dans une expérience comme la nôtre, on dit ordinaire-

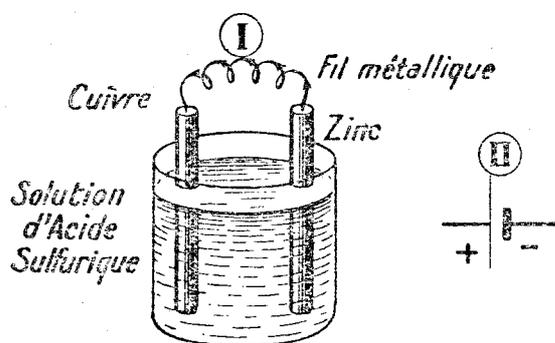
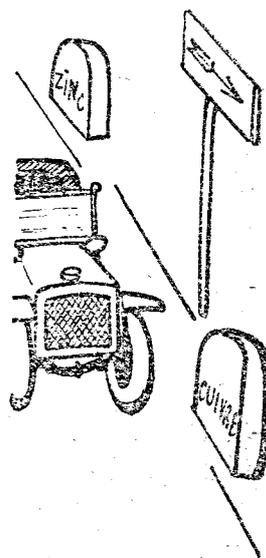
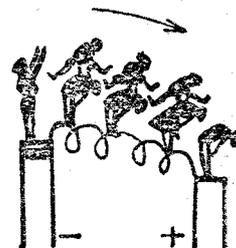


FIG. 3. — I. Des bâtonnets de cuivre et de zinc plongés dans de l'acide sulfurique constituent un élément galvanique (une pile). Les électrons se dirigent à travers le fil, réunissant les deux bâtonnets du zinc vers le cuivre. Cette migration des électrons est appelée *courant électrique*.

En II est représenté le symbole de la pile, employé dans les schémas de T. S. F.

ment que le courant électrique va, à travers le fil métallique, du cuivre au zinc, comme s'il se composait de particules positives. En réalité, ce n'est pas exact, mais l'erreur est sans importance si l'on se souvient seulement que la direction du courant, telle qu'elle fut autrefois déterminée, est en sens inverse de la direction effective du courant des électrons.

CUR. — Maintenant, je comprends. Ainsi, il y a beaucoup de groupes de joueurs ; dans le premier, il manque quelques garçons, dans le dernier, il y en a quelques-uns en trop. Alors, de la deuxième partie, il vient quelques joueurs à la première pour la compléter, mais la deuxième devient incomplète et elle est complétée par quelques garçons qui passent de la troisième à la deuxième, et ainsi de suite, jusqu'à ce que, à la fin, les garçons supplémentaires du dernier groupe viennent compléter l'avant-dernier. Et alors, tout est fini ?



RAD. — Pas du tout! N'oubliez pas que l'acide continue à rendre respectivement le cuivre positif et le zinc négatif, et le dispositif, nommé élément galvanique, peut devenir une source constante de courant.

CUR. — Mais le mécanisme de ce courant paraît suffisamment compliqué et, vraisemblablement, ce courant ne doit pas s'établir très vite.

RAD. — Au contraire! Il s'établit vite, mais ensuite les électrons ne s'écoulent que très lentement.



### Néant anéanti.

CUR. — Quand vous avez commencé vos explications, cher oncle, vous avez parlé du courant alternatif...

RAD. — Nous appelons courant alternatif celui qui change périodiquement de direction, c'est-à-dire lorsque les électrons vont et viennent. Le temps pendant lequel les électrons effectuent un aller et retour est une « période » du courant alternatif et le nombre de périodes par seconde est la « fréquence ».

CUR. — Oui... vous venez précisément de dire quelques mots au sujet d'un courant de haute fréquence...

RAD. — Nous appelons ainsi un courant alternatif dont la fréquence dépasse dix mille périodes à la seconde. En T. S. F., on utilise des courants dont la fréquence varie entre 10 000 et 15.000.000. Ils produisent dans l'éther...

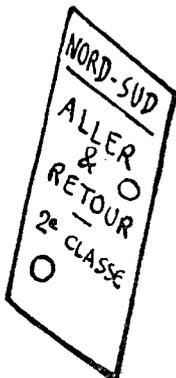
CUR. — Mais, qu'est-ce que l'éther ?

RAD. — Je réponds à votre question par une autre question : qu'est-ce qui remplit l'espace entre les planètes ?

CUR. — Rien !

RAD. — Les hommes de science, à cause de la nature vibratoire de la lumière, ne peuvent admettre qu'il n'y ait pas de corps vibrant dans l'espace. Pour faire disparaître, ou anéantir ce « néant », ils ont admis l'existence d'une matière impondérable, nommée éther, qui remplirait tout l'espace, et même les interstices contre les parties de l'atome.

CUR. — Quelle matière extraordinaire !



RAD. — Elle est cependant, pour la science, un objet bien commode, quoique actuellement la plupart des savants ne croient plus à cette matière. Néanmoins il y avait au début de notre siècle des savants qui allaient jusqu'à affirmer que l'éther soit la seule chose réelle et que les parties d'atome, qui constituent toute matière, ne soient que des trous dans l'éther ?

CUR. — Alors, je suis un trou dans l'éther ?

RAD. — Evidemment !... Maintenant, je reviens à mon sujet. Quand les électrons d'un courant de haute fréquence, s'agitent frénétiquement, allant et revenant, ils produisent dans les parties de l'éther qui les environnent une oscillation, qui s'étend dans tout l'éther.

CUR. — Je ne comprends pas tout à fait bien.

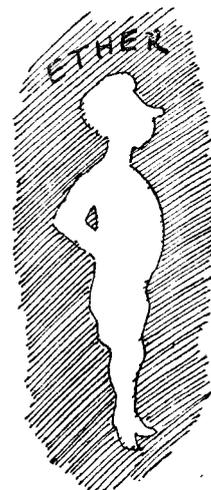
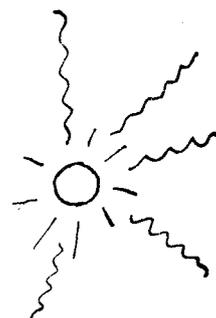
RAD. — Voyez. Je prends un caillou et je le jette sur la surface de l'eau de cet étang (fig. 4). Qu'arrive-t-il ?

CUR. — Le choc produit par le caillou a troublé l'eau et maintenant, des ondes circulaires s'étendent à partir de l'endroit où la pierre est tombée.



FIG. 4. — Des ondes circulaires s'étendent à partir de l'endroit où une pierre est tombée dans l'eau. Un phénomène analogue se produit dans l'éther lorsque le saut d'un électron vient le troubler.

RAD. — Il se produit la même chose dans l'éther, quand le bond de l'électron le trouble. Les parties voisines de l'électron vibrent, transmettent leur vibration aux plus proches, qui, à leur tour les transmettent aux autres, et ainsi de suite. Par analogie, nous appelons ce phénomène « ondes éthérées ».



### Antennes d'émission et de réception.

CUR. — Maintenant, cela devient compréhensible pour moi. Mais, que devient en tout ceci la Radio ?

RAD. — Je puis maintenant vous en parler d'une façon plus claire. La principale partie de chaque dispositif de Radio est une antenne, pour l'émission ou la réception. Elle se présente sous la forme d'un fil métallique, dont une extrémité est fixée en un point élevé et l'autre réunie à la terre. Si nous produisons dans

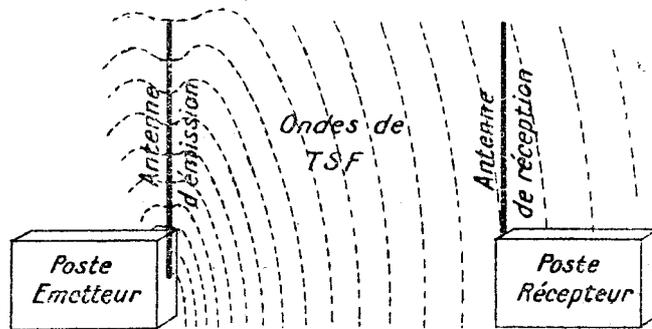


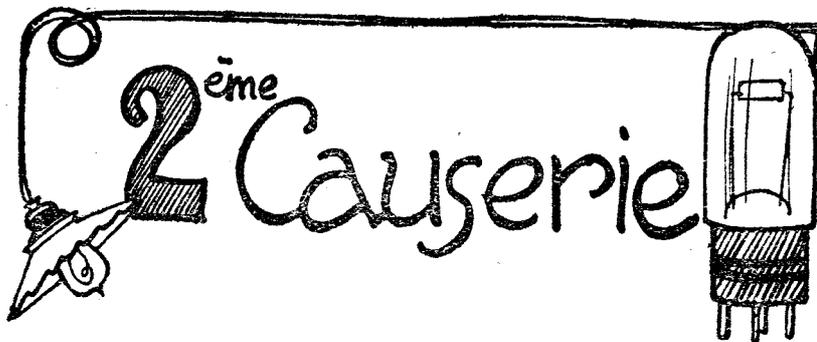
FIG. 5. — Schéma le plus général de transmission par T.S.F.

l'antenne d'une station d'émission un courant de haute fréquence, les ondes s'étendront dans l'espace autour d'elle. Quand les ondes atteignent l'antenne de la station réceptrice elles en font osciller les électrons à leur tour, c'est-à-dire font apparaître dans cette antenne un courant de haute fréquence (fig. 5).

CUR. — Oh ! Vous venez de répéter presque exactement ce que vous disiez au début de notre entretien, mais maintenant, je vous ai très bien compris. Cependant, je voudrais savoir comment on produit le courant dans l'antenne émettrice, comment on le perçoit au moyen de l'antenne réceptrice, comment on transmet les sons, comment...

RAD. — Vous méritez bien votre nom, Curiosus. Mais, aujourd'hui, je n'ai pas le temps. Donc, à une autre fois...

# 2<sup>ème</sup> Causerie



L'INGÉNIEUR RADIOL EXPLIQUE LE PARCOURS DES ÉLECTRONS  
DANS LA LAMPE DE T. S. F.

*Au cours de la première causerie, le lecteur a acquis des connaissances suffisantes au sujet de la théorie moderne des électrons. Il pourra maintenant étudier les mystères de la lampe à électrons (encore appelée « audion », « triode », « lampe cathodique », « tube à vide », « valve », ou simplement « lampe »).*

*De cette façon, l'amateur sera conduit de plus en plus loin dans cette belle branche de la science moderne que l'on appelle la T. S. F. Après avoir, dans les quelques causeries prochaines, expliqué le rôle des bobines et des condensateurs, l'auteur commencera l'étude des appareils d'émission et de réception. Les appareils à galène ne seront pas oubliés. Peut-être le lecteur a-t-il déjà remarqué que l'auteur s'écarte de la voie habituellement suivie par les vulgarisateurs en T. S. F. ?*

**Curiosus est sur le point de griller la lampe radio de son oncle, l'ingénieur Radiol.**

RAD. - Que faites-vous là, malheureux ?

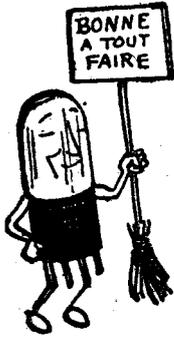
CUR. — Rien, mon oncle ! Je pose simplement la lampe que je viens de trouver dans votre poche, pour voir comment elle éclaire...

RAD. — Et vous allez la griller, car elle n'est pas faite pour l'éclairage électrique !

CUR. — A quoi sert-elle donc ?

RAD. — Cette lampe (fig. 6) est la bonne à tout faire de la radio. Elle donne ses soins aux électrons, en produisant un courant de haute fréquence, en amplifiant les courants faibles et en





dirigeant les électrons dans un sens unique. En résumé, elle a trois emplois principaux en radio : elle est génératrice de courants de haute fréquence, leur amplificatrice et leur détectrice.

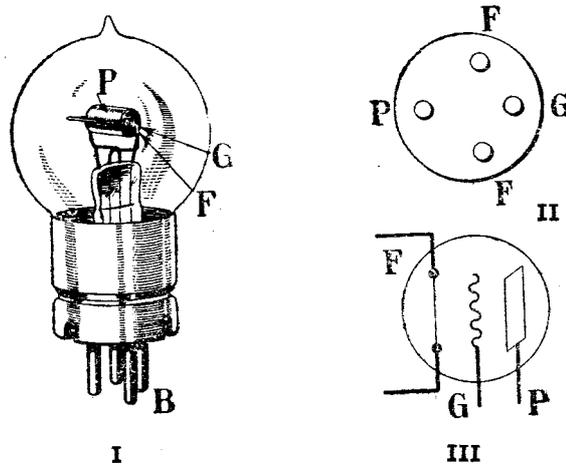


FIG. 6. — I. Aspect général d'une lampe de T. S. F. — *p*, plaque ; *g*, grille ; *f*, filament ; *b*, fiches de contact. Les trois électrodes (plaque, grille, filament) sont contenues dans une ampoule de verre sphérique, cylindrique ou ayant la forme d'une poire. L'ampoule est soutenue par un socle cylindrique (« culot » de la lampe) fait en matière isolante (qui peut être extérieurement entourée d'un cylindre métallique augmentant la résistance mécanique de l'ensemble). Le culot est muni, dans sa partie inférieure, de quatre fiches de contact dont la disposition universellement adoptée est représentée en II. Le symbole représentant, dans les schémas de T. S. F., la lampe à trois électrodes, est figuré en III.

CUR. — Quels mots !... Mais je ne vois à l'intérieur de l'ampoule qu'un petit fil entouré d'un autre semblable à un tire-bouchon, qui est à son tour entouré par un petit tube en métal.



#### Electrons dansant librement dans l'espace.

RAD. — Supposez que la lampe ne contienne que ce petit fil, que l'on appelle ordinairement « filament ». Je réunis ses extrémités à celles des bâtonnets de cuivre et de zinc d'un élément galvanique. Que va-t-il se passer ?

CUR. — Le courant traversera le filament. Mais je crois que les

électrons auront beaucoup de difficulté à se mouvoir dans un fil aussi mince.

RAD. — C'est exact. On peut les comparer à une grande bande d'enfants courant sur un trottoir étroit. Les électrons se bousculent fréquemment, cela échauffe le filament qui devient incandescent.

CUR. — Enfants insensés ! Quand il y a un tel tumulte, je pré-

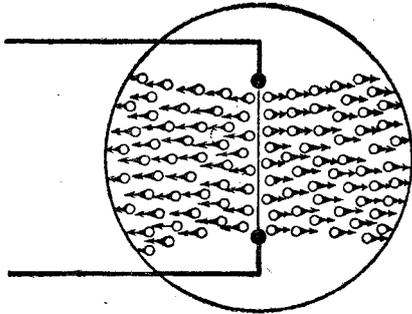


Fig. 7. — Les électrons sautent du filament incandescent. Les électrons sont, bien entendu, invisibles ; néanmoins, pour montrer la direction de leur mouvement, nous les avons représentés en forme de petites flèches

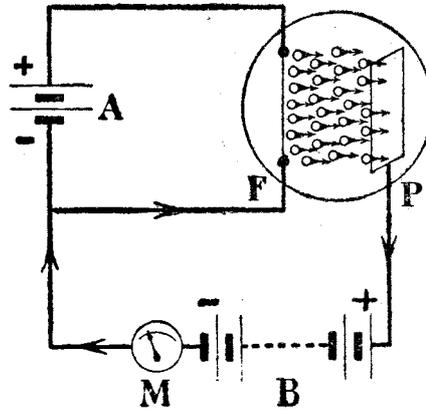
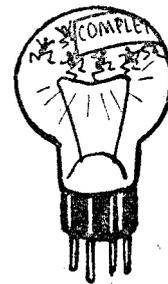
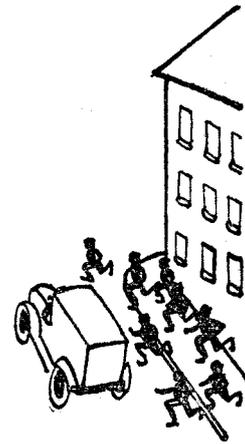


Fig. 8. — Ce dessin met en évidence la façon dont le filament F et la plaque P sont reliés à leurs batteries respectives : A, batterie de chauffage du filament ; B, batterie de plaque. Le galvanomètre M permet de constater s'il existe un courant dans le circuit : plaque, batterie de plaque, galvanomètre, filament et *espace* entre le filament et la plaque.

fère, au lieu de m'échauffer en bousculant les autres, aller sur la voie du milieu.

RAD. — Les électrons agissent de même. Certains sautent du trottoir sur la voie centrale (fig. 7). On dit que le filament incandescent émet des électrons. Mais comme le filament est enfermé dans l'ampoule en verre de la lampe, l'espace intérieur est bientôt saturé d'électrons et le filament ne peut plus en disperser d'autres.

CUR. — Que peut-on faire alors ?



RAD. — On introduit dans la lampe une plaque de métal (souvent nommée « anode ») que l'on connecte à la borne positive d'une pile (réunion d'éléments galvaniques) dont la borne négative est réunie au filament (fig. 8).

CUR. — Alors la plaque anode devient positive, car la batterie galvanique poussera ses électrons vers le filament.

#### Courant électronique dans l'espace.

RAD. — Donc, il y aura, sur la plaque, beaucoup de protons libres. Que vont-ils faire ?

CUR. — Ah ! Je comprends ! Les protons libres sur la plaque

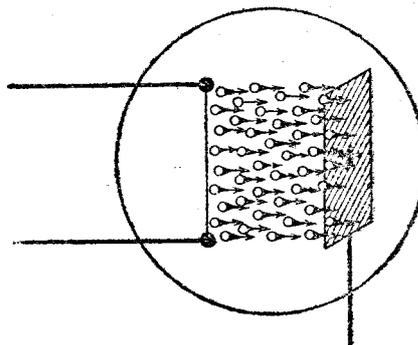
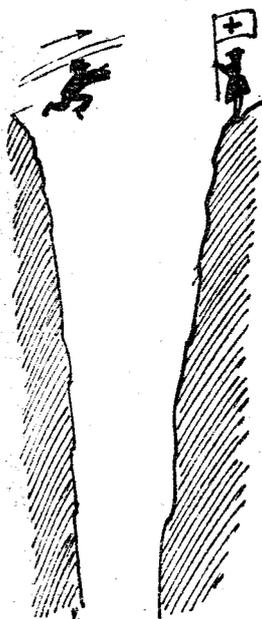


FIG. 9. — Les électrons émis par le filament sont attirés par la plaque positive. Il s'établit donc un réel courant électrique dans l'espace vide entre le filament et la plaque.

attireront les électrons émis par le filament (fig. 9); ces électrons, grâce à la batterie anodique reviendront au filament à travers le circuit : plaque, batterie anodique, et filament (fig. 8), etc.

RAD. — Très bien ! Par conséquent, nous avons un courant d'électrons qui va de la borne négative de la batterie anodique au filament, traverse ensuite l'espace libre entre le filament et la

plaque et, de la plaque, revient à la borne positive de la batterie. Nous pouvons d'ailleurs constater l'existence de ce courant, au moyen d'un instrument spécial de mesure, le « galvanomètre » intercalé sur son passage (M. fig. 8).

CUR. — Et si je faisais une erreur dans les connexions, rendant ainsi la plaque négative ?

RAD. — Vous savez bien que les électrons n'aiment pas les électrons !

CUR. — Donc, les électrons émis par le filament seraient repoussés de la plaque négative (fig. 10).

RAD. — Vous n'êtes pas seulement curieux, mais encore perspicace. La fois prochaine, je vous raconterai le rôle joué dans la valve par ce fil, semblable à un tire-bouchon et nommé « grille ».

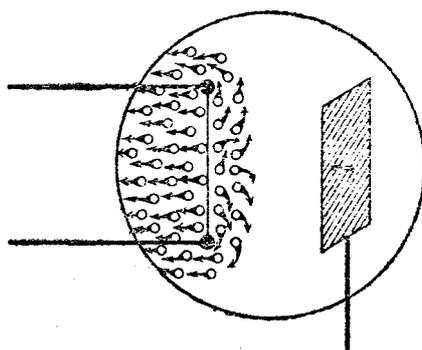


FIG. 10. — Si, par distraction, un amateur rend la plaque négative, elle va repousser les électrons et aucun courant ne s'établira entre le filament et la plaque.

CUR. — Attendez ! Pourquoi appelez-vous la lampe « valve » ?

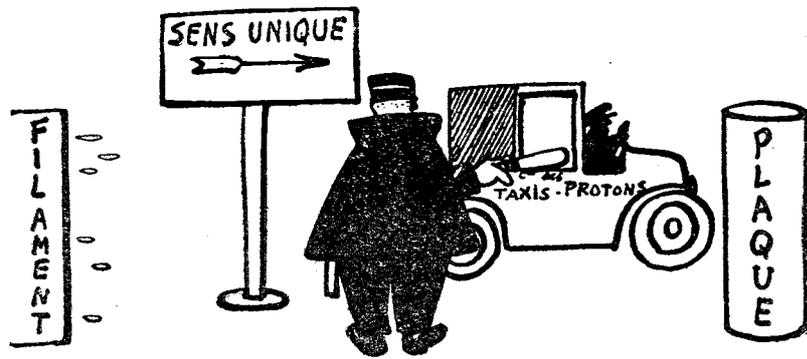
RAD. — Dites-moi, est-ce que le courant peut passer de la plaque anode au filament ?

CUR. — Certainement non ! La plaque n'est pas incandescente; donc, elle n'émet pas d'électrons.

RAD. — Vous voyez que la lampe ne laisse passer le courant des électrons que dans une direction, du filament à la plaque. De la

sorte, elle joue le rôle d'un clapet et c'est pourquoi elle est appelée valve électronique. Mais qu'avez-vous encore fait ?...

CUR. — J'ai seulement cassé la lampe pour en mieux voir l'intérieur...





L'INGÉNIEUR RADIOL EXPLIQUE A CURIOSUS LE FONCTIONNEMENT  
DE LA LAMPE A VIDE A TROIS ÉLECTRODES.

*Dans la deuxième causerie, l'ingénieur Radiol a réussi à faire comprendre à son neveu le fonctionnement de la lampe à deux électrodes, dans laquelle le courant électrique court du filament incandescent à la plaque, quand celle-ci est rendue positive par rapport au filament. Dans l'entretien ci-après, l'oncle éloquent explique à Curiosus le rôle de la troisième électrode, la « grille ». Bien que la question soit assez difficile à vulgariser, l'ingénieur en rend la compréhension particulièrement facile, en utilisant des analogies toujours judicieuses.*

**Inutilité du tabac; intensité et tension.**

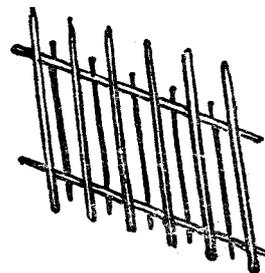
CUR. — Vous avez sans doute oublié votre promesse, mon oncle ?... Depuis plus d'une demi-heure déjà, vous me parlez de l'inutilité du tabac (bon ! je ne fumerai plus !) mais vous ne m'avez encore rien dit de cette mystérieuse grille.

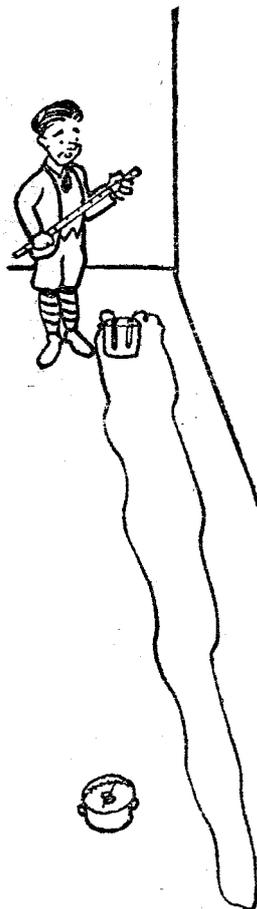
RAD. — La grille sert à faire varier l'intensité du courant.

CUR. — Hum ! Cela n'est pas très clair. Tout d'abord, je ne sais pas ce que c'est que l'intensité.

RAD. — Le courant électrique peut consister dans le passage d'un nombre plus ou moins grand d'électrons pendant le même temps. Plus il passe d'électrons par seconde d'un atome à l'autre, plus les phénomènes résultant du courant sont puissants, plus le courant est intense.

CUR. — Maintenant, je comprends. On mesure donc l'intensité du courant en comptant le nombre d'électrons en mouvement ?





RAD. — Généralement, on ne dit pas que l'intensité du courant est par exemple de 1 000 000 d'électrons par seconde. Pratiquement, on mesure le courant en « ampères » ou en sous-multiples : un milliampère est un millième d'ampère ; un microampère est un millionième d'ampère. Le microampère correspond à l'écoulement de plus de 6 000 milliards d'électrons toutes les secondes.

CUR. — Mais, quel est le courant ayant une intensité d'un ampère ?

RAD. — C'est à peu près le courant qui passerait par un fil de cuivre de 5 mètres de longueur, d'une section de 1 millimètre carré, si nous le connectons à la pile construite pendant notre première causerie. La tension de cet élément est d'environ 0,8 volt.

CUR. — Tension ?...

RAD. — Vous ne connaissez pas ce mot ? Mais il est bien facile à expliquer. La tension, ou différence de potentiel entre deux points résulte de la différence entre les densités des électrons superflus existant en ces points.

CUR. — Par exemple, dans les atomes de la borne de zinc de la pile, il y a plus d'électrons que dans la borne du cuivre. Donc, il y a entre eux une différence de potentiel ?

RAD. — Très bien ! Vous avez compris. Cette différence de potentiel est en quelque sorte comme une pression électrique. Quand vous réunissez les bornes par un fil, cette pression pousse les électrons en avant, et fait naître un courant électrique. Et, plus la différence de pression est grande...

CUR. — Plus le courant est intense.

RAD. — Parfaitement !

#### **La première façon de faire varier l'intensité du courant dans une lampe de T.S.F.**

CUR. — Peut-on aussi, dans la lampe à cathode, augmenter l'intensité du courant en augmentant la différence de potentiel entre la plaque et le filament ?

RAD. — Certainement. Quand la différence de potentiel entre la plaque et le filament d'une lampe ordinaire est égale à 80 volts, l'intensité du courant est d'environ 2 milliampères. Si nous

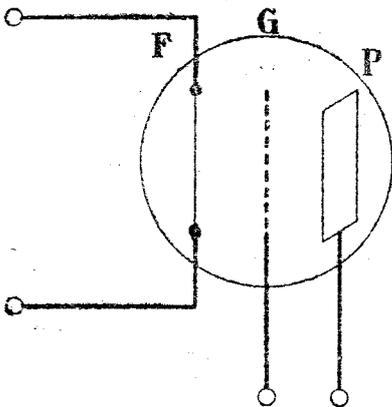


FIG. 11. — Schéma d'une lampe à trois électrodes. — F, filament ; g, grille ; P, plaque.

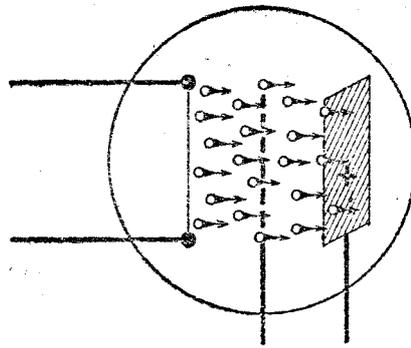


FIG. 12. — Les électrons se dirigent du filament à la plaque en traversant la grille.

augmentons cette différence de 10 volts, c'est-à-dire si nous la portons à 90 volts, l'intensité du courant croîtra jusqu'à 2,2 milliampères.

CUR. — Donc, nous pouvons augmenter indéfiniment l'intensité, en augmentant la différence de potentiel ?

RAD. — Pas du tout ! Seulement jusqu'à une limite nommée « courant de saturation ». Et, quand cette limite sera atteinte, aucune augmentation de la différence du potentiel ne pourra plus augmenter l'intensité.

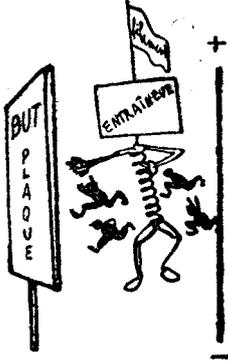
CUR. — Pourquoi ?

RAD. — Au lieu de vos éternels « pourquoi », vous devriez vous-même réfléchir. Le filament ne peut émettre par seconde, qu'une quantité limitée d'électrons ; par conséquent...

CUR. — N'allez pas plus loin : j'ai déjà compris. Cependant, il est tout à fait ennuyeux que, pour augmenter l'intensité du



courant de 0,2 milliampères seulement, nous soyons obligés d'augmenter la différence de potentiel de 10 volts. N'existe-t-il pas un autre moyen ?



### La deuxième façon de faire varier l'intensité du courant dans une lampe de T.S.F.

RAD. — Oui, il y en a un. Et c'est justement le rôle de la grille, que l'on appelle aussi quelquefois « anode auxiliaire ». En 1907, l'inventeur De Forest eut l'heureuse idée de transformer la diode (inventée par Fleming en 1905), en triode, en ajoutant encore une électrode en forme de petite plaque trouée ou de petit ressort en tire-bouchon, qui est placé entre le filament et la plaque (fig. 11).

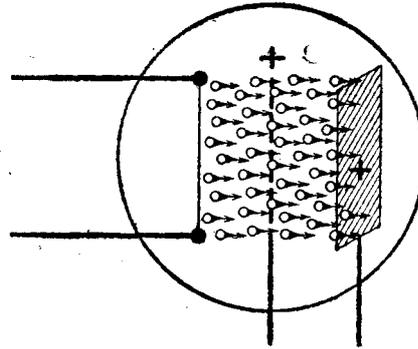


FIG. 13. — Lorsque la grille est chargée positivement par rapport au filament, le courant des électrons devient plus intense.

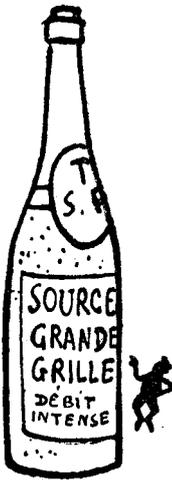
CUR. — Comment agit-il donc ?

RAD. — Patience ! Pour atteindre la plaque, les électrons doivent traverser la grille (fig. 12). Si nous rendons la grille positive par rapport au filament...

CUR. — Elle attirera plus d'électrons; le courant sera plus intense (fig. 13).

RAD. — Et si nous rendons la grille négative...

CUR. — Elle repoussera les électrons (fig. 14):



**RAD.** — Maintenant, n'oubliez pas que la grille est plus rapprochée du filament que la plaque. Par conséquent, tout changement de son potentiel influe plus fortement sur l'intensité du courant. Pour augmenter cette intensité de 0,2 milliampère, nous avons dû augmenter de 10 volts la différence de potentiel entre le filament et la plaque. Pour obtenir le même résultat, il suffit d'augmenter d'un volt seulement la différence de potentiel entre la grille et le filament.

**CUR.** — Extraordinaire ! Ainsi, quand la plaque appelle les électrons d'une voix de tonnerre, ou quand la grille les appelle d'un murmure, les résultats sont les mêmes ?

**RAD.** — Justement. Je puis d'ailleurs vous donner un exemple par analogie. Quand un courant d'eau traverse un tube, pour en augmenter l'intensité (c'est-à-dire la quantité d'eau courante par seconde) on doit augmenter fortement la pression qui pousse l'eau. Mais il existe une méthode plus délicate. Devinez-vous ?

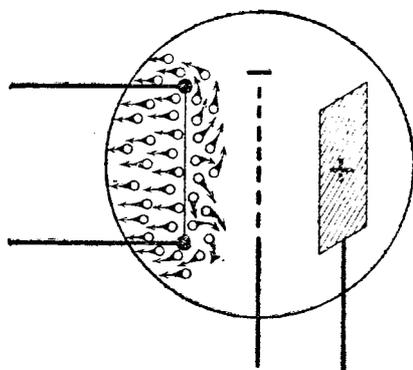
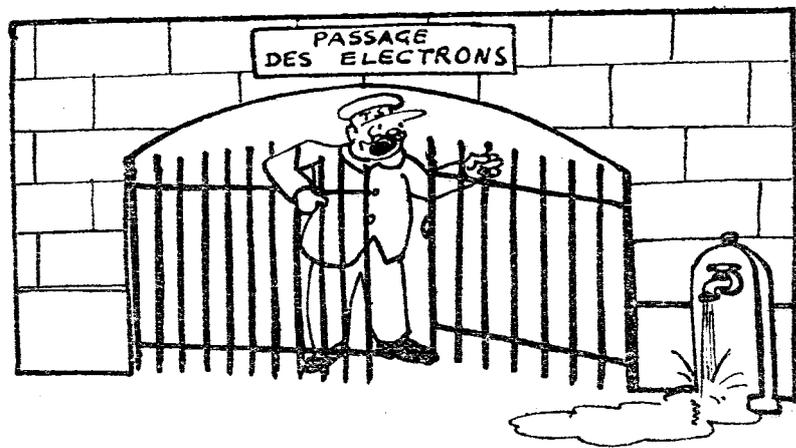


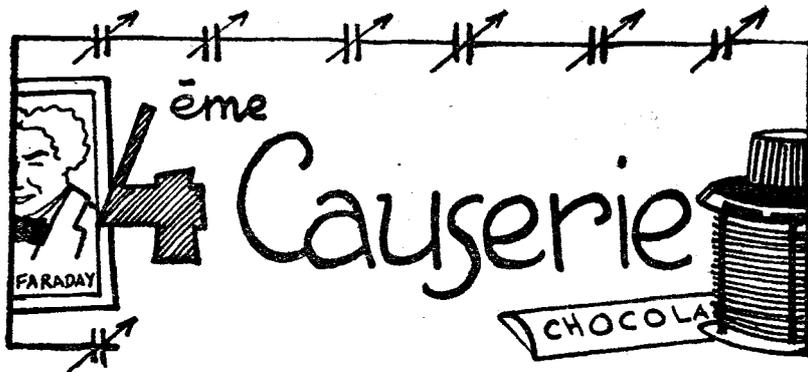
FIG. 14. — Lorsque la grille est chargée négativement par rapport au filament, les électrons ne peuvent pas passer à travers la grille, malgré l'appel énergétique de la plaque.

**CUR.** — Oh ! Pas très bien !...

**RAD.** — Ouvrir le robinet plus grand ! Le rôle de la grille est tout à fait similaire à celui du robinet. Dans les deux cas, un

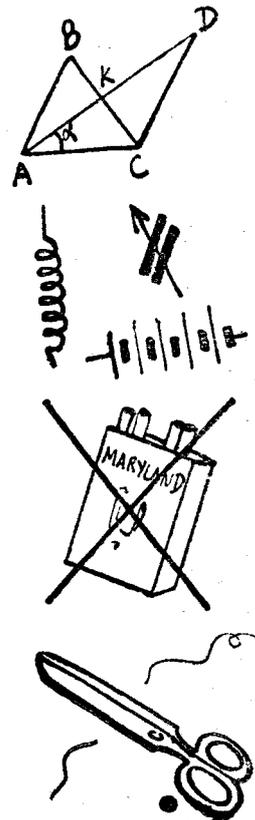
changement à peine perceptible dans l'état de la grille ou du robinet fait varier très fortement l'intensité du courant d'électricité ou d'eau...





OU IL EST QUESTION DE CHOCOLAT, DE CONDENSATEURS  
ET DE MOTS INCOMPRÉHENSIBLES.

*En examinant divers appareils de T. S. F., on constate que presque tous se composent des mêmes éléments : condensateurs, bobines, résistances, lampes, batteries, écouteurs, etc. De même que, connaissant les propriétés de quelques-unes des figures les plus simples, on peut logiquement déduire tout le système de la géométrie, de même il suffit de connaître les propriétés des quelques éléments cités ci-dessus pour comprendre le fonctionnement des appareils les plus compliqués. Dans les causeries précédentes, l'oncle au bon cœur, l'ingénieur Radiol, a volontiers satisfait la curiosité de son neveu concernant les lampes de radio. Le lecteur, ayant compris ces leçons, connaît maintenant la théorie élémentaire des lampes cathodiques : il va de même comprendre très facilement les explications très simples par lesquelles l'ingénieur sagace initiera Curiosus au rôle et au fonctionnement des condensateurs.*



**La vertu est toujours récompensée.**

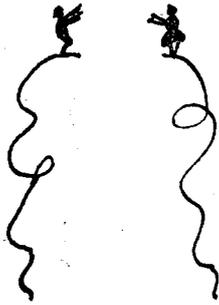
RAD. — Est-ce que vous fumez encore, Curiosus ?

CUR. — Oh non, mon oncle ! Votre plaidoyer de l'autre jour m'a tout à fait convaincu.

RAD. — Alors, voici, en récompense, du bon chocolat, que vous aimez sans doute beaucoup. Ne déchirez pas le papier d'étain qui l'entoure ! Il pourra nous servir pour la construction de condensateurs.

CUR. — Que sont donc les condensateurs ?

RAD. — On peut appeler ainsi toute interruption dans des con-



ducteurs électriques. Qu'arrivera-t-il si vous coupez en un endroit quelconque le fil métallique réunissant les deux pôles (c'est-à-dire les bâtonnets de cuivre et de zinc) d'une pile.

