

Où qu'il soit: sur terre, en l'air, sur l'onde
partout le

RADIO-GNOME

entend le monde

80 expériences
depuis
la batterie électrique
jusqu'au
récepteur à longue distance
à la portée de tous
par W. Fræhlich



Editions Franckh Stuttgart

LE RADIO-GNOME

80

EXPÉRIENCES, DEPUIS LA BATTERIE
ÉLECTRIQUE JUSQU'AU RÉCEPTEUR
A LONGUE DISTANCE
A LA PORTÉE DE TOUS

PAR W. FRCEHLICH

TRADUCTION DE LA NEUVIÈME EDITION
ALLEMANDE PAR RENÉ-ALBERT BEAUME



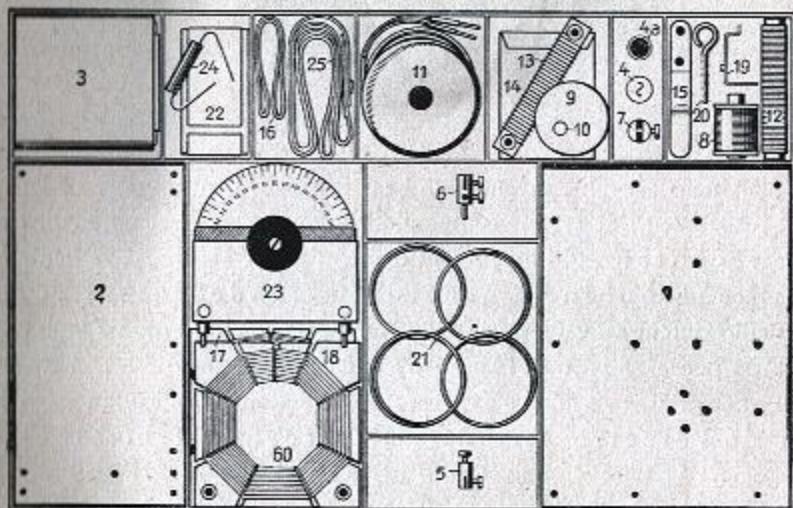
RMF EDITIONS FRANCKH STUTTGART

Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart 1954. Tous droits de reproduction du texte et des figures réservés, en particulier le droit de traduction. Copyright 1954 by Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart. Imprimé en Allemagne par Eugen Heinz, Stuttgart.

LA BOITE KOSMOS D'ENSEIGNEMENT

RADIO - G N O M E

et ses éléments



- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1 socle | 14 limaille de fer |
| 2 planchette du trembleur | 15 ressort du manipulateur |
| 3 batterie de lampe de poche | 16 deux élastiques |
| 4 ampoule électrique | 17 bobine plate 40 spires |
| 4a douille pour lampe | 18 bobine plate 60 spires |
| 5 huit bornes à fente | 19 ressort du trembleur |
| 6 quinze bornes à fiche | 20 vis de contact |
| 7 grande borne | 21 quatre fils d'antenne |
| 8 bobine de l'électro-aimant | 22 condensateur plat |
| 9 boîte métallique | 23 condensateur variable |
| 10 cristal du détecteur | 24 condensateur cylindrique |
| 11 casque récepteur | 25 bande de caoutchouc |
| 12 fil de liaison | 26 résistance de deux mégohms |
| 13 résistance | manuel d'instruction |

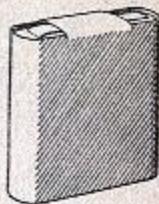
En cas de dommage ou de perte tous les éléments sont livrables séparément. Celui qui veut faire les expériences exposées dans ce guide, qui exigent l'emploi d'une lampe de radio, doit faire l'acquisition d'une lampe bigrille; il achètera une lampe Radio-Record DM 300 chez la maison où se trouvent les Boîtes Kosmos.



Voici Radio-Gnome, le plus savant parmi ses frères Electro-Gnome, Petit chimiste, Opticus et Technicus. Il est en contemplation devant son bel appareil, muni du casque récepteur qui lui permet d'entendre la voix des pays lointains qu'il a choisis grâce à la bobine d'accord et au condensateur variable. Comme Radio-Gnome travaille méthodiquement, il a d'abord étudié la batterie de lampe de poche et la petite lampe électrique, puis il a construit, sur la planchette du trembleur, un petit émetteur d'ondes, au moyen de la bobine de l'électro-aimant, du ressort du trembleur, de la vis de contact et du ressort du manipulateur. N'est-il pas pourvu richement de fils de liaison et de toutes sortes de bornes ! Avant d'utiliser les fils d'antenne se trouvant dans la boîte où ils sont enroulés en spirales, il leur donnera une forme rectiligne; dans la suite il trouvera un endroit approprié pour les y ranger. Il en aura tout d'abord besoin pour construire un récepteur simple sur le grand socle, avec le détecteur à cristal. Il n'utilisera que plus tard la résistance de chauffage, le condensateur de téléphone et le brillant condensateur de grille, c'est-à-dire au moment où il aura fait l'acquisition d'une lampe de radio lui permettant de construire un appareil au moyen duquel il pourra entendre des émissions lointaines. En chercheur consciencieux notre Radio-Gnome s'est donné pour tâche de ne pas commencer immédiatement la construction d'un récepteur à lampe, mais de procéder graduellement, systématiquement, de faire les expériences les unes après les autres, afin que, en matière de radio il devienne un spécialiste qui comprend parfaitement tout ce qu'il fait.

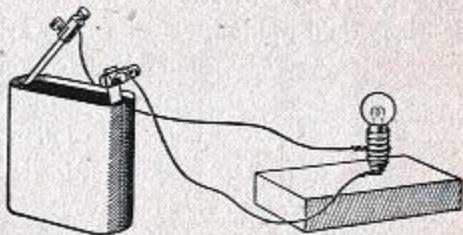
1. Tout d'abord la batterie

Je n'ai pas besoin de te la présenter. Tu connais certainement la batterie de lampe de poche par tes expériences précédentes sur l'électricité, pour lesquelles elle fut un fidèle fournisseur de courant. Jusqu'à présent quand une batterie était usée et qu'elle avait livré son dernier courant, tu la laissais de côté ou sans pitié tu la démontais peut-être pour savoir ce qu'elle renfermait. Mais notre batterie doit être encore bonne; il est vrai que nous ne voyons pas le courant qu'elle recèle. Déchire à présent la bande de papier qui recouvre la partie supérieure, et qui a été collée par le fabricant, et applique ensuite les deux lames de métal contre la langue: immédiatement tu perçois un goût acide désagréable. Il n'est pas très recommandable, il est vrai, de faire de sa langue un indicateur de courant; cette expérience, dans d'autres conditions, pourrait devenir dangereuse.



2. Le courant devient visible

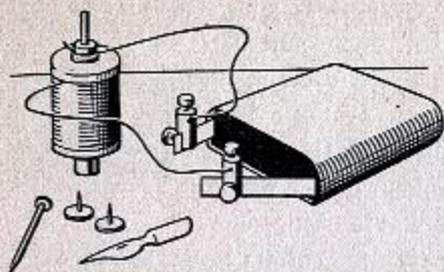
En fait, la batterie de lampe de poche a été fabriquée pour rendre incandescent le filament d'une lampe. Tu peux donc envoyer le courant à travers une petite lampe et la faire brûler vivement. Afin que tu ne sois pas obligé de tenir constamment la lampe en main, elle a été montée sur une douille appropriée. Fixons deux bornes à fente aux lames de la batterie et relierons-les à la douille au moyen de deux fils conducteurs courts. Les deux fils doivent préalablement être dénudés aux deux extrémités sur une longueur de 3 cm. L'un d'eux est enroulé fortement par son extrémité dénudée autour de la partie filetée de la douille, et l'extrémité du deuxième fil autour de la fiche de la douille. Il faut bien veiller à ce que les parties dénudées des deux fils ne se touchent pas, sinon la batterie perdrait rapidement beaucoup de courant et elle deviendrait très vite inutilisable. Pour allumer ou éteindre la petite lampe il suffit de la tourner légèrement dans la douille.



3. Le courant a de la force

Mais le courant peut faire mieux que de produire de la lumière. Il peut également soulever de lourds fardeaux. Si tu obliges le courant à circuler dans les nombreuses

spires du fil de la bobine, le fer qui est dans la bobine acquiert la propriété d'attirer des objets de fer; le fer de la bobine devient aimanté. Relie donc par un fil l'extré-

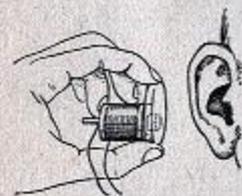


mité libre du fil de la bobine à l'une des lames de la batterie; relie par un deuxième fil l'autre lame au fer de la bobine, auquel tu peux le fixer par la fiche filetée à fente dévissable. Approche alors la bobine parcourue par le courant de petits objets quelconques de fer, tels que plumes d'acier, clous ou autres objets

semblables, jusqu'à une distance de $\frac{1}{2}$ cm environ. Ces objets sautent à la rencontre du fer de la bobine, et c'est très drôle à voir; il faut déployer une certaine force pour les détacher de l'aimant. Mais si tu interromps le courant, les objets de fer tombent immédiatement; remets la bobine en circuit et les petits objets vont de nouveau s'y appliquer. La bobine n'est magnétique qu'aussi longtemps qu'elle est parcourue par le courant électrique, c'est pourquoi elle est appelée électro-aimant.

4. Nous entendons le courant

Nous avons d'abord senti le courant par la langue, puis nous avons vu l'incandescence qu'il produit, et enfin nous avons admiré sa force; à présent nous allons



entendre le courant! A cet effet nous appliquons tout simplement sur la bobine magnétique le couvercle de la petite boîte qui contient habituellement le cristal. Quand le courant passe il attire légèrement la plaque de tôle. Appliquons la bobine avec le couvercle de tôle contre l'oreille, de telle façon que le couvercle touche le pavillon de l'oreille. Faisons à présent passer le courant dans la bobine et interrompons-le plusieurs fois rapidement: à chaque établissement et à

chaque interruption du courant on perçoit un petit craquement. Celui-ci nous indique que le courant passe dans la bobine.

5. Le téléphone

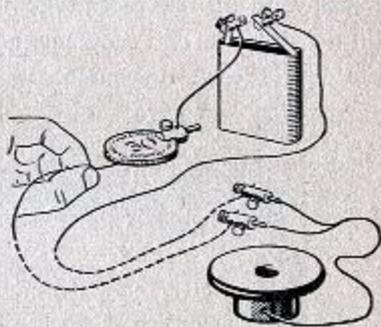
Si nous procédons avec soin, nous osons dévissier le couvercle de notre écouteur téléphonique. On voit alors sous le couvercle un disque de tôle de fer qui est attiré

par un aimant; sachons que cet aimant est en acier, et c'est pour cette raison qu'il conserve son aimantation; c'est pourquoi aussi le disque de métal adhère à l'écouteur sitôt qu'on le pose dessus. Si tu tires délicatement le disque de côté, les deux bobines magnétiques deviennent visibles. Quand on envoie le courant de la batterie dans ces bobines par les conducteurs à fiches, l'aimant devient plus fort ou plus faible et il attire plus ou moins la plaque de tôle. Si l'on tient alors l'écouteur à l'oreille on perçoit à chaque interruption du courant un craquement distinct. En remontant l'écouteur, il faut veiller à ce que le couvercle ne soit pas vissé trop fortement, car la membrane doit pouvoir vibrer dans toute sa surface pour rendre un son.



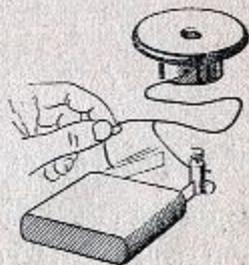
6. Audition à distance

L'appareil, que précédemment nous avons appelé écouteur téléphonique, peut aussi être appelé écouteur à distance, ou tout simplement écouteur. Relions au moyen de deux longs fils l'écouteur placé dans une chambre, à la batterie qui se trouve dans une pièce contiguë; nous pourrons alors entendre à distance. Le craquement devient particulièrement intéressant, si après avoir introduit une pièce de monnaie dont le bord est cannelé dans le circuit du courant, on frotte l'un des fils de la conduite de transmission à distance contre les aspérités du bord de la pièce. On perçoit alors distinctement un crépitement dans l'écouteur éloigné.



7. Nous transmettons un son au loin

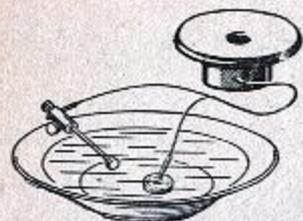
Chaque fois qu'un son parvient à ton oreille il est dû à un corps qui vibre très rapidement, comme une corde de violon frottée par l'archet, ou une lame vibrante comme dans la musique à bouche. Produisons également un son; à cet effet soulevons la longue lame de la batterie sans la plier et abandonnons-la à elle-même; elle se met à vibrer. Le son émis n'est pas particulièrement beau. Faisons maintenant passer le courant de la batterie par le ressort et par



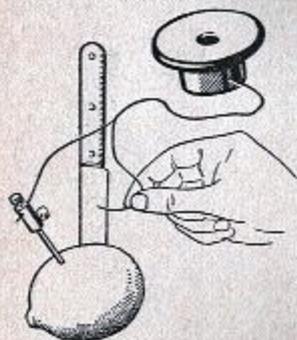
l'écouteur, en approchant très légèrement le fil conducteur de la base de la lame vibrante de la batterie. Le bourdonnement du ressort se transmet alors à l'écouteur où il se manifeste par un son.

8. La batterie à l'eau

Notre écouteur est susceptible d'indiquer des courants très faibles. Même une vieille batterie de lampe de poche, qui n'est plus capable de faire brûler une petite lampe, peut produire un fort craquement dans l'écouteur. Dans une batterie il y a toujours deux métaux différents qui plongent dans un acide ou dans une dissolution saline, et qui, pour cette raison, produisent du courant. Serait-il possible d'obtenir du courant au moyen d'un couteau de table et d'une cuiller en argent, ou d'une pièce de monnaie de cuivre et d'une pièce d'argent, ou encore d'un clou et d'une pièce de monnaie de cuivre? Relions le clou au moyen d'une borne à fente à l'extrémité de l'un des fils de



l'écouteur et plongeons-le dans une dissolution de sel de cuisine. Au fond de l'eau nous avons mis une pièce de cuivre. Frottons la pièce de monnaie avec l'extrémité du deuxième fil de l'écouteur: nous percevons alors nettement le crépitement produit par les chocs de courant. Il est vrai que le courant engendré par la composition génératrice — cuivre - sel de cuisine - clou — est excessivement faible; il est au moins mille fois plus faible que celui qui serait nécessaire pour faire brûler une petite lampe, mais l'écouteur est capable de déceler les courants les plus faibles.



9. La batterie au citron

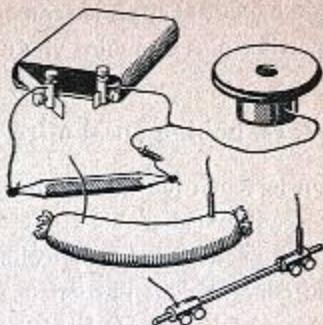
se compose tout simplement d'un citron dans lequel on a enfoncé deux pièces de métaux différents, par exemple une lame de couteau et une tige de cuivre bien propre. L'écouteur annonce du courant; c'est le

courant produit par notre merveilleux et étrange élément.

10. Conducteurs et isolants

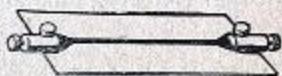
Le courant circule facilement dans un conducteur de cuivre, mais moins aisément dans un fil de fer; il ne circule pas du tout à travers une bougie. Dans d'autres ma-

tières il ne peut passer qu'en faible quantité, mais celle-ci est cependant signalée par l'écouteur. Examinons les objets suivants quant à leur conductibilité: des fruits frais, un saucisson, du fil à coudre sec, du fil mouillé, une allumette, ou encore la mine d'un crayon. Dans ces expériences le courant de la batterie doit être amené à l'objet, puis conduit de celui-ci à l'écouteur, et enfin de celui-ci en retour à la batterie.



11. La trace de crayon conductrice

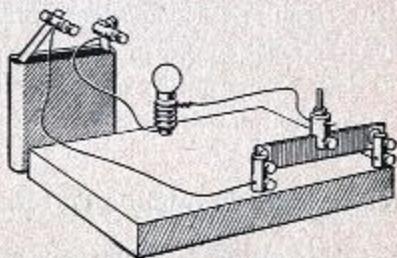
Dans l'expérience précédente nous avons vu que la mine d'un crayon conduit bien le courant. La grande sensibilité de l'écouteur nous permet de percevoir encore le courant extrêmement faible qui parcourt une courte trace de crayon. La trace a été faite sur du papier blanc, en passant plusieurs fois le crayon sur la même ligne. Les extrémités de la trace doivent être particulièrement noires, afin d'assurer un bon contact de la trace avec la borne à fente. L'expérience nous montre que cette trace est conductrice.



Il est vrai qu'elle offre au passage du courant un grand obstacle; on exprime ceci en disant qu'elle oppose une grande résistance au courant. Plus tard, quand nous voudrons une fois présenter une grande résistance au courant, nous nous souviendrons de cette expérience et nous ferons passer le courant par une trace de crayon.

12. Une résistance de réglage

Le fil enroulé sur la lame de résistance offre aussi une résistance considérable au passage du courant. On s'en rend aisément compte quand on conduit le courant de la batterie dans la petite lampe, en lui faisant parcourir auparavant le fil de résistance. A cet effet on peut mettre la grande borne à cheval sur la lame de résistance, et en la déplaçant peu à peu observer les variations de l'intensité lumineuse de la petite lampe. On se rend compte que le courant est affaibli, au fait qu'il se produit des étincelles beaucoup plus faibles quand on interrompt le courant en un point, par exemple entre la batterie et le



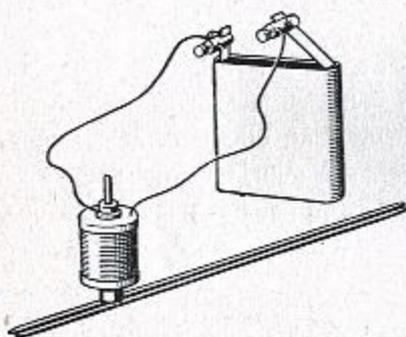
conducteur allant à la lampe. On pourrait également utiliser la résistance pour faire marcher plus ou moins vite un petit moteur que l'on a éventuellement sous la main.

13. La bobine aussi offre de la résistance

On le remarque quand on remplace la lame de résistance par la bobine, et que le courant passe d'abord par celle-ci, avant de parvenir à la petite lampe. Mais si l'on se souvient des étincelles minuscules qui se produisaient lors de l'interruption du courant dans l'expérience précédente, on remarque, à présent, qu'elles ne sont pas affaiblies par la bobine, mais plutôt renforcées. Dans un circuit électrique qui comprend une bobine, on obtient toujours des étincelles plus fortes que sans la bobine.

14. Aiguilles à tricoter et électro-aimant

Pour les expériences que nous allons faire nous avons besoin de deux aiguilles à tricoter. Nous les aimantons en les frottant plusieurs fois suivant leur longueur avec



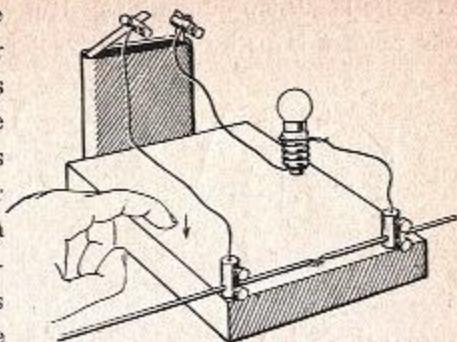
l'électro-aimant de l'expérience 3. Plaçons les deux aiguilles à tricoter l'une à côté de l'autre, passons l'électro-aimant sur toute leur longueur, soulevons ensuite l'aimant et en décrivant un arc en l'air revenons au point de départ. Frottons les aiguilles une vingtaine de fois de cette façon; nous observerons alors qu'étant devenues magnétiques par suite du frottement, elles ne veulent plus rester l'une à côté de l'autre, mais qu'elles se repoussent réciproquement. Ceci

provient de ce que les pôles de même nature ou de même nom se repoussent. Les deux aiguilles se comportent différemment quand on retourne l'une d'elles, donc quand on met en présence les extrémités dont le magnétisme est différent. A présent les deux soeurs qui se repoussaient constamment auparavant sont très «attachées» l'une à l'autre.

15. Le pont de limaille de fer

Les deux aiguilles aimantées vont permettre de construire un pont suspendu de limaille de fer. Fixons les deux aiguilles de telle façon que les deux extrémités

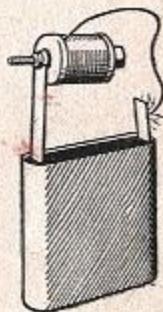
qui s'attiraient dans l'expérience précédente soient en face l'une de l'autre séparées par une distance de 2 mm environ; répandons ensuite de la limaille de fer dans l'espace intermédiaire jusqu'à ce que les particules de fer constituent un pont suspendu, par lequel pourra circuler le courant allant à la petite lampe. Celle-ci brillera certainement d'une faible clarté. Si l'on ébranle les particules de limaille en heurtant le socle de bois, le contact entre elles devient moins étroit; le courant est alors si bien affaibli par la résistance qu'il doit vaincre, que la petite lampe s'éteint.