CUR. — Les électrons ne pourront traverser l'espace interrompu : donc, il n'y aura pas de courant.

RAD. — Cependant, le pôle positif a tendance à attirer et le pôle négatif à repousser les électrons de conducteurs connectés.

CUR. — Donc, je crois que par suite, l'extrémité libre du fil connecté au pôle positif aura moins d'électrons que celle du fil réuni au pôle négatif.

RAD. — Et si vous voulez que l'extrémité négative ait beaucoup plus d'électrons, vous devrez la munir d'un espace suffisamment vaste pour eux. Des plaques métalliques plus ou moins grandes peuvent très bien être utilisées à cet effet (fig. 15). Deux de ces plaques, entre lesquelles se trouve une matière quelconque ne laissant pas passer le courant (par exemple air, verre, papier, paraffiné, etc.), forment un condensateur.

CUR. — Est-ce que je pourrais faire un condensateur en collant ces deux morceaux de papier d'étain sur les faces de ce morceau de verre d'une plaque photographique ?

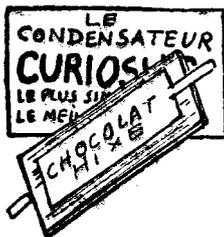
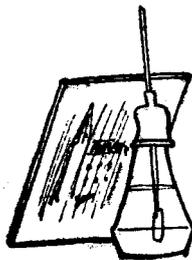
RAD. — Certainement, et vous aurez ainsi un très bon condensateur. Maintenant, considérons un peu plus attentivement ce qui arrive, quand nous connectons les plaques du condensateur aux deux pôles d'un élément galvanique.

CUR. — Il me semble que, tout d'abord, un courant passera quand même, au moins momentanément. Les électrons devront quitter la plaque positive pour atteindre la plaque négative en passant par la pile.

RAD. — Vous avez tout à fait raison. Il y aura accumulation d'électrons sur la plaque négative et raréfaction d'électrons sur la plaque positive (fig. 16).

CUR. — Ainsi, de nouveaux électrons continueront à affluer à la plaque négative et positive ?

RAD. — Pas tout à fait exactement. Cela a lieu au début seu-



lement. Mais, quand il est déjà arrivé un grand nombre d'électrons dans la plaque négative, les nouveaux électrons sont mal reçus par les premiers venus et ils circulent plus difficilement. De même les électrons quittent difficilement la plaque positive.

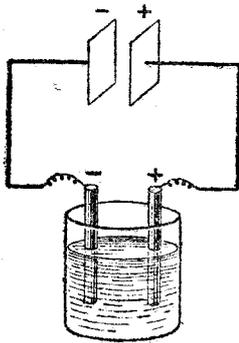


FIG. 15. — Le condensateur le plus simple est formé par deux plaques métalliques séparées par de l'air.

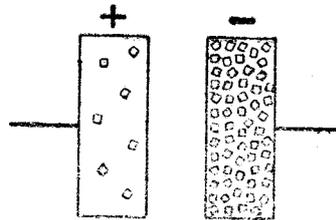
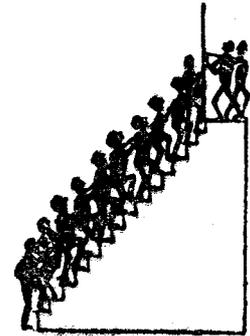


FIG. 16. — Les petits carrés représentent des électrons qui se sont précipités sur la plaque négative et se sont clairsemés à la plaque positive.



CUR. — Par suite, le courant transportant les électrons de la plaque positive à la plaque négative cessera peu à peu ?

RAD. — Oui. Nous disons alors que le condensateur est « chargé ». D'ailleurs le courant lui-même est dit « de charge ».

CUR. — Ce courant de charge dure-t-il longtemps ?

RAD. — Oh non ! Il est pratiquement très court et dépend de la capacité du condensateur.

**Encore un mot que Curiosus ne comprend certainement pas.**

CUR. — Ca-pa-ci-té ??...

RAD. — Voyez. Si nous réunissons successivement aux pôles d'un même élément deux condensateurs dont l'un a des plaques doubles de l'autre...

CUR. — Le deuxième pourra recevoir deux fois plus d'électrons que le premier...

RAD. — Et nous dirons que la capacité du deuxième condensateur est double de celle du premier.

CUR. — Donc, la capacité est la propriété d'emmagasiner des électrons ?

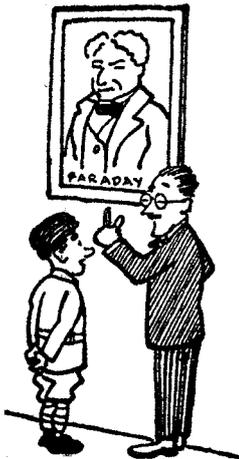
RAD. — Exactement. Et, selon vous, de quoi dépend-elle, Curiosus.

CUR. — Je crois qu'elle dépend seulement de la dimension des plaques. Plus celles-ci sont grandes, plus elles emmagasinent des électrons.

RAD. — Non seulement de la dimension des plaques. La distance entre elles influe également sur la capacité.

CUR. — Oh ! Je n'y pensais pas. Certainement, quand les plaques sont plus éloignées l'une de l'autre, les électrons de la plaque négative ne se pressent pas autant dans la direction des protons de la plaque positive et, par suite, ils n'admettent pas autant d'électrons supplémentaires. Mais, est-ce que la constitution des plaques et leur épaisseur ont aussi de l'influence sur la capacité ?

RAD. — Non. Toutefois, la matière qui remplit l'espace entre les plaques et que l'on nomme « diélectrique » a une grande influence. Par exemple, si un condensateur avec séparation par l'air a une capacité de 1 microfarad, un condensateur construit de la même façon, mais avec un diélectrique en verre aura une capacité environ 6 fois plus grande.



#### Un nouveau mot que Curiosus ne comprend pas.

CUR. — Pardonnez-moi, cher oncle. Vous venez de prononcer un mot terrible... Que signifie microfarad ?

RAD. — « Farad » provient du nom du physicien anglais Faraday. C'est l'unité de mesure de la capacité. Le « microfarad » est un millionième de farad.

CUR. — Quelle serait la dimension d'un condensateur ayant une capacité de un farad ?

RAD. — Deux plaques de métal ayant une surface de 1 150 000

mètres carrés, séparées par une couche d'air d'un centimètre d'épaisseur, constituent un condensateur d'un farad. Ainsi que vous le voyez, le farad est une unité trop grande pour la pratique : aussi est-il préférable de parler de microfarads ou même de millièmes de microfarad, ou encore de centimètres, qui sont les unités pratiques en T. S. F.

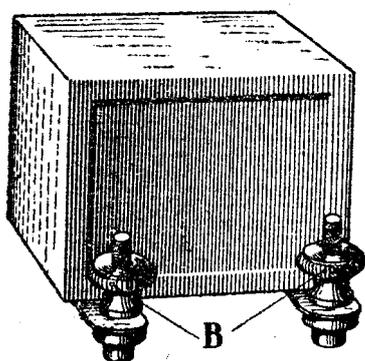


Fig. 17. — Aspect d'un condensateur de 2 microfarads. Ses dimensions sont de  $50 \times 45 \times 35$  millimètres. B sont les bornes servant à la connexion des fils d'arrivée.

CUR. — Oh ! J'aime beaucoup mieux notre centimètre bien connu que ces horribles mots barbares, tels que « millionième de microfarad ». Sans doute serait-il suffisant d'exprimer en centimètres carrés la surface des plaques métalliques ou de leur diélectrique ?

RAD. — Vous faites une grave erreur ! Le centimètre de capacité n'a qu'une parenté mathématique avec l'unité de longueur du même nom. Elle appartient

à un autre système d'unités que le farad et on la préfère dans quelques pays. Il suffit de vous souvenir qu'un millième de microfarad ( $0,001\mu F$ ) est égal à 900 centimètres du système C. G. S. (Centimètres — Gramme — Seconde).

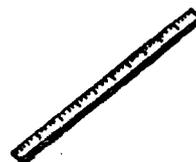
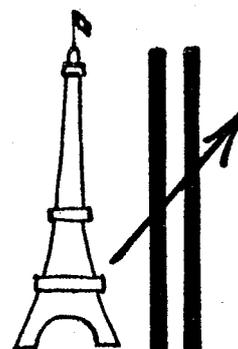
#### Les condensateurs pratiques employés.

CUR. — Un condensateur d'un centimètre est sans doute plus facile à employer que celui d'un microfarad, qui doit être très grand ?

RAD. — Pas du tout. J'ai ici dans ma poche un condensateur de 2 microfarads (fig. 17). Est-ce qu'il est grand ?

CUR. — Vraiment non. Mais, comment peut-on ?...

RAD. — Voyez donc ces dessins (fig. 18). En A, nous avons un



très grand condensateur. Maintenant, je plie ses plaques en zigzag et en B il occupe un espace déjà plus réduit. De plus, vous voyez qu'il n'y a pas de différence entre la forme C et la forme B. Enfin, je rapproche encore les plis et j'obtiens en D un condensateur de petit volume et de forte capacité.

CUR. — Comme c'est simple !

RAD. — Généralement, on emploie de tels condensateurs

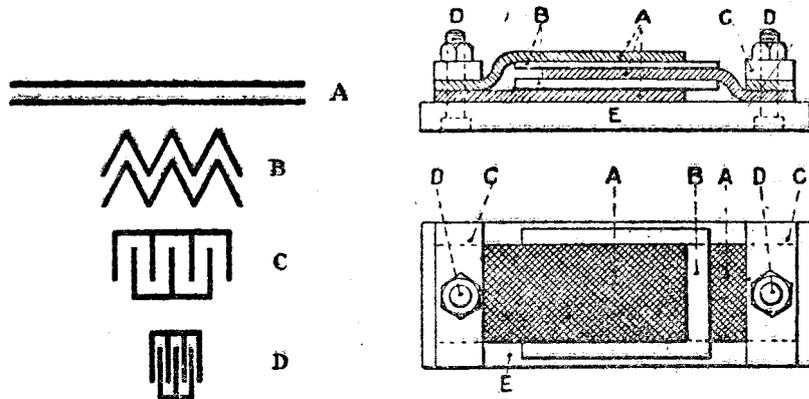
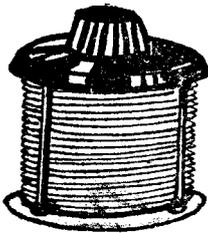


FIG. 18. — Le condensateur de dimensions encombrantes, représenté en A peut être remplacé, en pliant ses armatures, comme c'est indiqué en B et C, par un petit condensateur D.

FIG. 19. — Condensateur fixe à diélectrique de mica. — A, armatures métalliques; B, feuillet de mica; C, planchettes métalliques de fixation; D, bornes; E, support en ébonite.



ayant deux séries d'armatures séparées par de l'air, du mica ou du papier paraffiné (fig. 19 et 20). Ces condensateurs possèdent une capacité invariable et sont appelés « fixes ». Cependant, il est souvent nécessaire d'avoir des condensateurs avec capacité variable ou condensateurs variables. En voici un (fig. 21). Il se compose de deux séries d'armatures demi-circulaires : une mobile et une fixe. Quand on tourne l'axe de la partie mobile on fait varier la capacité, en faisant entrer une partie plus ou moins grande de chaque plaque mobile entre deux plaques fixes. La capacité maximum d'un condensateur de cette espèce est ordinairement de un millième de microfarad ou d'une fraction de millième.

**CUR.** — Pourquoi donc ce condensateur de petite capacité est-il plus volumineux que le condensateur de  $2\mu\text{F}$  que vous m'avez fait voir tout à l'heure ?

**RAD.** — Parce que la distance entre ses armatures est plus grande et son diélectrique est l'air. Des diélectriques solides don-



FIG. 20. — Condensateur fixe à diélectrique de mica couramment employé dans les récepteurs de T.S.F.

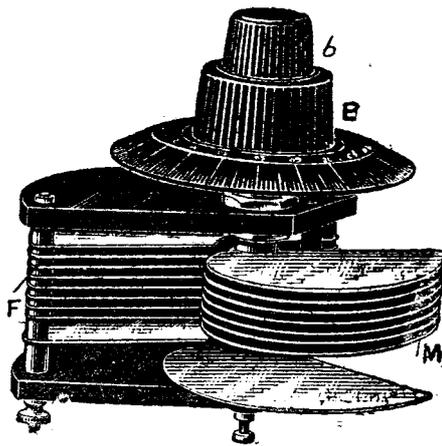


FIG. 21. — Condensateur variable de type courant.  
— B, Bouton de réglage avec cadran gradué ; M, armatures mobiles ; F, armatures fixes.

nant une plus grande possibilité de capacité, permettent de faire des condensateurs plus petits. Mais il s'y produit des pertes d'énergie d'autant plus grandes que les charges et décharges sont plus nombreuses à la seconde. Donc, quand un condensateur doit servir pour des charges et décharges de « haute fréquence »,

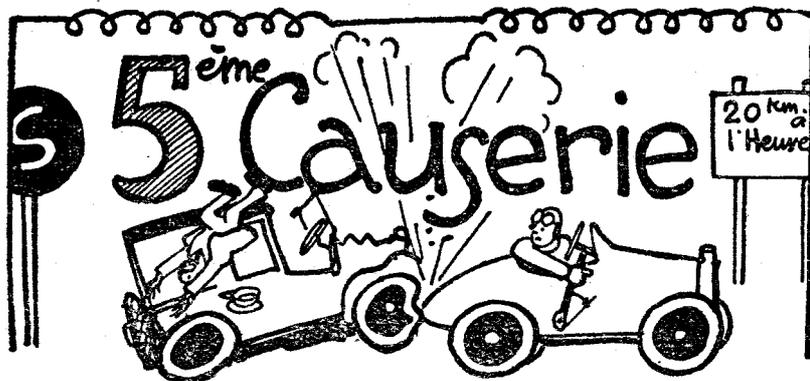


on préfère l'air comme diélectrique, malgré la possibilité d'une moins grande capacité. J'ai oublié de vous dire que l'accroissement de capacité que produit un diélectrique, remplaçant l'air, s'appelle sa « constante diélectrique ».

CUR. — Mais, dites-moi, mon oncle, comment...

RAD. — Il me semble que vous abusez des interrogatifs aujourd'hui Curiosus...





#### LES BOBINES ET LES ACCIDENTS D'AUTO.

*La cinquième causerie termine la série préparatoire des leçons. En cinq courts entretiens, l'auteur espère avoir réussi à expliquer les principes de la théorie générale de l'électricité appliquée à la T. S. F., de telle sorte qu'au début du sixième, il pourra déjà aborder l'examen des principaux appareils.*

*Ordinairement, dans les ouvrages de vulgarisation au sujet de la radio, on commence par la description des appareils à galène les plus simples. L'auteur veut cependant éviter les sentiers battus et le lecteur de la sixième causerie aura l'agréable surprise de faire une connaissance facile avec le plus moderne des appareils d'émission : l'émetteur à lampes.*



#### Curiosus a fait une invention sensationnelle, mais...

RAD. — Pourquoi donc avez-vous aujourd'hui cette physionomie solennelle, Curiosus ?

CUR. — Je vais de ce pas à l'office des brevets, pour faire breveter mon invention.

RAD. — P P P...

CUR. — Oui ! Ne vous en étonnez pas. D'ailleurs, je puis vous en faire la confidence, si vous me promettez de n'en rien dire à qui que ce soit.

RAD. — Je le jure par la barbe du prophète !

CUR. — Ne plaisantez pas ! L'affaire est très sérieuse. J'ai inventé un réservoir d'électricité, facile à transporter. Les piles sont vraiment trop lourdes et elles contiennent un liquide qui les rend difficiles à déplacer. J'utilise donc un condensateur chargé



d'électricité. Quand j'en aurai besoin, je pourrai toujours utiliser l'énergie qu'il contient : il me suffira de réunir les deux bornes par un fil métallique pour qu'il y ait courant électrique.

RAD. — Vous avez *presque* raison, mon cher neveu. Effectivement, un condensateur chargé contient une certaine quantité d'énergie électrique. Mais cette quantité est extrêmement faible. D'autre part, réfléchissez à ce qui se produira, si vous réunissez les bornes par un fil métallique.

CUR. — Il se produira un courant, comme je viens de vous le dire.

RAD. — Mais ce courant ne durera qu'un temps très court. Au début, il sera suffisamment intense, mais ensuite la différence de potentiel entre les plaques diminuera peu à peu et le courant cessera. Donc, si vous voulez allumer une petite lampe électrique, elle ne brillera qu'un moment.

CUR. — Que c'est regrettable ! Mais, ne serait-il pas possible de ralentir la décharge ?

RAD. — Il existe bien un moyen pour cela. Mais, pour le comprendre, il est nécessaire de connaître une propriété du courant électrique que je ne vous ai pas encore expliquée.



### Le plus simple transport d'énergie sans fil.

RAD. — Je viens de faire ici allusion au mystérieux phénomène de l'induction. Regardez (fig. 21) : Je place deux fils métalliques, A et B, à la distance de quelques centimètres l'un de l'autre. Aux extrémités de A, je connecte la batterie E dont je puis faire circuler ou interrompre le courant au moyen de l'interrupteur K. Aux extrémités du fil B, je connecte un galvanomètre, c'est-à-dire un instrument dont l'aiguille s'écarte de sa position normale, quand l'appareil est traversé par un courant. Et, suivant la déclinaison de l'aiguille, on peut déterminer la direction du courant.

CUR. — Il est étrange que vous ayez mis le galvanomètre précisément dans le fil qui ne sera jamais traversé par un courant, puisqu'il n'est pas réuni à la batterie.



RAD. — Cependant, vous vous trompez. Voyez plutôt : je ferme l'interrupteur K...

CUR. — Étonnant! L'aiguille du galvanomètre a bougé au même moment, mais, maintenant elle est revenue à sa position normale.

RAD. — Résumons donc ce qui vient de se passer. Quand j'ai fermé l'interrupteur, des électrons de la batterie E, mis en mouvement, ont traversé le fil de *l* à *m*. A ce moment, dans le fil B,

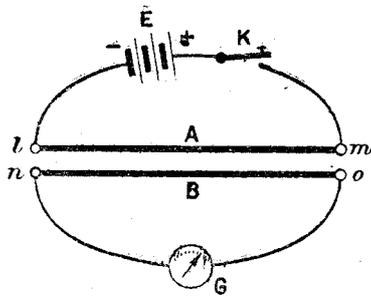
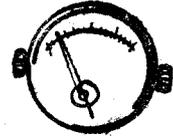


FIG. 22. — Les deux fils parallèles A et B ne se touchent pas. Malgré cela des variations de courant en A provoquent des courants en B, qu'on peut déceler à l'aide d'un galvanomètre G.

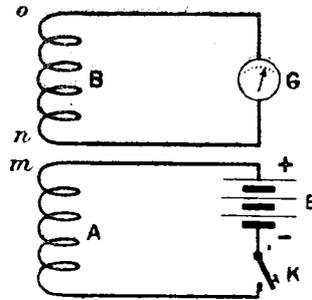


FIG. 23. — Nous avons remplacé les fils de l'expérience précédente par deux bobines A et B. Ici encore nous pouvons observer les phénomènes d'induction, et même plus intenses que précédemment.

des électrons ont passé, ainsi que le galvanomètre l'a montré, de *o* à *n*, c'est-à-dire dans la direction contraire. Maintenant, le courant passe dans le fil A, mais il n'y en a plus en B.

CUR. — Étrange! Les fils A et B n'ont rien de commun et cependant l'apparition d'un mouvement d'électrons en A a provoqué un petit courant en B.

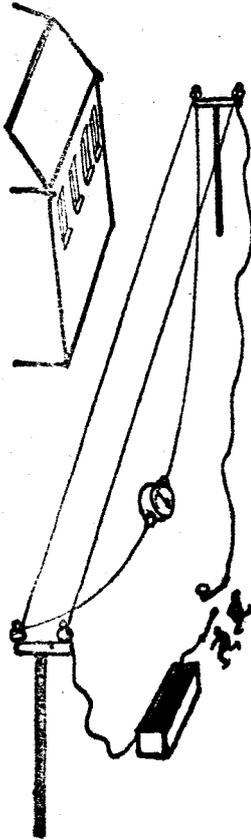
RAD. — Regardez maintenant un autre fait étrange! J'ouvre le contact K, je coupe donc le courant dans le fil. Avez-vous vu ce qui est arrivé ?

CUR. — Oui! Quand vous avez coupé le courant en A, le galvanomètre a de nouveau indiqué un courant en B, cette fois dirigé de *n* à *o* et qui d'ailleurs a cessé aussitôt.

RAD. — Pouvez-vous généraliser tout ce que vous venez de voir?

CUR. — J'essaierai. Quand nous avons deux fils parallèles et que nous établissons le courant dans l'un d'eux, ou quand nous le supprimons, il apparaît dans l'autre fil un courant momentané. Lors de l'établissement, les courants sont en sens contraire, mais, lors de la suppression, leur direction est la même.

RAD. — Eh bien, ce phénomène d'influence, ou d'établissement du courant à distance s'appelle « induction » et le courant ainsi établi momentanément est le courant induit. Grâce à l'induction, nous avons, ainsi que vous venez de le constater, réalisé un transport d'énergie sans fil et ce transport est déjà de la T. S. F. Au surplus, la quantité transportée n'est pas grande.



#### Quelques mots sur les bobines.

CUR. — Est-il possible de l'augmenter.

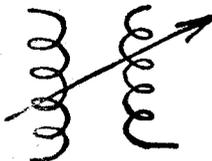
RAD. — Oui, mais, pour cela, il est préférable de donner aux deux fils la forme de bobines. De cette façon, nous pourrions observer les mêmes phénomènes en rapprochant les deux bobines (fig. 23).

CUR. — Cela est d'ailleurs facile à comprendre. C'est comme si vous aviez pris deux très longs fils parallèles et que vous les ayez enroulés ensuite en conservant toujours la même direction je dirais même « parallélisme », si l'on pouvait employer ce mot en parlant de lignes courbes.

RAD. — Vous n'avez deviné qu'une partie de la vérité. Il y a encore un facteur qui aide à intensifier l'induction, dans le cas des bobines : c'est l'induction entre les tours de la même bobine.

CUR. — Cela, je ne le comprends plus...

RAD. — La chose est simple, mais, attention! Quand je ferme l'interrupteur K (fig. 23), il se produit en A un courant d'électrons de  $l$  à  $m$ . En même temps il y a en B un courant induit momentané, de  $o$  à  $n$ . Quand j'ouvre K, le courant cesse en A et il y a en B un courant induit de  $n$  à  $o$ .



CUR. — Cela, je le sais déjà.

RAD. — Si nous réunissons les points  $n$  et  $m$  des bobines (fig. 24), cela ne changera en rien. De nouveau l'ouverture et la fermeture de l'interrupteur  $K$  feront apparaître en  $B$  un courant induit de direction contraire ou similaire. Maintenant, je

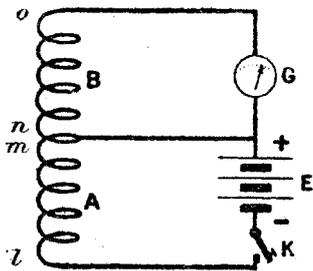


FIG. 24. — En réunissant les points  $n$  et  $m$  nous n'avons rien changé, en principe.

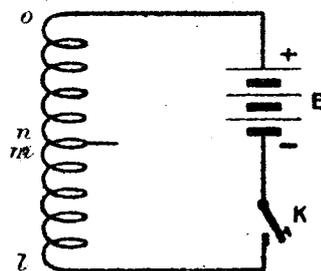
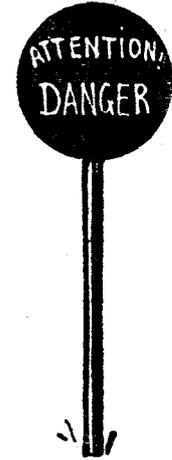


FIG. 25. — Le même phénomène d'induction existe aussi dans une bobine seule.



supprime la connection médiane de la bobine (fig. 25). Qu'arrivera-t-il, si je ferme l'interrupteur  $K$  ?

CUR. — Le courant des électrons passera de  $l$  à  $o$ .

RAD. — Mais pour aller de  $l$  à  $o$ , il se dirige d'abord de  $l$  à  $m$  et nous savons que quand un courant apparaît de  $l$  à  $m$ ...

CUR. — ... il se produit un courant d'induction de  $o$  à  $n$ .

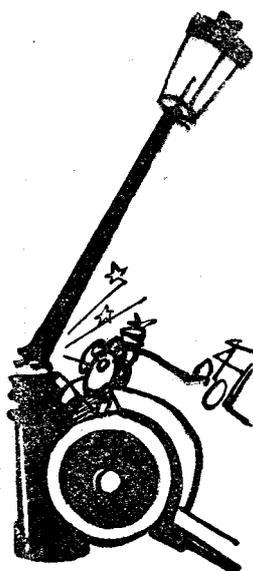
RAD. — Maintenant, vous devinez ce qui se produira, si j'ouvre  $K$ .

CUR. — Attendez ! Quand  $K$  sera ouvert, le courant de  $l$  à  $m$  cessera et il y aura un courant d'induction de  $n$  à  $o$ .

### Réflexions philosophiques sur les accidents d'auto.

RAD. — Nous pouvons maintenant tirer de ceci une conclusion importante. Nous voyons que le courant apparaissant dans une bobine, produit dans celle-ci un courant induit de direction opposée et, d'autre part, que la disparition du courant fait naître un courant induit de même direction. C'est ce qu'on appelle la





self-induction de la bobine. Quand on fait passer le courant dans la bobine, il n'atteint pas tout de suite son intensité, car il est gêné par le courant de self-induction. Et, au contraire, quand nous coupons le courant, celui-ci ne disparaît pas tout de suite, car le courant de self-induction le prolonge pendant quelque temps (temps très court d'ailleurs). Avez-vous compris ?

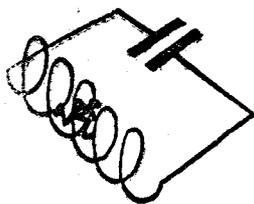
CUR. — Savez-vous, mon cher oncle, que je ne pourrai plus vous considérer comme un bon pédagogue ? Ne vous offensez pas ! Vous venez de me le prouver aujourd'hui, en ne me donnant pas même un exemple concret, comme de coutume. Permettez-moi donc de vous aider. A mon avis, les électrons ressemblent aux automobiles.

RAD. — ???...

CUR. — Oui ! De même qu'il est difficile de mettre les électrons en mouvement, à cause du courant de self-inductance et ensuite de les arrêter en raison de la persistance de ce même courant, il est également difficile de mettre une automobile en mouvement, ou, quand elle marche, de l'arrêter et cela à cause de l'inertie.

RAD. — Votre exemple est, en effet, bien choisi. Les électrons sont pour ainsi dire inertes et se mettent difficilement en mouvement. Mais après avoir commencé leur mouvement, ils n'aiment plus à s'arrêter.

#### Le circuit fondamental de la T.S.F.



RAD. — Nous pouvons maintenant revenir à la question que vous avez posée au début de notre causerie d'aujourd'hui : est-il possible de ralentir la décharge d'un condensateur ? Supposez que vous avez un condensateur chargé (fig. 26) dont la plaque 1 est positive et la plaque 2 négative. Si nous fermons l'interrupteur K, il se produira une décharge à travers la bobine. Mais, réfléchissez un peu à ce que sera ce courant de décharge.

CUR. — Comme la bobine possède la propriété de self-induction...

RAD. — ... on appelle cette propriété « inductance »...

CUR. — ... le courant ira d'abord en augmentant, mais quand la différence de potentiel entre les plaques sera annulée, le courant cessera.

RAD. — Non ! Vous avez bien commencé, mais mal fini. Quand les potentiels des plaques du condensateur seront devenus égaux, nous aurons en fait un courant qui ne peut pas cesser immédiatement, car il est prolongé par un courant induit de même direction. Pendant quelque temps il transportera donc encore des électrons de la plaque 2 à la plaque 1. Que va-t-il se passer ?

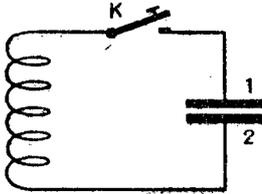
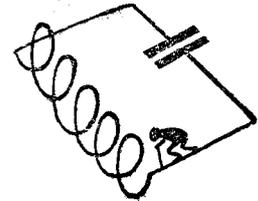


FIG. 26. — Circuit oscillant formé d'un condensateur et d'une bobine.

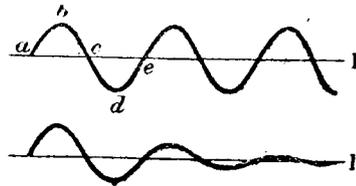


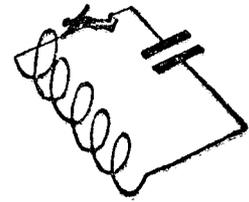
FIG. 27. — Représentation graphique du courant oscillant de décharge. I, courbe théorique ; II, courbe réelle.

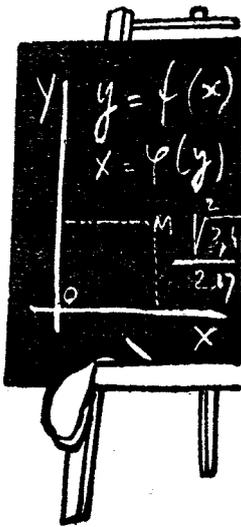
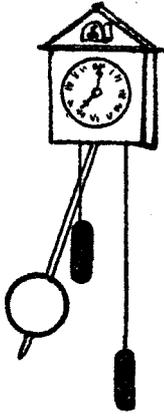
CUR. — Maintenant la plaque 1 a plus d'électrons que la plaque 2, donc 1 est devenue négative et 2 positive.

RAD. — Oui ! on dit alors que le condensateur s'est rechargé. Et maintenant, tout recommencera de même. Les électrons oscilleront donc sans cesse entre les plaques 1 et 2 du condensateur, traversant la bobine tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Ce circuit (le circuit est la réunion de tous les objets traversés par un même courant) est appelé « circuit oscillant ». C'est la base fondamentale de la technique de la Radio.

CUR. — C'est merveilleux ! Donc, dans le circuit oscillant, on peut réaliser le mouvement perpétuel : il suffit de charger au début le condensateur une fois pour toutes ?

RAD. — Théoriquement, oui, pratiquement, non. En traversant le fil métallique, le courant perd une partie de son énergie et après quelques oscillations, il devient très faible. Pour que l'oscillation soit continue, il faut redonner de l'énergie au cir-





cuit, en la prenant d'une source extérieure et je vous en parlerai dans une des causeries prochaines.

CUR. — Donc, les électrons dans le circuit oscillant ressemblent au pendule d'une horloge qui, après être revenu à sa position normale, continue cependant son mouvement grâce à la force d'inertie, et, passant de l'autre côté, revient ensuite, etc.

RAD. — Oui ! On compare souvent les oscillations des électrons aux oscillations du pendule. Remarquez que si vous poussez un pendule qui pend librement, ses oscillations cesseront peu à peu par suite de la perte d'énergie due au frottement contre l'air. Dans les horloges, les pendules reçoivent à chaque oscillation une petite quantité d'énergie, fournie par un ressort tendu, de sorte que l'oscillation est continue. La fois prochaine, je vous expliquerai comment on est parvenu à fournir au condensateur les petites quantités d'énergie nécessaires pour que, là aussi, l'oscillation du courant de décharge soit continue.

P. S. — Pour les lecteurs qui connaissent la méthode géométrique de l'interprétation des phénomènes, il sera utile d'examiner la figure 27. En I, l'intensité théorique du courant oscillant de décharge est représentée par une sinusoïde.

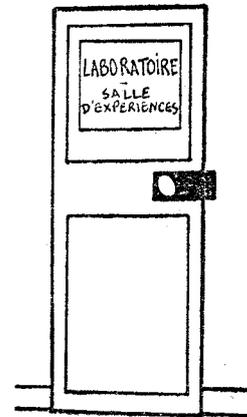
En *a*, le courant commence et, à cause du courant induit, il ne croît pas tout de suite, mais seulement peu à peu, jusqu'à *b*. En ce moment la différence de potentiel entre les plaques est nulle, mais le courant ne cesse pas immédiatement, grâce au courant de self-induction et il tombe peu à peu de *b* à *c*. En *c* le condensateur est rechargé et le mouvement recommence, mais dans la direction contraire car les plaques du condensateur sont maintenant chargées d'électricité en sens contraire. De cette manière, le courant varie suivant *c*, *d*, *e*. En *e* nous avons de nouveau le même état qu'en *a*. Donc, la variation de *a* à *e* recommence. Nous sommes donc en présence d'un phénomène périodique.

Pratiquement, le courant de décharge a la forme II, car son intensité décroît graduellement par suite de la perte d'énergie et les oscillations cessent.

# 6<sup>ème</sup> Causerie

OÙ IL EST QUESTION PRINCIPALEMENT DE BOULES DE NEIGE  
ET DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL.

*Dans la causerie ci-après, l'auteur commence à expliquer le fonctionnement de divers appareils de T. S. F. La première question traitée, à savoir le fonctionnement d'un générateur d'oscillations continues est, habituellement considérée comme l'une des plus difficiles à vulgariser dans la science radioélectrique. L'auteur a essayé de simplifier le problème à l'extrême, en respectant toujours l'exactitude scientifique et en se conformant aux théories les plus modernes de l'électricité. Cela ne signifie pas cependant que le lecteur pourra parcourir cette causerie en la « digérant » aussi facilement que les précédentes... Non! Il sera nécessaire de bien connaître les cinq causeries qui forment la base de celle-ci; il faudra les relire avec une attention soutenue. La satisfaction d'avoir compris une question difficile ne sera-t-elle pas la plus haute récompense de vos efforts?*



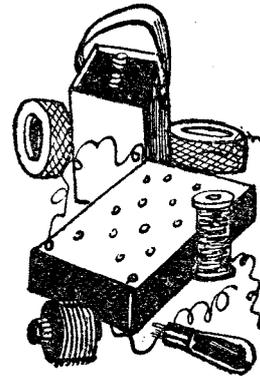
## Serait-ce un mot sauvage?

CUR. — Vous savez, mon cher oncle, que je ne suis guère curieux, mais je vous prierai cependant instamment de m'expliquer ce que vous construisez depuis une heure sur cette table, dans un silence aussi mystérieux. Je vois un condensateur variable, deux bobines, une lampe de T. S. F. et deux batteries (fig. 28). A quoi donc va servir toute cette collection d'accessoires ?

RAD. — C'est une hétérodyne.

CUR. — Hé-té-ro-dyne ?... Serait-ce un mot sauvage ?

RAD. — Soyez raisonnable. On appelle ainsi un générateur d'oscillations continues.



CUR. — « Générateur » signifie vraisemblablement un « producteur » ?

RAD. — Précisément.

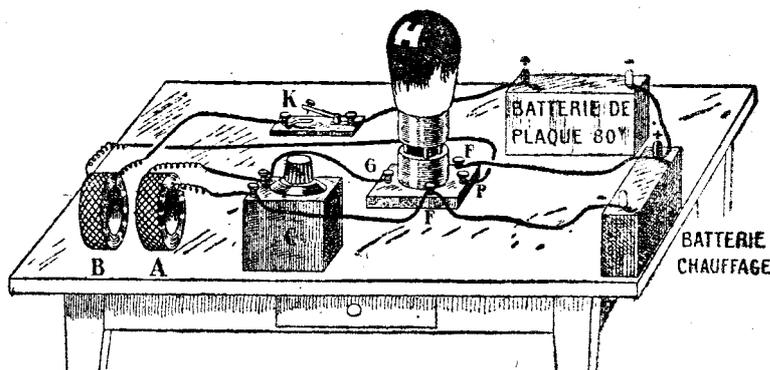
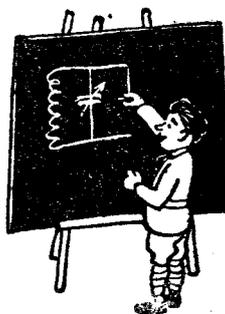


FIG. 28. — Hétérodyne montée sur table. A et B, bobines ; C, condensateur variable placé dans une boîte ; K contacteur ; F, F, P et G bornes du support de lampe (filament, plaque et grille respectivement).



CUR. — Donc, l'hétérodyne produit des oscillations continues ? Je me souviens maintenant que la dernière fois, vous m'avez parlé des circuits oscillants et nous avons alors constaté que, lorsqu'un condensateur se décharge à travers une inductance, le courant de décharge est oscillant. Mais le courant oscillant cesse rapidement par suite de la perte d'énergie dans les fils.

RAD. — Tout à fait juste. Et j'ai promis de vous décrire un appareil dans lequel les oscillations du courant de décharge sont rendues continues. C'est dans ce but que l'on a inventé l'hétérodyne. Vous connaissez déjà, au fait, quelques symboles de radio, pour la représentation du condensateur, de la lampe, etc. Pourriez-vous dessiner le schéma de l'hétérodyne que je viens de construire ?

CUR. — Attendez ! Nous avons ici (fig. 29) un circuit oscillant, composé de la bobine A et du condensateur variable C. Ce circuit est connecté à la grille et au filament de la lampe...