16. Pourquoi dit-on radiodiffusion?

Si nous fixons, en la vissant, notre bobine magnétique à l'une des lames d'une deuxième batterie, et si nous touchons très brièvement l'autre lame de cette batterie avec l'extrémité dénudée du fil de la bobine, nous observons une étincelle. Si nous produisons cette étincelle tout près du pont de limaille de fer, il se produit une chose extraordinaire: aussitôt que jaillit l'étincelle la petite lampe luit plus vivement. Ceci nous surprend, car il n'y a aucune relation entre le générateur d'étincelles et le circuit de la lampe.

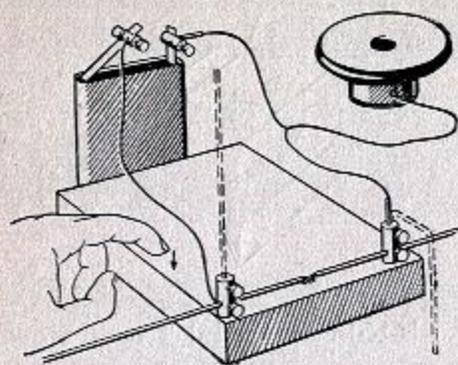
Pour la première fois nous nous apercevons qu'un appareil peut être influencé par un autre sans qu'il y ait entre eux de fils conducteurs. C'est précisément ce qui rend la radio ou radiodiffusion si étrange et si merveilleuse. Dans notre expérience la petite étincelle qui s'est produite à la lame de la batterie a exercé une influence particulière sur la limaille de fer. L'appareil produisant les étincelles est un émetteur primitif de radio, et l'appareil à limaille un récepteur. L'étincelle produite dans l'émetteur détermine dans la zone ambiante un ébranlement d'une faiblesse extrême, c'est-à-dire une onde électrique, et celle-ci exerce une influence sur la résistance du pont de limaille de fer.



17. Nous entendons l'étincelle de radio

Contrairement à ce qui se passe dans notre expérience, il n'y a en général rien à voir en radiodiffusion, mais par contre beaucoup à entendre. Nous pouvons aussi

entendre l'émission de notre émetteur à étincelles. A cet effet, les conducteurs qui sont reliés à la petite lampe doivent être simplement connectés à l'écouteur. On

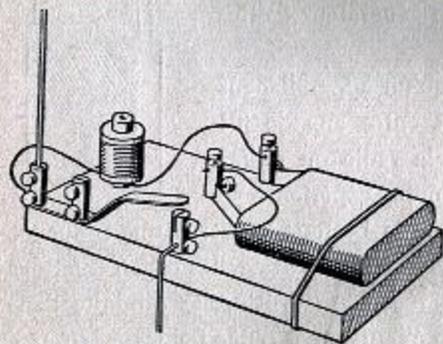


entend alors à l'écouteur du récepteur à limaille, un petit craquement distinct quand une étincelle jaillit à la batterie de l'émetteur de l'expérience précédente, sans qu'il y ait la moindre liaison par fil entre les deux appareils. Si l'on veut répéter l'expérience, il faut auparavant ébranler le pont de limaille en heurtant le socle de bois, afin de rétablir la résistance primitive par la dissociation des particules de limaille.

Chaque fois l'étincelle se manifeste par un petit craquement dans l'écouteur. Comme celui-ci réagit sous l'influence de courants très faibles, nous nous procurons pour ce récepteur une batterie presque usée de lampe de poche.

18. Un émetteur simple à étincelles

Chaque étincelle électrique produit des ondes qui peuvent influencer un appareil récepteur. C'est pourquoi nous allons construire un émetteur portable à étincelles. A cet effet nous utilisons la petite planchette de notre boîte.



Une bonne batterie nous servira de source de courant pour l'émetteur. Montons d'abord un manipulateur à ressort sur la planchette, à l'aide de trois bornes à fiche. Quand on presse sur le ressort le courant passe de la batterie par le ressort dans la bobine. En laissant le ressort se relever il se produit au point d'interruption du courant une étincelle minuscule. La batterie peut être fixée aisément à la planchette au moyen d'un élastique.

l'émetteur à étincelles, ainsi monté et prêt à fonctionner, peut être transporté dans la main n'importe où. Essayons immédiatement son effet sur le récepteur à limaille. Plaçons l'émetteur à côté du récepteur qui comprend le pont de limaille de fer. Pendant que nous tenons l'écouteur à l'oreille, faisons abaisser le manipulateur par un ami; quand il l'abandonne, il se produit une étincelle minuscule et nous entendons un petit craquement dans l'écouteur.

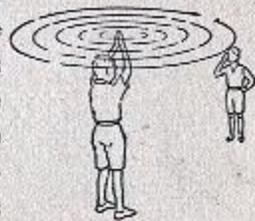
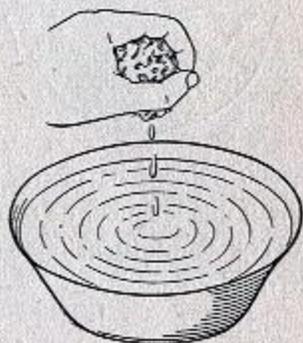
19. Antennes d'émission et de réception

La distance à laquelle nous pouvons transmettre des signes au moyen de notre émetteur à étincelles peut être portée à 2—4 m, si nous adjoignons un fil d'antenne de 1 m à l'émetteur. A cet effet les fils de métal épais enroulés en spirales dans la boîte doivent être bien redressés; après emploi nous ne les rangerons plus dans la boîte afin qu'ils restent droits. Dans une véritable station émettrice ces fils d'émission ou antennes sont portés par de hautes tours. Notre fil qui n'a que 1 m de longueur peut tenir verticalement sans support. Un même fil dirigé vers le bas représente le contrepois, qui d'habitude est relié à la terre. Il est nécessaire de régler notre récepteur sur la station d'émission, et de le compléter par une antenne aérienne et un fil de terre. L'étincelle imperceptible, qui se produit sous le ressort du manipulateur, détermine un petit craquement dans le poste récepteur éloigné de quelques mètres. Il ne faut pas oublier, au cours de l'expérience, d'ébranler la li-maille de fer de la station réceptrice, afin de la rendre susceptible de fonctionner.

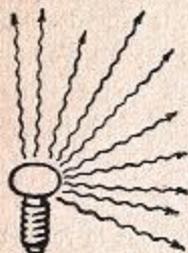
20. Théorie des ondes dans une cuvette

Afin de comprendre l'effet de notre appareil à distance, que nous avons attribué à des ondes électriques incon- nues jusqu'à présent, nous allons produire une fois des ondes véritables, c'est-à-dire des ondes liquides. Si nous ne nous trouvons pas par hasard à proximité d'un lac, dans lequel nous pourrions jeter une pierre, nous pouvons produire des ondes liquides dans une cuvette. Laissons tomber quelques gouttes d'une éponge imbibée d'eau au milieu de la surface de l'eau de la cuvette. Observons les vagues circulaires qui partent du point où les gouttes sont tombées; elles deviennent rapidement plus grandes et se propagent vers le bord de la cuvette. Cette propagation régulière de tous côtés est une particularité de toutes les espèces d'ondes. Tu peux observer dans un étang que les ondes se déplacent de 2 m par seconde, à partir du lieu où elles se produisent; c'est pourquoi nous disons que les ondes de l'eau se propagent avec une vitesse de 2 m à la seconde.

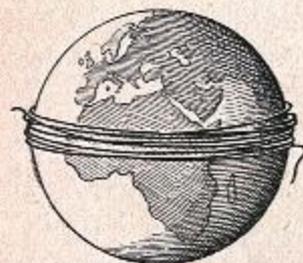
Quand ton ami frappe des mains, il produit un ébranlement de l'air; cet ébranlement, il est vrai, est invisible; il se propage dans tous les sens et finalement il parvient à ton oreille. Les ondes sonores sont dues à un mouvement ondulatoire de l'air, dont la densité est beaucoup moins grande que celle de l'eau, et c'est pour cette raison que la vitesse de propagation des ondes sonores est plus grande que celle des ondes



liquides; la vitesse des ondes sonores est de 333 m à la seconde. Quand la nuit est venue, va dehors avec la batterie et la petite lampe; fais brûler la lampe pendant un instant très court; la lumière produite sera immédiatement perçue par des obser-



vateurs éventuels postés à plusieurs centaines de mètres de distance. Quand une source lumineuse luit dans l'obscurité, il en part une troisième espèce d'ondes qui se propagent dans tous les sens; ce sont les ondes lumineuses. De même que les ondes sonores représentent un ébranlement de l'air, dont la densité est très faible, les ondes lumineuses sont dues à l'ébranlement d'une matière encore beaucoup moins dense que l'air, l'éther, dont on admet qu'il occupe tous les espaces,



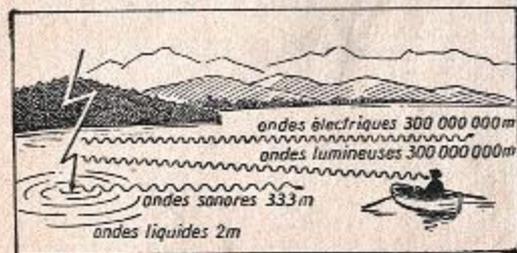
donc aussi le vide des espaces interplanétaires, les lacunes entre les particules de l'air et celles des corps solides. C'est grâce à l'éther que les ondes lumineuses émanant du soleil peuvent parvenir jusqu'à nous à travers l'espace. C'est parce que l'éther de l'espace est beaucoup moins dense et beaucoup plus mobile que l'air, que les ondes de l'éther se propagent avec une vitesse beaucoup plus rapide que les ondes sonores. Les ondes lumineuses ont une vitesse qui n'est pas inférieure

à 300 millions de mètres par seconde. Sais-tu ce que représente un chemin qui aurait une longueur de 300 millions de mètres? Ce serait $7\frac{1}{2}$ fois le tour de la terre à l'équateur, distance que les ondes de l'éther franchissent en une seconde. Peux-tu te représenter cela?

21. Un phénomène naturel rare

On ne voit pas tous les jours la foudre tomber dans un lac, non loin d'une barque. L'homme qui monte la barque aura certainement éprouvé une frayeur bien compréhensible. Peut-être ne s'est-il pas rendu compte de l'approche de l'orage, sinon il ne

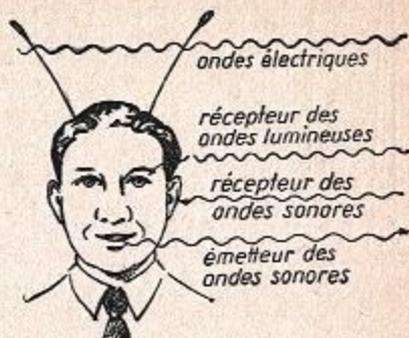
serait pas resté sur le lac; peut-être aussi a-t-il dormi, et c'est le balancement du canot produit par les vagues, ou plus probablement le coup de tonnerre, c'est-à-dire les ondes sonores du tonnerre, qui l'ont réveillé. La première manifestation de l'orage aurait été pour lui la perception de la



lumière intense de l'éclair, c'est-à-dire d'une vague de l'éther, d'une onde lumineuse parvenue à ses yeux. Le phénomène s'est manifesté à lui par trois espèces d'ondes:

- 1° par les ondes liquides,
- 2° par les ondes sonores de l'air, et
- 3° par les ondes lumineuses de l'éther.

C'est parce que l'éclair est une grande étincelle, qu'il s'en est dégagé une quatrième espèce d'onde, une onde électrique. Celle-ci est aussi une onde de l'éther, c'est pourquoi elle se propage également avec la vitesse extraordinaire de 300 millions de mètres par seconde. Mais notre brave homme n'a rien remarqué de cette onde électrique, parce qu'à sa naissance il n'a pas reçu d'organe récepteur lui permettant de percevoir les ondes électriques. Nous savons que l'organe récepteur pour les ondes sonores est l'oreille, et l'organe récepteur pour les ondes lumineuses l'œil, qui nous procure journellement les jouissances les plus merveilleuses. Peux-tu te représenter ce que serait un homme de l'avenir, si la nature lui accordait encore un organe pour la perception des ondes électriques? Les antennes des insectes ne seraient-elles peut-être pas des antennes de radio?



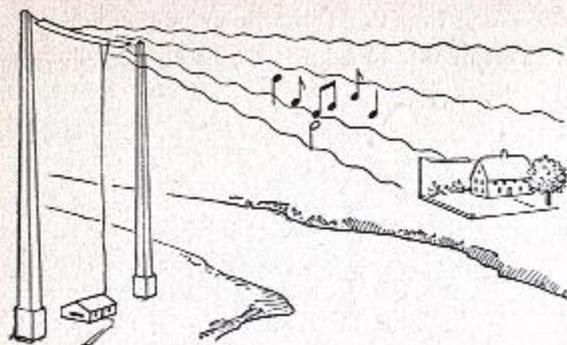
22. Qui a découvert les ondes électriques?

Comme les hommes n'ont aucun organe pour la perception des ondes électriques, ils n'ont eu aucune idée de leur existence pendant très longtemps. Et pourtant, depuis que le monde existe, il y a des ondes électriques, puisque chaque éclair engendre de ces ondes. Celles-ci existaient donc, mais il fallut les découvrir. Cette découverte fut faite en 1888 par le professeur Henri Hertz à Carlsruhe, et elle a rendu impérissable le nom de ce savant.



23. Les ondes électriques transportent de la musique dans chaque habitation

Les ondes que produisait Henri Hertz, au moyen de petites étincelles, ne se propageaient qu'à quelques mètres, comme les ondes avec lesquelles nous nous sommes



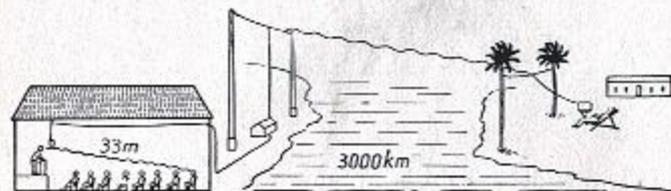
familiarisés jusqu'à présent. Henri Hertz est mort à l'âge de 36 ans, sans savoir quel développement extraordinaire était réservé à sa découverte. Si aujourd'hui il pouvait voir ce qu'est devenue sa découverte! A présent les ondes s'en vont à travers tous les continents et transportent de la musique et de la science dans chaque habitation.

24. L'explication d'une merveille

Tu t'es déjà étonné de ce que les ondes de la radio des grands émetteurs s'étendent sur toute l'Europe, et parviennent même en Amérique et en Extrême-Orient, autrement dit enveloppent toute la terre. Compare-les avec des ondes liquides, provoquées par une pierre, et qui sont déjà aplaties à une distance de 20 à 30 m. Une détonation qui produit des ondes sonores, dont la vitesse de propagation est exactement cent fois plus grande, sera peut-être entendue à une distance de 2000 à 3000 m. Une onde électrique qui a une vitesse de 300 000 000 m ou 300 000 km par seconde, parcourt facilement quelques milliers de km avant d'avoir épuisé sa force. Nous nous expliquons très bien que, grâce à la grande vitesse des ondes électriques, celles-ci puissent franchir sans peine de grandes distances.

25. Un problème pour les bons calculateurs

Un orateur parle dans une salle de 33 m de longueur et son discours est transmis par la radio jusque dans une maison de campagne située à une distance de 3000 km en Afrique. Calcule le temps que met l'onde sonore pour parvenir à un auditeur assis au dernier rang au fond de la salle, et le temps qu'il faut à l'onde de



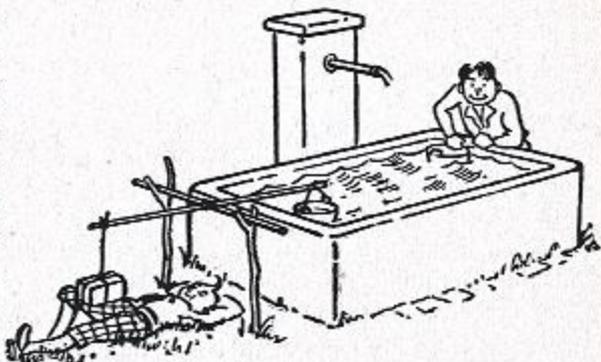
radio pour arriver à l'auditeur en Afrique.

Le temps qu'exige l'onde sonore pour parvenir au fond de la salle se calcule évidemment comme suit: $33 \text{ m} : 330 = \frac{1}{10}$ de seconde, alors que pour les ondes

électriques on a le calcul suivant: $3000 \text{ km} : 3\,000\,000 \text{ m} = \frac{1}{100}$ de seconde. Grâce aux ondes de la radio, les paroles parviennent donc en Afrique avant que les auditeurs de la salle aient entendu l'orateur. Si l'on pouvait diminuer 100 fois la vitesse des ondes de radio et des ondes sonores, elles seraient entendues au bout d'une seconde en Afrique, et ce n'est que 9 secondes plus tard que les paroles seraient entendues par les auditeurs du fond de la salle où a lieu l'assemblée. Qui veut refaire le calcul?

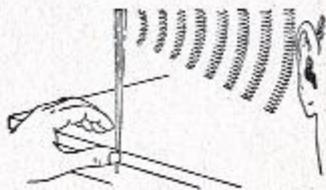
26. Expérience de radio dans un bassin de fontaine

Tu as certainement compris au premier coup d'œil comment Fridolin et Bicot se transmettent des signes au moyen d'ondes liquides. Fridolin plonge et retire alternativement le seau dans un coin du bassin de la fontaine, produisant ainsi des ondes. Un autre seau, rempli partiellement d'eau afin de ne pas couler, flotte dans un autre angle du bassin. Le mouvement des vagues le fait également monter et descendre, et ces déplacements font comprendre à l'ami Bicot que Fridolin désire lui transmettre quelque chose.



27. Emetteur d'ondes sonores

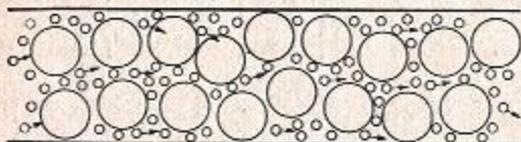
Pour produire des ondes liquides il fallait abaisser et relever alternativement et lentement le seau. Si l'on voulait produire des ondes dans l'air, qui est beaucoup moins dense, le mouvement devrait être 100 fois plus rapide, c'est-à-dire alterner 300 fois par seconde. Une aiguille à tricoter en vibration engendre des ondes aériennes qui parviennent à notre oreille et y font vibrer la délicate membrane tympanique. Nous percevons le bourdonnement de l'aiguille; l'oreille est précisément l'organe récepteur des ondes aériennes. Il est clair que les ondes liquides ne peuvent pas impressionner l'oreille, ou inversement que les ondes aériennes ne parviendront jamais à faire danser un



seau à eau. Remarquons encore ceci: les ondes sont engendrées par un mouvement vibratoire des corps; elles sont capables de faire vibrer d'autres corps, mais ceux-ci doivent être de grandeur et de nature à peu près semblables aux corps qui engendrent les ondes.

28. Emetteur d'ondes de l'éther

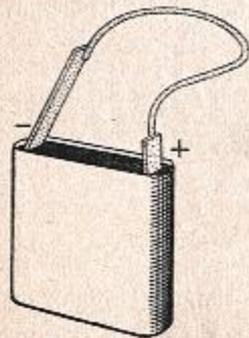
Pour engendrer des ondes dans l'air, dont la densité est faible, le corps devait vibrer beaucoup plus rapidement qu'un corps qui engendre des ondes dans l'eau, beaucoup plus dense que l'air. Pour produire des ondes dans l'éther, qui a une densité d'une faiblesse inexprimable, un corps doit vibrer quelque 100 000 fois par seconde. Aucun corps n'est capable de vibrer avec une telle vitesse. Seules les



particules infiniment petites de la matière qu'est l'électricité, et qu'on appelle électrons, sont assez minuscules, et par conséquent assez légères, pour pouvoir exécuter ce rapide mouvement. Sachons que les électrons

sont plusieurs milliers de fois plus petits que les plus petites particules qui constituent par exemple le cuivre. Les électrons accompagnent toujours ces particules minuscules, ce sont leurs compagnons inséparables. Quand un courant électrique circule dans un fil, ce sont précisément les électrons qui se déplacent avec une vitesse extraordinaire dans les lacunes entre les particules qui constituent le fil.

Dans le secteur de la lumière circule un courant alternatif de 50 alternances par seconde, c'est-à-dire qu'il importe peu aux électrons de se précipiter dans le fil dans un sens déterminé, de faire subitement demi-tour pour retourner en arrière, et de recommencer ce manège 50 fois par seconde.

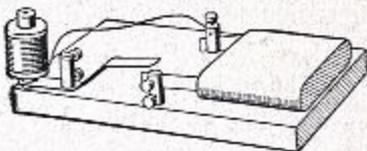


29. La batterie de lampe de poche: une pompe à électrons

Si nous relions les deux lames d'une batterie de lampe de poche au moyen d'un fil conducteur, les électrons présents dans le fil commencent à circuler, parce que la batterie est une espèce de pompe à électrons. Par la lame courte, qui est désignée par le signe +, elle aspire les électrons hors du fil et les chasse de nouveau à travers la batterie par la

longue lame dans le fil conducteur. C'est ainsi que circule le courant des électrons jusqu'à ce que la force de la batterie soit épuisée.