RAD. — Avec ses connexions à la grille et au filament et en plus l'espace entre la grille et le filament, il constitue ce que l'on

appellera simplement le circuit de grille. Mais, en outre, nous avons encore le circuit de la plaque. Il comprend...

CUR. — ... la plaque de la lampe, la bobine B, l'interrupteur K, la batterie de 80 volts, le filament et l'espace entre le filament et la plaque.

**Où il est question de faits insoupçonnés.**

RAD. — Remarquez aussi que les deux bobines sont rapprochées l'une de l'autre : donc il y a induction entre elles. Maintenant, j'allume la lampe et je ferme le contact K. Que va-t-il se produire ?

CUR. — Vraisemblablement rien.

RAD. — Vous faites erreur. Certainement vous n'avez rien vu, mais il s'est effectivement produit un ensemble de faits des plus intéressants et qui continuent d'ailleurs encore maintenant.

CUR. — Comment puis-je donc supposer leur existence, puisque je ne les vois pas ?

RAD. — En pensant logiquement. Vous n'avez certainement pas oublié ce que je vous ai dit

au sujet des lampes de T. S. F. Quand le filament est chauffé, et quand une batterie de 80 volts est connectée entre le filament et la plaque...

CUR. — ... il se produit un petit courant d'électrons à l'intérieur de la lampe, du filament à la plaque.

RAD. — Décrivez-moi donc tout le parcours de ce courant.

CUR. — Il traverse justement ce que vous avez appelé le « circuit de plaque ». Partant du pôle négatif de la batterie de 80 volts

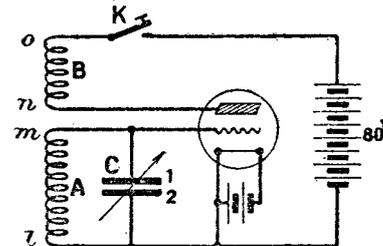
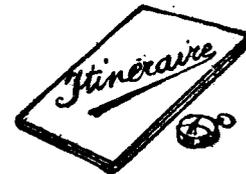
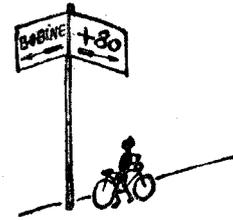
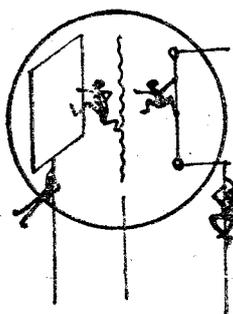


Fig. 29. — Schéma théorique de l'hétérodyne dont le montage sur table est représenté par la figure précédente. Un courant alternatif prend naissance dans les bobines A et B à cause de leur induction mutuelle. La fréquence de ce courant dépend des valeurs de l'inductance de la bobine A et de la capacité du condensateur C.





(à la partie inférieure, figure 29), les électrons arrivent dans le filament, sautent dans la plaque, traversent la bobine B de  $n$  à  $o$  et ils reviennent au pôle positif de la batterie.

RAD. — Votre explication est très juste. Remarquez maintenant; vous venez de dire que le courant existant traverse la bobine B de  $n$  à  $o$ . Donc, il induit dans la bobine A...

CUR. — ... un autre courant de sens contraire, c'est-à-dire de  $m$  à  $l$ .

RAD. — Voici un point important dans notre raisonnement et digne d'attention. De quel endroit à quel autre endroit le courant induit transportera-t-il des électrons ?

CUR. — S'il va de  $m$  à  $l$ , il consiste en un courant d'électrons quittant la grille et l'armature 1 du condensateur pour aller au filament et à l'armature 2 du condensateur. -

RAD. — Donc, il crée une certaine différence de potentiel entre la grille et le filament.

CUR. — Effectivement, la grille devient positive par suite du manque d'électrons, par rapport au filament que leur abondance rend négatif.

RAD. — Bien ! Et vous souvenez-vous de ce qui se produit dans la lampe, quand la grille devient positive ?

CUR. — Vous en avez parlé au cours de notre troisième causerie : le courant des électrons, du filament à la plaque, augmente.

### La boule de neige grossit.

RAD. — Vous avez une mémoire étonnante ! Et maintenant réfléchissez. Que se passe-t-il lors de l'augmentation du courant anodique des électrons, traversant la bobine B ?

CUR. — Il induit dans la bobine A un courant encore plus intense, la grille devient de plus en plus positive. Ainsi le courant de plaque croît encore, car nous pouvons répéter le raisonnement mot à mot. Donc le courant de l'anode croît indéfiniment ?... Pourquoi souriez-vous ?

RAD. — Parce que j'ai trop vanté votre mémoire. Vous avez raison : l'affaire en entier ressemble, en effet, à une boule de neige. Il suffit seulement de la pousser et, en roulant, elle grossit de plus en plus. De même dans l'hétérodyne, il a suffi de fermer l'interrupteur K, pour que le courant de plaque devienne de plus en plus intense. Cependant, vous faites erreur, lorsque vous supposez que son intensité croîtra indéfiniment. Souvenez-vous du « courant de saturation »...

CUR. — Diable ! Oh ! Pardon ! C'est vrai, vous m'en avez déjà parlé : quand tous les électrons émis par le filament passent dans la plaque, nous avons le courant de saturation, qui ne peut être augmenté en aucune façon.

RAD. — Vous voyez donc, mon garçon, que le courant de plaque a d'abord été en croissant et qu'ensuite, ayant atteint une intensité définie, il est resté stationnaire.

CUR. — Alors, il va toujours conserver la même valeur maintenant ?

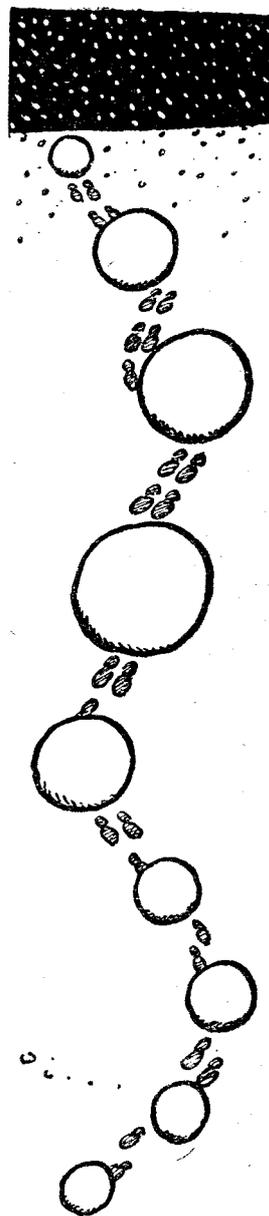
### La boule de neige fond...

RAD. — Pas du tout ! Attention ! Comme le courant de plaque, traversant la bobine B ne varie plus, il ne produit pas d'induction en A. Et le condensateur dont l'armature 1 est chargée positivement et l'armature 2 négativement, commence à se décharger. Les électrons superflus de l'armature 2 et du filament, traversant la bobine A reviennent à la plaque et à la grille. Qu'en résulte-t-il ?

CUR. — La grille devient moins positive par rapport au filament : je veux dire que leur différence de potentiel diminue. Donc, la grille attire moins fortement les électrons et par suite le courant de plaque des électrons diminue d'intensité.

RAD. — En diminuant, le courant de plaque traversant la bobine B de  $n$  à  $o$ , produit dans la bobine A un courant induit, qui, cette fois, va de  $l$  à  $m$ .

CUR. — Et ce courant aide à la décharge du condensateur.



RAD. — Vous avez raison. Et alors, quand le condensateur est tout à fait déchargé, les électrons poursuivent leur mouvement du filament et de l'armature 2 vers la grille et l'armature 1.

CUR. — Par conséquent, la grille devient maintenant négative et le condensateur se recharge, mais par des charges de signes contraires. Oh ! Je devine ! Comme la grille est devenue négative, le courant anodique diminue encore et finalement il devient nul, il disparaît. Mais ensuite ?

**...et tout recommence de nouveau.**



RAD. — Ensuite, comme aucun courant ne traverse la bobine B, il n'y a plus de courant induit en A. Mais, n'oubliez pas que le condensateur est maintenant rechargé : l'armature 1 négative, l'armature 2 positive. Rien ne l'empêche donc de se décharger et, effectivement, les électrons en trop vont de la grille et de l'armature 1 vers le filament et l'armature 2.

CUR. — La grille devient donc moins négative. N'est-ce pas ainsi ? Et le courant de plaque commence de nouveau à circuler. Il augmente, produit de nouveau un courant induit dans la bobine A, lequel active la décharge du condensateur.

RAD. — Finalement le condensateur se déchargera, c'est-à-dire qu'il n'y aura aucune différence de potentiel entre la grille et le filament. Mais en même temps le courant de plaque augmente : nous sommes donc revenus à la position du début. Tout le processus se répétera de nouveau et encore de nouveau... Pourriez-vous résumer tout cela d'une façon concise ?

CUR. — Je m'y efforcerai. Quand vous avez fermé l'interrupteur, le courant anodique commençant a, par induction, rendu la grille positive. Ce courant a donc été augmenté, jusqu'à ce qu'il ait atteint son point de saturation. Alors, le condensateur C qui avait été chargé par le courant induit a commencé à se décharger. La grille devient de moins en moins positive, le courant anodique a diminué et, comme le courant induit a accéléré la décharge du condensateur C, la grille est devenue finale-

ment négative, le courant anodique a été annulé et le condensateur s'est rechargé quand il a commencé à se décharger, le courant anodique est devenu de nouveau plus intense et tout a recommencé.

RAD. — Très bien. Vous voyez donc que dans le circuit de grille circule un courant alternatif, c'est-à-dire un courant qui change périodiquement de direction. De même, dans le circuit de plaque le courant tantôt croît, tantôt décroît jusqu'à 0. Ce courant est donc oscillant. Le temps pendant lequel le courant, parti de zéro croît jusqu'au maximum, diminue de nouveau, atteint ensuite le maximum dans le sens contraire, puis revient à zéro, est appelé période ou cycle du courant alternatif.



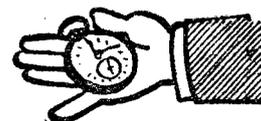
#### Curiosus se trompe lourdement.

CUR. — Combien de temps dure une période ? Si l'on en juge par la longueur de la démonstration, elle dure sans doute quelques minutes ?

RAD. — Vous vous trompez quelque peu. La période dépend de la valeur des parties du circuit oscillant, c'est-à-dire de la capacité du condensateur et de l'inductance de la bobine A. Dans mon hétérodyne, j'emploie une bobine de 200 spires, d'inductance définie, et un condensateur de 0,000 5 microfarad. La période dure 0,000 000 6 de seconde.

CUR. — ???...

RAD. — Que cela ne vous étonne pas. Les électrons n'ont presque pas d'inertie : ils peuvent donc changer très rapidement la direction de leur mouvement. Nous avons donc dans une seconde 1 670 000 (= 1 : 0,000 000 6) périodes ou cycles. Maintenant souvenons-nous de notre première causerie. J'ai dit que le nombre de périodes dans une seconde s'appelle fréquence. Le courant de mon hétérodyne est de haute fréquence, c'est-à-dire qu'il est utilisable pour la radiotélégraphie et la radiotéléphonie.



**Emission télégraphique.**

CUR. — Comment l'utiliserez-vous ?

RAD. — D'une façon très simple. A côté de mes deux bobines (fig. 30) je place encore la bobine T et je connecte celle-ci d'un côté à l'antenne, de l'autre à la terre. Le courant de haute fréquence dans la bobine A produit un courant induit dans la bobine T et par suite dans toute l'antenne.

CUR. — Est-ce que vous ne vous trompez pas, mon oncle ?

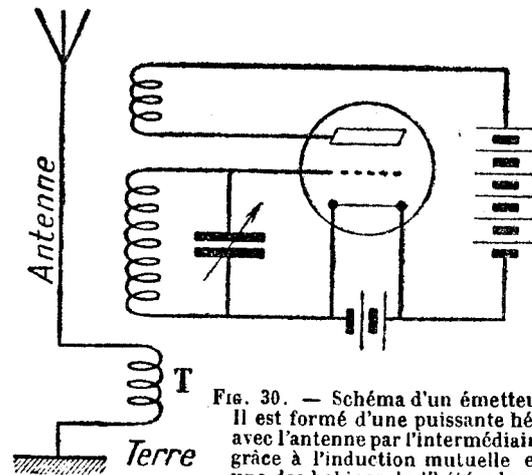


FIG. 30. — Schéma d'un émetteur télégraphique. Il est formé d'une puissante hétérodyne couplée avec l'antenne par l'intermédiaire d'une bobine T, grâce à l'induction mutuelle entre celle-ci et une des bobines de l'hétérodyne.

L'antenne, la bobine T et le fil conduisant à la terre ne constituent pas un circuit. Comment peut-il donc y avoir un courant ?

**Le bal des électrons dans l'antenne.**

RAD. — Pour que vous compreniez la chose, il suffira de vous dire que les électrons peuvent cependant aller de l'extrémité libre de l'antenne à la terre et réciproquement. Tantôt ils s'amassent au sommet de l'antenne diminuant son potentiel, tantôt ils s'enfuient dans la terre augmentant ce même potentiel. Nous pouvons supposer que lorsqu'il n'y a pas de courant induit,



les électrons sont répartis également dans l'antenne (fig 31). Le courant alternatif les pousse tantôt au sommet de l'antenne (fig. 32), tantôt dans la terre (fig. 33).

CUR. — Alors, ils augmentent la densité des électrons dans la terre.

RAD. — Oui ! Mais à peu près dans la mesure où une goutte

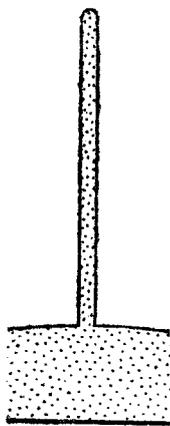


FIG. 31. — Lorsqu'aucun courant ne parcourt l'antenne, la densité des électrons est égale en tous les points de l'antenne.

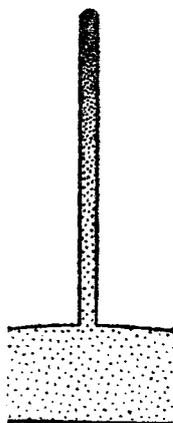


FIG. 32. — Une demi-période du courant alternatif pousse les électrons au sommet de l'antenne.

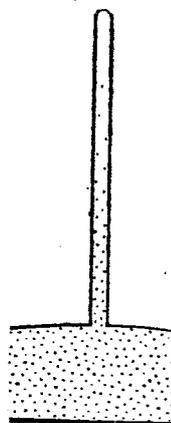


FIG. 33 — La demi-période suivante du courant alternatif pousse les électrons de l'antenne dans la terre.

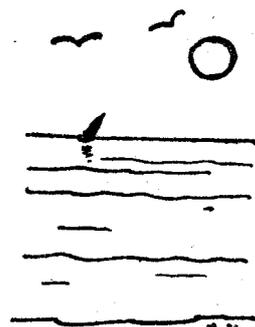
L'antenne est encore symboliquement représentée par un tube fermé à son sommet et qui s'élève au-dessus du globe terrestre

d'eau élève le niveau de l'océan. La quantité des électrons dans la terre est immensément grande...

CUR. — Je comprends maintenant comment un courant de haute fréquence oscille dans l'antenne. Mais comment peut-on télégraphier.

### L'alphabet Morse.

RAD. — En fermant ou en ouvrant l'interrupteur K on envoie tantôt des « traits » (courants prolongés) tantôt des « points »





(courants momentanés) qui forment les signaux de l'alphabet Morse (fig. 34). Dans l'antenne réceptrice apparaissent des courants de même espèce et de même durée, entendus au moyen du récepteur et compris immédiatement comme des lettres par des hommes habitués à lire au son les signaux.

CUR. — Tout ce que vous m'avez dit aujourd'hui a fait naître en mon esprit une série de questions : comment changer, s'il

a	· · ·	h	· · ·	1	· · · · ·
b	· · · ·	o	· · · · ·	2	· · · · ·
c	· · · · ·	p	· · · · ·	3	· · · · ·
d	· · ·	q	· · · · ·	4	· · · · ·
e	·	r	· · ·	5	· · · · ·
f	· · · ·	s	· · ·	6	· · · · ·
g	· · ·	t	·	7	· · · · ·
h	· · · ·	u	· · ·	8	· · · · ·
i	· ·	v	· · · ·	9	· · · · ·
j	· · · · ·	w	· · · ·	0	· · · · ·
k	· · ·	x	· · · ·		
l	· · · ·	y	· · · ·		
m	· · ·	z	· · · ·		

Fig. 34. — Alphabet morse. Les points correspondent à des signaux de courte durée tandis que les traits correspondent à des signaux plus longs.

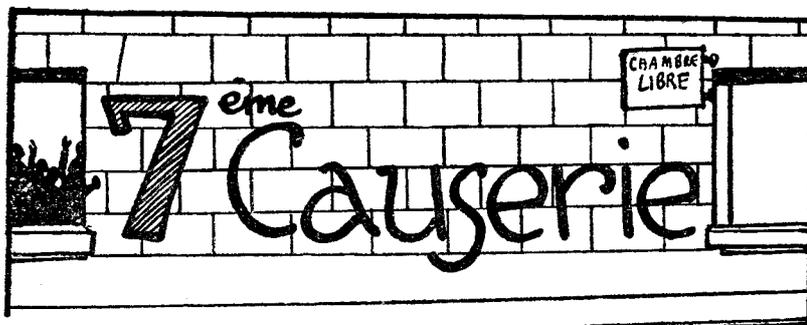
est nécessaire, la fréquence du courant ? Comment est construit le récepteur ? Jusqu'à quelle distance peut-on recevoir les signaux télégraphiques ? Pourquoi apparaît-il dans l'antenne réceptrice un courant de même nature ? Combien...

RAD. — Avant tout, permettez-moi de poser aussi une question : quelle heure est-il maintenant ?

CUR. — Onze heures. Mais, je voudrais encore...

RAD. — Bonne nuit, cher ami. Jusqu'à la fois prochaine...





# 7<sup>ème</sup> Causerie

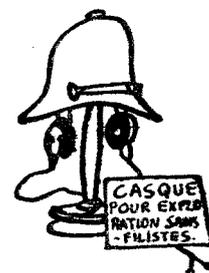
Où IL EST QUESTION D'UN LONG CORRIDOR ET DE VASTES CHAMBRES.

*Quand on explore une région inconnue, on peut suivre deux méthodes : ou bien l'on commence à examiner la région limitrophe dans toute sa largeur ; ou bien l'on s'enfoncé rapidement dans le pays, en n'explorant qu'une étroite bande de terrain et en ne notant que les principaux points caractéristiques.*

*L'auteur des « Causeries » a choisi la deuxième méthode. Courageusement, il guide le lecteur au plus profond de la région inconnue de la T. S. F. Autant que possible, il évite de montrer les forêts de formules mathématiques qui hérissent le pays...*

*Dans les six entretiens précédents, l'auteur a réussi, par des exemples frappants et des analogies, à faire connaître au lecteur les notions élémentaires de l'électricité, nécessaires pour la compréhension des divers phénomènes de la radio. Il a de même traité les sujets spéciaux, tels que fonctionnement des lampes et des appareils d'émission.*

*Il va s'y prendre de même pour compléter les renseignements un peu succincts sur le circuit oscillant et ses propriétés, donnés dans les causeries précédentes.*



## Curiosus lit la littérature « technique ».

**CUR.** — Maintenant, je m'occupe sérieusement de T. S. F., mon oncle ! J'ai même commencé à lire la littérature technique spéciale ; mais, malheureusement, je ne comprends pas bien tout.

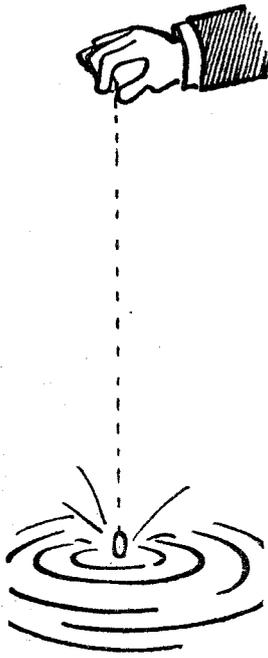
**RAD.** — Que lisez-vous donc ?

**CUR.** — Chaque jour, je lis dans les quotidiens les programmes des diffusions radiophoniques.

**RAD.** — ... ! Ce n'est vraiment pas là de la littérature très technique ! Et qu'est-ce que vous ne comprenez donc pas ?

**CUR.** — A côté du nom de chaque station, on indique toujours sa « longueur d'onde ». Que signifient ces termes ?





RAD. — La chose n'a rien de compliqué, mon petit ami. Vous vous souvenez certainement de ce que je vous ai dit, la dernière fois, au sujet de la danse des électrons dans l'antenne. Pendant une demi-période du courant alternatif de haute fréquence, les électrons se précipitent vers le haut ; pendant l'autre demi-période ils fuient... vers le bas. Un de leurs aller et retour provoque dans l'espace, autour de l'antenne, une onde invisible. De même que lorsqu'on jette un caillou dans l'étang, cette onde s'étend circulairement, s'éloignant de plus en plus de l'antenne. On appelle « longueur d'onde » toute la distance parcourue dans l'espace par l'onde pendant la durée d'une nouvelle allée et venue des électrons dans l'antenne.

CUR. — Et, quelle est la valeur de cette distance dans l'espace ?

RAD. — L'onde se meut à la vitesse de 300 000 000 de mètres par seconde. Donc...

CUR. — C'est une opération d'arithmétique très simple. L'espace parcouru est égal à la vitesse multipliée par le nombre de secondes de la durée du mouvement. Par conséquent la longueur d'onde est égale à 300 000 000 de mètres multipliés par le temps nécessaire pour un aller et retour des électrons, que vous avez appelé autrefois « période » (1).

RAD. — Tout ce qu'il y a de plus juste ! Donc, si la durée de la période est de 0,000 01 de seconde.

CUR. — ... la longueur d'onde sera :

$$300\ 000\ 000 \times 0,000\ 01 = 3\ 000\ \text{mètres.}$$

RAD. — Je constate que vous n'avez pas encore oublié la règle de multiplication des fractions décimales...

(1) Nous pouvons maintenant résumer par des formules mathématiques très simples tout ce qui a été dit jusqu'ici au sujet de la période (T), fréquence (F), et longueur d'onde ( $\lambda$ )

$$\lambda = 300\ 000\ 000 \times T; \quad T = \frac{1}{F}.$$

On peut donc encore écrire :

$$\lambda = \frac{300\ 000\ 000}{F}; \quad T = \frac{\lambda}{300\ 000\ 000}; \quad F = \frac{1}{T}.$$

En connaissant la valeur d'une de ces trois quantités, on peut donc facilement calculer celle des deux autres. Il est évident que  $\lambda$ , F et T caractérisent la même propriété d'un courant alternatif.

CUR. — Maintenant je comprends l'expression, mais jusqu'à présent j'avais cru par erreur que la longueur d'onde indiquait.. la distance de la station d'émission... à ma maison.

RAD. — Erreur profonde encore bien souvent répandue chez les personnes qui n'ont aucune connaissance en T. S. F.

CUR. — Si je me représentais les ondes de Radio sous la forme des ondes liquides, est-ce que je pourrais dans ce cas, dire que la longueur d'onde est égale à la distance entre les sommets de deux ondes voisines ?

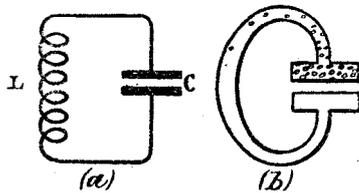


FIG. 35. — Le circuit oscillant (a) composé d'une bobine L et d'un condensateur C peut être comparé à deux chambres communiquant par un couloir (b).

RAD. — Certainement, mon ami. Bien que les ondes Radio (si elles existent) soient incomparablement plus compliquées dans leur existence que les

ondes marines, on se sert cependant très souvent et opportunément de l'exemple que vous venez de citer.

CUR. — Mais, pourquoi emploie-t-on des longueurs d'ondes différentes pour les diverses stations ?

RAD. — Pour qu'on ne les entende pas toutes en même temps. Vous comprendrez mieux cela un peu plus tard. En attendant, je vous donnerai un exemple simple. Si tous les abonnés au téléphone de la ville avaient le même numéro...

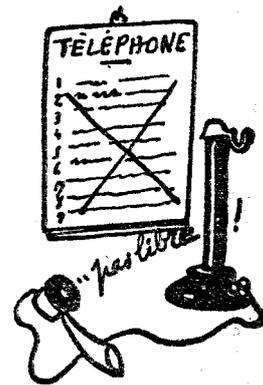
CUR. — ... cela serait très commode, car on ne devrait pas chercher le numéro dans l'annuaire des téléphones !

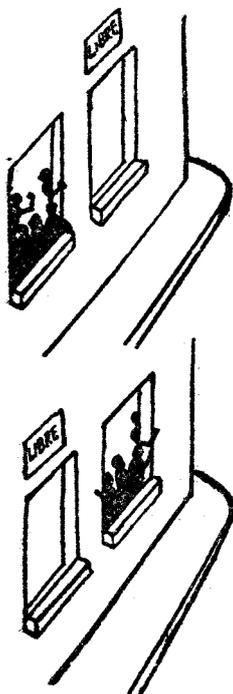
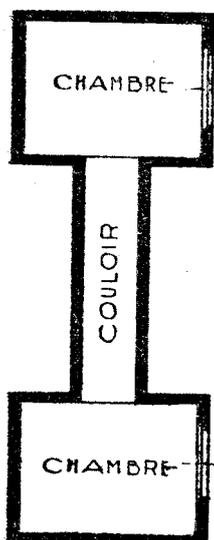
RAD. — Etourdi ! Et, comment la téléphoniste pourrait-elle savoir à quel abonné vous désirez parler ? La longueur d'onde joue le même rôle que le numéro du téléphone. Elle permet de recevoir la seule station d'émission désirée.

CUR. — Mais, comment les diverses stations peuvent-elles avoir des longueurs d'onde différentes ?

RAD. — Simplement parce que leur période de courant alternatif est différente.

CUR. — Ce raisonnement est facile à comprendre, mais il





n'explique rien. Comment est-il donc possible de changer la période des diverses stations ?

### Quel travail inutile !

RAD. — Je crois que vous réussirez à répondre vous-même à votre question. Un circuit oscillant, composé d'une bobine et d'un condensateur (fig. 35 a), ressemble à un ensemble de deux chambres fermées communiquant par un couloir (fig. 35 b). Supposez qu'il se trouve dans la chambre supérieure une foule très dense de personnes...

CUR. — Je comprends ! Les chambres sont les deux armatures du condensateur, qui est maintenant chargé, car tous les hommes-électrons sont dans une chambre.

RAD. — Je ne mettais pas votre perspicacité en doute. Cependant, ne m'interrompez pas. Donc, les hommes étant très pressés dans la chambre supérieure, une partie d'entre eux la quittent et courent à travers le couloir vers la chambre inférieure. Il serait plus rationnel, pour la deuxième moitié, de rester dans la chambre supérieure lorsque la première moitié de la foule a déjà passé dans la chambre inférieure. Malheureusement, la puissance acquise du mouvement est tellement forte que presque tous les hommes de la chambre supérieure seront entraînés vers la chambre du bas. Alors, la pression sera de nouveau aussi forte, ils se plaindront de nouveau de leur mauvaise situation et de nouveau encore ils se précipiteront tous dans la chambre supérieure, et encore, et encore...

CUR. — Quel travail sans but !

RAD. — Pas tout à fait ! Son but est... de vous faire comprendre les phénomènes se produisant dans un circuit oscillant. Maintenant, dites-moi combien de temps durera ce mouvement de la foule pour aller d'une chambre dans l'autre ?

CUR. — Oh ! je ne sais pas ! Cela dépend de multiples conditions.

RAD. — A savoir ?

CUR. — Premièrement, de la vitesse de la course...

RAD. — Oui, naturellement.

CUR. — Et encore de la longueur du corridor L.

RAD. — Exact ! Et de quoi encore ?

CUR. — Je crois qu'il faut encore considérer la contenance des chambres. Si elles sont très vastes et s'il y a beaucoup de personnes, alors que les premières sont déjà arrivées, celles qui restent doivent encore se mettre en mouvement. Oui ! Il est clair que plus la chambre est grande, moins vite elle se vide ou elle se remplit.

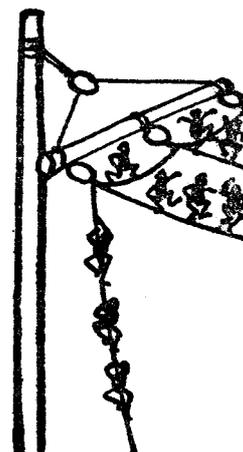


#### Et dans le circuit oscillant?

RAD. — Maintenant, essayez d'appliquer au circuit oscillant tout ce qui vient d'être dit.

CUR. — Le corridor représente l'inductance et les chambres correspondent aux plaques du condensateur. Et l'on peut dire maintenant que la période dure d'autant plus longtemps que la capacité et l'inductance du circuit sont grandes. Mais, je crois que l'analogie par laquelle vous vous êtes efforcé de me faire comprendre ce mécanisme était tout à fait superflue. On pouvait raisonner comme il suit : plus la capacité du condensateur est grande, plus il se charge ou se décharge lentement ; d'autre part, si l'inductance est plus grande, les électrons s'accoutument beaucoup plus à la course et ils conservent plus longtemps le mouvement acquis.

RAD. — Si je vous avais supposé aussi bon logicien, je ne vous aurais pas imposé mon exemple. Eh bien, une antenne réunie comme d'habitude à la terre, constitue également un circuit oscillant dans lequel circulent les électrons ; sa capacité et son inductance dépendent principalement de sa longueur. Par conséquent, pour obtenir des longueurs d'onde diverses, les stations utilisent des antennes plus ou moins grandes, avec éventuellement des condensateurs et des bobines supplémentaires, et des circuits oscillants avec des capacités et des inductances plus



ou moins grandes. Maintenant, je vous ferai remarquer que l'affaire n'est pas aussi simple qu'elle ne vous semble sans doute. Si l'inductance (ou la capacité) devient quatre fois plus grande...

CUR. — ...la période et, par conséquent, la longueur d'onde sont également quadruplées...

RAD. — Grave erreur ! Elles doublent seulement. Quand l'inductance (ou la capacité) est neuf fois plus grande, la période est seulement triple, etc.

CUR. — Donc, quand la capacité est multipliée par 25, la période est seulement quintuple ?

RAD. — Très juste (1).

CUR. — Et qu'advient-il, si nous quadruplons l'inductance et diminuons la capacité de moitié ?

RAD. — Si vous augmentez ainsi l'inductance alors que vous diminuez la capacité, la période augmentera. Si vous diminuez quatre fois l'inductance en doublant la capacité, la période diminuera. Enfin, si vous diminuez la capacité en augmentant l'inductance dans la même proportion, la période ne changera pas.

CUR. — Compris. Donc, pour faire varier la période, on pourra à volonté utiliser deux moyens : ou changer la capacité avec un condensateur variable ou changer l'inductance au moyen de...

RAD. — ...de bobines interchangeables, de bobines à dérivation, de bobines avec curseur, de variomètres, etc.

CUR. — Vous... vous m'effrayez, mon cher oncle. Ne pouvez-vous pas employer des mots moins savants, ou tout au moins m'expliquer leur signification ?

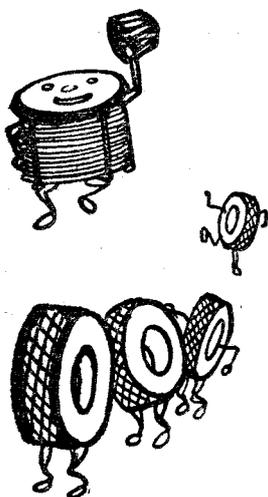
RAD. — Je le ferai volontiers dans nos prochains entretiens.

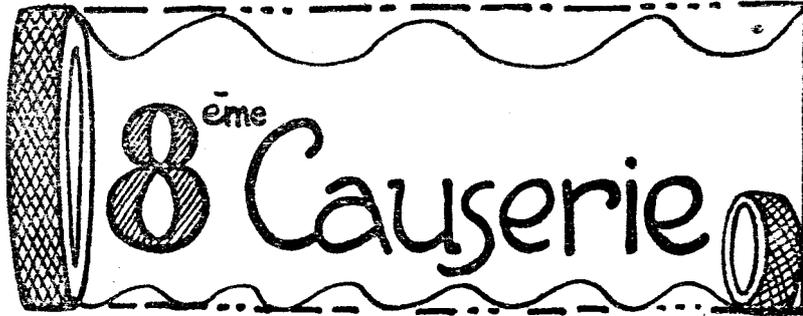
(1) Pour ne pas offenser les mathématiciens, nous donnons ci-après la formule (dite « formule de Thomson ») rattachant la période  $T$  (exprimée en secondes) à la capacité  $C$  (exprimée en farads) et à l'inductance  $L$  (en henrys), le henry étant l'unité de mesure des inductances :

$$T = 2\pi \sqrt{L \times C}$$

où  $\pi = 3,1416$ .

On constate que la période ne dépend uniquement que du produit  $L \times C$ .





# 8<sup>ème</sup> Causerie

## CURIOSUS FAIT DES PROJETS INCROYABLES.

*Dans la dernière causerie, l'ingénieur Radiol a expliqué à son neveu Curiosus (qui justifie pleinement son nom) les relations entre les diverses grandeurs caractéristiques du courant alternatif dans un circuit oscillant. Il a démontré en outre que ces valeurs dépendent de l'inductance et de la capacité du circuit oscillant. Ce dernier étant la partie principale de tout appareil de T. S. F. (pour l'émission ou la réception) l'auteur consacre encore la présente causerie à un examen plus approfondi de ses éléments. Il est notamment question des bobines, qui constituent l'inductance du circuit.*

### **Tout est évident pour Curiosus.**

CUR. — Vous m'avez donc dit la dernière fois, mon cher oncle, que, pour changer la période d'un circuit oscillant, il est nécessaire de changer ou sa capacité ou son inductance. La première peut être modifiée au moyen de condensateurs variables. Mais en ce qui concerne l'inductance, vous m'avez dit des mots savants qui ne m'ont rien expliqué du tout.

RAD. — J'essaierai donc de vous expliquer ces mots. Et tout d'abord, recherchons de quelles propriétés dépend la valeur de l'inductance d'une bobine.

CUR. — Je crois que plus le diamètre des spires de la bobine est grand, plus l'inductance est grande.

RAD. — Et vous avez raison. Et comment avez-vous pu arriver à cette supposition justifiée ?

CUR. — Il est très logique de penser que lorsque les spires sont plus grandes, le courant passant dans l'une d'elles influe



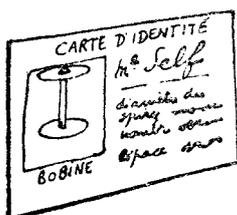
plus fortement sur l'autre. Et le phénomène de l'induction consiste précisément dans cette influence réciproque des spires de la même bobine. Vous m'avez déjà très bien expliqué cela.

RAD. — Très exact. Mais quelle cause peut encore influencer l'inductance de la bobine ?

CUR. — Il est facile de comprendre que le nombre de spires joue son rôle.

RAD. — C'est vrai. Et il est intéressant de savoir que l'inductance de la bobine croît très rapidement quand on augmente le nombre de ses spires. Nous reparlerons d'ailleurs bientôt de cela. En fin dernière, l'inductance de la bobine dépend encore de l'espace entre les spires.

CUR. — Ceci est encore de toute évidence. Plus les spires sont rapprochées l'une de l'autre, plus grande doit être leur influence réciproque.



### Les mots barbares réapparaissent et... sont expliqués.

RAD. — Résumons donc. L'inductance d'une bobine dépend du diamètre des spires, de leur nombre et de la distance entre elles. Par conséquent, pour changer l'inductance d'une bobine, il faut changer la valeur de l'un de ces trois facteurs.

CUR. — Est-ce que l'on pourrait par exemple changer le diamètre des spires d'une bobine déjà préparée ?

RAD. — Cette méthode ne serait pas très commode.

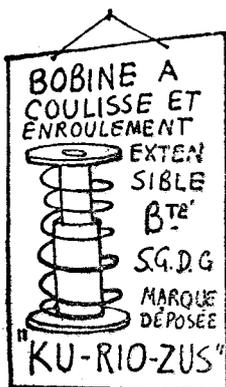
CUR. — Et d'autre part, est-il possible de changer la distance entre les spires ?

RAD. — Oui, si vous faites une bobine en forme de ressort, ou si vous enroulez le bobinage sur un tube en caoutchouc.

CUR. — Je n'ai jamais vu de bobines de ce genre !

RAD. — Parce qu'aussi bien, elles ne seraient pas pratiques. Habituellement, on emploie une troisième méthode, en changeant le nombre des tours employés.

CUR. — Est-ce que l'on enlève ou ajoute des spires pour obtenir ce résultat ?



RAD. — Vous avez aujourd'hui des idées fort peu pratiques, Curiosus ! Certainement non ! Il y a quelques procédés plus commodes. Par exemple, la méthode du curseur (fig. 36). Sur une bobine cylindrique à une seule couche de fil se meut un curseur guidé par une petite tige de métal (fig. 37). Le ressort de contact de ce curseur touche le fil dénudé sous la petite tige de métal.