Nous n'osons cependant pas relier ainsi directement les deux lames métalliques de la batterie par un fil court, sinon la batterie produirait beaucoup trop de courant et elle serait usée en peu de minutes. Avant de laisser le courant revenir à la batterie faisons-lui traverser la bobine. Pour mettre celle-ci facilement en circuit, vissons le ressort du manipulateur au noyau de fer de la bobine, et relierons les différentes pièces comme sur la figure. Quand on



presse sur le manipulateur, pour le laisser ensuite se relever, il se produit une étincelle minuscule.

Chaque fois que se produit une étincelle électrique, à un point quelconque, nous devons nous représenter des électrons qui sautent d'un fil conducteur sur lequel ils sont concentrés, sur un autre conducteur duquel tous les électrons ont été pompés.

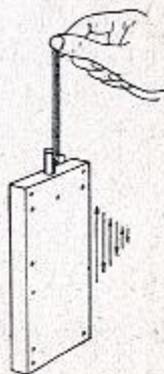
30. Les électrons dansent de-ci de-là

Produisons une petite étincelle en pressant sur le manipulateur et en le lâchant immédiatement. Alors les électrons en excédent sautent du fil surchargé sur le fil vide. Au cours de ce passage il arrive facilement que les électrons passent en trop grande quantité sur le deuxième fil et qu'ils doivent revenir en arrière dans le premier; ils se balancent alors de-ci de-là avec une force décroissante en produisant ainsi une vibration électrique dans l'éther.



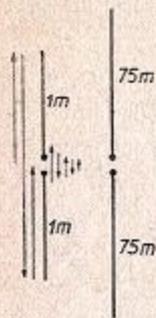
31. A propos d'élastique et d'oscillations lentes

Tu peux aisément te faire une image des électrons en oscillation quand tu suspends par exemple le plus petit socle de bois à un élastique. Soulève alors le morceau de bois et laisse-le retomber; grâce à la force élastique du caoutchouc le bois commence à osciller alternativement de haut en bas et de bas en haut. Comment se modifient les oscillations si l'élastique est raccourci? Les oscillations deviennent plus rapides. Comment se modifie le nombre des oscillations quand le poids suspendu à l'élastique est augmenté? Répétons l'expérience avec le grand socle par exemple. C'est vraiment intéressant. Les oscillations deviennent d'autant



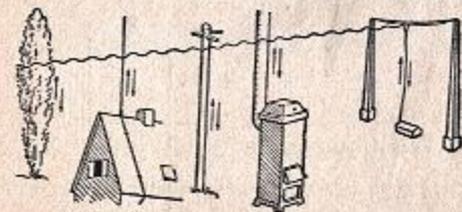
plus lentes que l'élastique devient plus long et le poids qui y est suspendu plus considérable. Les électrons se comportent de façon identique dans les conducteurs, à chaque étincelle ils oscillent très rapidement de-ci de-là. Alors suit une très longue pause, si nous comparons celle-ci à la durée des oscillations, jusqu'à la prochaine étincelle. Les oscillations sont très rapides. Si au lieu de cesser d'osciller les électrons continuaient leur va-et-vient, il y aurait environ 1 million d'oscillations par seconde.

Le nombre exact des oscillations que peuvent faire les électrons dépend de la longueur des fils de l'antenne. Comme nous l'avons déjà appris, les électrons peuvent parcourir 300 000 000 mètres par seconde dans les fils conducteurs. Si le fil d'antenne ainsi que le fil de terre mesurent chacun 1 m de longueur, chaque oscillation doit parcourir en tout 4 m, c'est-à-dire passer d'abord dans le fil supérieur, venir en retour, descendre jusqu'au bas du fil inférieur et remonter. Alors chacun des fils de 1 m de long est parcouru 2 fois, ce qui donne un déplacement total de 4 m. Nous avons donc par seconde $300\,000\,000 : 4 = 75\,000\,000$ d'oscillations. Les électrons exécutent donc un nombre fantastique d'oscillations par seconde, quand nous fixons des fils d'antenne de 1 m de longueur aux extrémités du manipulateur, c'est-à-dire qu'ils



oscilleraient autant de fois, s'ils pouvaient danser de-ci de-là durant une seconde entière. Mais les oscillations cessent bien avant, et il y a alors une pause jusqu'au moment où se produit l'étincelle suivante, qui détermine de nouvelles oscillations. Si l'on choisissait un fil d'antenne de 75 m de long, que nous suspendrions à une tour, et si nous prenions un fil de terre de 75 m également, les électrons auraient à parcourir 300 m à chaque oscillation; ils devraient donc exécuter «seulement» 1 million d'oscillations par seconde. Le nombre des oscillations dépend donc de la longueur des fils d'antennes.

Les électrons, par leurs oscillations, engendrent dans l'éther, qui se trouve partout, un mouvement ondulatoire. Ces ondes de l'éther atteignent, à une certaine distance,



un deuxième fil vertical. De nombreux électrons sont provisoirement en repos dans celui-ci. Mais aussitôt que le fil est atteint par les ondes rapides de l'éther, les électrons que contient ce fil commencent à osciller de-ci de-là. Dans le fil récepteur se produit également une oscillation électrique.

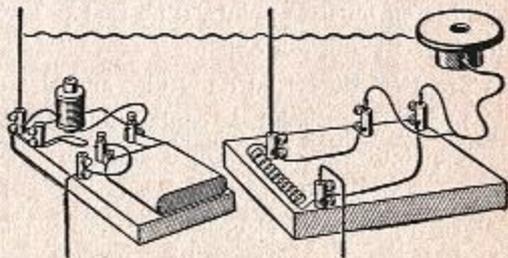
Dans tous les fils conducteurs verticaux,

les tuyaux de fourneaux, les espagnolettes de fenêtres, les paratonnerres, les colonnes métalliques, etc., s'effectue la danse des électrons chaque fois que des ondes électriques de l'éther les atteignent.

32. Preuve sans succès

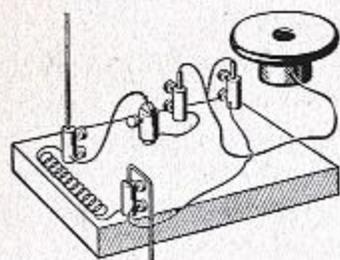
Quand des électrons oscillent de-ci de-là dans un fil conducteur, ils représentent en quelque sorte un courant alternatif; et comme il y a 75 millions d'oscillations par seconde, c'est un courant alternatif à alternances tout particulièrement rapides. Le nombre des oscillations par seconde est aussi appelé la fréquence. Nous savons que dans le secteur de la lumière le courant alternatif oscille 50 fois dans chaque seconde; il a une fréquence peu élevée; c'est ce qu'on exprime en disant que c'est un courant à basse fréquence. Par contre le courant alternatif de l'antenne est un courant à haute fréquence, de 75 000 000 d'oscillations par seconde. Un courant qui a jusqu'à 10 000 oscillations par seconde est encore appelé courant à basse fréquence.

Nous devrions démontrer que dans les fils récepteurs verticaux circule un courant alternatif. Notre écouteur téléphonique est un appareil qui, selon notre expérience, indique des courants alternatifs, même très faibles, par un bourdonnement. C'est pourquoi nous intercalons notre récepteur téléphonique dans l'antenne. Auparavant nous avons relié les deux fils d'antennes par un fil conducteur que nous avons d'abord enroulé une dizaine de fois en spirales autour d'un crayon. Les électrons oscillant de-ci de-là ont alors le choix de passer ou bien par cette bobine ou par la bobine à l'intérieur de l'écouteur. Plaçons ensuite l'appareil émetteur à une distance de 1 m environ de cet appareil récepteur, et pressons à plusieurs reprises sur le manipulateur. A chaque étincelle on devrait percevoir un bourdonnement ou un craquement. Nous sommes déçus: l'écouteur n'indique aucun courant alternatif, parce que les 75 millions d'alternances du courant se succèdent trop rapidement. La plaque de tôle (membrane) de l'écouteur ne peut pas vibrer avec une telle vitesse. Bien que nous soyons persuadés que de telles vibrations existent, nous ne pouvons pas les percevoir.



33. Le détecteur d'ondes

Pour reconnaître les oscillations, nous intercalons un détecteur d'ondes dans la conduite allant à l'écouteur. Celui qui est joint à notre boîte est du sulfure de plomb (galène), sur lequel se reconnaissent les surfaces brillantes du cristal. Montrons celui-ci sur la grande borne, et par la vis pinçons-le délicatement afin qu'il ne se brise pas; ne le saisissons, si possible qu'avec des pincettes, et lavons-le avec de la benzine lorsqu'il est encrassé. Coupons ensuite le fil conducteur de l'antenne



obliquement avec une pince à couper, de sorte qu'après l'opération il soit terminé par une pointe acérée, que nous appliquons sans pression sur un point quelconque du cristal. Pour fixer l'autre fil conducteur à la grande borne, nous l'introduisons dans le petit trou transversal de la borne, après avoir dévissé légèrement la fiche. Quand la vis de la fiche est du nouveau vissée, le fil reste en place. Les extrémités des deux fils conducteurs

doivent être bien débarrassées de leur matière isolante.

A présent nous entendons un craquement dans l'écouteur chaque fois que quelqu'un, après avoir abaissé le manipulateur, le laisse remonter. Le cristal a notamment la propriété de condenser les ondes d'une étincelle en un choc de courant; il ne parvient à l'écouteur qu'autant de chocs de courant qu'il a été produit d'étincelles. Vis-à-vis de la limaille de fer, considérée comme indicateur d'ondes, le cristal présente l'avantage de ne pas exiger d'être secoué après chaque étincelle pour être en mesure d'accueillir de nouvelles ondes. Mais comme le cristal n'est pas sensible en tous ses points, il ne faut pas négliger de déplacer la pointe jusqu'à ce que l'effet voulu soit obtenu.

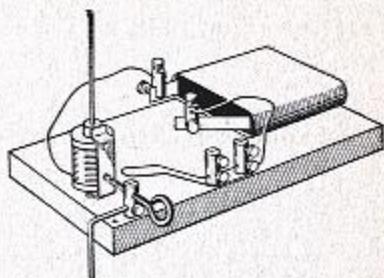
La propriété du cristal de rendre audibles des ondes à haute fréquence, est basée sur le fait qu'au point de contact le courant ne peut passer que dans le sens allant de la pointe au cristal. Un courant inverse, obtenu par interversion des fils conducteurs, passerait beaucoup moins bien. Le cristal fonctionne donc comme une espèce de soupape électrique. Pensons à la valve d'une chambre à air de bicyclette; la valve aussi a un dispositif qui ne permet le passage de l'air que dans un seul sens, soit de l'extérieur vers l'intérieur, et non de l'intérieur vers l'extérieur.