Fig. 36. — Bobine cylindrique à deux curseurs.

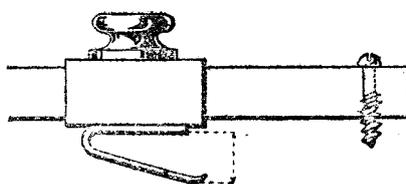


Fig. 37. — Le curseur sur sa réglette.

De cette façon, le nombre de tours entre le commencement de l'enroulement et le curseur peut être modifié en faisant mouvoir celui-ci.

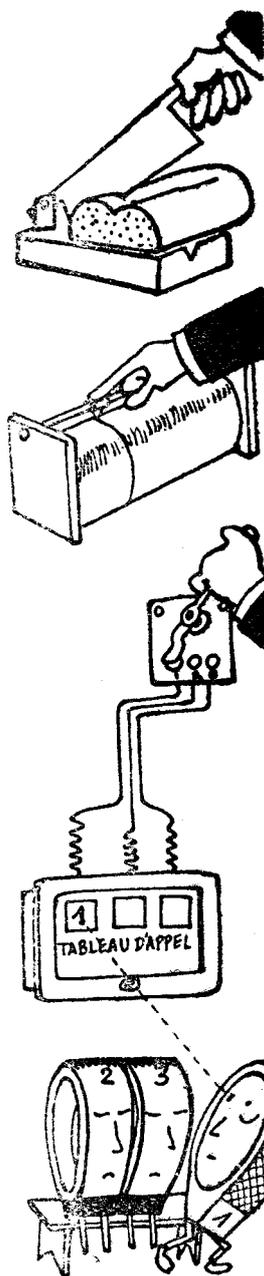
CUR. — Voilà un système très bien imaginé !

RAD. — Mais rarement employé, car pour avoir une inductance suffisamment grande, les bobines cylindriques à une couche de fils devraient être trop longues et elles prendraient trop de place. On préfère employer des bobines avec quelques couches d'enroulements.

CUR. — On ne peut plus, dans ce cas, employer un curseur ?

RAD. — Non, et alors on utilise la méthode des dériviatives. La bobine (fig. 38) est divisée en plusieurs parties, de l'extrémité desquelles partent des fils dérivés allant à des plots 1, 2, 3, 4 et 5 (leur nombre peut être plus ou moins élevé). Une petite manette de contact, en tournant, peut toucher l'un ou l'autre de ces plots. De cette façon, l'on utilise une partie plus ou moins grande de la bobine.

CUR. — Je crois que dans ce cas on change l'inductance pour ainsi dire par sauts, alors qu'avec un curseur, la variation est régulière.



RAD. — C'est certainement un défaut de ce système. Mais vous n'avez pas raison quand vous dites qu'au moyen du curseur l'inductance est changée tout à fait régulièrement. Le curseur, lui aussi, saute d'une spire à l'autre.

CUR. — Mais cela n'entraîne pas une grande modification de

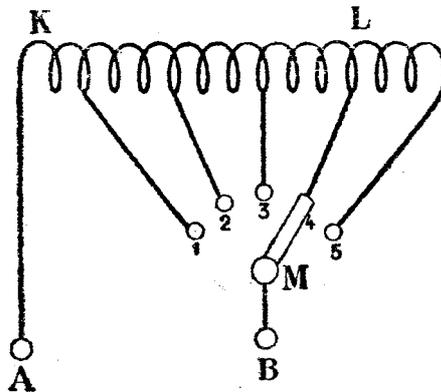


FIG. 38. — Bobine fractionnée dont l'inductance est variable au moyen d'une manette M à plots 1, 2, 3, 4 et 5. Dans la position de la manette figurée sur le dessin, c'est la partie KL de la bobine qui se trouve intercalée entre les bornes A et B.

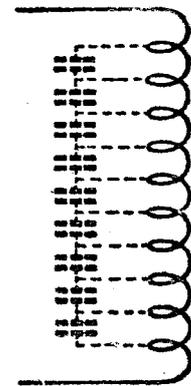
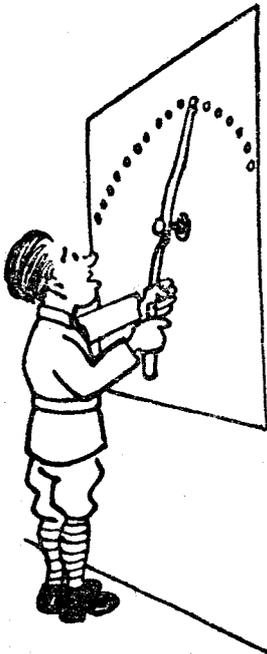


FIG. 39. — Toutes les deux spires d'une bobine forment un petit condensateur que nous avons représenté en pointillé.



l'inductance... Je vais me construire une bobine à enroulements multiples avec des dérives sur chaque spire.

RAD. — Donc, si vous avez 250 spires, votre manette parcourra 250 plots !

CUR. — En effet, je n'avais pas réfléchi à cela. Je préfère donc avoir une bobine plus simple avec inductance invariable, car je vois qu'il n'y a pas de bonne méthode pour faire varier l'inductance.

RAD. — Et comment changerez-vous la période de votre circuit oscillant ?

CUR. — Simplement par le condensateur variable constituant, avec la bobine, le circuit oscillant. C'est bien simple : je prendrai la plus grande bobine possible, pour avoir la plus grande

période utilisée en T. S. F. ; et quand j'aurai besoin de diminuer la période, je diminuerai seulement la capacité du condensateur variable. De cette façon, au moyen d'une bobine unique et d'un condensateur variable, j'obtiendrai toutes les périodes utilisées en radio...

RAD. — Quel rêve utopique !

CUR. — Pourquoi donc ?

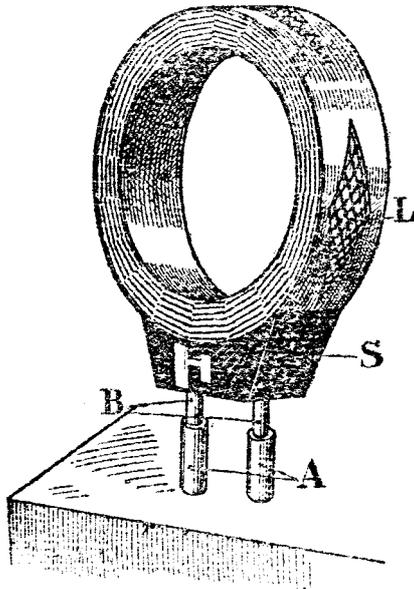


FIG. 40. — Bobine interchangeable L montée sur son support S muni de deux B enfoncées dans des douilles A fixées sur le panneau d'un récepteur.

### La maudite capacité !

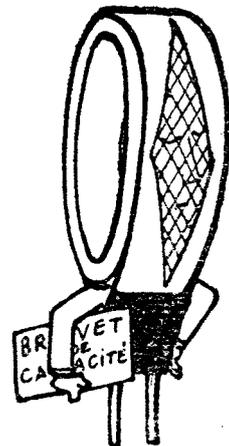
RAD. — Parce que vous ne réussirez jamais à faire varier la capacité du circuit dans des limites suffisantes. Si une bobine de 250 spires avec un condensateur de 0,000 5 microfarad constitue un circuit oscillant ayant une période de 0,000 005 de seconde, (longueur d'onde 1 500 mètres), il faudrait, pour obtenir une longueur d'onde de 150 mètres, employer avec la même bobine une capacité de 0,000 005 de microfarad.

Malheureusement, jamais vo-

tre circuit ne pourra avoir une capacité aussi faible.

CUR. — Je ne comprends pas. Ne pourrais-je pas, même, annuler complètement la capacité de mon condensateur variable ?

RAD. — Même si vous pouviez le faire (1), il existerait cependant une capacité appréciable dans le circuit oscillant. C'est la capacité propre de la bobine.



(1) En réalité, cela est impossible. Même quand les plaques mobiles sont tout à fait sorties de la partie fixe, il existe cependant encore une certaine capacité dans le condensateur, entre les armatures qui ne sont pas très éloignées les unes des autres ; c'est ce que l'on appelle la « capacité résiduelle ».



**CUR.** — De la bobine ? Pourquoi donc ?

**RAD.** — Parce que tout ensemble de deux spires voisines peut être considéré comme un petit condensateur. Il existe en fait entre elles une petite capacité (fig. 39) et la somme de ces petites capacités constitue une certaine capacité, celle que l'on appelle « capacité propre de la bobine ».

**CUR.** — Il en résulte que la bobine constitue par elle-même un circuit oscillant, puisqu'elle recèle une capacité ?

**RAD.** — Parfaitement. Et c'est pourquoi l'on peut même dire que la bobine possède une période d'oscillation propre. Vous pouvez donc comprendre maintenant que, lorsqu'on établit un circuit oscillant au moyen d'une bobine et d'un condensateur variable,

sa période ne peut être diminuée à volonté par la diminution de la capacité du condensateur. La période d'oscillation propre de la bobine est bien une limite infranchissable. Ainsi, par exemple, une bobine de 250 spires avec un condensateur variable de 0,000 5 de microfarad donne un circuit oscillant dont la période varie entre 0,000 005 et 0,000 002 de seconde, mais pas en dessous.

**CUR.** — Oh ! la maudite capacité ! De sorte qu'avec une seule bobine, il ne nous est pas possible d'avoir toutes les périodes employées en T. S. F. ?

**RAD.** — Non, vous ne le pourrez pas. Aussi, l'on utilise sou-

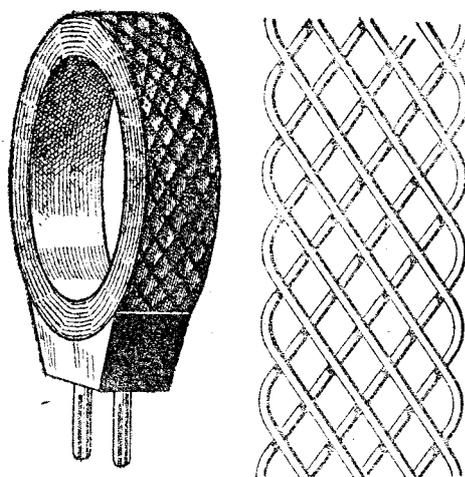
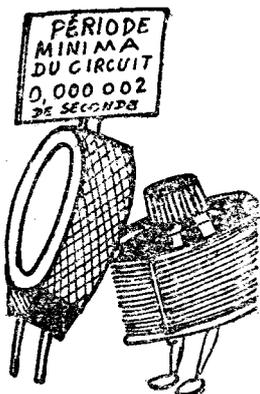


FIG. 41. — Bobine en nid d'abeilles et détail de bobinage. On voit clairement la façon dont se croisent les spires de la bobine.



vent des bobines interchangeables, possédant deux broches pouvant être introduites dans des douilles fixées sur les appareils (fig. 40). De cette façon, au moyen de quelques bobines, on peut obtenir des circuits oscillants dont l'ensemble couvre les périodes utilisées. Pour la même raison, on se sert également des

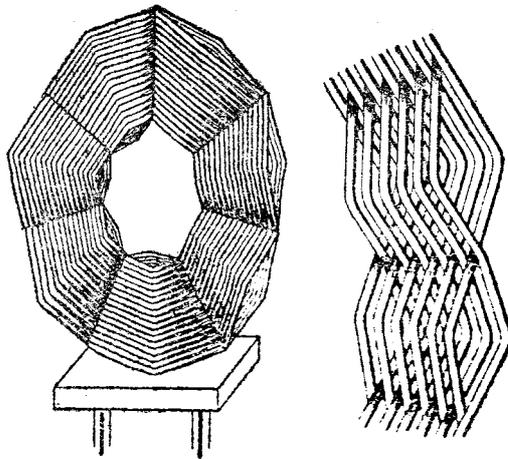


FIG. 42. — Bobine en fond de panier et détail de bobinage.

bobines à curseur ou à dérivations. Vous comprendrez dès lors que plus grande est la capacité propre de la bobine, moins la gamme des périodes du circuit oscillant est étendue.

#### La capacité diminuée.

CUR. — Mais, n'est-il pas possible de diminuer cette capacité propre des bobines ?

RAD. — Certainement. Et l'on y réussit en enroulant les spires de diverses manières pour que la distance entre elles soit la plus grande possible.

CUR. — Oui : on éloigne en quelque sorte les plaques du condensateur, pour en diminuer la capacité.

RAD. — Parfaitement !



CUR. — Et comment obtient-on ce résultat ?

RAD. — On s'efforce généralement de croiser entre eux, autant que possible, les fils des diverses spires. Il existe différentes sortes

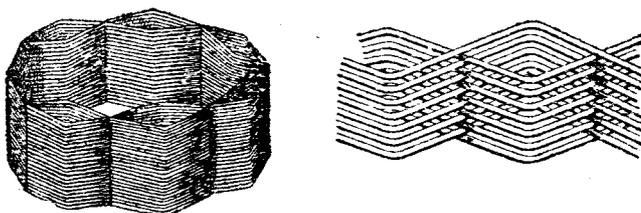


FIG. 43. — Bobine en flanc de panier et détail de bobinage.

de bobines construites suivant ce principe. Par exemple les bobines en nid d'abeilles (fig. 41), en fond de panier (fig. 42) ou en flanc de panier (fig. 43). Parfois, les bobines se composent de quelques bobines plates séparées (fig. 44). Cependant, toutes ces bobines ont quand même une petite capacité propre.

CUR. — Mais est-il possible de changer l'inductance d'une bobine aussi facilement et progressivement que l'on change la capacité d'un condensateur variable ?

RAD. — Oui, cela est possible, grâce au variomètre.

CUR. — Un variomètre ? Est-ce encore un instrument de mesure, comme le voltmètre, l'ampèremètre, le thermomètre, etc. ?

RAD. — Non ! Le vocable est d'ailleurs très mal choisi. La fois prochaine, je vous en donnerai l'explication.

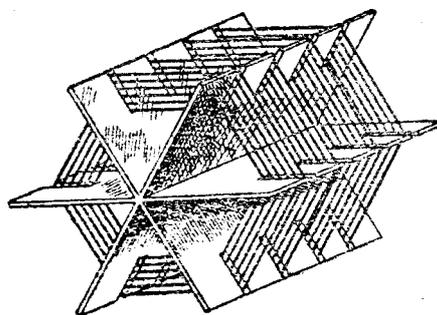
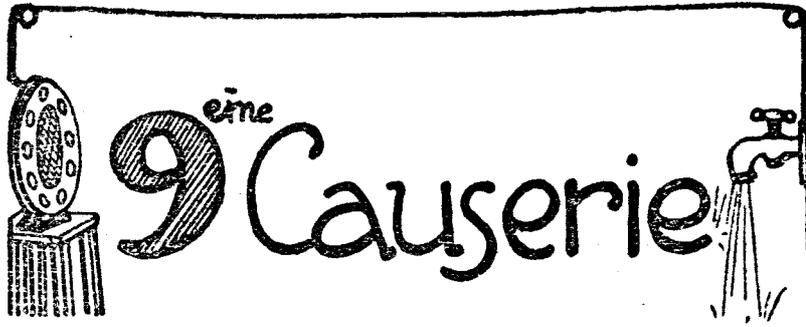


FIG. 44. — Bobine composée de plusieurs bobinages plats espacés entre eux.



# 9<sup>ème</sup> Causerie

OÙ IL EST QUESTION DU VARIOMÈTRE, D'UN ROBINET ÉLECTRONIQUE  
ET DE L'ÉMETTEUR TÉLÉPHONIQUE.

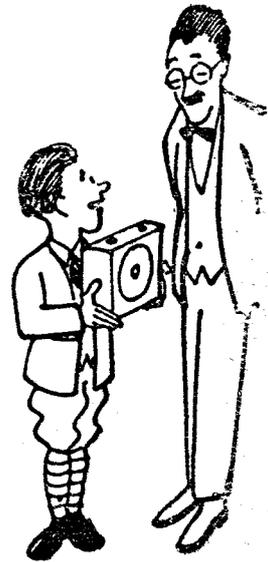
*L'excellent oncle, dans la causerie ci-après, va volontiers contenter la curiosité de son neveu au sujet de diverses questions : entre autres, il expliquera le principe du variomètre, du microphone et de l'émetteur téléphonique.*

*La neuvième causerie termine la première partie de cette série originale d'articles techniques de vulgarisation. Nous espérons que grâce à eux, le lecteur aura pu facilement et comme en se jouant, acquérir les diverses notions élémentaires d'électricité nécessaires à la connaissance des parties fondamentales des appareils d'émission en T. S. F.*

## Merveilleuse faculté divinatoire de Curiosus.

CUR. — Cher oncle, nos entretiens m'intéressent beaucoup et je vous en suis très reconnaissant. Cependant, permettez-moi de vous faire une suggestion. Jusqu'à présent, nous avons parlé soit des différentes parties des appareils, soit des appareils d'émission. Et encore vous ne m'avez expliqué le fonctionnement de ces derniers que pour la télégraphie. Cependant, la radiotéléphonie m'intéresserait particulièrement.

RAD. — Aussi bien je vous en parlerai d'autant plus volontiers que c'est dans cette intention que je vous ai expliqué préalablement le fonctionnement de l'appareil d'émission télégra-



phique. Cette préparation rendra ma tâche actuelle plus facile. Donc...

CUR. — Excusez-moi de vous interrompre encore. Vous m'avez promis, la dernière fois, de m'expliquer comment la self-induction peut varier d'une façon constante, grâce à un certain « variomètre »...

RAD. — Vous avez raison. Je m'efforcerai donc de vous faire

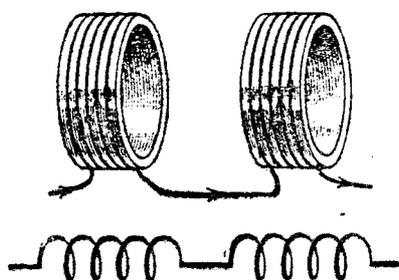


FIG. 45. — Deux bobines connectées en série et dont les spires sont disposées de telle façon que le courant les traversant soit de même sens de circulation dans les deux bobines.

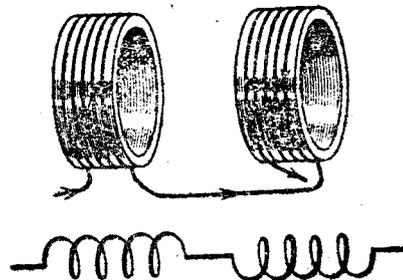
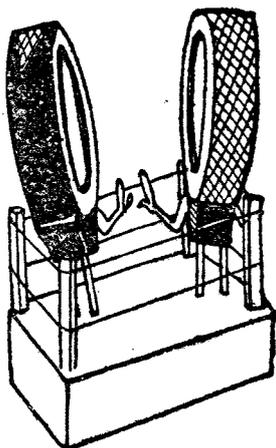


FIG. 46. — Deux bobines connectées en série et dont les spires sont disposées de telle façon que le courant les traversant soit de sens contraire de circulation dans les deux bobines.



comprendre l'affaire en quelques mots. Voudriez-vous d'abord me dire ce qui va se produire si nous connectons deux bobines à la suite l'une de l'autre, ou, comme l'on fit, « en série » (fig. 45) ?

CUR. — Je pense que la self-induction de l'ensemble sera égale à la somme des self-inductions de chaque bobine.

RAD. — Il n'en serait ainsi que si les deux bobines étaient suffisamment éloignées l'une de l'autre pour ne pas s'influencer réciproquement par induction.

CUR. — Oh ! J'avais tout à fait oublié cette circonstance. Donc, si ma déduction est juste, vous voulez faire votre variomètre avec deux bobines connectées en série et mobiles l'une par rapport à l'autre. Quand elles sont éloignées, la self-induction commune est la somme de leurs self-inductions. Au fur

et à mesure qu'on les rapproche, la somme augmente constamment, par suite de l'induction réciproque.

RAD. — Vous avez deviné une partie de la vérité, mais pas tout. Pourquoi dites-vous que la self-induction commune augmente quand vous rapprochez les bobines ? Elle peut aussi diminuer.

CUR. — Et comment ?...

RAD. — Je serais très satisfait si vous réussissiez à répondre vous-même à votre question. Rappelez-vous donc en quoi consiste le phénomène de la self-induction.

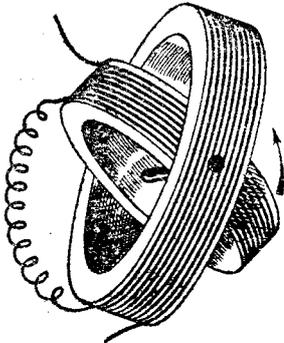


Fig. 47. — Un variomètre se compose essentiellement de deux bobinages connectés en série dont un fixe et l'autre mobile. Ici la bobine mobile tourne à l'intérieur de la bobine fixe.

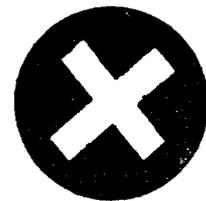
CUR. — Très simple : un courant, augmentant dans une spire fait naître dans les spires voisines un courant induit de direction contraire, qui ralentit en quelque sorte l'augmentation. Et, au contraire, le courant en diminuant induit dans les spires voisines un courant de même sens. Par suite, sa diminution en est également ralentie.

Et nous avons remarqué que la self-induction est analogue à l'inertie des corps pesants.

RAD. — Bien. Votre mémoire ne vous fait pas défaut. Et maintenant, réfléchissez à ce qui va se produire si nous connectons deux bobines en série, de telle façon que dans la deuxième bobine la direction des spires soit contraire à celle des spires de la première (fig. 46).

CUR. — ...Laissez-moi réfléchir... Ah oui ! Je saisis... Comme le courant, dans la deuxième bobine tourne en sens contraire, toutes les conséquences seront contraires. Et la self-induction commune diminuera.

RAD. — Très juste. Donc, le principe du variomètre est le suivant. On a deux bobines connectées en série et dont on peut



changer la situation réciproque. Quand leurs spires ont la même direction, la self-induction du variomètre est maximum ; quand les spires sont en sens contraire, la self-induction est minimum. Entre ces deux positions extrêmes, elle varie d'une façon constante. Le plus souvent on construit des variomètres composés de deux bobines, l'une d'elles tournant à l'intérieur de l'autre autour d'un axe muni d'une manette.



CUR. — Cet appareil paraît être très commode.

RAD. — Commode et bon marché, c'est pourquoi je vous conseille de le construire. Maintenant vous connaissez les diverses méthodes pour changer la self-induction et la capacité d'un circuit oscillant, et, par suite, vous savez comment il est accordé sur une fréquence quelconque.

#### Lacune de compréhension surprenante chez Curiosus.

CUR. — Est-ce que le circuit d'un poste émetteur doit pouvoir s'accorder sur différentes fréquences ?

RAD. — Non. La plupart des stations d'émission ont leur circuit accordé sur une fréquence définie. Seuls, les postes récepteurs doivent, ainsi que vous l'apprendrez plus tard, pouvoir s'accorder sur les diverses fréquences utilisées par les postes d'émission.

CUR. — Mais vous ne m'avez pas encore expliqué comment fonctionnent les postes d'émissions radiophoniques.

RAD. — En principe, la chose est très simple. Il suffit de traduire les ondes sonores en variations du courant électrique.

CUR. — J'avoue ne rien comprendre à ces raisonnements philosophiques...

RAD. — On vous a appris, en physique, que les sons ne sont autre chose que la propagation, sous forme d'ondes, des vibrations des molécules de l'air. Une molécule d'air vibre d'un mouvement alternatif dont la fréquence dépend de la « hauteur » du son et qui est beaucoup plus petite que la fréquence des cou-



rants de T. S.F. Notre oreille ne peut percevoir que les sons dont la fréquence varie entre 30 et 30 000 périodes par seconde et même pratiquement entre 100 et 10 000.

CUR. — J'ai lu tout cela dans mon livre de physique. Mais

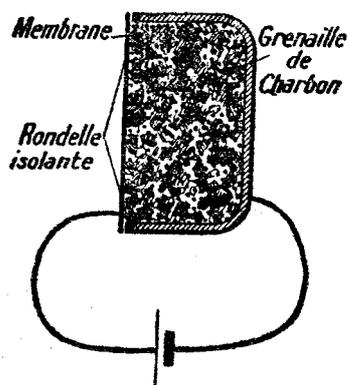


FIG. 48. — Un microphone se compose d'une boîte métallique contenant de la grenaille de charbon et couvert d'une membrane métallique (isolée du boîtier par une rondelle en caoutchouc).

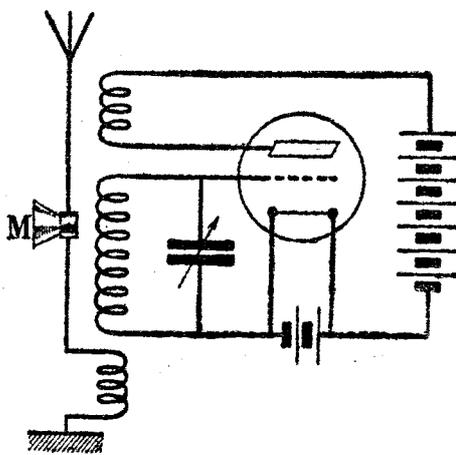


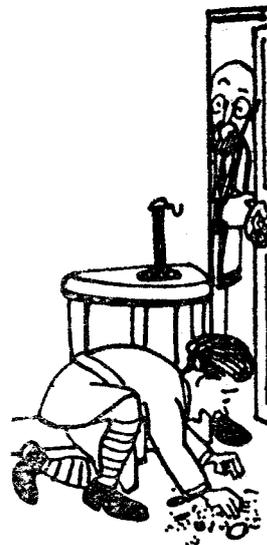
FIG. 49. — Schéma d'un émetteur téléphonique. M, microphone.

je ne comprends pas ce que vous voulez dire par les mots « traduire les sons en variations du courant électrique ».

RAD. — Patientez encore un peu. Avez-vous déjà vu un microphone ?

CUR. — Certainement. J'ai démonté le microphone du téléphone de la maison, le charbon en est tombé sur le parquet et mon amour de la science a été injustement puni par papa...

RAD. — Vous avez donc constaté que, dans le microphone on a introduit, entre une plaque métallique élastique (la membrane) et la cuvette, ces petits grains de charbon que vous avez si malencontreusement répandus à terre (fig. 48). De cette façon, le courant électrique allant de la cuvette métallique à la membrane (ou inversement) doit traverser la couche de charbon. La



résistance de cette couche dépend de la pression subie par les grains...

CUR. — Pourquoi ?

RAD. — Parce que plus les grains sont pressés l'un contre l'autre, plus grande est leur surface commune de contact et plus le passage des électrons est facilité d'un grain à un autre. Par conséquent, si nous exerçons sur la membrane métallique une pression plus ou moins forte, le microphone sera traversé par un courant plus ou moins intense.



#### Comment fonctionne un émetteur téléphonique.

CUR. — De cette manière on peut ainsi établir une espèce de robinet pour le courant électrique ?

RAD. — Tout à fait exact. Mais voici en quoi ce robinet est intéressant : ce n'est pas la main de l'homme qui le fait fonctionner, ce sont les molécules de l'air.

CUR. — Comment donc ?

RAD. — C'est très simple. Les molécules de l'air mises en mouvement par les ondes sonores atteignent la plaque élastique et la font vibrer.

CUR. — Il me semble que je comprends maintenant ce que signifie votre phrase mystérieuse. Le courant traversant le microphone doit suivre toutes les vibrations des sons, car chaque onde sonore va faire varier la résistance du microphone.

RAD. — Vous avez tout à fait raison, mon petit ami. C'est ainsi que toute variation du son est traduite par une variation du courant électrique. Maintenant, supposez que vous introduisiez un microphone dans une antenne d'émetteur télégraphique (fig. 49). Que va-t-il se produire, si vous parlez dans le microphone ?

CUR. — Le courant dans l'antenne variera en suivant exactement les vibrations sonores.

RAD. — Oui ! car n'oubliez pas que l'antenne d'une station d'émission est parcourue par des courants alternatifs de haute

fréquence. Par suite les variations de résistance du microphone qui sont comparativement peu rapides par rapport aux oscillations de haute fréquence, viennent se superposer à la résistance normale de l'antenne.

CUR. — Je comprends. Tantôt elles laissent passer librement, tantôt elles affaiblissent les oscillations.

RAD. — Vous tombez juste, comme presque toujours. Dans le langage technique, on dit que « les oscillations sonores de basse fréquence modulent le courant de haute fréquence ».

Vous connaissez donc maintenant le principe de l'émission radiotéléphonique. En réalité, on préfère d'ailleurs ne pas introduire le microphone dans l'antenne, car sa résistance gênerait le fonctionnement de l'émission. Il existe maintenant d'autres méthodes de modulation, dont je ne vous parlerai pas, car je veux seulement vous faire connaître les principes élémentaires de T. S. F. La prochaine fois, nous traiterons peut-être déjà quelques points relatifs à la réception. En attendant, au revoir...

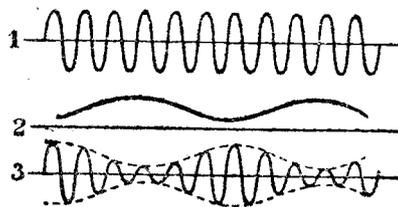
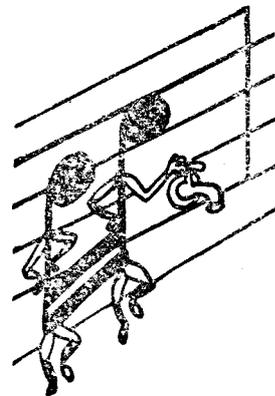


FIG 50. — Représentation graphique du phénomène de modulation

- 1, oscillation de haute fréquence.
- 2, résistance du microphone.
- 3, courant modulé.

Remarque. — Pour les lecteurs un peu au courant de l'interprétation géométrique des phénomènes, nous donnons la fig. 50 qui les aidera à comprendre le phénomène de la modulation. La courbe supérieure représente un courant alternatif de haute fréquence. Quand il est modulé par la résistance variable d'un

microphone représentée par la courbe du milieu, il en résulte un courant figuré par la courbe inférieure, où les amplitudes des oscillations de haute fréquence sont d'autant plus grandes, que la résistance du microphone est faible.



---

FAITS DIVERS

10<sup>ème</sup> Causerie

**SOUS L'IMPRESSION D'UNE CATASTROPHE.**

*L'auteur commence ici la deuxième partie de ses dialogues sur la T. S. F. Les neuf premières causeries auront permis au lecteur de faire connaissance avec les plus importants des principes fondamentaux de la radio. Maintenant, il va être question de la réception, sujet spécialement intéressant pour les amateurs. Dans la causerie ci-après, l'auteur donne, d'une façon très originale, l'explication de la résonance, que tous les lecteurs comprendront certainement : ce phénomène est souvent, par beaucoup d'auteurs, comparé à l'acoustique, ce qui exige de longs développements explicatifs.*

*Nous répétons au lecteur le conseil de suivre attentivement toutes les causeries. Bien que les explications soient données sous forme de dialogue, le texte n'en est pas moins concis et demande une attention soutenue, si l'on veut tout comprendre.*

**De la construction des ponts.**

CUR. — Avez-vous lu, cher oncle, dans le journal de ce matin, la relation de ce terrible accident ?

RAD. — Pas encore... Je n'ai pas eu le temps de prendre un journal. Qu'est-il donc arrivé ?

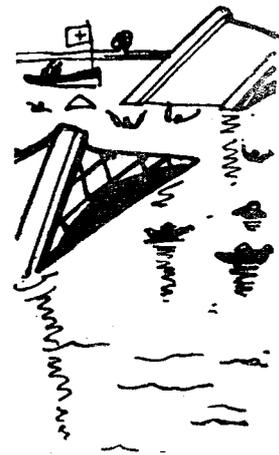
CUR. — Une compagnie de soldats traversait un pont qui s'est subitement rompu et quelques soldats ont été noyés.

RAD. — Ah ! quel malheur !

CUR. — Mais, ce que je ne puis comprendre, c'est la cause de cet accident, et comment il a pu se produire. Les ingénieurs qui ont construit ce pont ne connaissent peut-être pas leur métier ?

RAD. — Ils le connaissent certainement. Croyez-vous que le pont était assez solide ?

CUR. — Il était vraiment bien construit. Moi-même j'ai sou-





vent vu plusieurs camions automobiles lourdement chargés le traverser en même temps et l'on ne ressentait qu'une légère trépidation. Et je pense que la compagnie de soldats pesait beaucoup moins lourd que ces camions... C'est pourquoi je n'y comprends rien.

RAD. — Je vous dénoncerai donc le coupable : c'est l'officier qui commandait la compagnie.

CUR. — Pourquoi ?... Pèserait-il par hasard quelques tonnes ?

RAD. — Non ! Mais il a oublié un article important du règlement militaire, aux termes duquel l'officier, avant de traverser un pont doit ordonner de rompre le pas.

CUR. — J'ai déjà remarqué que vous affectionnez particulièrement cette façon de vous exprimer par énigmes. Et je vous avouerai que je ne comprends pas encore.

RAD. — Ne vous emportez pas ainsi, mon ami. Réfléchissez plutôt et vous comprendrez toute l'affaire. Si vous sautez sur un pont, vous remarquerez une légère trépidation et vous constaterez ainsi que le pont a sa propre période d'oscillation. Il oscillera comme la corde d'un piano, mais ses oscillations seront moins rapides. Maintenant, supposez que la compagnie de soldats marche au pas cadencé et que la mesure du pas coïncide avec la période d'oscillation du pont. Dans ces conditions chacun des pas augmente les oscillations du pont. Alors il peut se produire que la force des pas simultanés agisse en même temps avec une telle puissance que le pont trépide de plus en plus jusqu'à ce que finalement...

CUR. — ... jusqu'à ce que finalement il se rompe. Maintenant je comprends pourquoi les soldats ne doivent pas marcher au pas sur le pont, car alors l'influence de leurs pas ne s'accumule pas.

RAD. — Est-ce que vous ne saisissez pas maintenant la cause vraisemblable de l'accident ?

CUR. — Je la vois. Mais je préférerais de beaucoup continuer nos causeries sur la radio, car la construction des ponts n'a pas beaucoup de rapports avec cette science.

### Analogie entre un pont et la T.S.F.

RAD. — Vous faites erreur, mon enfant. L'affaire qui vient de nous occuper vous aidera à comprendre le phénomène de la résonance.

CUR. — Hum... Hum... Je ne pensais vraiment pas à cela.

RAD. — Depuis longtemps, on répète que la science demande des victimes. Le cas de ces pauvres soldats noyés vous aidera au

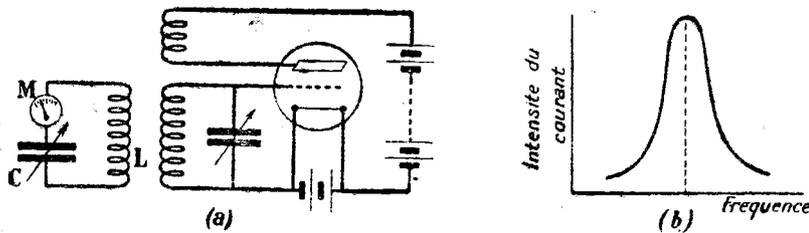


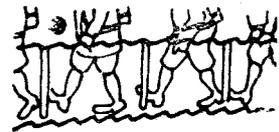
FIG. 51. — Explication du phénomène de la résonance.

- (A). — Lorsqu'on couple un circuit oscillant LC au circuit d'une hétérodyne et qu'on tourne le condensateur variable C, on constate, au moyen d'un instrument de mesure M, que c'est au moment où le circuit LC est accordé sur la fréquence de l'hétérodyne, que le courant le traversant est le plus intense.
- (B). — La courbe, dite « courbe de résonance », représente les variations de l'intensité du courant dans LC en fonction de la fréquence propre de ce circuit. On voit que le courant atteint sa valeur maximum lorsque LC est accordé sur la fréquence F de l'hétérodyne.

moins à comprendre ce qu'est la résonance. Dites-moi ce qui va se produire si nous rapprochons la bobine d'un circuit oscillant de la bobine d'une hétérodyne oscillante?

CUR. — Par suite de l'induction entre les deux bobines, il se produira dans le circuit oscillant un courant alternatif de même fréquence.

RAD. — Vous avez raison, bien qu'en réalité les phénomènes qui se produisent puissent être plus compliqués. Toutefois, pour ne pas embrouiller l'affaire, supposons que votre raisonnement soit tout à fait juste. Et, revenant à nos soldats, dites-moi encore ce qui arrivera, si, tout en marchant au pas cadencé sur le pont, la période de leurs pas ne coïncide pas avec la période d'oscillation propre du pont ?



CUR. — Il y aura une trépidation à chaque pas, mais elle n'augmentera point aux pas suivants.

RAD. — Bien. En ce cas, nous dirons que les oscillations du pont sont forcées. De même, si le circuit oscillant couplé avec l'hétérodyne est accordé sur une autre fréquence que celle de l'hétérodyne, il n'apparaîtra dans ce circuit que des oscillations très faibles, que nous appelons des oscillations forcées.

CUR. — Maintenant j'ai saisi l'analogie entre un pont et la T. S. F., et, si vous le permettez, je vais continuer la chaîne de vos pensées.

RAD. — Continuez.

CUR. — Je pense que plus la fréquence d'accord du circuit oscillant est rapprochée de la fréquence de l'hétérodyne, plus les oscillations dans le circuit oscillant seront fortes.

RAD. — Et si le circuit oscillant est accordé sur la même fréquence que l'hétérodyne ?...

CUR. — Alors ses oscillations seront très fortes (fig. 51).

RAD. — Oui, elles atteindront le maximum. Et même, la théorie démontre qu'à ce moment, s'il ne survenait pas de pertes d'énergie dues à la résistance et à d'autres causes, les oscillations iraient toujours en augmentant, le courant croîtrait constamment...

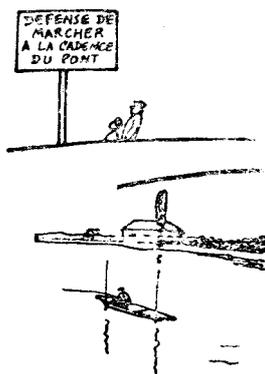
CUR. — ...et sa puissance tendrait vers l'infini ?

RAD. — ...à condition que les fils ne fondent pas... Mais, ceci n'est qu'abstraction. En tout cas, voici pour notre prochaine étude une conclusion importante...

CUR. — ...que lorsque des soldats marchent au pas sur un pont, si la période de leurs pas coïncide avec la période d'oscillation propre du pont, celui-ci trépide de plus en plus fortement et peut même être rompu.

RAD. — Ce n'est pas là que je voulais vous amener.

CUR. — Je le sais, mais, pour la radio, c'est la même chose. Si nous rapprochons d'un circuit oscillant un autre circuit, il apparaîtra également des oscillations dans ce dernier. Et les



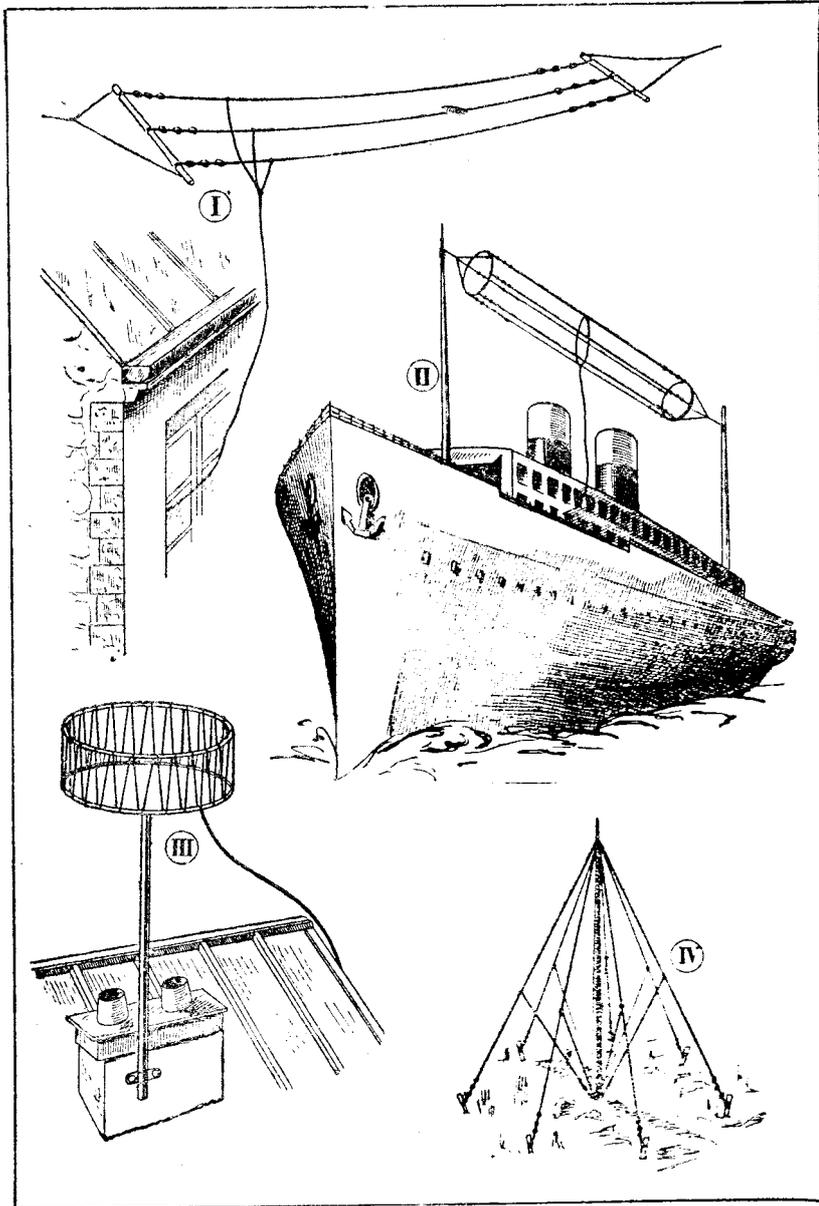
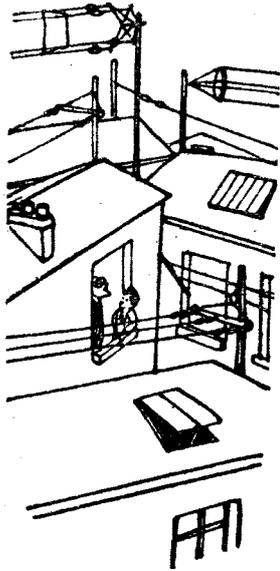


FIG. 52. — Diverses formes d'antennes. — I. Antenne en L renversé. — II. Antenne en T. — III. Antenne « en panier ». — IV. Antenne « en parapluie ».



oscillations seront plus fortes si les deux circuits sont accordés à la même fréquence.

RAD. — Dans cette occurrence, nous disons qu'il y a résonance entre les deux circuits. Ce phénomène de résonance joue un rôle des plus importants en T. S. F.

CUR. — Pourquoi ?

### Un étrange circuit oscillant.

RAD. — Pour répondre à votre question, je reviendrai un peu en arrière. Vous vous souvenez peut-être comment je vous ai exposé, dans notre première causerie, en traits généraux, les principes fondamentaux de la T. S. F. Je vous ai dit alors que le courant de haute fréquence provoque dans l'éther des ondes électro-magnétiques. Ces ondes se propagent dans l'espace et, rencontrant l'antenne réceptrice font naître dans celle-ci un courant alternatif de même espèce mais beaucoup plus faible. Si le circuit d'antenne est accordé...

CUR. — Je commence encore une fois sérieusement à ne plus comprendre. Comment pouvez-vous parler d'un circuit d'antenne ? Est-ce qu'un fil horizontal rectiligne, rattaché à son extrémité à la terre, posséderait à la fois la capacité et la self-induction qui sont, suivant votre propre expression, les facteurs nécessaires d'un circuit oscillant ?

RAD. — Certainement ! Un fil rectiligne possède également une self-induction, car une de ses parties agit sur l'autre. En dehors de cela, il a aussi la capacité nécessaire car sa partie supérieure d'un côté et la terre de l'autre, constituent ces « chambres à électrons » dont il a été question. Pour augmenter la capacité propre de l'antenne, nous ajoutons souvent des fils supplémentaires verticaux ou courbes à la partie supérieure du fil horizontal. Nous avons alors les antennes en forme de T, d'L renversé, de V renversé (antenne en parapluie), ou bien nous fixons à la partie supérieure une espèce de panier métallique

(antenne en panier). Mais n'oubliez pas que les ondes n'agissent que sur la partie verticale de l'antenne, alors que les parties horizontales n'ont d'autre effet que d'en augmenter la capacité.

CUR. — J'arrive à en être de votre avis, que l'antenne peut aussi constituer un circuit oscillant. Vous m'avez d'ailleurs déjà conté le bal des électrons dans l'antenne d'émission. Leur danse ressemble sans doute beaucoup à l'oscillation des électrons d'une plaque d'un condensateur à l'autre, à travers la bobine, comme dans le circuit oscillant.

RAD. — Les phénomènes sont en effet identiques en tous points. Mais vous m'interrompez, alors que j'allais vous expliquer un problème très important. Voyez, vous disais-je, le courant établi dans l'antenne réceptrice est très faible : mais il sera beaucoup plus fort si l'antenne est en résonance avec l'émetteur.

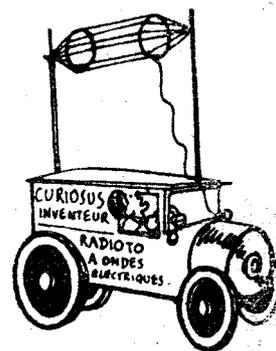
CUR. — Pourrait-on utiliser ce courant pour faire marcher un petit moteur électrique ?

RAD. — Je vous laisse le soin de le deviner. Dans une antenne de moyenne longueur, à la distance d'environ 100 kilomètres de la station d'émission, le courant aura une intensité d'environ 5 millionnièmes d'ampère (0,000 005 ou  $5 \mu\text{A}$ , lisez 5 micro-ampères). Vous voyez donc que, même dans les meilleures conditions, si l'antenne est accordée sur les ondes à recevoir, le courant demeure toujours très faible. Pour constater son existence, ou, comme l'on dit, pour le « détecter », il faut des appareils très sensibles (1).

CUR. — Voilà qui est effectivement intéressant ! Mais, dites-moi, comment peut-on accorder l'antenne, et comment pourrions-nous détecter le courant qui circule ?

RAD. — Il se fait de nouveau très tard. Je ne répondrai donc à votre question que dans une prochaine causerie...

CUR. — Savez-vous, mon cher oncle, vos causeries com-



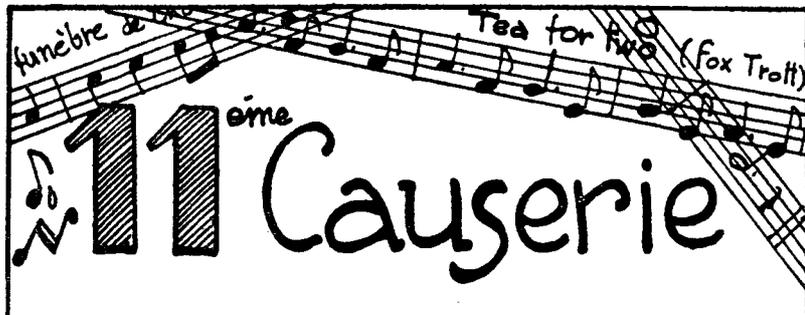
(1) Ceci a été écrit il y a quelques mois. Un récent numéro d'un journal technique publie la photographie d'un minuscule moteur qui puise toute son énergie motrice dans les ondes de T. S. F. !

mencent à ressembler singulièrement aux romans-feuilletons que publient les journaux quotidiens.

RAD. — Pourquoi donc, mon ami?

CUR. — Parce que de même que le roman-feuilleton est toujours interrompu à l'endroit le plus captivant par ce terrible à *suivre*, de même nos causeries s'arrêtent au moment le plus intéressant...





DE QUELQUES DISPOSITIFS D'ACCORD ET D'UNE MARCHÉ FUNÈBRE GAIE.

*Dans la causerie ci-après, l'auteur traite de quelques systèmes d'accord. Commencé par le plus simple, il termine par le dispositif à transformateur accordé (Tesla) avec antenne accordée ou non accordée. En même temps, il donne les explications utiles au sujet de la sélectivité. Comme de coutume, l'intelligent Curiosus fait preuve de la plus louable... et imitable faculté de compréhension.*

**Curiosus invente un dispositif de commodité douteuse.**

CUR. — La dernière fois, cher oncle, vous m'avez promis de me raconter comment on peut accorder l'antenne ?

RAD. — Je le ferai volontiers maintenant.

CUR. — Attendez ! J'ai beaucoup réfléchi sur cette question et peut-être ai-je trouvé la bonne méthode.

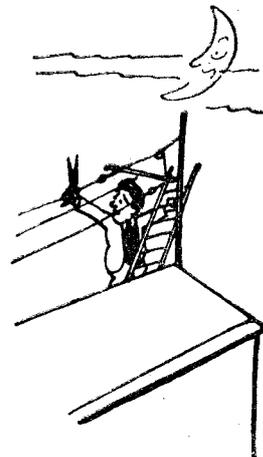
RAD. — Ce serait intéressant. Racontez-moi donc cela.

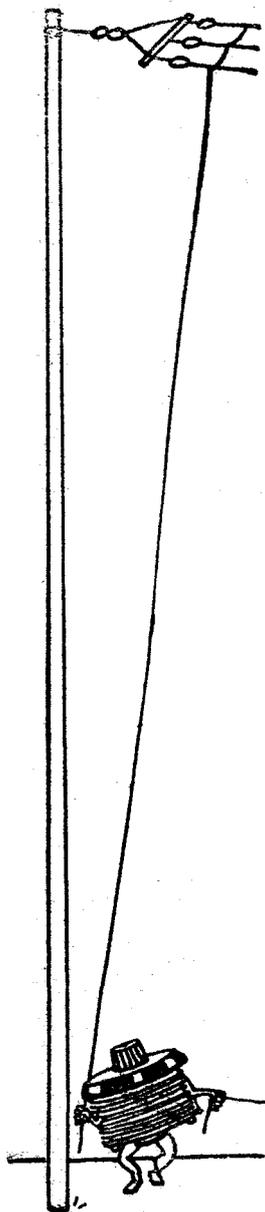
CUR. — Il suffit de faire varier soit la capacité propre, soit la self-inductance de l'antenne. Cela est très facile à réaliser. Il n'y a qu'à changer la longueur du fil.

RAD. — En théorie, votre procédé est tout à fait bon. Mais, croyez-vous qu'il soit commode ? Supposez qu'au cours d'une soirée, vous désiriez entendre vingt stations diverses : vous grimpez donc vingt fois sur votre toit pour ajuster la longueur de votre fil ?

CUR. — Vraiment, ce système n'est pas très pratique... Quelle méthode plus commode me proposerez-vous donc ?

RAD. — On peut, par exemple, intercaler un variomètre dans





l'antenne. Alors, la self-induction commune sera égale à la somme des self-inductions du fil de l'antenne et du variomètre. En changeant l'inductance du variomètre, vous pourrez accorder l'antenne suivant diverses longueurs d'onde (fig. 53 A).

CUR. — Cela serait certainement plus commode.

RAD. — Vous pouvez encore, et c'est la méthode la plus usitée,

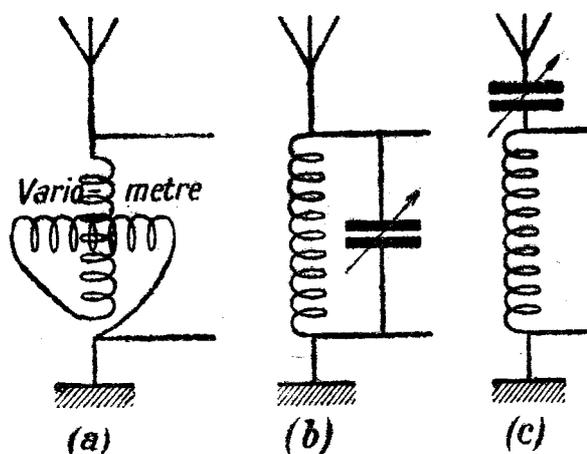


FIG. 53. — Diverses méthodes permettant d'accorder l'antenne.

a — Accord par variomètre.

b — Accord par condensateur en parallèle sur la bobine d'accord.

c — Accord par condensateur en série avec la bobine d'accord.

intercaler dans l'antenne un circuit oscillant. Sa capacité et sa self-inductance s'ajouteront à celles du fil de l'antenne et le tout sera accordable au moyen du condensateur variable du circuit oscillant (fig. 53 B).

CUR. — Je n'avais, en effet, pas pensé à cela. Ne suffirait-il donc pas d'introduire un condensateur variable dans l'antenne ?

RAD. — On ne fait cela que très rarement. Mais, fréquemment, on intercale dans l'antenne, en série (c'est-à-dire l'un après l'autre) un condensateur variable et une bobine (fig. 53 C). Dans ce cas, le condensateur variable diminue la capacité commune et cette méthode s'emploie pour l'accord sur ondes courtes.

**Curious est trop curieux.**

**CUR.** — Pourquoi dites-vous donc que le condensateur ainsi introduit diminue la capacité commune ?

**RAD.** — Parce que dans cette disposition, l'antenne et le condensateur sont connectés en série. Je vous ai déjà dit, la fois

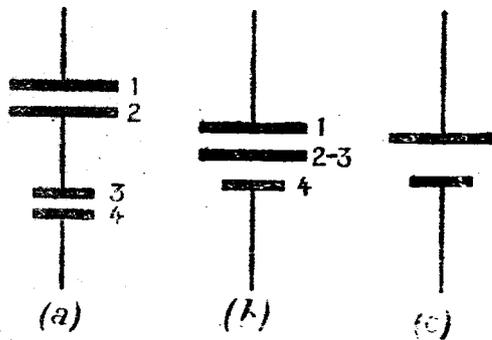


FIG. 54. — La capacité d'un ensemble de deux condensateurs connectés en série et représentés en a, peut être remplacée par la capacité équivalente figurée en c.

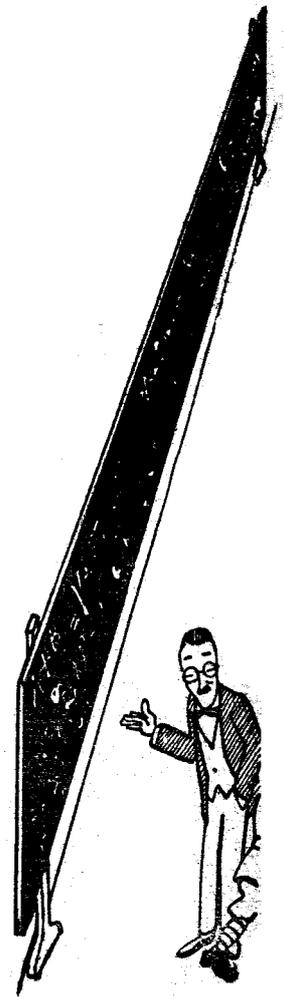
passée, que l'antenne représente une sorte de condensateur et que la capacité totale de deux condensateurs connectés en série est généralement plus petite que la plus petite des deux capacités.

**CUR.** — Pourquoi ?

**RAD.** — Oh, ma malheureuse tête ! Vous êtes vraiment trop curieux, mon cher ! Pour vous expliquer cela, il faudrait de longues formules mathématiques.

**CUR.** — De grâce, épargnez-moi ! Je n'apprécie pas beaucoup les mathématiques...

**RAD.** — Ce serait en vain alors ! Cependant, je puis vous exposer à peu près l'affaire comme il suit. Regardez (fig. 54 A) : voici deux condensateurs connectés en série. Nous pouvons simplifier le dessin en considérant que les plaques 2 et 3 sont réunies : figurons-les donc par une seule plaque (fig. 54 B). Et vous constatez maintenant que cette plaque ne joue aucun rôle dans



le condensateur qui, en fait, est constitué uniquement par les plaques 1 et 4 (fig. 54 C).

CUR. — Maintenant, je comprends votre intention. Certainement, dans le condensateur ainsi réalisé, la distance entre les plaques est double de celle des condensateurs primitivement dessinés. Donc, sa capacité ne sera pas aussi grande que celle du condensateur supérieur en A.



RAD. — Je me réjouis de vous voir comprendre si vite mon explication.

CUR. — Maintenant, il y a une autre question d'ordre plus pratique qui m'intéresse. Hier, j'ai entendu l'appareil de réception d'un de mes amis. Il « capte » de nombreuses stations étrangères, mais il s'est produit un fait étrange : nous entendions en même temps deux stations, une anglaise, Daventry et une autre, française celle-là, Radio-Paris. De Daventry, nous entendions la marche funèbre de Chopin et au même moment, Paris nous envoyait un gai « fox-trott ». Je vous certifie que l'impression était un peu... étrange. Cependant, mon ami me disait avoir son antenne accordée sur Daventry. Pourquoi donc entendions-nous aussi Radio-Paris ?

RAD. — Parce que la résonance de son antenne n'est pas assez aiguë : alors, les ondes de Radio-Paris provoquent également un courant dans son antenne. En une telle occurrence, on dit que le poste n'est pas assez sélectif.

CUR. — Que faire alors pour en améliorer la sélectivité ?

RAD. — Dans ce but, il faut employer un système d'accord plus compliqué. On peut, par exemple, coupler avec la bobine du circuit d'antenne la bobine d'un autre circuit d'accord, que l'on accorde également sur l'onde à recevoir (fig. 55). Par induction, il apparaît un courant de haute fréquence dans le circuit  $L_1C_1$ . Plus on éloigne la bobine  $L_1$  de  $L$ , plus la résonance de  $L_1C_1$  devient aiguë, car en diminuant ainsi le couplage inductif entre les bobines on ne laisse passer dans le circuit  $L_1C_1$  que les oscillations les plus intenses du circuit LC. Donc, même si des ondes diverses influencent le circuit d'antenne LC, le circuit

$L_1C_1$  ne laissera passer que celle d'entre elles sur laquelle il est accordé. C'est le dispositif d'accord appelé Tesla.

CUR. — Je conseillerai à mon ami de procéder ainsi.

RAD. — Et dites-lui encore que son appareil deviendra encore suffisamment sélectif, même s'il n'accorde pas du tout son antenne.

CUR. — ppp

RAD. — Ne vous étonnez pas ! Si l'antenne n'est pas du tout

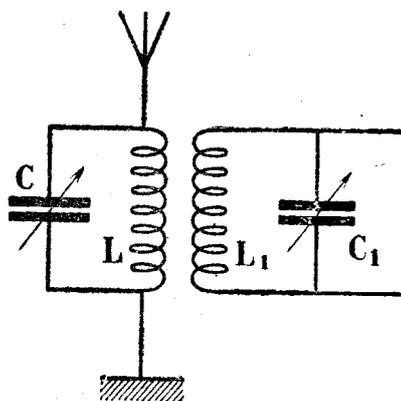


FIG. 55. — Circuit d'accord « en Tesla » avec couplage inductif entre le circuit d'antenne accordé LC et le circuit oscillant  $L_1C_1$ .

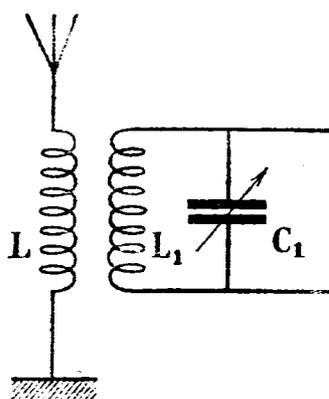


FIG. 56. — Dispositif d'accord avec antenne non accordée. Le circuit d'accord  $L_1C_1$  peut être facultativement connecté à la terre. Les amateurs aiment appeler cette dernière variante du dispositif d'accord « circuit Bourne » selon le nom d'un amateur américain... qui n'a, d'ailleurs, pas inventé ce dispositif.

accordée sur l'onde à recevoir, toutes les ondes l'influenceront faiblement. Mais le circuit accordé  $L_1C_1$  vous permettra de choisir entre elles, celle-là seule que vous désirez recevoir.

CUR. — Est-ce qu'on emploie souvent cette disposition ?

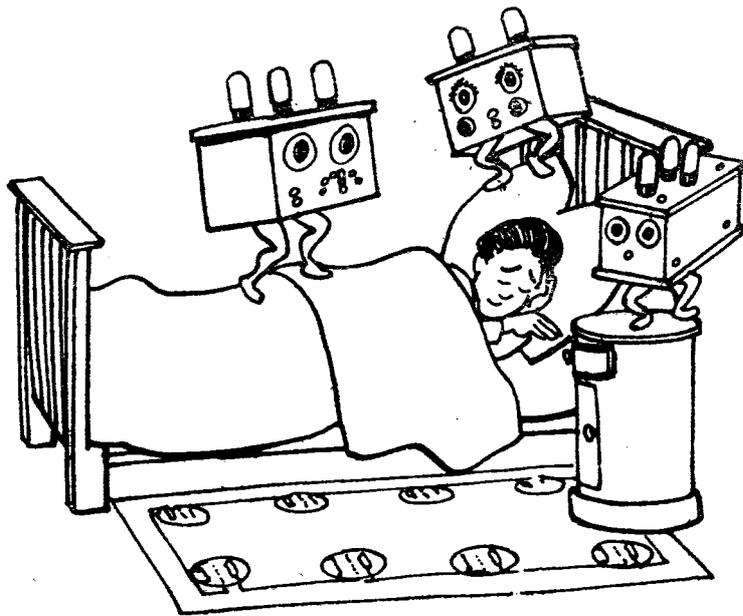
RAD. — Certainement. Elle est principalement utile quand on a une antenne « très amortie », c'est-à-dire ayant une résistance relativement grande pour les courants de haute fréquence. Une telle antenne, même étant accordée, serait très peu sélective

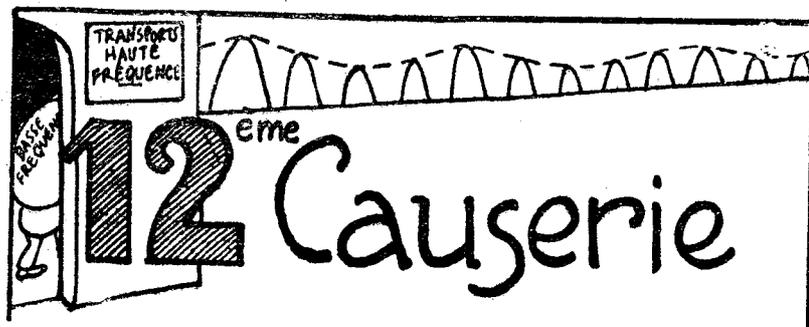


par elle-même. Alors, on utilise le dispositif ci-dessus, en disant que l'on a une antenne « non accordée » (fig. 57).

CUR. — C'est là une méthode vraiment bien imaginée. Mais, dites-moi maintenant...

RAD. — La prochaine fois, je vous dirai volontiers tout ce que vous voulez savoir, mon petit ami. Aujourd'hui, je crois en avoir assez dit sur divers appareils récepteurs...





OÙ IL EST QUESTION D'UN VÉHICULE.

DE HAUTE FRÉQUENCE ET D'UN VOYAGEUR DE BASSE FRÉQUENCE.

*Ayant précédemment expliqué le rôle et les propriétés de l'antenne et du circuit d'accord de réception, l'auteur aborde aujourd'hui de la façon la plus simple le fonctionnement des récepteurs à cristal. Il traite spécialement de l'écouteur téléphonique en n'exposant au lecteur que les connaissances strictement nécessaires de l'électro-magnétisme. En ce qui concerne le mécanisme de la détection, il évite de donner une explication quelconque, car jusqu'ici, la solution du problème n'a pas encore été trouvée. La théorie thermo-électrique de Branly est abandonnée depuis longtemps. La théorie de l'arc voltaïque du jeune savant russe Lossev n'a pu être justifiée de façon probante et les derniers travaux du physicien français Pellabon ne permettent pas encore des conclusions définitives. C'est pourquoi l'auteur a préféré s'en tenir aux*

*1011.*  
*Il est à espérer que les lecteurs constateront avec plaisir, que si les projets créés un peu étourdiment par Curiosus sont en grande partie sans valeur, ils ont au moins le mérite... d'aider à comprendre le reste...*



#### Curiosus voudrait imiter Pascal.

CUR. — Vous m'avez déjà raconté, mon cher oncle, que le célèbre philosophe et physicien Pascal, alors qu'il n'était âgé que de quatorze ans, parvint à découvrir lui-même, sans l'aide des livres que son père lui enlevait de force, tous les théorèmes de la géométrie.

RAD. — Tout au moins, c'est ce que racontent les biographies de Pascal. Mais, pourquoi en venez-vous à me parler de cela, Curiosus ?

CUR. — Parce que, sans que je prétende au génie de Pascal,



je suis très savant et comme je ne vous vois que rarement, je me suis efforcé de faire pour la T. S. F. ce que Pascal a réussi pour la géométrie.

RAD. — Tous mes compliments ! Alors, vous n'avez plus besoin de mes conseils, puisque vous avez vous-même tout réinventé !

CUR. — Je n'ai pas dit cela, bien au contraire : maintenant plus que jamais j'ai besoin de vous, pour que vous puissiez vérifier les conclusions de mes déductions et inductions.

RAD. — Eh bien, commencez, mon ami !

CUR. — Vous savez que la réception m'intéresse particulièrement. Or, quand vous parliez de l'émission, vous avez dit, entre autres choses que lorsqu'on émet de la musique ou des paroles, on « traduit » les variations acoustiques par des variations de l'intensité du courant alternatif de haute fréquence.

RAD. — Justement. Vous vous souvenez sans doute quel est le moyen ?

CUR. — C'est le microphone. Et j'ai déduit tout naturellement que, pour la réception, on doit retransformer en vibrations acoustiques les vibrations de courant que les ondes produisent en arrivant dans l'antenne réceptrice.

RAD. — Bonne idée ! Et comment allez-vous réaliser ce projet ?

CUR. — J'ai beaucoup réfléchi sur ce sujet. Je compte faire passer le courant de l'antenne dans un fil très fin contenu dans une petite boîte fermée par une membrane élastique. Le courant traversant le fil, l'échauffera, tout comme il échaufferait le filament d'une lampe de T. S. F. et ainsi que vous me l'avez expliqué. Un courant plus intense chauffera certainement mon fil d'autant plus fort. Et alors, l'air contenu dans la petite boîte se dilatera plus ou moins, suivant l'intensité du courant ; ces dilatations de l'air feront vibrer la membrane élastique, qui, à son tour, émettra des vibrations acoustiques. Mon explication est-elle suffisamment claire ?

RAD. — Oui, j'ai saisi votre idée. D'ailleurs, le dispositif que vous venez de me décrire est déjà connu sous le nom de « télé-



phone thermique ». Malheureusement, il n'est pas très sensible, parce que le fil n'a pas suffisamment de temps pour suivre les variations de l'intensité du courant : il a, comme l'on dit, une certaine inertie thermique. C'est seulement avec un fil extrêmement fin (0,001 millimètre ou fil de Wollaston) que l'on pourrait obtenir des résultats plus ou moins satisfaisants. Aussi l'a-t-on maintenant complètement abandonné.

### L'oncle Radiol fabrique un électro-aimant.

CUR. — C'est toujours la même histoire ! Quand j'imagine une chose quelconque, ou bien elle a déjà été trouvée, ou bien elle est déjà au rebut ! Mais de quelle manière donc est-il possible de « retraduire les sons » ?

RAD. — En utilisant un écouteur.

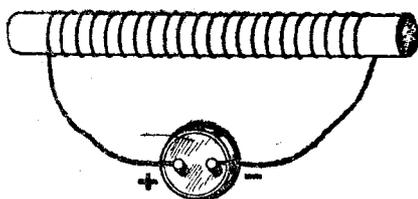


FIG. 57. — Un noyau de fer entouré d'un enroulement parcouru par un courant, constitue un électro-aimant.

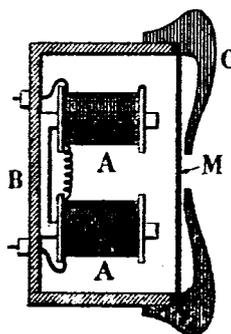


FIG. 58. — Constitution d'un écouteur téléphonique. A, électro-aimants B, boîtier de l'écouteur. M, membrane. C, couvercle fixant la membrane sur le boîtier.



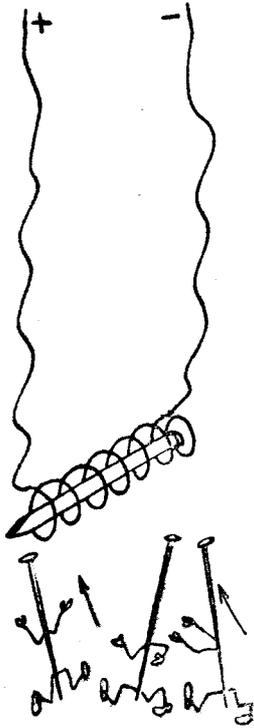
teur semblable à celui dont on se sert pour la téléphonie avec fils.

CUR. — Et comment est-il construit ? Comment fonctionne-t-il ?

RAD. — Votre question en appelle une autre. Savez-vous ce que c'est qu'un aimant ?

CUR. — Certainement. C'est un morceau de fer, ou plus exactement d'acier, qui attire à distance les objets de fer ou d'acier.

RAD. — N'en auriez-vous pas un ?



CUR. — Malheureusement non.

RAD. — Alors, j'en préparerai un avec ce gros clou de fer.

CUR. — Je vous en prie, ne vous moquez pas de mon inexpérience ! Je sais fort bien qu'on ne peut préparer un aimant que lorsque l'on en a déjà un et que, d'autre part, il ne serait pas possible d'en faire un avec du fer doux, qui ne conserve pas ses propriétés magnétiques.

RAD. — Tranquillisez-vous, mon jeune neveu ! Et regardez ce que je fais. Je mets le clou à l'intérieur d'une bobine avec de nombreuses spires et je fais traverser ces dernières par le courant continu de la lumière électrique (fig. 57). Approchez maintenant quelques épingles du clou. Ne craignez rien ! Il ne vous mordra pas !

CUR. — Extraordinaire ! Le clou attire les épingles !

RAD. — Que concluez-vous de cette expérience ?

CUR. — Que le courant traversant les spires aimante le noyau de fer qui se trouve dans la bobine. Mais, que va-t-il se produire, si vous coupez le courant ?

RAD. — Vous venez précisément de dire que le fer ne conserve pas l'aimantation : donc, le noyau se désaimantera. Mais il y a une autre question plus intéressante : qu'arrivera-t-il, si je fais passer dans la bobine un courant de sens contraire ?

CUR. — Je crois que dans ce cas, le fer sera de nouveau aimanté.

RAD. — Certainement, mais la polarité sera en sens contraire. Car, vous le savez, tout aimant a deux pôles, le nord et le sud, et si les pôles de même nom se repoussent, ceux de noms différents s'attirent...

CUR. — Comme pour l'électricité négative et l'électricité positive, n'est-ce pas ?

RAD. — Parfaitement. Si vous faites passer un courant en sens contraire, l'ancien pôle nord deviendra pôle sud, et inversement.

CUR. — Donc, si nous avons un courant alternatif, nous pourrions disposer devant notre clou une membrane d'acier et

il la ferait vibrer, tantôt en l'attirant, tantôt la repoussant ?

RAD. — Oui. Et si votre membrane était suffisamment grande, si votre électro-aimant (c'est le nom de la bobine avec un noyau de fer) était suffisamment puissant, vous pourriez parfaitement épouvanter vos voisins par le bruit infernal de votre machine. Or, les écouteurs téléphoniques sont basés sur le même principe. Dans l'écouteur, vous avez un ou deux électro-aimants avec des noyaux d'acier préalablement aimantés. Le courant alternatif qui circule dans l'enroulement augmente ou diminue cette aimantation. Devant les noyaux d'acier se trouve une plaque de fer élastique, le diaphragme, qui est plus ou moins attirée par l'électro-aimant (fig. 58).

CUR. — Donc, quand le téléphone est traversé par un courant alternatif dû au microphone, la membrane vibre et résonne en traduisant de cette façon les vibrations du courant.

RAD. — Oui, mais...

#### Curiosus interrompt étourdiment son oncle.

CUR. — Attendez ! Je puis maintenant dessiner le schéma d'un récepteur. Voyez : je réunis simplement (fig. 59) le téléphone aux bornes d'un condensateur de telle manière que la tension alternative apparaissant sur les plaques du condensateur fasse circuler dans le téléphone un courant qui sera ainsi retraduit en sons.

RAD. — Excellente idée, mais...

CUR. — Il y a donc encore un « mais ».

RAD. — Même quelques-uns. D'abord, remarquez que la membrane, bien qu'elle soit très mince, possède une certaine inertie et ne pourra vibrer à la fréquence trop grande du courant de T. S. F. ; secundo, même s'il était possible de la faire vibrer à cette fréquence, nous ne pourrions entendre les sons qu'elle produit, car les oreilles humaines, mêmes les plus délicates, ne peuvent percevoir des sons dont la fréquence dépasse 40 000 périodes par seconde. Enfin, le courant de haute fréquence ne



pourrait traverser la bobine à noyau d'acier de l'écouteur téléphonique.

CUR. — Pourquoi ?

RAD. — L'explication de ce phénomène nécessiterait de trop longs développements. Qu'il me suffise de vous dire que la présence du noyau d'acier augmente dans de fortes proportions la self-induction de la bobine : et vous devez vous souvenir que la self-induction ressemble à l'inertie. De même que des chocs alternatifs trop fréquents ne pourraient mettre en mouvement un lourd pendule, de même des tensions alternatives trop fréquentes appliquées aux extrémités

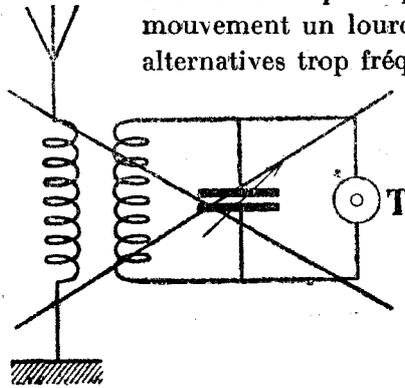
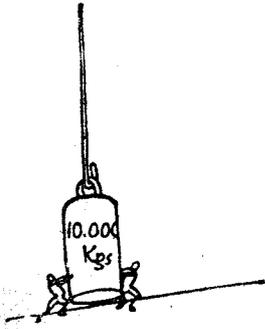


FIG. 59. Récepteur inventé par Curio-sus et dont le seul défaut est que l'écouteur T est fatalement destiné à rester muet...