34. L'appareil émetteur rapide à étincelles

A présent nous pouvons produire des étincelles successives avec la rapidité qui nous convient, puisque nous ne sommes plus obligés d'ébranler le récepteur après

chaque étincelle. On obtient une succession rapide d'étincelles avec l'auto-interrupteur qui met en circuit et interrompt le courant d'une manière absolument automatique.

Nous savons que notre électro-aimant peut attirer un morceau de fer. Fixons le ressort-trembleur à l'aide de la fiche filetée à la bobine de l'électro-aimant, et mettons en circuit. A chaque passage du courant le ressort est attiré. Des interruptions rapides du courant font vibrer le ressort. Nous ne pouvons pas interrompre le courant aussi rapidement que le ressort est capable de vibrer. Il convient donc que le ressort interrompe lui-même rapidement le courant dans la mesure où il est capable de vibrer. Afin de lui rendre la chose possible, nous plaçons une borne avec vis de contact en face du ressort et nous relions cette borne à la batterie par le ressort du manipulateur. Vissons à présent la vis de contact jusqu'à ce que sa pointe touche la petite plaque sur le ressort. A ce moment-là le ressort se met à vibrer sans interruption et nous percevons un son bourdonnant clair et soutenu.



Qui peut m'expliquer comment le bourdonnement est produit? Apparemment comme suit: le courant passe dans la vis de contact, de là dans le ressort de contact, puis dans la bobine qui s'aimante et attire le ressort; conséquemment le ressort s'écarte de la vis de contact et le courant est interrompu. La bobine cesse d'être aimantée et abandonne le ressort. Mais aussitôt que celui-ci appuie contre la vis de contact, le courant peut de nouveau passer et le jeu recommence. Le montage de ce vibreur est exactement le même que celui d'une sonnette électrique, mais dans notre trembleur les vibrations sont beaucoup plus rapides, parce que le ressort est très léger et très court.

Nous voyons se produire une succession rapide d'étincelles au point où se font les interruptions. Chacune de ces étincelles détermine une vibration électrique. Si nous fixons le fil de terre à la borne qui porte la vis de contact, puis le fil vertical constituant l'antenne proprement dite, dans le trou du noyau de fer de la bobine, il part de ces fils des ondes électriques qui agissent alors sur l'appareil récepteur.

35. La portée des ondes est augmentée

Grâce aux étincelles qui se succèdent avec une vitesse extraordinaire, nous entendons un son bourdonnant régulier dans le récepteur, dans lequel est monté le

cristal, placé à environ 1 m de l'appareil émetteur. L'oreille libre doit naturellement être couverte par la main, afin que le bruissement du trembleur ne soit pas perçu directement à travers l'air. Nous nous rendons aisément compte que le son est dû uniquement aux ondes rendues audibles par le cristal; si nous mettons par conséquent une fois la pointe de métal en contact avec la monture du cristal et non directement avec celui-ci, nous n'entendons plus rien.

Comme le son perçu est assez fort, nous pouvons éloigner davantage l'émetteur du récepteur; un ami peut l'emporter lentement; à une distance de 8—10 m nous entendons encore parfaitement le son de l'appareil émetteur.

36. Les ondes électriques traversent les parois de la chambre

Nous pouvons nous en convaincre en plaçant l'émetteur dans une pièce contiguë. Mais nous n'y parviendrons que si nous nous sommes convaincus, en plaçant préalablement le récepteur tout près de l'émetteur, qu'un point sensible du cristal est atteint. Nous entendrons le son bourdonnant à travers la paroi presque aussi bien que dans la pièce même. Par cette expérience nous pouvons nous rendre compte que le bourdonnement de l'émetteur ne se transmet pas par l'air. Le son perçu dans l'écouteur ne peut avoir été apporté que par les ondes électriques, qui peuvent donc traverser les murs sans difficultés.

37. A présent nous faisons de la télégraphie sans fil

En utilisant le trembleur comme appareil émetteur, et simultanément le récepteur à cristal, les signes connus de l'alphabet Morse peuvent être transmis comme sons bourdonnants de durée plus ou moins grande. Cette réception au son est encore utilisée aujourd'hui pour la communication entre les avions et les places d'aviation ou encore entre les vaisseaux sur mer. De 1906 à 1918 la réception se faisait toujours au moyen du récepteur à cristal.

Voici les signaux Morse, que tu connais certainement déjà:

- e	- t
-- i	--- m
--- s	---- o
---- h	----- ch

Une lettre n'ose pas comprendre plus de quatre signes, c'est pourquoi ceux-ci doivent être combinés pour représenter les lettres suivantes:

--- n	-- a	--- g	---- l	--- r
--- d	--- u	--- w	--- f	--- k
---- b	---- v			

Les signaux suivants sont plus difficiles à retenir:

----- ü	----- ä	----- j	----- â
----- x	----- c	----- y	----- ç
----- z	----- p	----- q	----- è
		----- ö	----- é è
			----- ñ

Les chiffres comprennent cinq signes:

1 -----	6 -----
2 -----	7 -----
3 -----	8 -----
4 -----	9 -----
5 -----	0 -----

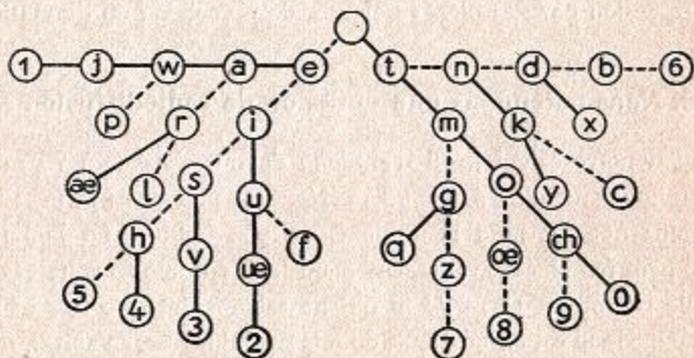
Les signaux de ponctuation comprennent six signes:

----- point,	----- virgule,	----- point d'interrogation,
----- point d'exclamation.		

38. Table auxiliaire pour la station réceptrice

Le groupement des signes Morse, donné sous le numéro 37 sera utilisé particulièrement pour l'émission. Le camarade qui reçoit la communication peut servir la table suivante où il trou-

vera la signification des lettres Morse en partant du disque blanc du haut. S'il s'agit d'un point, on suit la ligne ponctuée, et si c'est un trait la ligne continue jusqu'à ce que l'on entende le signe suivant. Il importe

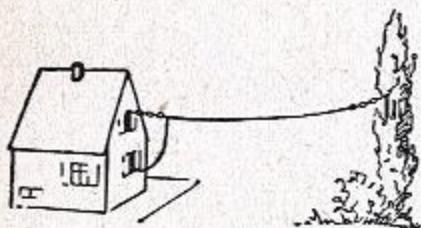


de donner aux traits une durée cinq fois plus grande que celle des points, et de laisser suffisamment d'espace entre les différents signes.

39. A la recherche des ondes de la radiodiffusion

Disons d'emblée que notre station réceptrice de radio-télégraphie nous permet d'entendre aussi la musique des émetteurs de radiodiffusion. Il suffit de faire en

sorte qu'elle soit accordée sur le nombre d'oscillations de la station émettrice proche que l'on désire recevoir. Tel qu'il est monté présentement, il est apte à recevoir les ondes dont le nombre d'oscillations est de 75 000 000. En souvenir de l'auteur de la découverte des ondes électriques, Henri Hertz, on désigne par «hertz»



le nombre des oscillations par seconde; dans notre exemple nous avons donc 75 000 000 de hertz ou 75 000 kilohertz. Mais la plupart des postes émetteurs envoient des ondes dont le nombre d'oscillations va de 1500 à 160 kilohertz. C'est pourquoi notre appareil doit être mis en mesure de recevoir des oscillations beaucoup plus lentes.

Nous y parvenons en y adaptant une antenne plus longue; la chose est très facile lorsqu'une antenne de radio est déjà installée sur la maison. Nous demandons au propriétaire l'autorisation de supprimer pour quelques instants la liaison de l'appareil de la maison avec le sol et avec l'antenne, et nous relierons nos bornes, auxquelles étaient fixés jusqu'à présent nos fils courts d'antenne et de terre, à la grande antenne du toit et au véritable fil de terre. On peut aussi se tirer d'embarras soi-même en tendant une antenne privée, depuis l'angle du toit jusqu'à un arbre par exemple. Ce fil n'a pas besoin d'avoir plus de 15 m de longueur; il doit être isolé du fil de suspension par des pièces isolantes de porcelaine ou de matière synthétique.

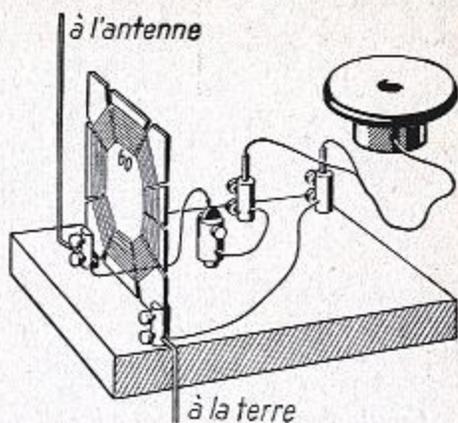
40. Nous entendons une émission de radiodiffusion

Selon notre calcul le fil d'antenne devrait s'élever à 75 m de hauteur, ou avoir une longueur d'au moins 75 m. Nous ne pouvons pas installer un fil aussi long, à moins que nous ne l'enroulions en une bobine. La bobine plate, marquée par 60 peut remplacer avantageusement le fil enroulé en spirales de notre expérience 32. Elle comprend 11 m de fil qui ne ralentissent que très peu les oscillations; mais comme le fil est enroulé tant de fois sur lui-même, en spires, ses oscillations subissent un ralentissement beaucoup plus considérable. Ceci est compréhensible: nous ne pouvons pas cheminer sur une voie faisant de nombreux contours avec la même vitesse que sur une voie droite. C'est pourquoi une antenne de 10 à 15 m de longueur, que nous pouvons installer nous-même, peut aussi suffire. Un fil métallique court, relié étroitement à un robinet à eau ou à un radiateur de chauffage central, peut suffire également comme fil de terre. Les 60 spires réduiront peut-être trop déjà le nombre des oscillations du récepteur. C'est pourquoi nous essayons d'obtenir

un meilleur effet avec la bobine 40, qui a moins de spires. L'une des fiches de la bobine est reliée à l'antenne et l'autre au fil de terre. Le soir nous parviendrons à entendre une émission de radiodiffusion. Afin de nous convaincre que nous utilisons un point réellement sensible du cristal, nous plaçons toujours notre émetteur rapide à étincelles, mais privé de son antenne en baguette, à côté de l'appareil récepteur. Ce n'est qu'au moment où un bourdonnement est perçu par l'auditeur, que l'appareil est réglé pour la réception des ondes de la radiodiffusion.