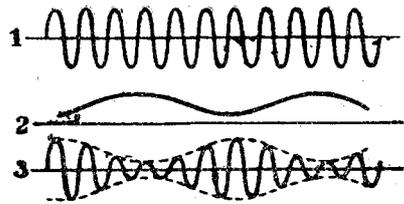


FIG. 60. — Le courant C attaquant l'antenne réceptrice résulte de la modulation du courant à haute fréquence A de l'hétérodyne par la résistance variable à basse fréquence du microphone.

d'un bobinage ne sauraient provoquer le mouvement des électrons.

CUR. — J'ai compris. Donc... on ne pourrait rien entendre au moyen du téléphone ?...

RAD. — Ne concluez pas trop vite. Jusqu'à présent, vous avez oublié une circonstance importante. Rappelez-vous donc que, dans l'antenne de la station d'émission, les courants se composent de deux variations superposées. Nous avons d'abord le courant de haute fréquence produit par l'hétérodyne (fig. 60 A) et ensuite nous avons la modulation en basse fréquence due à la résistance variable du microphone (fig. 60 B). Le courant résultant de la superposition de ces deux variables (fig. 60 C) aura

donc une forme assez compliquée : c'est un courant de haute fréquence dont l'intensité des diverses périodes est variable. Pour l'audition, seule la composante de basse fréquence peut nous intéresser...

CUR. — Mais, à quoi sert donc la composante de haute fréquence ?

RAD. — C'est elle seule qui peut créer les ondes électromagnétiques capables de parcourir l'espace. Elle est, à vrai dire, le véhicule de la partie basse fréquence : on les appelle « ondes porteuses ».

CUR. — Alors, à la station d'émission, on installe le courant du microphone dans une voiture à haute fréquence, qui conduit son voyageur jusqu'à l'appareil récepteur. Cet appareil sépare alors ledit voyageur de son véhicule ?

RAD. — Votre comparaison est des plus frappantes. Il faut précisément séparer de l'ensemble la partie haute fréquence, pour diriger le courant acoustique « basse fréquence » vers l'écouteur.

CUR. — Comment obtient-on ce résultat ?

RAD. — C'est là le rôle du détecteur.

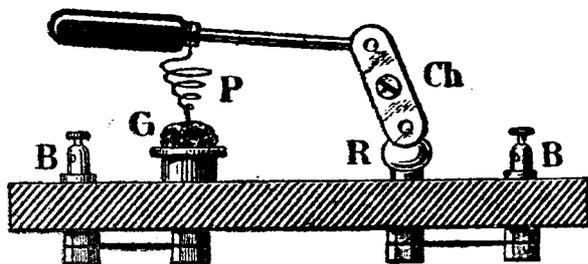
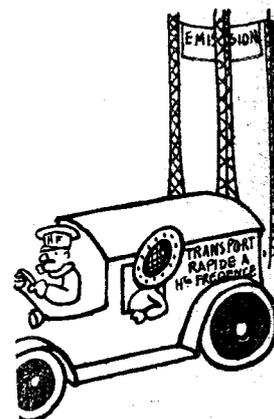


FIG. 61. — Détecteur à cristal du type courant.

C Cristal fixé dans une cuvette métallique.

P Pointe métallique montée sur un ressort et dite chercheur.

B Bornes.

Afin de pouvoir explorer avec le chercheur divers points du cristal dont certains sont plus « sensibles » on monte le chercheur sur un levier mobile sur charnières (CH) et rotule R.

### Encore un mot nouveau.

CUR. — Je remarque qu'en étudiant la T. S. F. on doit apprendre une collection de mots nouveaux... Qu'est-ce encore ?

RAD. — A ce propos, je vais vous décrire le plus simple des détecteurs, le cristal. On a remarqué que le contact de pointes métalliques sur certains cristaux (par exemple la galène) possède une conductivité unilatérale. Ces contacts sont en quelque sorte

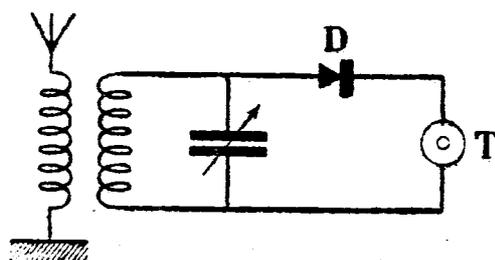


FIG. 62. — Schéma d'un poste à détecteur D à cristal.

des valves pour le courant électrique : les électrons passent dans une seule direction, par exemple, de la pointe de métal à la galène et pas dans le sens contraire. Bien que cet étrange phénomène ne soit pas encore complè-

tement élucidé, on l'utilise au mieux en T. S. F. et la pointe de métal reposant sur un cristal de galène constitue très fréquemment le détecteur utilisé (fig. 61).

CUR. — Et quel est son rôle dans les appareils récepteurs ?

RAD. — Je vais vous l'expliquer. Voici (fig. 62) le schéma d'un récepteur à cristal souvent employé. Vous voyez que le détecteur D est connecté en série avec le téléphone. Le courant de haute fréquence (fig. 63 A) provoqué dans le cir-

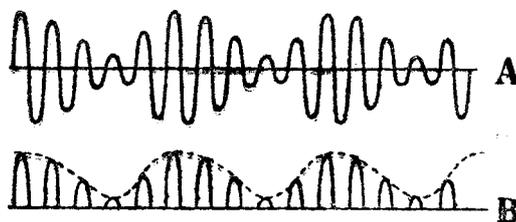
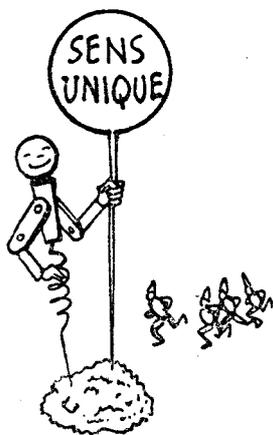


FIG. 63. — Action de la conductivité unilatérale du détecteur à cristal.

Du courant alternatif haute fréquence A, il ne passe à travers le détecteur que la partie B qui agit comme le courant basse fréquence figuré en pointillé.

cuit oscillant LC ne peut traverser le détecteur que dans un sens (fig. 63 B). On dit qu'il est détecté par le cristal. Il parvient donc à l'écouteur des courants en sens unique, dont les influences se totalisent et qui aimantent plus ou moins fortement les électro-



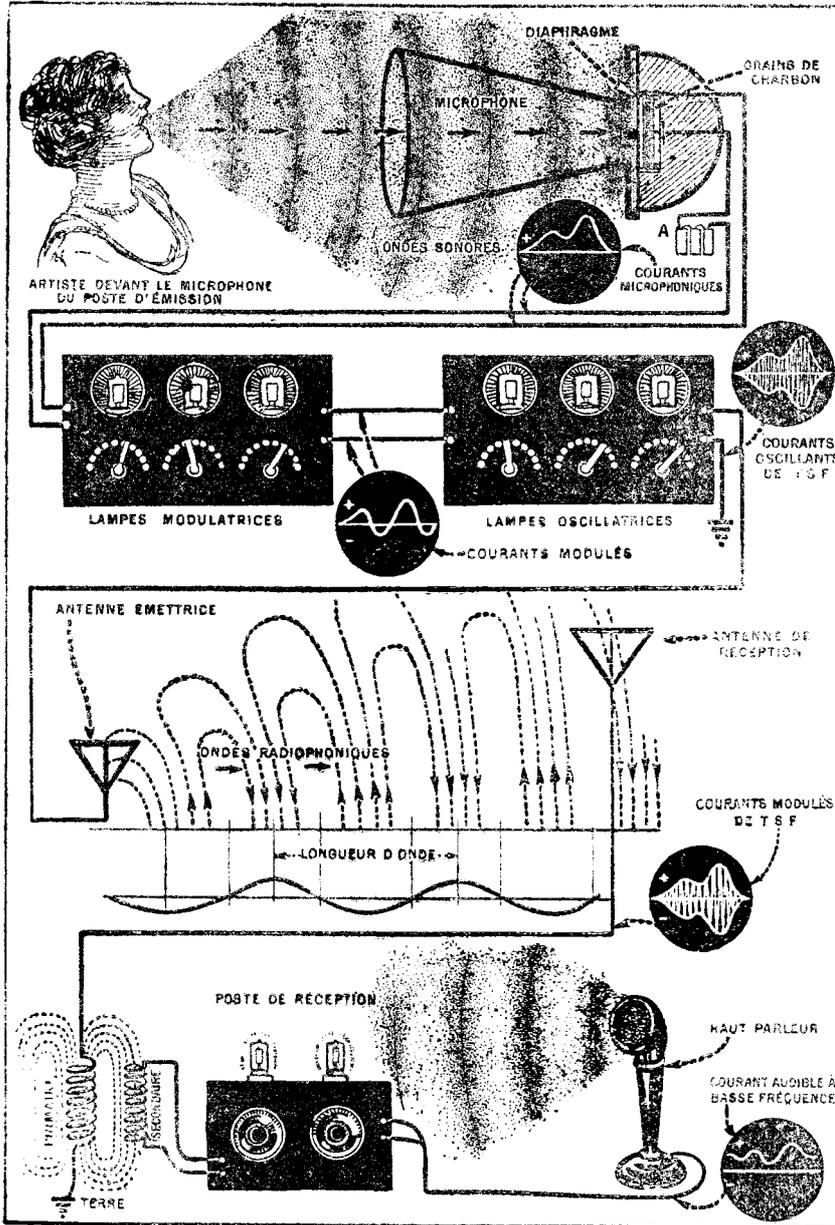
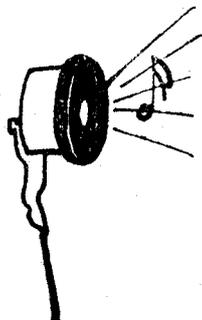


Fig. 63 bis. — Représentation schématique des différentes transformations que le courant téléphonique subit à l'émission et à la réception



aimants. Vous pouvez constater que cette aimantation est de basse fréquence : nous avons pour ainsi dire annulé la composante haute fréquence du courant. Par conséquent, dans l'écouteur...

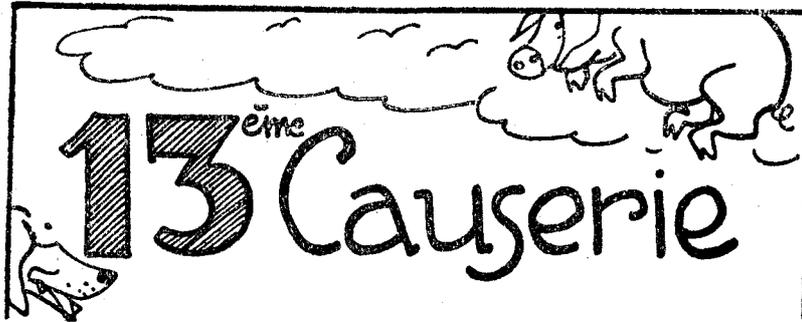
CUR. — Je saisisrai les sons émis devant le microphone de la station d'émission.

RAD. — Parfaitement. Vous comprenez sans doute maintenant comment fonctionne l'appareil récepteur ?

CUR. — J'avoue que je devrai encore méditer sur tout ce qui vient d'être dit aujourd'hui. Mais, est-ce que les courants ainsi parvenus sont suffisamment intenses pour...

RAD. — Je prévois déjà toute une série de nouvelles questions. Aussi, remettons-les à la fois prochaine, mon petit ami !



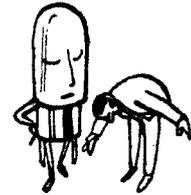


# 13<sup>ème</sup> Causerie

OÙ IL EST QUESTION DE CHIENS ET D'EMPOISONNEURS.

*Les explications abondantes que l'auteur a déjà données au sujet des lampes de T. S. F., lui facilitent maintenant la description du détecteur à lampes. Mais, avant d'aborder ce sujet, l'auteur revient encore sur la dernière causerie et, en peu de mots, il fixe le système des points principaux déjà traités.*

*En ce qui concerne le détecteur à lampe, l'auteur se borne à décrire d'une façon détaillée le système que l'on nomme « détection par la plaque », mais il donne cependant des explications suffisantes sur l'autre méthode. Enfin, vient la détectrice à réaction, cet axe de tous les récepteurs modernes, qui est en fait l'appareil le plus populaire chez les amateurs de T. S. F.*



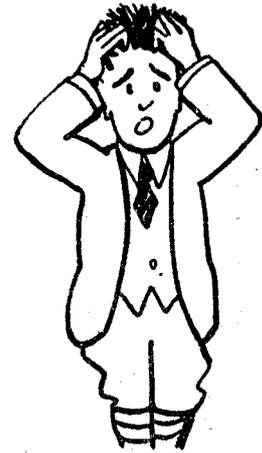
### **Repetitio mater studiorum est.**

CUR. — Ah ! Que je suis content de vous voir arriver, mon cher oncle ! Vous allez pouvoir m'aider à mettre un peu d'ordre dans mes casiers.

RAD. — De quels casiers s'agit-il, cher ami ?

CUR. — Voyez : j'imagine que mon cerveau ressemble à une armoire avec beaucoup de casiers. Quand j'apprends quelque chose quand je dois conserver le souvenir d'une étude, je classe l'affaire dans le casier *ad hoc*. Et, en ce moment, une quantité de questions à mettre en ordre se pressent dans mon cerveau.

RAD. — Je n'ai jamais douté de cette situation. Il est vrai que la fois passée, nous avons dû traiter un peu rapidement certains sujets importants. Donc, dites-moi d'une manière concise ce que vous n'avez pas bien compris au cours de notre dernière causerie.



CUR. — D'abord, nous avons parlé de l'écouteur. Nous avons constaté qu'il transforme en sons les courants alternatifs.

RAD. — Les courants alternatifs de toute espèce ?

CUR. — Que non pas ! L'écouteur ne transforme que les courants dont la forme et la fréquence correspondent à celles des ondes sonores.

RAD. — Et quelle est la fréquence de tels courants ?

CUR. — La même que celle des sons perceptibles par l'oreille humaine, c'est-à-dire entre 30 et 40 000 périodes par seconde.

RAD. — Tout à fait exact. Pour distinguer ces courants audibles de ceux de haute fréquence, on les appelle des courants de basse fréquence, ou de fréquence musicale. Et quel est le courant provoqué dans l'antenne par les ondes qui atteignent cette dernière ?

CUR. — C'est un courant de haute fréquence, mais modulé. Cela signifie que la résistance variable du microphone de la station d'émission a modifié diversement l'intensité du courant pour chacune des périodes successives.

RAD. — Cette intensité variable du courant recèle donc en elle-même le courant basse fréquence qui agira sur l'écouteur. Mais, est-ce que le courant de haute fréquence pourrait agir lui-même sur l'écouteur ?

CUR. — Non : il faut tout d'abord le détecter, c'est-à-dire en séparer la composante basse fréquence.

RAD. — Comment s'y prendra-t-on ?

CUR. — On utilisera un détecteur. Le détecteur ne laisse passer le courant que dans un sens. Grâce à cette propriété, nous avons après détection des « poussées » plus ou moins fortes du courant dans un sens unique. Comme les intensités respectives de ces poussées varient dans le temps, le courant résultant est également variable. Ce sera donc un courant variable à basse fréquence et, par conséquent, il sera capable de faire mouvoir la membrane du téléphone.

RAD. — En résumé, il doit y avoir, dans notre récepteur, au moins trois parties : système d'accord, détecteur, écouteur.



Avant la détection, nous avons du courant haute fréquence, après, du courant basse fréquence.

CUR. — Je vous remercie beaucoup ! Maintenant tout est rangé dans mes casiers...

**Encore un casier vide.**

RAD. — Alors, mon ami, nous pourrions peut-être terminer ici nos entretiens. En effet, vous avez déjà des connaissances élémentaires sur le fonctionnement des appareils de réception et par conséquent...

CUR. — ...Pardon ! Il y a encore un casier à remplir. Vous

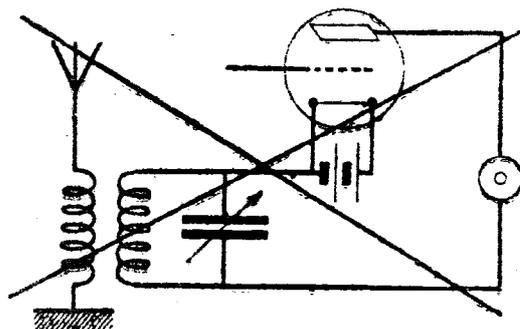
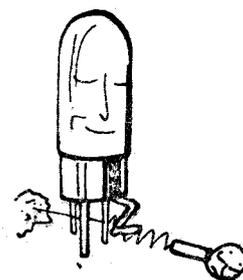


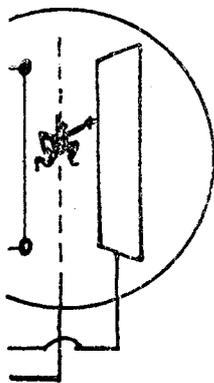
Fig. 64. — Emploi d'une lampe en détectrice, d'après Curiosus. Evidemment ce montage ne peut pas donner de résultats pratiques.

m'avez déjà beaucoup parlé des lampes de T. S. F. et vous m'avez expliqué entre autres choses leur rôle dans l'émission. Mais j'en ai vu souvent dans les appareils récepteurs. Ne seraient-elles là que pour en rehausser l'aspect ?

RAD. — Certainement non ! Dans les récepteurs, les lampes sont employées comme amplificatrices des courants de haute et basse fréquence et comme détectrices.

CUR. — Mais pourquoi a-t-on besoin de lampes détectrices alors que l'on dispose déjà du cristal détecteur, si simple et si commode ?





RAD. — Parce que, petit curieux, la lampe est un instrument merveilleux. Elle permet d'obtenir des résultats auxquels on ne saurait prétendre d'aucune autre façon.

CUR. — J'avais déjà pensé, la dernière fois, que l'on pourrait, au lieu du cristal détecteur, employer la lampe qui, elle aussi, a la propriété de ne laisser passer le courant que dans un sens : les électrons ne peuvent, en effet, aller que du filament à la plaque et pas autrement (fig. 64).

RAD. — Oui, mais ce n'est pas comme cela que l'on emploie la lampe comme détectrice. N'oubliez pas que, dans le circuit d'accord d'un récepteur, le courant est excessivement faible et que par suite les différences de tension qu'il pourrait créer entre la plaque et le filament seraient insuffisantes pour produire un courant de plaque assez puissant.

CUR. — Que faire alors ?

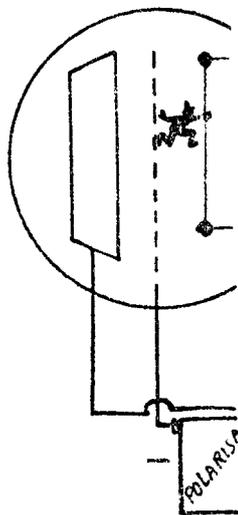
RAD. — On cherche à utiliser en même temps les qualités amplificatrices de la lampe. Vous n'avez pas oublié que les moindres changements dans la différence de potentiel entre la grille et le filament entraînent de grandes variations du courant de plaque ?

CUR. — Non, et vous avez même dit que les électrons obéissent au plus léger appel de la grille...

RAD. — C'est pourquoi l'on peut employer le schéma ci-après pour la détection (fig. 65). La tension alternative que les ondes produisent dans le circuit d'accord sera appliquée entre la grille et le filament. A l'aide de la batterie  $B_0$ , appelée batterie de polarisation, la grille est rendue négative par rapport au filament, dans la juste proportion nécessaire, pour que les électrons venant du filament soient repoussés vers lui.

CUR. — Alors, dans ce cas, il n'y aura pas de courant dans le circuit de plaque.

RAD. — Point ou presque point. Maintenant, supposez qu'il arrive des ondes. La tension alternative qu'elles vont créer sur le circuit d'accord modifiera certainement la différence de potentiel entre la grille et le filament. La grille déjà rendue négative



par la batterie  $B_G$ , se fera alternativement plus ou moins négative. Qu'arrive-t-il lorsque la grille devient plus négative ?

CUR. — Dans ce cas, elle ne laissera pas non plus passer les électrons et il n'existera pas de courant de plaque.

RAD. — Précisément. Et quand la grille deviendra moins négative ?

CUR. — Alors, elle laissera passer des électrons et il y aura un courant de plaque.

RAD. — Donc vous déduirez que dans un sens seulement les

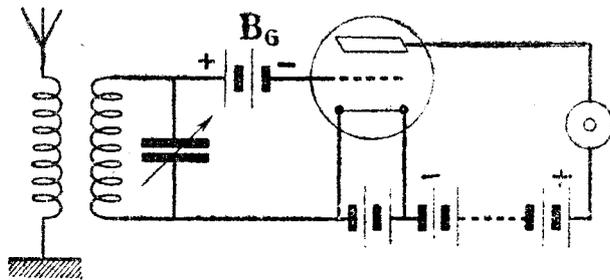


FIG. 65. — Schéma d'un récepteur à détection par lampe. Le mode de détection figuré sur ce schéma porte le nom de détection par la plaque.

variations de tension permettront un courant anodique. Et c'est précisément en cela que consiste le phénomène de détection. Donc, notre lampe détectera vraiment.

CUR. — Mais est-ce qu'un simple cristal détecteur ne fonctionne pas également bien ?

RAD. — Effectivement quand les signaux parvenant sont très faibles, le cristal détecte également bien, quelquefois mieux que la lampe. Mais quand les signaux ne sont pas très faibles, la lampe fonctionne beaucoup mieux.

CUR. — Pourquoi ?

RAD. — Parce qu'alors les variations relativement faibles de tension modifient fortement le courant anodique, ce qui se traduit par des sons très puissants dans l'écouteur intercalé dans le circuit de plaque.



CUR. — Permettez-moi de vous demander...

RAD. — Je prévois votre question. Mais auparavant, je dois encore vous dire quelque chose. Ce schéma de détection que je viens de vous expliquer n'est pas souvent employé. On lui préfère cet autre schéma (fig. 66) dans lequel la batterie  $B_0$  est remplacée par un petit condensateur fixe (0,000.01 à 0,000.1 de microfarad) et par une forte résistance  $R$  (de 1 à 10 mégohms).

CUR. — Et comment la détection a-t-elle lieu dans ce cas ?

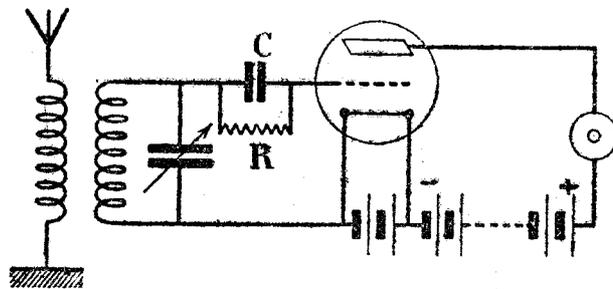


FIG. 66. — Schéma d'un récepteur utilisant le mode de détection dit « détection par la grille ».

RAD. — L'explication en serait un peu longue. Je vous dirai seulement qu'ici, les électrons mêmes, partis du filament et ayant atteint la grille, s'amassent sur celle-ci qui devient négative. Alors le courant de plaque diminue et les électrons réunis sur la grille reviennent au filament à travers la résistance  $R$ . Mais ici, je ne veux pas expliquer, je fais simplement allusion au mécanisme suffisamment compliqué de cette détection. Qu'il vous suffise de connaître le schéma et maintenant, vous pouvez poser votre question différée.

### La tragique aventure d'un chien étourdi...

CUR. — J'aurais justement voulu avoir l'explication suivante. Vous avez dit que le détecteur à cristal était plus sensible aux faibles signaux. Pourquoi donc alors utiliser des récepteurs à

lamps précisément pour entendre les stations éloignées ou faibles ?

RAD. — Parce qu'il existe une méthode très facile pour amplifier fortement la sensibilité d'un détecteur à lampe.

CUR. — Dites-moi vite en quoi il consiste.

RAD. — C'est le moyen qu'on appelle la « réaction ». Le courant détecté est renvoyé au circuit d'accord au moyen

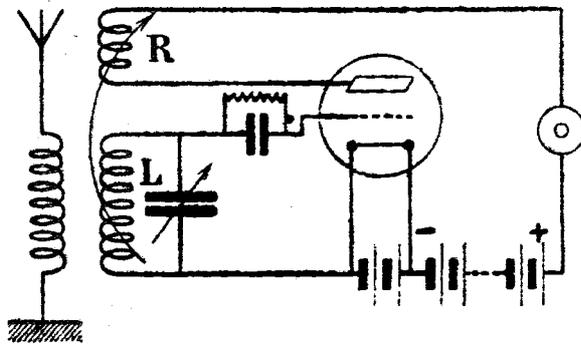
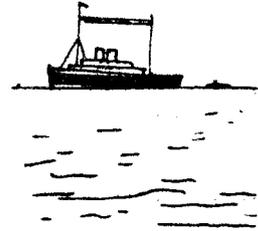


FIG. 67. — Schéma d'une détectrice à réaction. La flèche réunissant les bobines L et R indique qu'elles sont couplées par induction.

de la bobine R introduite dans le circuit de plaque et couplée par induction avec la bobine L du circuit d'accord (fig. 67). De cette façon, le courant déjà un peu amplifié dans la lampe, revient au circuit d'accord et influence plus fortement la grille. Il en résulte des modifications plus intenses dans le courant de plaque, qui, revenant au circuit d'accord, font varier plus fortement la tension de la grille, qui, etc... Je pourrais recommencer indéfiniment cette petite histoire, grâce à laquelle on arrive à une grande sensibilité.

CUR. — C'est étonnant ! pas tant que cela cependant, hier, j'ai vu la même chose dans notre jardin.

RAD. — Comment ?

CUR. — Oui, notre étourdi de chien faisait de la réaction !

RAD. — ???



CUR. — Ne vous étonnez pas. Un insecte malintentionné l'avait piqué à la queue. Désirant en toute justice punir le criminel, le chien offensé se mit en rond et attrapa à pleines dents le bout de sa queue.

RAD. — Qu'est-ce que vous me racontez là !

CUR. — Attendez et vous allez comprendre tout de suite, Donc.

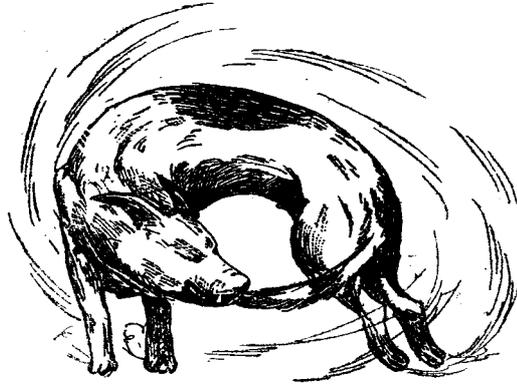


FIG. 68. — Image d'un chien... faisant de la réaction.

en saisissant sa queue, Médor se mordit. La douleur augmenta, le chien devint plus cruel et il se mordit plus fortement encore. Et plus il mordait, plus il devenait méchant, et plus il était méchant, plus il mordait. Est-ce que cela ne ressemble pas à la réaction ?

RAD. — Vous avez raison, mon ami.

#### L'empoisonneur de l'éther.

CUR. — Mais je remarque une chose très étrange. Le schéma de votre détectrice à réaction ressemble tout à fait au schéma de l'hétérodyne que vous avez dessiné autrefois.

RAD. — En vérité. Et, même, cela est bien regrettable.

CUR. — Pourquoi donc ?



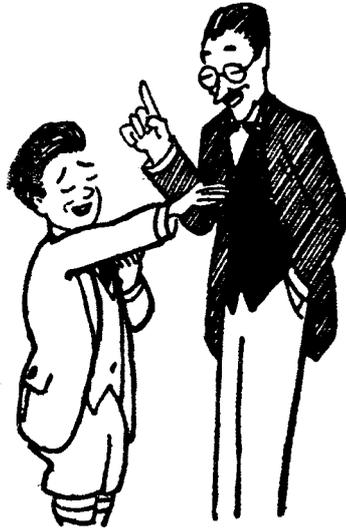
RAD. — Si l'on exagère le couplage entre la bobine de réaction et la bobine d'accord, la détectrice à réaction se conduit tout à fait comme l'hétérodyne : elle commence à produire des oscillations continues et devient un véritable émetteur ? Et ses oscillations, se mêlant aux ondes reçues créent de très désagréables sifflements. Comme cet « émetteur » peut être reçu dans un rayon de quelques centaines de mètres, tous les appareils récepteurs des voisins feront entendre les mêmes sifflements.

CUR. — Pourquoi les sans-filistes réactionnent-ils trop ?

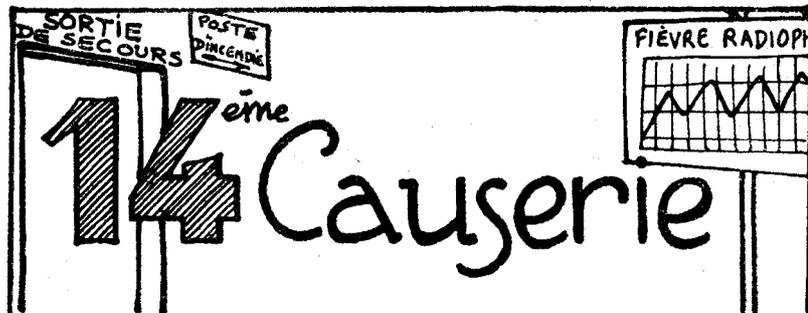
RAD. — Parce que ces « empoisonneurs de l'éther » comme on les appelle (les amateurs anglais préfèrent les appeler « porcs de l'éther »), s'efforcent d'obtenir le maximum de sensibilité et de puissance pour leurs appareils. Or, et c'est regrettable, la détectrice à réaction atteint sa plus grande sensibilité juste à la limite du point d'oscillation. Alors, le but d'un bon réglage est d'amener l'appareil à cette limite même de l'oscillation mais sans la dépasser. Malheureusement, l'amateur veut toujours le mieux, qui, selon le proverbe est souvent l'ennemi du bien...

CUR. — Je m'engage à ne jamais faire siffler mon appareil !

RAD. — Ne faites pas à autrui...



---



OÙ IL EST ENCORE QUESTION D'EMPOISONNEURS ET AUSSI DE FIÈVRE  
RADIOPHONIQUE.

*L'excursion dans la belle région de la Radio touche à sa fin. Les connaissances élémentaires sur la théorie générale de l'électricité, contenues dans les premières causeries permettent à l'auteur d'exposer rapidement les principaux types de récepteurs. Dans la présente causerie, l'auteur revient au fonctionnement de la détectrice à réaction, ce type le plus répandu des appareils de T. S. F. Il explique entre autres, le phénomène de l'interférence, dont la connaissance sera utile au lecteur, quand dans une prochaine causerie, il sera question de la théorie du superhétérodyne.*

*La causerie traite également de l'amplificateur à résistances, qui, il y a douze ans, était le seul employé et qui, après avoir été injustement oublié, vient à nouveau d'éveiller l'intérêt, grâce à de nouveaux travaux et recherches.*

### Presque un théorème de géométrie...

CUR. — Venez ici, mon oncle, je vous montrerai ce que j'ai fait.

RAD. — Est-ce que vous avez encore cassé une vitre... ou démonté la pendule ?

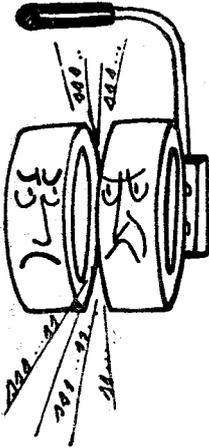
CUR. — Pas du tout : regardez ce que j'ai construit.

RAD. — Oh, miracle ! Vous avez construit un appareil récepteur ! et d'après quel schéma ?

CUR. — En dehors du simple détecteur à galène, je ne connais que la détectrice à réaction. C'est cette dernière que j'ai construite.

RAD. — Vous avez bien fait. C'est là le meilleur appareil pour les débutants. Grâce à lui, vous vous habituerez beaucoup plus facilement au réglage des appareils.





CUR. — Mais je crains, cher oncle, de me conduire un peu trop en « empoisonneur de l'éther »... Je fais bien souvent siffler mon appareil.

RAD. — Il est d'ailleurs presque impossible d'éviter le sifflement dans un appareil à réaction, surtout dans la recherche des stations éloignées.

CUR. — Entre temps, j'ai réfléchi un peu aux causes de ce sifflement. Vous m'avez dit qu'il se produit lorsque la bobine de réaction est suffisamment couplée par induction avec la bobine du circuit d'accord de la grille et lorsque, par suite, le récepteur se transforme en hétérodyne, c'est-à-dire en émetteur de courants de haute fréquence.

RAD. — Tout à fait juste. Et, n'avez-vous pas remarqué vous-même, pendant le réglage de l'appareil, que vous le faites siffler quand vous approchez trop la bobine de réaction de la bobine du circuit d'accord ?

CUR. — Certainement. Et votre explication n'éclaircit cependant rien. Nous ne pouvons pas, dans l'écouteur, entendre un courant de haute fréquence.

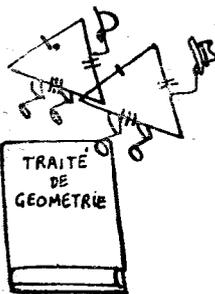
RAD. — Mais...

CUR. — Oui, je sais ce que vous allez dire. Vous me rappellerez que ce courant est détecté. Et je vous objecterai immédiatement que, même s'il est détecté, nous ne devons rien entendre, car ce courant n'est pas modulé et, par conséquent, il n'a pas de composante basse fréquence.

RAD. — Ce n'est pas cela que j'allais dire, si vous ne m'aviez pas interrompu. J'allais vous parler d'un phénomène commun à tous les mouvements périodiques : l'interférence. Quand deux mouvements périodiques se superposent, la fréquence du mouvement résultant est égale à la différence des fréquences des mouvements agissant ensemble.

CUR. — Mon Dieu ! On jurerait un théorème de géométrie !

RAD. — Et ce fait peut également être expliqué par la géométrie. Regardez (fig. 69) : nous avons par exemple deux courants de haute fréquence de fréquences diverses (A et B). Vous voyez



qu'au début, leurs directions coïncident, donc ils s'ajoutent l'un à l'autre. Mais ensuite, à cause de la différence de fréquence, la direction de leur mouvement s'éloigne de plus en plus, ils vont de plus en plus en sens contraire et ils s'affaiblissent réciproquement. Puis leur mouvement coïncide de nouveau, etc...

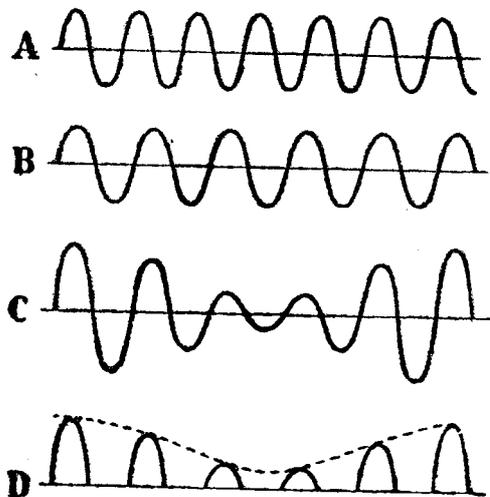


FIG. 69. — En se superposant, deux courants alternatifs A et B de fréquences différentes interfèrent et il en résulte un courant pulsatoire C, dont la fréquence de pulsation est égale à la différence des fréquences des courants A et B. Après détection du courant C, on obtient le courant figuré en D.

CUR. — Nous obtenons donc un courant C en forme de pulsations.

RAD. — Tout à fait exact. Et la fréquence des pulsations de ce courant résultant est égale à la différence des fréquences des courants A et B.

CUR. — Maintenant, si je détectais ce courant pulsatoire, je recevrais le courant D.

RAD. — Certainement. Eh bien, dans un détecteur à réaction que l'on fait siffler, il se produit exactement ce que nous avons représenté graphiquement. Nous avons l'onde reçue A et le courant de l'hétérodyne B. De l'interférence, il résulte le courant C qui, après détection, donne D. Et, si les fréquences de A



et B sont voisines, leur différence ne sera pas grande et le courant C — et par suite D — auront une fréquence audible.

**Pourquoi donc est-il nécessaire de faire un peu... l'empoisonneur dans l'éther?**

CUR. — Maintenant, je comprends tout ! Donc, ce sifflement provient de l'interférence des courants reçus avec ceux que le récepteur produit lui-même.

RAD. — Parfaitement et cela aide beaucoup dans la recherche des stations. Quand votre récepteur siffle, cela montre qu'il est presque exactement accordé sur l'onde à recevoir. Je dis « presque »...

CUR. — Parce que si l'accord était parfait, la différence des fréquences serait nulle et il n'y aurait pas de sifflement.

RAD. — Tout juste. Et remarquez que, plus vous approchez de l'accord précis, moindre est la différence de fréquences entre le courant reçu et le courant de l'hétérodyne, de sorte que le son du sifflement devient plus grave.

CUR. — En effet, je l'ai remarqué et je m'en suis même servi instinctivement pour le réglage de mon appareil. Mais, avant, ce phénomène restait inexplicable pour moi.

RAD. — Donc, maintenant, vous réglerez votre appareil en connaissance de cause.

**La fièvre Radio-ide... augmente.**

CUR. — Certainement. Malheureusement, il est très faible et ne capte que les stations rapprochées.

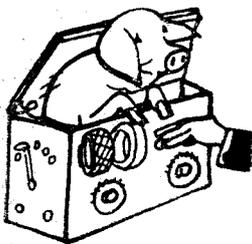
RAD. — Vous voudriez, par conséquent, avoir un amplificateur.

CUR. — Oh, oui !

RAD. — Sachez donc qu'il y a deux sortes d'amplificateurs, car on peut amplifier le courant avant ou après la détection.

CUR. — Et lequel des deux me sera nécessaire ?

RAD. — Tous les deux. Le rôle de l'amplificateur de haute



fréquence consiste à fournir à la lampe détectrice un courant suffisant pour être détecté, car la lampe ne détecterait pas du tout un courant trop faible.

CUR. — Donc, l'amplificateur de haute fréquence augmente principalement la sensibilité de l'appareil ?

RAD. — Oui. Si vous voulez écouter des stations faibles ou lointaines, il vous faut un amplificateur de haute fréquence.

CUR. — Et l'amplificateur basse fréquence ?

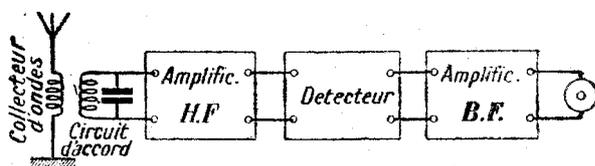


FIG. 70. — Schéma le plus général et... schématique d'un récepteur de T. S. F.

RAD. — On l'emploie pour renforcer le courant musical détecté et pour obtenir ainsi des auditions puissantes (fig. 70).

CUR. — Ce sont donc deux amplificateurs tout à fait différents ?

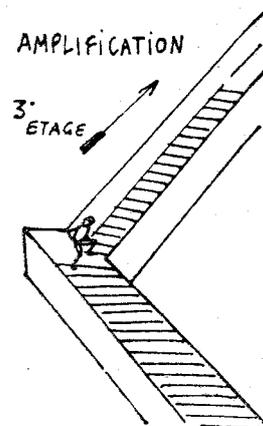
RAD. — En fait, non. Ils ne diffèrent que par leur position dans l'appareil (avant ou après la détection) et par la valeur de leurs parties constitutives. Mais, en principe, leur rôle est le même : de faibles variations de tension grille-filament provoquent de fortes variations du courant électronique filament-plaque. Vous constatez que, déjà, chaque triode est par elle-même un amplificateur. Les divers systèmes ne diffèrent que par le mode de liaison des étages d'amplification entre eux et avec la lampe détectrice.

CUR. — Peut-on mettre quelques amplificateurs l'un après l'autre ?

RAD. — Oui, mais vous verrez plus tard que leur nombre est limité par certaines conditions accessoires.

CUR. — Et comment peut-on réaliser un amplificateur ?

RAD. — Examinons le problème. Dans le circuit de plaque



d'une lampe quelconque, nous avons un courant d'intensité variable. Cette intensité variable doit provoquer une tension variable à appliquer entre la grille et le filament de la lampe suivante.

CUR. — Comment est-il donc possible de transformer une intensité variable en tension variable ?

RAD. — Souvenez-vous de la définition de l'intensité du courant.

CUR. — C'est le nombre des électrons qui traversent par seconde un point quelconque d'un circuit.

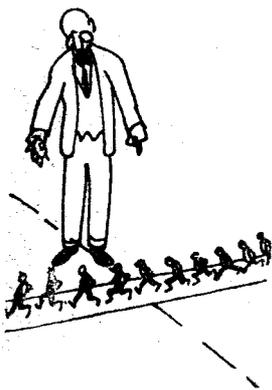
RAD. — Et la tension ?

CUR. — La tension, ou différence de potentiel entre deux points d'un circuit est la différence entre le nombre des électrons concentrés en ces points.

RAD. — Vous avez vraiment bonne mémoire. Maintenant, supposez que nous gênions le libre passage du courant électronique en intercalant sur son chemin, c'est-à-dire dans le circuit, une résistance quelconque. Pensez-vous qu'il y aura la même densité d'électrons à chaque extrémité de la résistance ?

CUR. — Je ne le crois pas. Tout au moins, j'en ai eu la preuve hier au théâtre.

RAD. — Au théâtre?...



#### Une plaisanterie déplacée.

CUR. — Oui, au théâtre. J'écoutais tranquillement l'opéra, quand, subitement, un mauvais plaisant cria : « Au feu ! ». Avant que le directeur n'ait eu le temps d'arriver sur la scène pour rassurer le public, tous les spectateurs, rapides comme l'éclair, se précipitèrent vers la sortie, déjà fort étroite. En cet endroit, la poussée était si forte, que plusieurs personnes s'évanouirent. Mais, de l'autre côté de la porte, dans le foyer, on pouvait respirer plus à l'aise.

RAD. — Mais où vites-vous donc des électrons ?

CUR. — Que vous êtes peu perspicace, mon cher oncle ! ne saisissez-vous donc pas que les hommes sont des électrons et la porte étroite, une résistance ? Il est parfaitement compréhensible qu'il existe une différence de potentiel aux extrémités d'une résistance traversée par un courant. A l'entrée de la résistance, les électrons s'amassent en foule, alors qu'à la sortie, ils peuvent sans gêne continuer leur course.

RAD. — C'est bien exact, mon petit ami ; et remarquez ce fait

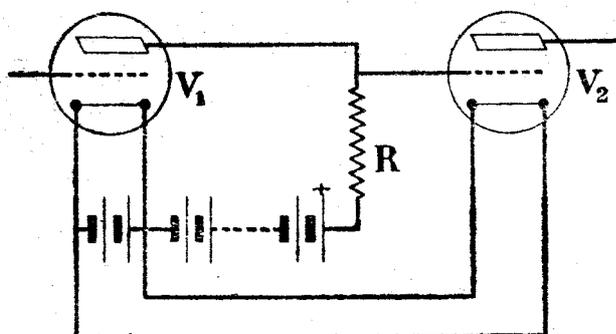
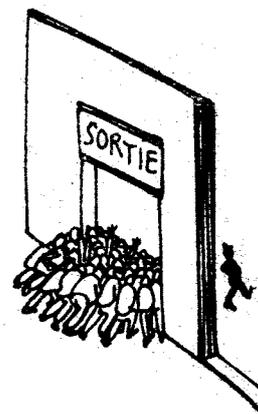


Fig. 71 a. — Encore une idée peu pratique de Curiosus. Cet amplificateur ne peut pas fonctionner puisque la grille de la lampe  $V_2$  est portée à un potentiel positif trop élevé.

important : plus le courant est intense, plus la différence de potentiel est élevée.

CUR. — Evidemment ! Plus il y a de personnes voulant sortir à la fois du théâtre, plus la différence des pressions avant l'entrée et après la sortie est grande.

RAD. — Vous voyez donc qu'il ne faut rien d'autre qu'une résistance pour transformer une intensité alternative en tension alternative.

#### Curiosus invente un amplificateur à résistance.

CUR. — Il est maintenant très facile de faire un amplificateur. Dans le circuit de plaque de la lampe  $V_1$ , nous introduisons une

résistance  $R$  (fig. 71 a) et à l'extrémité de cette résistance, nous connectons la grille et le filament de la lampe  $V_2$ . Alors les variations d'intensité du courant anodique de la lampe  $V_1$  entraîneront une tension variable aux extrémités de la résistance  $R$  et cette tension variable sera appliquée entre la grille et le filament de la deuxième lampe, amplifiant ainsi les variations du courant de plaque.

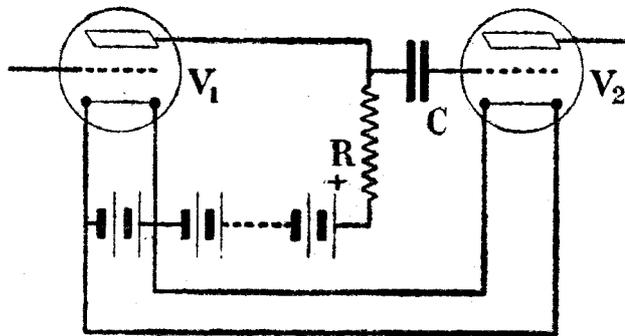
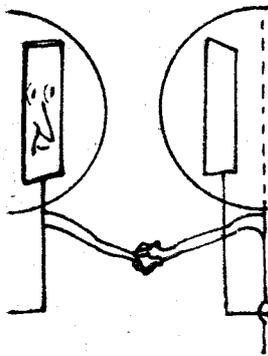


FIG. 71 b. — La grille de la lampe  $V_2$  est isolée au moyen d'un condensateur  $C$ . Ce n'est pas encore là un schéma définitif.



RAD. — Théorie excellente en principe, mais irréalisable en pratique.

CUR. — Pourquoi ?

RAD. — La cause en est très simple. Remarquez que, dans votre schéma, la plaque de la première lampe est réunie à la grille de la deuxième. Donc, la haute tension qu'il faut fournir à l'anode pour obtenir un courant électronique suffisant sera en même temps appliquée à la grille de la deuxième lampe.

CUR. — Je ne vois aucun inconvénient à cela...

RAD. — Vous allez l'apercevoir de suite : réfléchissez seulement. Si la grille a une tension élevée, elle attirera sans doute autant d'électrons que la plaque, plus même car la grille est plus rapprochée du filament que la plaque. Donc, les petits changements de tension sur la résistance  $R$  n'affecteront presque pas du tout le courant de plaque de la deuxième lampe.

CUR. — Quelle déconvenue ! que faire alors ?

RAD. — Nous voyons que la lampe ne fonctionne pas bien quand le potentiel de la grille est trop élevé par rapport au filament. Séparons donc par un condensateur la grille de cette lampe et la plaque de la lampe précédente (fig. 71 b).

### Une grande parenthèse.

CUR. — Et voilà. Nous sommes arrivés à un endroit où je ne comprends plus rien... Vous intercalez un condensateur entre la grille et la résistance. Comment voulez-vous alors que les chan-

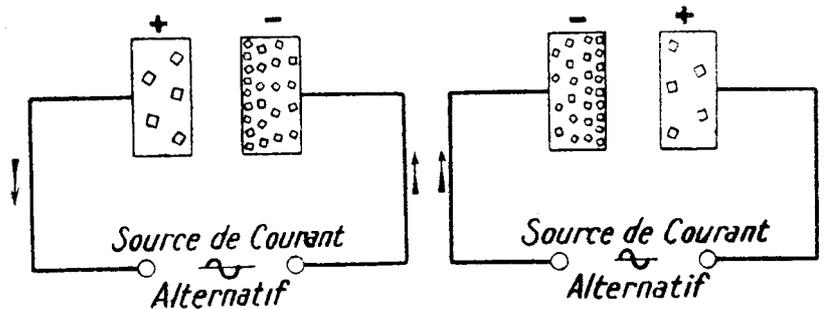


FIG. 72. — Passage de courant alternatif à travers un condensateur  
Les flèches indiquent le sens de mouvement des électrons.

gements de tension se transmettent à la grille, si vous isolez celle-ci ?

RAD. — A travers le condensateur... Mais je vois qu'il est nécessaire d'ouvrir une grande parenthèse pour vous expliquer le cas. Oubliez donc pour le moment l'amplificateur à résistance.

CUR. — Je l'oublierai volontiers...

RAD. — Dites-moi alors quelles sont les trois méthodes de transmission d'énergie électrique d'un point à un autre, ou plus exactement comment les électrons se déplaçant d'un point à un autre peuvent provoquer ailleurs un phénomène semblable ?

CUR. — Vous parlez de trois modes : Je n'en vois cependant



qu'un seul. Il suffit de réunir les deux points par un conducteur, par exemple un fil métallique.

RAD. — C'est ce qu'on appelle le couplage galvanique. Mais, vous connaissez encore le couplage électromagnétique, quand une bobine par exemple, traversée par un courant, fait naître un courant dans une autre bobine qui n'a aucun lien matériel avec elle.

CUR. — C'est vrai, j'avais oublié cette méthode. Mais il me semble aussi qu'il existe une différence entre ces deux modes alors que le couplage galvanique sert indifféremment pour le courant continu et le courant alternatif, l'induction magnétique ne concerne que le courant alternatif.

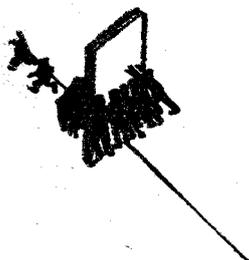
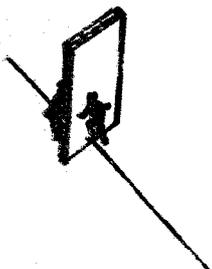
RAD. — Vous avez raison, et la troisième méthode, le couplage par capacité ne sert également que pour les courants variables.

CUR. — Je ne comprends pas comment les électrons peuvent sauter d'une plaque d'un condensateur à l'autre.

RAD. — Ils n'ont nullement besoin de sauter. Souvenez-vous seulement que les protons aiment beaucoup les électrons, mais que ceux-ci se repoussent entre eux. Donc, si le nombre des électrons varie sur une plaque du condensateur, un nombre plus ou moins grand d'électrons est chassé de l'autre plaque. Si, par exemple, une plaque devenait alternativement positive et négative, l'autre deviendrait négative et positive (fig. 72). Donc, vous voyez que le courant alternatif, ou variable traverse en quelque sorte le condensateur.

CUR. — Maintenant, je comprends.

RAD. — Remarquons, en outre, que si la période d'un courant alternatif est courte (c'est-à-dire sa fréquence élevée), peu d'électrons auront le temps de s'amasser sur les plaques et, par conséquent, un condensateur de faible capacité sera suffisant pour laisser passer le courant. Mais, dans un courant de basse fréquence, la période est relativement longue, beaucoup d'électrons ont le temps de s'amasser et pour leur donner un espace suffisant, il faudra un condensateur d'assez grande capacité.



**La parenthèse est fermée.**

**CUR.** — Maintenant, je me souviendrai plus volontiers de l'amplificateur à résistance, car il me semble que je comprends comment il fonctionne.

**RAD.** — Certainement. Vous comprenez que les électrons s'amassent en nombre plus ou moins grand sur l'armature du

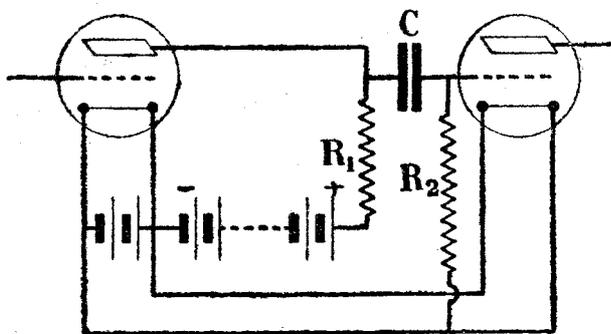


FIG. 73. — Schéma définitif d'un amplificateur à résistances.

Les valeurs des éléments habituellement employés sont :

$R = 50\ 000$  à  $200\ 000$  ohms.

$R = 500\ 000$  à  $5\ 000\ 000$  ohms.

$C = 1/100\ 000$  à  $25/100\ 000$  microfarad dans les amplificateurs haute fréquence et  $5/1\ 000$  à  $50/1\ 000$  microfarad dans les amplificateurs basse fréquence.

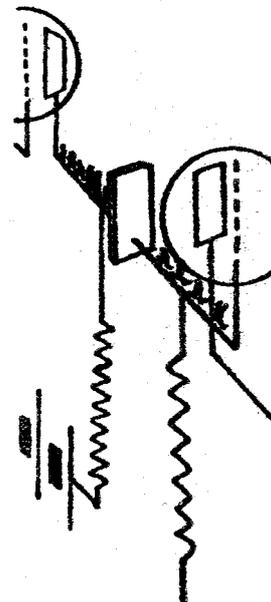
condensateur reliée à la plaque. Ils chassent de l'autre armature vers la grille plus ou moins d'électrons, la grille devient plus ou moins négative...

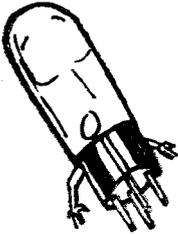
**CUR.** — ...et ces variations de tension influencent fortement le courant anodique de la deuxième lampe : la lampe peut amplifier. En fin de compte, la chose est extrêmement simple !

**RAD.** — Ne vous réjouissez pas trop : nous avons encore oublié une chose.

**CUR.** — Vous faites sans doute exprès de toujours oublier quelque chose ! Qu'est-ce donc maintenant ?

**RAD.** — Si nous faisons un amplificateur tel qu'il est repré-





senté figure 71, il arriverait qu'après avoir fonctionné un temps extrêmement court, il ne marcherait plus.

CUR. — Diable!... Excusez l'expression! Mais, pourquoi donc,

RAD. — Car une partie des électrons émis par le filament atteindra la grille. S'ils ne peuvent aller nulle part ailleurs, ils s'amassent sur la grille et la rendent à tel point négative qu'elle ne laissera plus passer d'électrons vers la plaque.

CUR. — La lampe est en quelque sorte paralysée ?

RAD. — C'est précisément l'expression usitée en pareil cas.

CUR. — Et comment la guérir ?

RAD. — On doit évidemment ouvrir aux électrons une voie telle que leur superflu puisse quitter la grille. A cette fin, le plus rationnel serait de mettre une résistance entre la grille et un point quelconque à potentiel fixe, par exemple le pôle négatif de la batterie de chauffage du filament (fig. 73).

CUR. — Est-ce là le schéma définitif de l'amplificateur à résistance ou bien n'avez-vous encore rien oublié ?

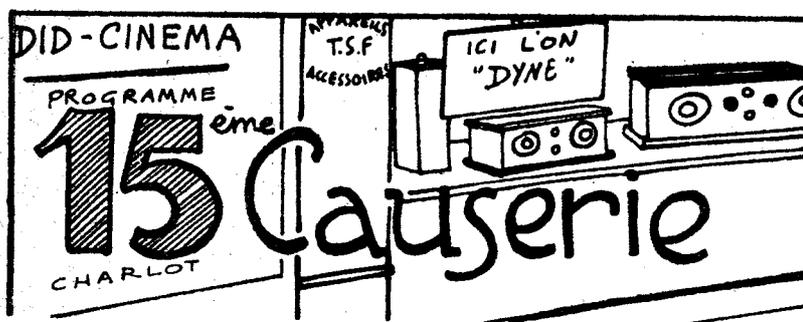
RAD. — Non, cette fois, nous avons le schéma le plus exact. On peut mettre l'un après l'autre beaucoup d'étages amplificateurs semblables, vous pouvez l'utiliser avant détection, comme amplificateur haute fréquence, ou après le détecteur, pour la basse fréquence. Seulement, dans ce dernier cas, on doit utiliser un condensateur de couplage plus grand pour l'amplification basse fréquence.

CUR. — N'y a-t-il que ce modèle d'amplificateur ?

RAD. — Certainement non. Il y a encore des amplificateurs à transformateur et quelques autres sous-catégories dérivant des amplificateurs à résistance et des amplificateurs à transformateurs.

CUR. — Pourquoi donc ne s'en tient-on pas aux amplificateurs à résistance ? ils sont si simples ! Et comment sont faits ces amplificateurs à transformateurs ?

RAD. — Que de questions ! Mais il se fait tard. Donc, à la prochaine fois...



OÙ IL EST QUESTION DU CINÉMA, DU JEU DE DAMES  
ET DE LA BOXE.

Après la description détaillée du fonctionnement de l'amplificateur à résistance, que l'on a lue dans la précédente causerie, l'auteur a pu très facilement parler de tous les amplificateurs de même espèce. Avec la même facilité, il pourra, à la fin du présent entretien, exposer le principe de l'amplificateur à transformateur. De cette façon, il aura traité les principaux systèmes de réception et les principaux éléments des appareils récepteurs.

Cependant, pour que le lecteur puisse juger en pleine connaissance de cause, l'auteur, à l'avenir, fera bavarder l'oncle et son savant neveu sur les défauts des bons amplificateurs et sur les meilleurs remèdes modernes contre ces défauts : neutralisation et changement de fréquence (méthode superhétérodyne). Ainsi le lecteur qui a patiemment suivi les causeries depuis le début pourra dire avec satisfaction, en finissant son voyage au miraculeux pays de la T. S. F. : « J'ai vu tout ce qui est intéressant ! »

**Un film risible et ridicule.**

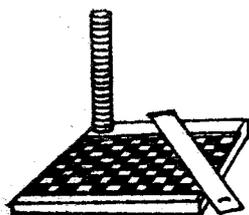
CUR. — ...J'ai bien ri, hier au cinéma. Et, ce qui m'a surtout amusé, c'est la scène au cours de laquelle Charlot tire un coup de fusil sur une porte ouverte, laquelle, en se refermant, aplatis contre le mur un malheureux jeune homme.

RAD. — Ce devait être en effet très risible, bien que faux.

CUR. — Pourquoi donc faux ? La balle, partie à grande vitesse ne peut-elle pousser la porte ?

RAD. — C'est précisément la vitesse qui l'empêche de faire cela. La porte est si lourde, elle a une telle inertie, que la balle rapide n'aura pas assez de temps pour la mettre en branle. Il est





plus que probable que le projectile entrera dans le bois et que la porte marquera à peine une légère trépidation.

CUR. — Si j'avais ici un fusil, j'en ferais volontiers l'expérience.

RAD. — Vous n'avez même pas besoin de fusil pour cela. Voyez plutôt : je place (fig. 74), l'un sur l'autre, quelques pions du jeu de dames. Et, avec la règle plate, je frappe d'un coup sec celui du bas : il a sauté, mais tous les autres sont restés en place. Je recommence, mais en frappant moins vite et voyez comme notre belle tour s'est écroulée !...

CUR. — C'est amusant.

RAD. — Non seulement amusant, mais encore utile, car j'avais précisément l'intention de vous parler des amplificateurs à impédance.

CUR. — Oh ! Encore un nouveau vocable ! Je croyais en avoir fini avec les néologismes et voilà que vous m'en faites encore avaler un !

RAD. — Cependant, le mot « impédance » est des plus utiles. Il désigne la somme des résistances rencontrées par le courant dans une partie quelconque du circuit.

CUR. — Mais il n'y a pourtant qu'une sorte de résistance, celle des fils ou leur propriété de laisser le passage plus ou moins libre pour les électrons allant d'un atome à l'autre.

RAD. — Vous vous trompez, mon petit ami. Cela est vrai pour le courant continu seulement. Mais n'oubliez pas que le courant alternatif traverse également les condensateurs, ainsi que je vous l'ai expliqué la fois dernière. Donc, ce passage à travers les condensateurs peut lui être plus ou moins facile.

CUR. — Oui, je me souviens. Vous m'avez même dit que, plus la fréquence est élevée, plus le courant traverse facilement le condensateur. Et vous m'avez démontré comment, pour faciliter le passage du courant, on doit utiliser des condensateurs à grande capacité.

RAD. — Parfaitement. Vous voyez donc qu'il existe aussi une résistance de capacité, ou, comme on l'appelle, une « capaci-

tance ». Mais il y a encore une troisième sorte de résistance dont il n'a pas encore été question jusqu'ici.

**CUR.** — Diable !... Que d'obstacles l'on rencontre dans la vie et dans la Radio...

**RAD.** — Quelle philosophie pessimiste ! La troisième sorte de résistance est l'inertie de la self-induction. De même que la balle rapide ne peut déplacer une lourde porte, de même une tension alternative de haute fréquence ne peut mettre les élec-

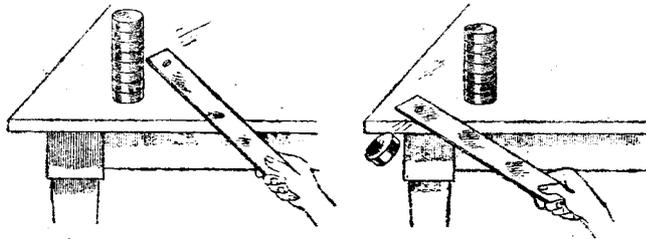


FIG. 74. — Expérience mettant en évidence le phénomène d'inertie.

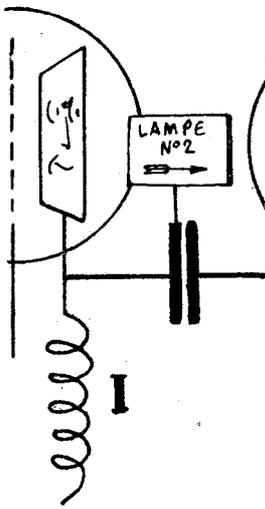
trons en mouvement dans une bobine à forte self-induction. Donc un courant de haute fréquence traverse difficilement les bobines à forte self-induction, car cette dernière est en tout semblable à l'inertie et, plus la fréquence est élevée ou plus il y a de self-induction, plus forte est la résistance de la bobine, ou, comme l'on dit, son « inductance ».

#### Autres amplificateurs en « ance ».

**CUR.** — Et la somme de ces trois « ances » serait donc l'impédance ?

**RAD.** — Non pas le simple total arithmétique, mais en tous cas, leur résultante (1). Vous constatez que l'impédance est l'es-

(1) Donnons encore une fois satisfaction aux amateurs de mathématiques. Si l'on représente par  $R$  la résistance ;  $L$ , la self-induction ;  $C$ , la capacité d'un circuit ou d'une partie de circuit, et par  $F$  la fréquence du courant le traver-



pièce de résistance la plus générale. L'amplificateur à résistance que nous avons étudié la dernière fois n'est qu'une sorte d'amplificateur à impédance. Mais on peut remplacer la résistance de son circuit-plaque par une autre impédance, par exemple une inductance  $I$  (fig. 75). Si elle est suffisamment forte, il se produira à ses extrémités une tension alternative que nous pourrions transmettre au moyen d'un condensateur  $C$  à la grille de la lampe suivante, de la même façon que pour un amplificateur à résistance. La seule différence, c'est que maintenant le courant continu de plaque peut être plus intense, car la résistance de la bobine est relativement peu élevée par rapport à la résistance employée dans l'amplificateur à résistance.

CUR. — Donc, si je vous ai bien compris, vous affirmez que la seule différence entre les amplificateurs à résistance et ceux à inductance consiste dans l'intensité du courant de plaque. Pourtant, je crois qu'il y a encore une autre différence et plus importante.

RAD. — Certainement. Et pouvez-vous deviner laquelle ?

CUR. — Je le pense. Alors que dans les amplificateurs à résistance la basse fréquence ne se distinguait de la haute fréquence que par une plus grande capacité du condensateur de couplage, il faudrait, en outre, dans les amplificateurs à inductance, une plus grande self-induction pour l'amplification basse fréquence.

sant, et si nous posons  $\omega = 2\pi F$

l'inductance est  $L\omega$ , la capacitance  $-\frac{1}{C\omega}$ .

On a alors :

Pour une bobine et un condensateur en série,

$$\text{impédance} = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

et pour une bobine et un condensateur en parallèle,

$$\text{impédance} = \frac{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \times C\omega}$$

**RAD.** — Parfaitement, vous avez raison, car nous venons précisément de dire que pour barrer le chemin aux courants de basse fréquence, il faut une plus grande inductance. Et pour ne pas avoir de trop grosses bobines, les inductances pour amplifica-

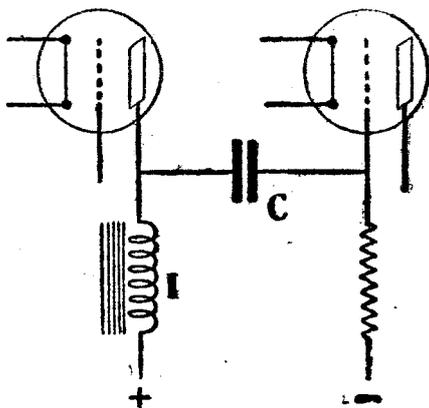


Fig. 75. — Principe de liaison par l'impédance  $L$  mise dans le circuit plaque.

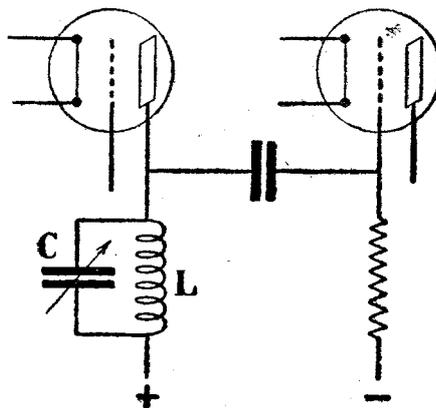


Fig. 76. — Principe de liaison par circuit accordé (circuit bouchon). Les amplificateurs utilisant ce mode de liaison sont dits « à résonance ».

teurs de basse fréquence comportent toujours un noyau de fer ; cela augmente la self-induction des bobines. Et d'ailleurs, on emploie souvent aussi ce procédé pour les amplificateurs de haute fréquence.

**Les idées de Curiosus ne sont pas toujours bonnes.**

**CUR.** — Maintenant, j'ai une idée. Il me semble que l'on pourrait aussi construire des amplificateurs à capacitance en remplaçant dans un amplificateur à résistance, la résistance anodique par un très petit condensateur. Grâce à cet artifice...

**RAD.** — Un moment ! Vous n'oubliez qu'une chose ! Si vous mettez un condensateur dans un circuit de plaque, le courant continu ne pourra plus y circuler, la plaque ne pourra plus être rendue positive par rapport au filament et la lampe ne fonctionnera plus du tout.



CUR. — C'est vrai, je l'avais tout à fait oublié. Nous connaissons donc maintenant les deux sortes d'amplificateurs à impédance : les couplages à résistance et ceux à inductance ?

RAD. — Il y a cependant encore le troisième.

CUR. — En dépit de ma perspicacité habituelle, je ne vois pas bien lequel...

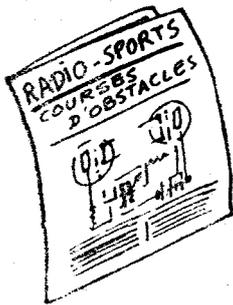
RAD. — Voyez. Il est encore possible de trouver une impédance d'un caractère tout spécial. Une bobine et un condensateur, qui, chacun d'eux pris en particulier laisseraient parfaitement passer le courant alternatif, formeront un obstacle infranchissable, s'ils sont choisis d'une certaine façon.

CUR. — Et quelle est cette façon extraordinaire ?

RAD. — Elle consiste tout simplement à accorder le circuit oscillant qu'ils constituent sur la fréquence du courant.

CUR. — Comment se produira cet étrange phénomène ?

RAD. — Je le regrette, mais son explication détaillée nécessiterait un raisonnement mathématique (1). Vous pouvez



(1) D'ailleurs ce raisonnement mathématique n'effraiera pas les personnes connaissant un peu les opérations algébriques. Pour simplifier, supposons que la résistance  $R = 0$  (hypothèse pratiquement irréalisable, mais pouvant être justifiée).

Alors, pour que l'impédance 
$$\frac{\sqrt{L^2\omega^2}}{C\omega\sqrt{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}} = \frac{L\omega}{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)C\omega}$$

soit infiniment grande, il suffit que

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$$

ou 
$$\frac{LC\omega^2 - 1}{C\omega} = 0$$

ou 
$$LC\omega^2 - 1 = 0$$

$$LC\omega^2 = 1$$

$$LC = \frac{1}{\omega^2}$$

$$\frac{1}{\omega} = \sqrt{LC}$$

mais 
$$\omega = 2\pi f$$

donc 
$$\frac{1}{2\pi f} = \sqrt{LC}$$

$$\frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{LC}$$

mais 
$$\frac{1}{f} = T \text{ (période)}$$

donc finalement

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Nous obtenons exactement la formule de Thomson, qui nous montre que

cependant imaginer facilement l'affaire comme il suit. Au début, le courant a mis les électrons en mouvement dans le circuit oscillant, et comme la période de ce mouvement est la même que celle du courant alternatif, chaque fois que ce dernier veut entrer dans le circuit, il rencontre un courant qui va en sens contraire et qui l'en empêche.

CUR. — On dirait deux boxeurs qui se frappent réciproquement suivant le même rythme. A chaque coup, leurs poings se rencontrent et aucun d'eux n'atteint le corps de l'adversaire.

RAD. — Votre exemple est tout à fait « frappant »...

CUR. — Je puis donc maintenant faire sans difficulté le schéma de votre troisième catégorie d'amplificateur à impédance. J'introduis dans le circuit d'anode un circuit oscillant quelconque LC (fig. 76). Quand je l'accorderai sur la fréquence des courants à amplifier, son impédance sera plus grande et alors tout se passera comme dans les autres amplificateurs à impédance.

RAD. — Certainement. Et, croyez-vous qu'il serait intéressant de l'employer pour l'amplification basse fréquence ?

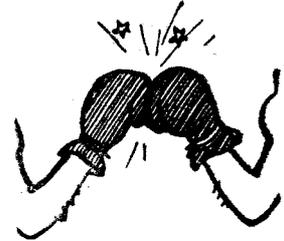
CUR. — Probablement non. Tout d'abord, parce que vous me le demandez : vous avez toujours tendance à m'induire en erreur. Ensuite, parce que, pour réaliser l'accord sur basse fréquence, nous aurions sans doute besoin de bobines et de transformateurs énormes.

RAD. — Il y a encore une raison. Ne négligez pas ce fait que cet amplificateur, appelé « à résonance », n'amplifie que la seule fréquence sur laquelle son circuit oscillant est accordé. Par conséquent, si nous utilisons un amplificateur de basse fréquence de ce genre, il n'amplifiera qu'un seul ton, par exemple, de toute la musique, il ne nous ferait entendre que quelque « do », qui, certainement ne donnerait pas satisfaction à nos exigences esthétiques.

---

pour que l'impédance soit grande, il faut que la valeur de L et C soit choisie de telle façon que la période propre du circuit coïncide avec la période du courant alternatif.

... Que les lecteurs non mathématiciens nous pardonnent de bon cœur cette remarque.



CUR. — C'est vraiment une propriété très regrettable de cet amplificateur à résonance !

RAD. — C'est là, au contraire, sa principale qualité ! Certainement, elle en interdit l'emploi en basse fréquence, mais pour cela nous en avons d'autres excellents. En compensation, les amplificateurs à résonance donnent des appareils très sélectifs. Je répète qu'ils amplifient une seule fréquence (ou plutôt une bande très étroite de fréquences). Donc, toutes les ondes gênantes ne seront pas amplifiées, car l'amplificateur sera accordé sur l'onde que l'on désire recevoir. Actuellement, ces amplificateurs à résonance sont très employés, car, à cause du grand nombre de stations émettant sur des longueurs d'onde souvent rapprochées, il faut des appareils très sélectifs.

#### Vain espoir...

CUR. — J'aime à croire que je connais maintenant toutes les sortes d'amplificateurs...

RAD. — Que non pas ! Vous avez seulement ébauché une timide connaissance avec la catégorie des amplificateurs à impédance. Mais, nous n'avons encore rien dit des transformateurs...

CUR. — Voilà encore une histoire toute nouvelle ?

RAD. — Pas si nouvelle que vous ne le supposez, puisque l'élément principal de cet amplificateur, soit le transformateur est déjà une de vos connaissances.

CUR. — Qu'est-il donc ?

RAD. — On appelle « transformateur » deux bobines couplées inductivement. Vous savez déjà que lorsque l'une de ces bobines est traversée par un courant alternatif, il se produit par induction, dans l'autre bobine, un courant de même espèce...

CUR. — Je me souviens parfaitement de cela.

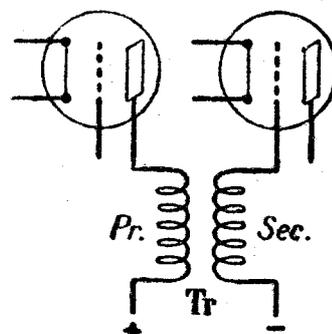
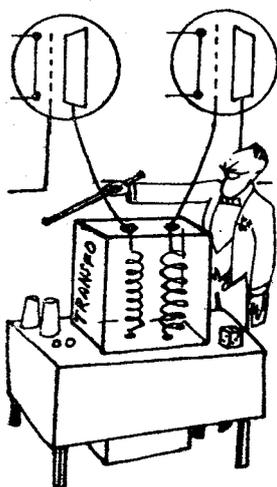


FIG. 77. — Principe de liaison par transformateur.



**RAD.** — Donc, l'idée était fort simple d'intercaler une bobine du transformateur dans le circuit de plaque d'une lampe et l'autre dans le circuit de grille de la lampe suivante (fig. 77). De la sorte, toute variation du courant dans l'enroulement de plaque (appelons-le « primaire ») provoquera un mouvement d'électrons dans la bobine de grille (le « secondaire ») ; le potentiel de la grille variera et la deuxième lampe fonctionnera comme amplificatrice.