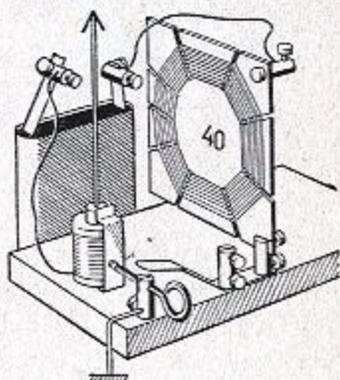
Mais nous ne devons pas oublier que même avec notre simple appareil l'audition d'une émission radiophonique n'est autorisée qu'après payement d'une concession au bureau de poste le plus proche.

Quand la radiodiffusion était à ses débuts des milliers d'auditeurs écoutaient les émissions au moyen d'un récepteur à cristal, dans un rayon de 80 km autour de la station émettrice.



41. L'émetteur à trembleur est accordé

Après avoir modifié l'appareil récepteur par l'adjonction d'une bobine, afin de le rendre susceptible de recevoir des oscillations plus lentes, l'émetteur à trembleur n'est plus en accord avec lui. Ses oscillations doivent être également ralenties, et ceci par l'adjonction de la bobine 40. Mais le ralentissement n'est pas encore aussi prononcé qu'avec la bobine de 60 spires. C'est pourquoi nous devons chercher, par un autre moyen, à atteindre le but.

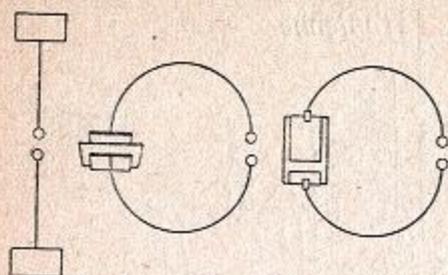


42. Ondes ralenties

Pour ralentir les oscillations, Henri Hertz avait déjà eu l'idée de placer des plaques de métal aux deux extrémités des fils où se produisent les oscillations. A chaque

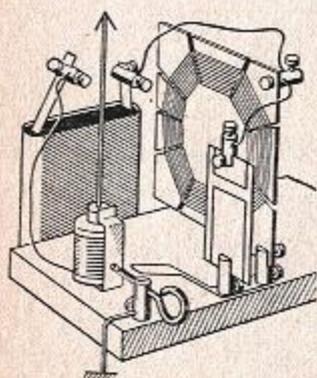
oscillation l'électricité doit d'abord remplir les deux plaques avant de pouvoir osciller en retour. Si l'on recourbe les deux fils pour placer les deux plaques directement

en face l'une de l'autre, on obtient un cycle oscillant dont l'électricité oscille de-ci de-là, d'un mouvement semblable à celui du balancier d'une montre de poche. Nous pouvons fabriquer un cycle oscillant en nous conformant au dessin ci-contre, en collant sur chaque face d'une feuille de papier de la grandeur d'une carte postale, une feuille plus petite de papier d'aluminium, et en adaptant de chaque côté une borne à fente pour y fixer les fils de l'antenne.



43. Condensateur

Une feuille ainsi recouverte sur ses deux faces emmagasine, comme l'expérience le prouve, beaucoup plus d'électricité qu'une feuille recouverte sur une face seulement. Il semble que l'électricité se tasse, se concentre, ou encore mieux, se condense dans la feuille double.



C'est pourquoi l'on appelle condensateur un ensemble de deux plaques séparées par une couche isolante. Il y a dans notre boîte un condensateur dont la couche isolante est constituée par une matière transparente. Ce condensateur peut emmagasiner à peu près autant d'électricité qu'une sphère de 300 cm de rayon ou 6 m de diamètre. En outre notre condensateur est beaucoup plus pratique et meilleur marché qu'une sphère ayant les dimensions ci-dessus, et qui serait d'un effet comique sur notre socle. Si nous introduisons notre condensateur dans l'émetteur à trembleur,

il engendre des oscillations qui correspondent à peu près à celles que peut recevoir un récepteur à cristal. Le condensateur peut être relié directement à la bobine.

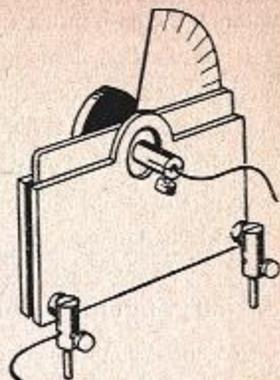
44. Poste émetteur à cycle oscillant

Plaçons le nouveau trembleur à ondes ralenties à côté de notre appareil récepteur; celui-ci nous fera alors entendre, mieux qu'antérieurement, un son bourdonnant.

45. Le condensateur réglable

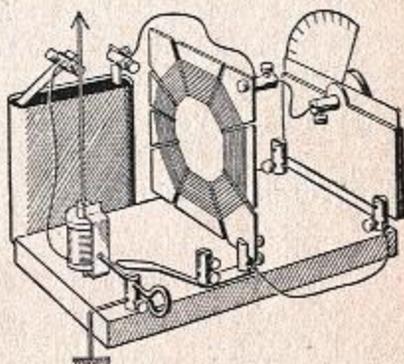
Ce serait vraiment l'effet du hasard, si les oscillations ralenties par la bobine et le condensateur correspondaient exactement à celles du récepteur. Pour accorder l'émetteur au récepteur, on peut utiliser un condensateur dont il est possible de modifier la capacité (condensateur variable). La capacité d'un condensateur est d'autant plus grande, que les superficies en regard sont plus grandes. Dans notre condensateur variable il y a une plaque de tôle de forme semi-circulaire mobile

entre des feuilles isolantes. Cette plaque isolée peut être introduite plus ou moins entre les plaques fixes du condensateur, par rotation du bouton de bois, ce qui a pour effet de modifier la capacité. Nous pouvons lire sur l'échelle graduée quelle partie de la plaque a été introduite entre les plaques fixes.



46. Emetteur et récepteur accordables

Fixons le condensateur variable sur la planchette de l'émetteur pourvu de la bobine 40. L'un des fils, celui qui vient du commencement de la bobine, est relié par l'une des deux bornes aux plaques fixes, et l'autre, venant de l'extrémité de la bobine, par une borne à la plaque mobile. Montons l'émetteur réglable ainsi constitué à côté du récepteur à cristal monté avec la bobine 60, et cherchons en tournant le condensateur à obtenir un son puissant dans le récepteur à cristal. Les deux appareils sont alors accordés l'un sur l'autre, c'est-à-dire qu'ils sont en résonance.



47. Comment réagit l'appareil de la maison sous l'influence de notre émetteur?

Maintenant raccordons de nouveau l'appareil de la maison à son antenne, et mettons-le en résonance avec l'émetteur de radiodiffusion, sur lequel nous avons accordé précédemment le récepteur à cristal. Nous plaçons ensuite notre émetteur, sans antennes à proximité de l'appareil de la maison. Le haut-parleur nous fait immé-

diatement comprendre que l'appareil de la maison reçoit parfaitement bien notre émission. Le bourdonnement qu'il reproduit couvre complètement la musique. Notre émetteur est par conséquent un perturbateur de radio, mais aussitôt que nous nous éloignons avec lui de quelques mètres de l'appareil de la maison, son influence perturbatrice cesse. Ainsi il ne se produit pas de perturbations en dehors de notre maison. Un cercle oscillant fermé, dans le genre de notre émetteur, ne rayonne pas à grande distance.

48. Nous étalonnons notre émetteur

Nous connaissons le nombre des oscillations en kilohertz des émetteurs de radiodiffusion par les programmes que publient les journaux. Si nous mettons notre appareil au point, par rotation du condensateur variable, de telle sorte que son influence sur l'appareil de la maison soit maximum, nous savons aussi que pour la position actuelle du condensateur, notre émetteur a un nombre d'oscillations égal à celui de l'émetteur de radiodiffusion.

Nous pouvons évidemment accorder l'appareil de la maison sur différents émetteurs de radiodiffusion; cet accord se fait également par rotation d'un bouton relié au condensateur variable. Notons le nombre des oscillations des émetteurs de radiodiffusion accordés, et en face le chiffre correspondant de notre condensateur. Ainsi nous pourrions désormais à chaque instant faire vibrer l'émetteur à trembleur avec le même nombre d'oscillations que Bruxelles ou Lyon ou Sottens, en manœuvrant judicieusement son condensateur.

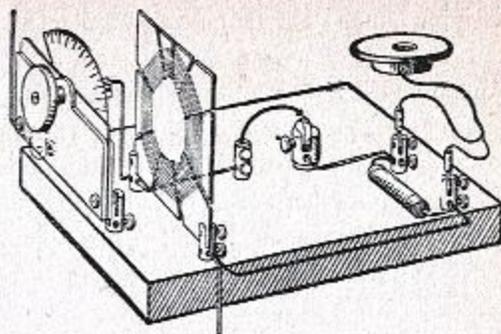
49. Perturbateurs de la radio

Quand notre récepteur de radiodiffusion est en activité, allumons et éteignons une lampe de table peu éloignée, en dévissant et en vissant de nouveau rapidement l'ampoule: infailliblement le haut-parleur nous fera entendre un craquement ou un crépitement. Chaque manipulation d'un commutateur électrique produit de façon identique une perturbation désagréable dans l'appareil récepteur. Ceci est bien compréhensible: l'étincelle qui se produit quand on établit le courant, et particulièrement quand on l'interrompt, produit des ondes dans l'éther, qui agissent sur l'appareil récepteur.

50. L'appareil récepteur à cristal est amélioré pour la dernière fois

Nous améliorons le réglage par l'adjonction du condensateur variable. Celui-ci est monté comme l'indique l'illustration suivante. Remarquons qu'entre les bornes de

L'écouteur a été intercalé un condensateur cylindrique constitué par l'enroulement de deux feuilles métalliques isolées, fonctionnant comme condensateur de téléphone, et qui est joint à la boîte.



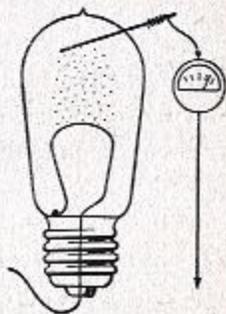
On ne peut malheureusement pas faire fonctionner un haut-parleur avec un récepteur à cristal. La réception en haut-parleur n'a été possible qu'à partir du moment où fut inventée la

lampe amplificatrice. Son introduction dans la technique de la radio a apporté des transformations et un développement extraordinaire dans les appareils de radio. C'est à l'étude de cette lampe que sont consacrées les expériences qui suivent.