**CUR.** — Ce système de liaison entre deux lampes est extrême-

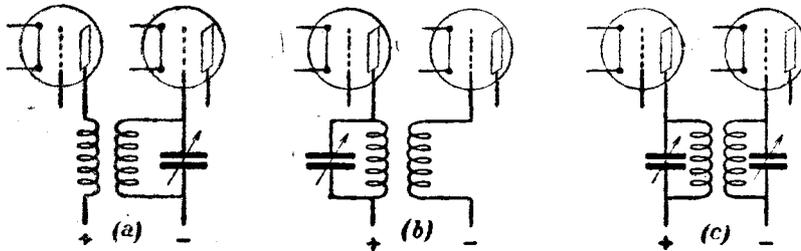


FIG. 78. — Amplification à haute fréquence par transformateur à secondaire accordé en *a* ; à primaire accordé en *b* ; à primaire et secondaire accordés en *c*. C'est le système *a* qui, tout en étant simple, donne souvent les meilleurs résultats.

ment simple. Est-ce que ces mêmes transformateurs sont utilisables aussi bien pour l'amplification en haute fréquence que pour la basse fréquence ?

**RAD.** — Vous devinez déjà que non. Ordinairement, le primaire et le secondaire d'un amplificateur basse fréquence sont des bobines à spires nombreuses, ayant un noyau de fer commun. Il me suffira de dire, au sujet de ce noyau de fer, qu'il augmente l'induction des courants de basse fréquence. Pour l'amplification haute fréquence, on emploie aussi quelquefois un transformateur à noyau de tôles de fer très minces, mais il fonctionne assez mal et vous apprendrez plus tard que c'est précisément à cause de ce mauvais fonctionnement qu'on l'emploie.

**CUR.** — Très drôle !

**RAD.** — Il ne faut pas vous étonner de cela. D'ailleurs, on





emploie le plus fréquemment pour l'amplification en haute fréquence, des transformateurs à secondaire accordé (fig. 78), à primaire accordé ou quelquefois même, à primaire et secondaire accordés. Ces transformateurs fonctionnent bien mieux et vous comprendrez pourquoi, en faisant appel à vos souvenirs sur la résonance. Ils ont l'avantage de rendre le récepteur très sélectif.

CUR. — Mais alors, quel est le meilleur amplificateur ?

RAD. — Nous n'avons déjà que trop bavardé aujourd'hui, petit curieux. Peut-être serait-il préférable de digérer d'abord toute cette nourriture...





Où IL EST QUESTION DE NOMBREUX « DYNES ».

*Le lecteur qui a patiemment étudié les causeries précédentes et qui s'est habitué au caractère curieux et un peu moqueur de Curiosus et à la complaisance affable de l'oncle Radiol, ne verra peut-être pas sans une certaine mélancolie le mot fatal « FIN » au bas de la présente causerie. Cependant, l'auteur, qui traite ici des méthodes de réception les plus modernes, va finir la série de ses articles pleins d'intérêt et d'enseignements.*

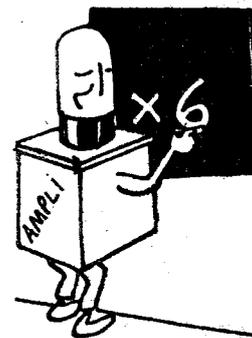
*Ainsi que les lecteurs pourront en juger par eux-mêmes, nous croyons qu'il a réussi à exposer clairement, en seize courtes leçons, non seulement tous les principaux problèmes de la science radioélectrique, mais encore les connaissances préparatoires à la science électrique.*

### Beaux projets, triste réalité.

CUR. — Quelle est la puissance d'amplification d'un amplificateur à une lampe ?

RAD. — Il amplifie environ de 5 à 6 fois dans un amplificateur à résistances et généralement un peu plus dans les amplificateurs à résonance et à transformateurs.

CUR. — Donc, plus nous mettrons d'étages d'amplification, plus notre poste sera sensible et puissant. Si le premier étage amplifie par exemple 6 fois, le courant, après son passage dans la deuxième lampe sera déjà 36 fois plus fort, après la troisième lampe 216 fois, après la quatrième 1296 fois et ainsi de suite. On pourra donc amplifier indéfiniment, en employant un nombre suffisant d'étages.



RAD. — Vos calculs sont très bien, et, mathématiquement, ils sont exacts. Mais, dans la pratique, ils n'ont pas grande valeur.

CUR. — Vous voulez vous moquer de moi. Pourquoi donc ?

RAD. — Vous avez simplement négligé un facteur important : la capacité entre la plaque et la grille de la lampe de T. S. F.

CUR. — Que vient faire ici cette capacité ?

RAD. — Cette capacité, malgré sa valeur extrêmement faible,

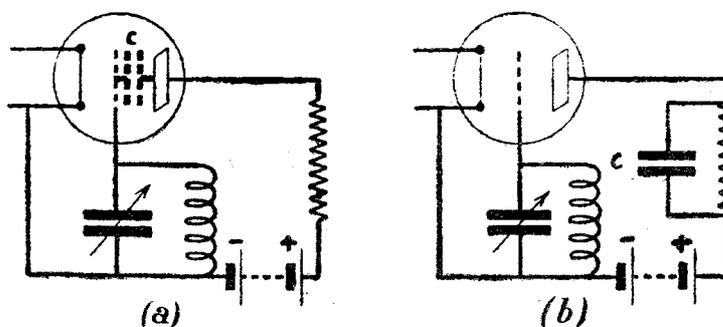


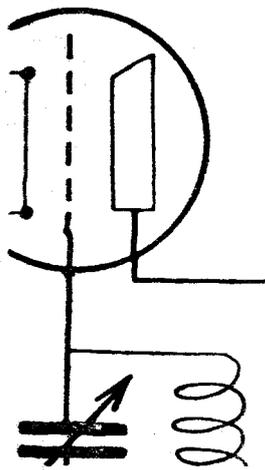
FIG. 79. — La capacité parasite  $c$  existant entre la grille et la plaque d'une lampe de T. S. F. (a), se trouve mise en parallèle avec la résistance de plaque (b).

empêche la bonne amplification, principalement quand il s'agit d'ondes courtes.

CUR. — Comment cela se produit-il ?

RAD. — Dans un amplificateur à résistance... remarquez que nous ne parlons maintenant que de l'amplification haute fréquence, car en basse fréquence, cette capacité ne joue pas un grand rôle... donc, dans un amplificateur à résistance, la capacité existant entre la plaque et la grille shunte en quelque sorte la résistance plaque (fig. 79). Vous savez que pour les ondes courtes, ou plus exactement pour les courants de haute fréquence, la résistance d'une capacité ou capacitance, n'est pas grande, par conséquent...

CUR. — ...les courants de très haute fréquence, au lieu de traverser la résistance en créant une différence de potentiel des plus utiles, traversent directement cette capacité.



RAD. — Parfaitement. C'est pour cette raison, qu'avec des amplificateurs à résistance, l'on amplifie difficilement des ondes au-dessous de 900 mètres.

CUR. — Pourquoi n'emploie-t-on pas toujours des ondes plus longues ? Ces amplificateurs à résistance sont si simples et si commodes !

RAD. — D'abord, en dépit de leur simplicité, ils ne sont pas bons, car ils n'augmentent pas la sélectivité du poste. Ensuite, on émet maintenant de préférence sur les ondes courtes, car il a été prouvé que dans certaines conditions, ces ondes se propagent plus facilement et sont reçues à de plus grandes distances.

CUR. — Force m'est de constater que les amplificateurs à résistance ne conviennent pas pour la haute fréquence. Mais ceux des autres catégories ?

RAD. — Avec eux, il y a des désagréments d'autre espèce...

CUR. — Pourquoi donc d'autre espèce ? Il me semble que la maudite capacité shunte toujours l'impédance de la plaque ?

RAD. — Vous êtes dans l'erreur : considérez seulement l'amplificateur à résonance. Dans son cas, la capacité plaque-grille s'ajoute simplement à la capacité du condensateur accordant le circuit anodique de résonance (fig. 80).

CUR. — Vraiment, je n'avais pas pensé à cela : ce n'est donc pas ce désagrément que l'on a avec un amplificateur à résonance ?

RAD. — Non, mais il y a un plus grand inconvénient. Par elle-même, la capacité couple deux circuits oscillants accordés : celui de la grille et celui de la plaque. Vous savez que dans ce cas...

CUR. — La lampe fonctionne comme hétérodyne. Et ces oscillations spontanées empêchent la réception. Quelle triste affaire !

RAD. — Remarquez que, lorsque l'amplification n'est pas très forte, comme par exemple, lorsqu'il s'agit d'un amplificateur à un seul étage, la lampe ne devient pas hétérodyne. Mais il devient déjà difficile de faire fonctionner deux étages d'amplification à résonance en haute fréquence.



CUR. — Cette toute petite capacité empêche donc toujours une bonne réception ?

RAD. — A vrai dire, elle n'est pas la seule coupable : il y a encore d'autres couplages entre les circuits de grille et de plaque, le couplage par induction des bobines, la capacité

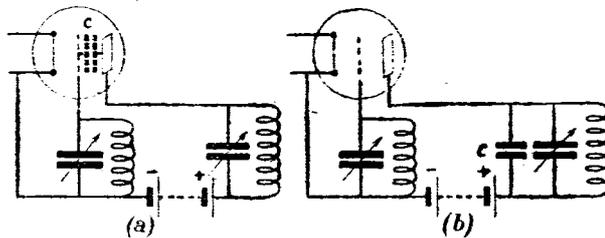


FIG. 80. — Dans le cas de l'amplificateur à résonance, la capacité parasite de la lampe (a) s'ajoute à la capacité du condensateur d'accord du circuit-bouchon.

entre les connexions, etc. Cela est ennuyeux, car en fait, l'amplificateur à résonance est le meilleur.

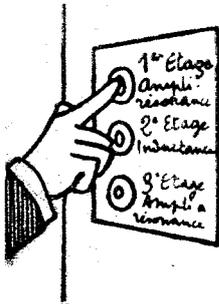
### Deux artifices.

CUR. — Comment donc remédier à cette situation désagréable ?

RAD. — Justement, durant ces dernières années, les techniciens ont beaucoup cherché la solution de l'amplification haute fréquence, car, de son côté, celle de basse fréquence ne présente pas de telles difficultés. Et l'on a trouvé plusieurs artifices, dont deux principalement sont intéressants.

CUR. — En quoi consistent-ils donc ?

RAD. — Un technicien anglais connu, Scott Taggart, eut la très bonne idée, pensant empêcher la génération des oscillations spontanées, de mettre entre deux étages d'amplification à résonance, un étage à inductance (ou pour les grandes ondes, à résistance) (fig. 81). Cet étage intermédiaire étouffe en quelque sorte les oscillations spontanées. Malheureusement, il n'amplifie pas très bien et l'une des lampes est mal utilisée.



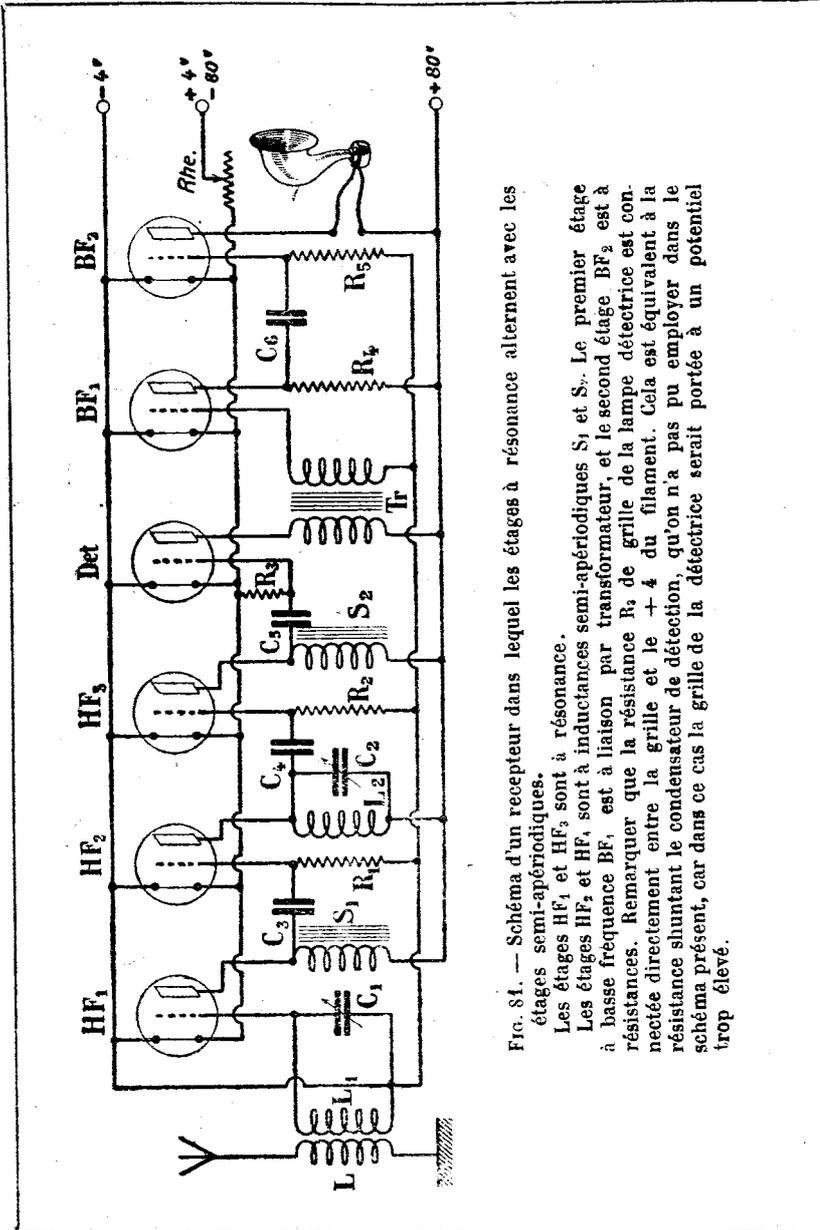


FIG. 81. — Schéma d'un récepteur dans lequel les étages à résonance alternent avec les étages semi-apériodiques.  
 Les étages HF<sub>1</sub> et HF<sub>3</sub> sont à résonance.  
 Les étages HF<sub>2</sub> et HF<sub>1</sub> sont à inductances semi-apériodiques S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub>. Le premier étage à basse fréquence BF<sub>1</sub> est à liaison par transformateur, et le second étage BF<sub>2</sub> est à résistance. Remarque que la résistance R<sub>1</sub> de grille de la lampe détectrice est connectée directement entre la grille et le + 4 du filament. Cela est équivalent à la résistance shuntant le condensateur de détection, qu'on n'a pas pu employer dans le schéma présent, car dans ce cas la grille de la détectrice serait portée à un potentiel trop élevé.

CUR. — C'est en effet regrettable. Et, quelle est la deuxième méthode ?

RAD. — Elle est encore plus ingénieuse que la première. Vous savez que c'est justement pour les courants haute fréquence que la capacité plaque-grille est la plus nuisible. Donc, on peut, avant amplification, changer la fréquence du courant, en la diminuant et en la rendant par conséquent plus facile à amplifier.

CUR. — ???... Comment est-il donc possible de changer la fréquence d'un courant ?

RAD. — J'espérais que votre mémoire serait plus fidèle. Ne vous souvenez-vous donc pas, qu'en analysant de plus près le fonctionnement de la détectrice à réaction, nous avons déjà parlé de ce très intéressant phénomène, l'interférence ?

CUR. — En effet, vous avez raison, mon cher oncle ! Je me souviens maintenant que quand nous superposons deux courants de fréquences différentes, la fréquence du courant qui en résulte est égale à la différence des fréquences des courants agissant simultanément.

RAD. — Très bien ! Et c'est ainsi que l'on procède. Au moyen d'une lampe hétérodyne locale, on crée des oscillations, de telle façon que la différence entre leur fréquence et la fréquence des ondes captées par l'antenne, soit toujours égale à un même nombre, par exemple 30 000. Si la fréquence de la station d'émission est de 1 500 000 (longueur d'onde 200 mètres) nous accorderons l'hétérodyne sur la fréquence de 1 470 000 ou 1 530 000. Dans les deux cas, après interférence, la fréquence sera de 30 000. Cette fréquence moyenne est déjà très facile à amplifier. Nous pouvons construire à son intention trois ou même quatre étages d'amplification moyenne fréquence, dont les circuits de résonance peuvent, une fois pour toutes, être bien accordés sur la moyenne fréquence. Après cette énorme amplification en moyenne fréquence, le courant est détecté et le courant basse fréquence qui en résulte peut encore être amplifié. Le courant haute fréquence lui-même, peut d'ailleurs être déjà amplifié avant le changement de fréquence (fig. 82).



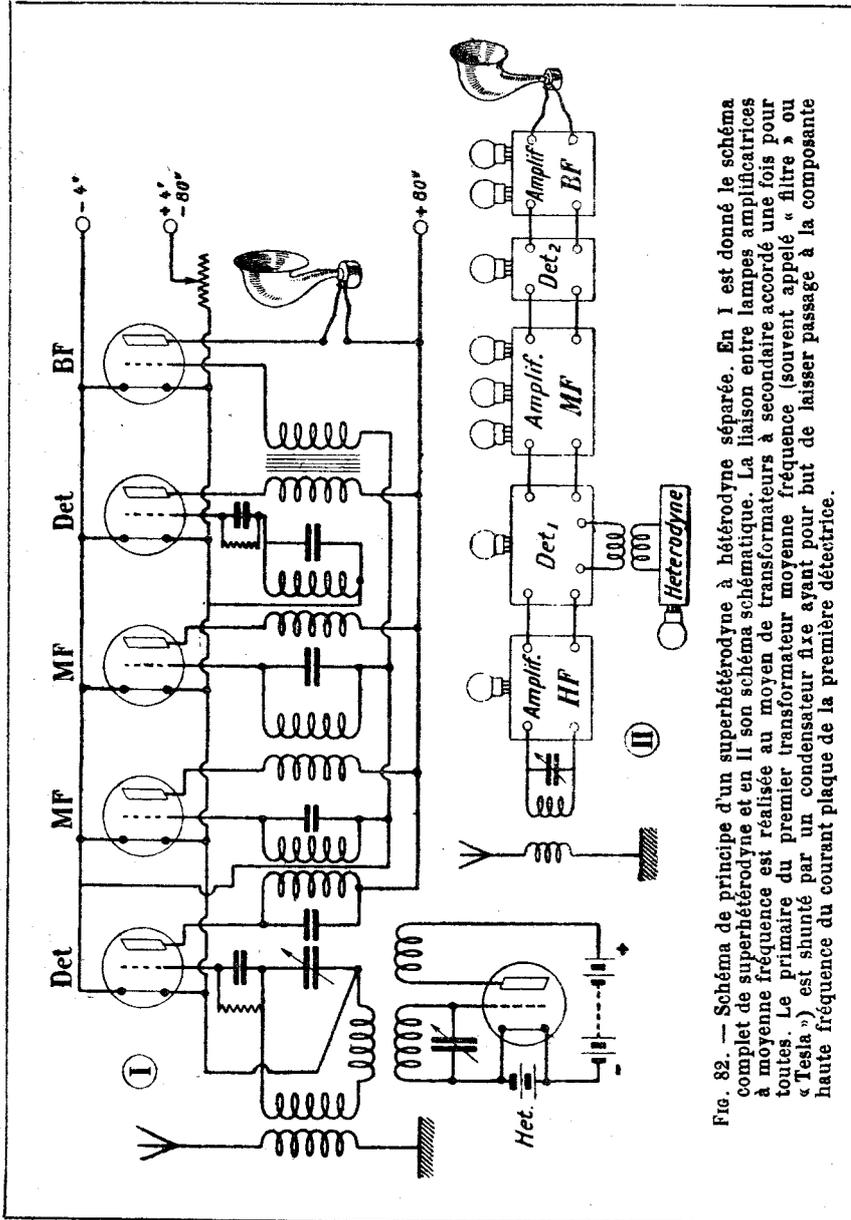


Fig. 82. — Schéma de principe d'un superhétérodyne à hétérodyne séparée. En I est donné le schéma complet de superhétérodyne et en II son schéma schématique. La liaison entre lampes amplificatrices à moyenne fréquence est réalisée au moyen de transformateurs à secondaire accordé une fois pour toutes. Le primaire du premier transformateur moyenne fréquence (souvent appelé « filtre » ou « Tesla ») est shunté par un condensateur fixe ayant pour but de laisser passage à la composante haute fréquence du courant plaque de la première détectrice.

CUR. — Cette méthode est vraiment géniale ! Vraisemblablement, les appareils à changement de fréquence sont très efficaces !

RAD. — Ils constituent maintenant la catégorie la plus parfaite de récepteurs. Malheureusement, ils sont parfois difficiles à construire et leur fonctionnement est quelque peu délicat. Suivant la méthode de changement de fréquence, ils sont différents les uns des autres. Il en existe déjà beaucoup de types : superhétérodynes (avec une lampe hétérodyne séparée), tropadynes (dans lesquels une même lampe amplifie la haute fréquence et sert d'hétérodyne), ultradynes (dans lesquels la plaque de la première lampe est « alimentée » par un courant alternatif de haute fréquence), radiomodulateurs (à changement de fréquence par lampe bi-grille) et enfin le strobodine, toute nouvelle invention d'un ingénieur français paraissant un des plus intéressants des changeurs de fréquence.

CUR. — Dieux tout puissants !!! J'étouffe sous cette avalanche de « dynes » dont vous m'accablez !

**Encore un « dyne ».**

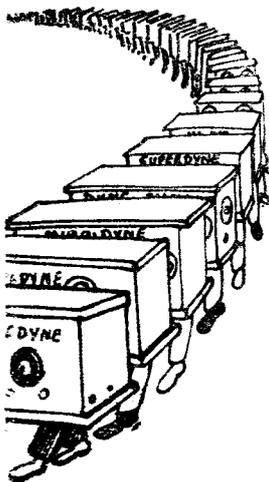
RAD. — J'espère cependant que vous n'allez pas faire explosion, si je vous régale encore d'un « dyne », à savoir le « neutrodyne ».

CUR. — Est-ce encore là un changeur de fréquence ?

RAD. — Non. Ici, il n'est plus question d'un artifice quelconque en vue d'éviter l'effet nuisible de la capacité plaque-grille : dans le neutrodyne, elle est *neutralisée* par une autre capacité dont l'effet est contraire et neutralise celui de la capacité plaque-grille.

CUR. — Je crois bien que je ne comprends pas encore.

RAD. — Je le crois aussi. Pour expliquer l'affaire, examinons d'abord de plus près en quoi consiste cet effet nuisible de la capacité plaque-grille. Vous savez que, lorsque le circuit oscillant est accordé sur l'onde à recevoir, il se produit à ses extrémités une tension alternative. Régulièrement, la transmission ne devrait être faite qu'à la grille de la lampe *suivante* par



un petit condensateur de couplage. Mais une autre capacité, justement celle qui nous préoccupe, et qui existe entre la grille et la plaque, permet à ces variations de tension de se transmettre à nouveau au circuit de grille. Et nous avons dès lors une réaction

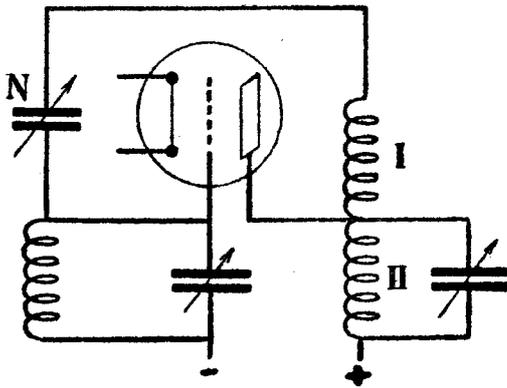


FIG. 83. — Principe de la méthode neutrodyne : les courants induits par la bobine II dans la bobine I appliquent à la grille de la lampe des tensions opposées à celles qui y sont appliquées à travers la capacité parasite grille-plaque. Grâce au condensateur de neutralisation N (appelé « neutrodon »), on peut régler l'intensité des courants de neutralisation de façon à obtenir une neutralisation complète de la rétroaction néfaste.

complée avec elle. Cet appendice est connecté au circuit d'accord de la grille au moyen d'un condensateur variable N, de très petite capacité, nommé condensateur neutrodyne. Maintenant, que se produit-il dans la bobine I quand la bobine II est traversée par un courant de haute fréquence ?

CUR. — Il y a certainement un courant induit dans la bobine I.

RAD. — Et quelle est sa direction ?

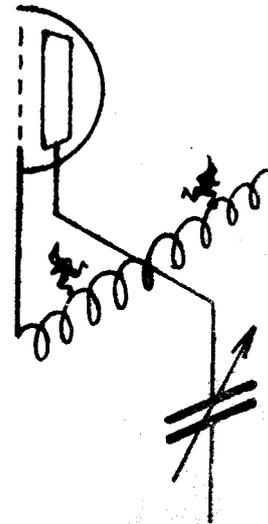
CUR. — Elle est contraire à celle du courant traversant la bobine II.

RAD. — Justement. C'est là le point important : vous saisissez que les variations de tension en sens contraire de la bobine I sont transmises par le condensateur neutrodyne N au circuit de

reaction de la capacité, créant des oscillations spontanées ?

CUR. — Oui, c'est bien ainsi que je comprenais l'affaire avant votre explication.

RAD. — Maintenant, mon petit ami, examinez ce schéma (fig. 83). Vous voyez que la bobine habituelle II, du circuit plaque, a comme une sorte de queue I, c'est-à-dire une autre bobine qui est cou-



grille pour y neutraliser les variations de tension transmises par la capacité plaque-grille.

CUR. — J'ai compris ! La méthode est bien imaginée. Mais, pourquoi le condensateur N est-il variable ? Ne suffirait-il pas d'en prendre un fixe ?

RAD. — Non, car il faut ajuster sa capacité de telle sorte que l'énergie transmise soit suffisante, mais pas plus grande qu'il n'est nécessaire, pour neutraliser l'énergie transmise par la capacité plaque-grille.

#### Les mots de la fin.

CUR. — Maintenant, je voudrais savoir beaucoup de choses. D'abord...

RAD. — Attendez, petit ami ! Je n'ai jamais douté que chacune de nos causeries ne ferait naître dans votre jeune cervelle un nombre toujours croissant de questions. C'est une loi inéluctable que Pascal a formulée ainsi : « La sphère de nos connaissances grandit sans cesse. Mais à mesure que croît son volume, s'accroît le nombre de ses points de contact avec l'inconnu ». Et certainement nous n'avons effleuré ici que les aperçus les plus généraux sur les belles sciences de l'électricité et de la Radio. Mon seul but était de vous donner un aperçu sur les éléments principaux de ces sciences, dont l'ignorance n'est plus permise à aucun homme cultivé. Mais, si cette courte promenade dans le domaine de la Radio vous a charmé, si les merveilles, à peine entrevues, de cette contrée vous incitent à une étude plus détaillée et plus sérieuse, vous trouverez une collection de bons livres qui vous donneront d'abord les notions préliminaires indispensables sur la théorie de l'électricité et vous ouvriront la voie vers une connaissance plus approfondie de la science encore jeune et cependant déjà si riche de la Radio. Ce que je vous ai dit au cours de nos entretiens vous aidera certainement à comprendre mieux et plus facilement les livres et les journaux techniques spéciaux.

Je vous souhaite bonne chance dans cette voie !

FIN



E. AISBERG

# LES POSTES DE T.S.F. ALIMENTÉS PAR LE SECTEUR

THÉORIE ET RÉALISATIONS

La technique du Poste-Secteur

Adaptation des anciens montages  
à l'alimentation par le Secteur

L'Ampli-Secteur Rag pour pick-up

Le Poste-Secteur de Madame

Le Tétradyns-Secteur

Le Réseaudyne

Le Tableau de tension de plaque T.P. 59

100 Pages — 41 Schémas et Photos

PRIX : 7 fr. 50 -- Franco : 8 fr.

E. AISBERG

# LA TRANSMISSION DES IMAGES

Principes fondamentaux de  
la Phototélégraphie et de la Télévision

Préface de M. Édouard BELIN

EXTRAIT  
-- de la --  
PRÉFACE

... Il n'y a pas d'impossible absolu, il n'y a qu'un impossible relatif qui mesure notre ignorance momentanée.

Le problème de la transmission des images est aujourd'hui très vaste ; il importait d'observer une classification précise et de bien définir les propriétés fondamentales auxquelles font appel les diverses solutions. C'est ce qu'a fort bien compris M. Aisberg qui conduit ainsi son lecteur, des principes généraux à l'exploitation pratique sans laisser dans l'ombre aucun point difficile. Et ce même lecteur arrive ainsi sans effort à posséder, après des notions générales sur la technique, une connaissance complète de la téléphotographie, de ses diverses méthodes et de la synchronisation...

1 vol. de 176 pages -- 82 illustrations

PRIX : 10 francs -- Franco : 10 fr. 50

Etienne CHIRON, Editeur, 40, rue de Seine, Paris (6<sup>e</sup>)

Compte Chèques-postaux : Paris 53-35

# LA T.S.F. en 30 Leçons

## COURS COMPLET

professé au Conservatoire National  
des Arts et Métiers

GRACE AUX SOINS DE LA SOCIÉTÉ  
DES AMIS DE LA T. S. F.

par MM.

CHAUMAT, LEFRAND, METZ,  
MESNY, JOUAUST & CLAVIER

*Ce cours complet comprend 5 volumes :*

- I. — **Électrotechnique générale préparatoire à la T.S.F.**,  
par MM. CHAUMAT et LEFRAND.  
Prix. . . . . 9. »
- II — **Principes généraux de la radiotélégraphie et  
applications générales.** par le Command<sup>t</sup>  
METZ. . . . . 9. »
- III. — **Mesures, Radiogoniométrie, Propagation des  
ondes,** par M. MESNY. . . . . 9. »
- IV. — **Les lampes à plusieurs électrodes, Théorie et  
applications,** par M. JOUAUST. 9. »
- V. — **Radiotéléphonie et applications diverses des lampes  
à trois électrodes,** par M. CLAVIER. 9. »

*Pour l'envoi franco, ajouter 0 fr. 50 par volume*

**Les cinq tomes réunis en un seul volume : 45 fr.**

Étienne CHIRON, Éditeur, 40, rue de Seine. PARIS.

# Extrait du catalogue des Éditions CHIRON

## LES MEILLEURS OUVRAGES SUR LA T.S.F.

ABC de la T. S. F. — Un fort volume <sup>er</sup> . . . . .	30 »
L'Encyclopédie de la Radio, par M. Adam . . . . .	50 »
Les Récepteurs modernes, par Hémardinquer . . . . .	30 »
La Loi de protection contre les parasites en T. S. F., par P. Baise . . . . .	8 »
La bonne construction en T. S. F., par D <sup>r</sup> Corret . . . . .	12 »
La construction des postes de T. S. F. à la portée de tous . . . . .	15 »
Construire soi-même un récepteur de T. S. F. . . . .	8 »
Manuel pratique de téléphonie sans fil, par H. Gérard . . . . .	12 »
Les premiers principes de T. S. F., par le Capitaine Lagarde . . . . .	7 50
La T. S. F. expliquée par questions et réponses, par Vallier et Maurice . . . . .	8 »
Le Poste de l'Amateur de T. S. F., par Hémardinquer . . . . .	20 »
Même volume relié pleine toile rouge . . . . .	25 »
Les montages modernes en Radiophonie, par Hémardinquer, 2 volumes. Chacun . . . . .	24 »
Les lampes à plusieurs électrodes et leur application, par Groszkowsky . . . . .	40 »
La T. S. F. et les phénomènes radioélectriques expliqués sans formules, par J. d'Anselme . . . . .	16 »
Le Superhétérodyne et la Superréaction, par Hémardinquer . . . . .	22 »
Tous les montages de T. S. F., nouvelle édition entièrement remise à jour . . . . .	12 »
Les progrès des superhétérodynes, par P. Hémardinquer . . . . .	7 50
Comment perfectionner un poste de T. S. F., par P. Hémardinquer . . . . .	5 »
La T. S. F. en 30 leçons. Cours professé au Conservatoire des Arts et Métiers :	
I. Electrotechnique générale préparatoire à la T. S. F., par Chaumat et Lefrand . . . . .	12 »
II. Principes généraux de la Radiotélégraphie et applications générales, par le Ct Metz . . . . .	
Les réceptions pures en T. S. F., par Raven-Hart . . . . .	6 »
Théorie et pratique de la T. S. F., par Bérard . . . . .	25 »
Fiches techniques de T. S. F. . . . .	10 »
La construction des appareils de Télégraphie sans fil, par L. Michel . . . . .	3 60
Manuel pratique de dépannage, par Avril . . . . .	5 »
Emission et réception sur ondes courtes, par A. Brancard . . . . .	5 »
Les cellules photo-électriques, par Roy Pochon . . . . .	8 »
Les parasites en T. S. F., par P. Baise . . . . .	8 »
Principes de bonne construction en T. S. F. — L'hopitodyne, par D <sup>r</sup> Corret . . . . .	12 »
Les Bases physiques de la Télévision, par B. Kwal . . . . .	15 »
Manuel pratique du Radio-Monteur, par E. Michel . . . . .	6 »
La Détection en T. S. F., par Chrétien . . . . .	10 »
Ondes courtes et Ondes très courtes, par Chrétien . . . . .	20 »
Les Redresseurs de courant, par de Bagneux . . . . .	10 »
Théorie et pratique des Lampes de T. S. F., par Kiriloff . . . . .	15 »

Maître CHIRON, Éditeur, 40, Rue de Seine — PARIS-6<sup>e</sup>

Etienne **CHIRON**, éditeur, 40, rue de Seine, PARIS (VI<sup>e</sup>)

## EXTRAIT DU CATALOGUE

### Automobile

<b>MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — CODE DE LA ROUTE.</b> Textes officiels.	3 »
<b>LE NOUVEAU CODE DE LA ROUTE EXPLIQUÉ</b> (Textes officiels ; tableau en 5 couleurs de la nouvelle signalisation des routes ; suivi du Guide illustré du candidat au permis de conduire).	5 »
<b>DARMAN.</b> — Guide du candidat au permis de conduire.	3 »
<b>RAZAUD.</b> — A. B. C. de l'automobile.	3 »
— Nouveau manuel de l'automobile, nouvelle édition.	12 »
— Les pannes d'automobile.	7 50
<b>PERCHERON.</b> — Aide-mémoire pour la recherche des pannes.	2 »
— Manuel pratique pour la conduite et l'entretien des moteurs à explosion.	9 »
<b>GIELFRICH.</b> — L'automobile expliquée.	18 »
<b>ROSALDY et TOUVY.</b> — L'équipement électrique des automobiles.	12 »
<b>ROSALDY et TOUVY.</b> — L'allumage Delco. Nouvelle édition.	15 »
<b>GORY et GIELFRICH.</b> — L'Équipement électrique expliqué.	9 »
<b>JACQUES.</b> — Manuel du motocycliste.	9 »
<b>GORY et GIELFRICH.</b> — Comment soigner votre accumulateur.	7 50
<b>PERCHERON.</b> — La magnéto d'automobile. Nouvelle édition.	15 »
<b>PERCHERON.</b> — Le moteur Diesel expliqué.	12 »
<b>L. APOLIT.</b> — A. B. C. du Carburateur.	4 »
— Carburateurs et Carburateur.	18 »

### Éducation Physique

<b>Mag. VINCELO.</b> — Femme, cultive ton corps !.	12 »
<b>BELLEFON et MARUL.</b> — Méthode française d'éducation physique.	9 »
<b>M<sup>lle</sup> BRUEL.</b> — 400 jeux pour jeunes filles et enfants.	9 »
— 150 nouveaux jeux pour jeunes filles et enfants.	6 »
— 70 jeux de balle et ballon pour tous.	5 »
<b>PAGES (Docteur).</b> — A. B. C. de l'éducation physique.	7 50
<b>ICARD.</b> — Manuel de camping.	5 »

### Couture

<b>BERTRAND (M<sup>me</sup>).</b> — Pour faire soi-même une layette.	7 50
— Pour faire soi-même un trousseau.	7 50
<b>PETIT.</b> — Manuel pratique de couture et montage des vêtements.	10 »
— La coupe des vêtements pour hommes et garçonnets.	16 »
— La coupe des vêtements pour dames et fillettes.	12 »

### Photographie et Dessin

<b>GÉRARD.</b> — Comment on débute en photographie.	4 50
— Comment on retouche un cliché photographique.	4 50
— Comment on retouche un agrandissement photographique.	4 50
<b>BORDIER.</b> — L'Aquarelle.	7 50
<b>LIBMAN.</b> — Pour apprendre soi-même le dessin industriel.	25 »
<b>BOLL (A.).</b> — La perspective expliquée.	5 »

### Electricité

<b>MICHEL.</b> — Pour poser soi-même la lumière électrique.	6 »
— Pour poser soi-même les sonneries.	6 »
— Pour poser soi-même les téléphones privés.	6 »
<b>BARRÉ.</b> — Éléments d'Electrotechnique générale.	43 20
<b>BARDIN.</b> — A. B. C. des moteurs électriques.	5 40

Ajouter 10 % pour envoi franco contre mandat adressé à l'éditeur

Catalogue complet franco sur demande