51. L'expérience d'Edison

Parmi les multiples découvertes que fit le grand inventeur Edison figure aussi celle de la lampe à incandescence. Ce ne fut pas aussi simple que la chose peut nous paraître; cette découverte exigea une multitude d'expériences compliquées. Au cours de l'une de ses expériences Edison avait une fois introduit dans l'ampoule, en plus du filament ordinaire pour l'incandescence, un filament métallique qui n'était pas parcouru par le courant comme le premier filament. Il avait fait le vide d'air dans cette ampoule. Il fit alors l'observation extraordinaire, qu'il est cependant possible de tirer du courant du deuxième filament métallique aussi longtemps que brûle la lampe.

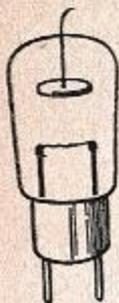
Cette découverte était bien étrange, parce que le fil métallique n'avait aucune relation avec le filament incandescent alimenté par le courant. La manifestation ne se produisait qu'aussi longtemps que l'incandescence était portée à son maximum. Quand le filament n'était porté qu'au rouge faible, ou s'il restait froid, il n'était pas possible de tirer du courant du fil métallique. Cette manifestation ne fut expliquée que plus tard. Supposons que les plus petites particules d'un filament métallique incandescent soient animées d'un mouvement oscillatoire intense; au cours de ce mouvement une quantité de particules électriques, les électrons, qui circulent dans le fil, sont lancées hors du filament et l'entourent comme d'un nuage de poussière. Un grand nombre d'électrons qui tourbillonnent ainsi parviennent par hasard sur le filament froid sans courant, et ils peuvent alors être conduits par celui-ci.



Chaque lampe de radio possède un filament incandescent qui lance des électrons de tous côtés. Il est vrai que ce filament est invisible, parce que la surface interne de l'ampoule est transformée en miroir. Même dans les lampes actuelles, dont la face interne n'est pas modifiée en miroir, l'incandescence serait difficilement observable.

On remarqua dans la suite qu'un filament métallique recouvert d'oxyde de thorium rayonne des électrons en abondance, même lorsqu'il est très faiblement incandescent. Aujourd'hui toutes les lampes de radio sont fabriquées avec des filaments à incandescence faible.

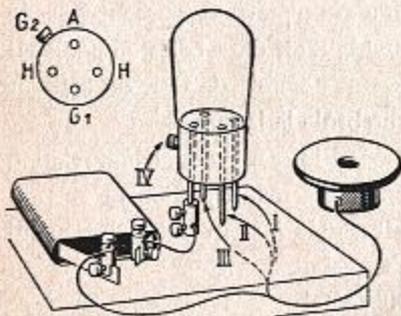
Le fil d'écoulement des électrons est remplacé dans la lampe de radio par une plaque de tôle appelée anode. Le fil de connexion de l'anode est représenté sur notre figure à la partie supérieure; c'est ainsi que l'on monte de nombreuses lampes de radio aujourd'hui. Mais habituellement le fil de l'anode est relié à l'une des fiches du socle de la lampe.



52. Examinons notre lampe de radio

A la face inférieure de son socle elle a quatre fiches de connexion. Les deux fiches qui sont désignées par H sur la figure sont reliées à l'intérieur de l'ampoule par le fil très

mince de chauffage. La fiche A de l'anode est un peu à l'écart des trois autres; la quatrième, G1, plus rapprochée de celles du filament de chauffage, conduit à une pièce métallique, appelée la grille. La vis G2, montée sur le côté du socle, est reliée à une deuxième grille.



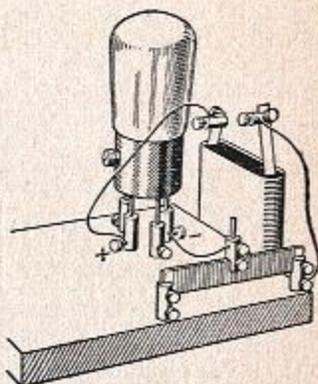
Relions l'une des bornes de la batterie de lampe de poche, au moyen d'un fil conducteur court, à la borne à fiche dans laquelle a été introduite et pincée l'une des fiches H de

la lampe, qui est ainsi montée sur le socle. A l'autre borne de la batterie nous relierons l'un des conducteurs du casque récepteur, et au moyen de l'autre fil du casque, nous touchons, selon le chiffre I de la figure, la fiche H de la lampe. L'écouteur nous fait entendre un craquement très net, qui nous permet de conclure qu'il passe du courant, puisque les deux fiches sont reliées à l'intérieur de l'ampoule par le mince filament de chauffage. Lorsque le craquement ne se produit pas, nous devons admettre que le filament est brûlé, parce qu'il a été relié par inadvertance à une batterie trop forte, et dans ce cas-là, la lampe est perdue. Si l'on touche, au moyen du fil de l'écou-

teur, la fiche de l'anode ou de la grille, on ne doit percevoir aucun craquement, car ni l'anode ni la grille n'ont de liaison avec le filament de chauffage. Ceci est vrai aussi pour la grille reliée à la vis G 2 montée latéralement (expériences II, III et IV). Si au cours de ces trois essais un véritable craquement se faisait entendre, il faudrait admettre qu'ensuite d'un déplacement de la grille à l'intérieur de l'ampoule, il s'est établi un contact avec la grille, ce qui rendrait également la lampe inutilisable.

53. Chauffons le filament

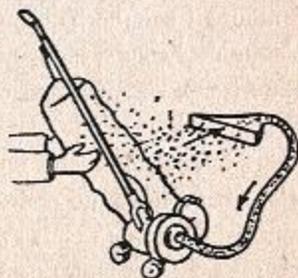
A présent nous allons produire réellement l'incandescence du filament de chauffage. Il est vrai que l'on ne peut pas se rendre compte de l'incandescence, parce que le filament n'est pas visible à l'intérieur de l'ampoule; il devient pourtant incandescent quand nous y faisons passer le courant suffisamment intense d'une batterie de lampe de poche par les deux fiches déterminées précédemment. Ce courant ne doit cependant pas être trop fort! C'est pourquoi nous le faisons passer d'abord par le fil de résistance. Malheureusement nous ne pouvons pas voir le courant, c'est pourquoi nous n'avons aucune idée de l'intensité de celui qui parcourt le filament. Si la batterie est neuve, le courant trop fort pourrait faire fondre le filament de la lampe. Pour plus de sûreté, nous faisons d'abord parcourir par le courant la résistance de réglage de l'expérience 12; la chose sera réalisée quand la borne employée comme curseur sera placée tout à gauche sur la bande de résistance. Si l'on emploie une batterie déjà usagée, la borne doit être déplacée vers la droite.



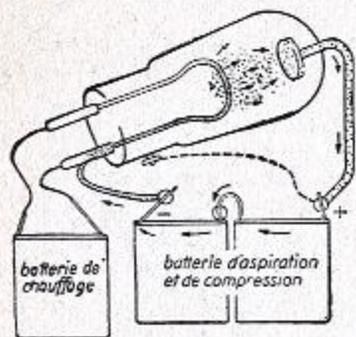
54. Radio et aspirateur

font partie d'un ménage moderne. Quant à nous, il suffit à présent que nous possédions un aspirateur en pensée, pour comprendre grâce à cet appareil ce qui se passe à l'intérieur d'une ampoule de radio. Celle-ci est la fierté de notre Radio-Gnome.

Représentons-nous donc un aspirateur, dont le ventilateur mû par un moteur aspire l'air par l'embouchure



représentée à droite sur la figure, et l'envoie avec la poussière à gauche, dans le sac à poussière, où celle-ci est retenue. Un aspirateur à poussière ne remplit son rôle que s'il aspire de la poussière en même temps que l'air. S'il n'y avait pas de poussière à faire disparaître de notre habitation, nous devrions secouer énergiquement le sac pour faire sortir les moindres particules de poussière de son enveloppe. Si l'on tenait alors l'embouchure de l'aspirateur dans la position indiquée par la figure, le nuage qui s'échappe du sac serait de nouveau aspiré et retournerait au sac. Aussi longtemps que travaille le moteur et que le sac est secoué énergiquement, la poussière parcourt un circuit ininterrompu.



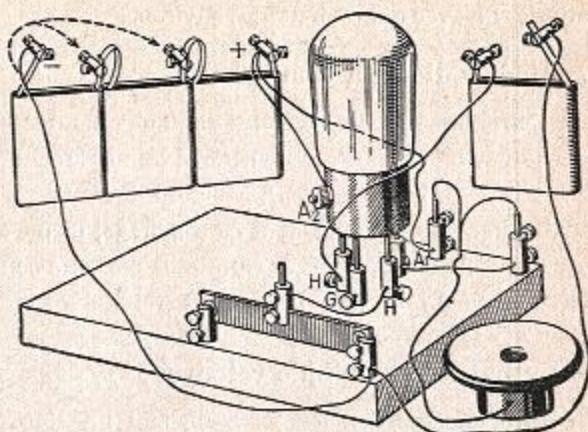
Il se passe quelque chose de semblable dans l'ampoule de radio. La poussière y est remplacée par les électrons, c'est-à-dire par les particules minuscules d'électricité. La batterie y représente le moteur avec le ventilateur; elle aspire les électrons par le fil de droite et les chasse dans le fil de gauche, qui à son tour les conduit dans le filament de chauffage. Celui-ci correspond au sac à poussière. La batterie de chauffage fournit la force qui doit porter le filament de chauffage à l'incandescence, et en quelque sorte le secouer, afin que les électrons qu'il contient le quittent sous la forme d'un nuage invisible d'électrons, qui l'enveloppent comme d'une gaine. Cette poussière d'électricité est alors aspirée par l'embouchure de l'aspirateur, autrement dit par la plaque anodique. Les électrons aspirés sont refoulés constamment à nouveau par la force de la batterie dans le filament incandescent, de sorte que la circulation des électrons est ininterrompue.

55. La batterie anodique extrait du courant de l'anode

Nous savons que lorsque le filament est incandescent il émet des électrons, qui l'entourent comme d'un nuage invisible de poussière. Aspirons ces électrons vers la plaque de l'anode. Nous utilisons à cet effet, comme pompe électronique, quelques batteries de lampe de poche qui ont la propriété d'aspirer de l'électricité par la lame courte de laiton, pour la refouler ensuite par la lame longue. Afin d'obtenir une aspiration parfaite, nous unissons immédiatement trois batteries l'une à l'autre; à cet effet nous relierons successivement la longue lame d'une batterie à la courte de la suivante, de sorte que nous avons finalement une lame courte et une lame longue libres dans la série des batteries. Par un fil conducteur relierons la lame courte libre à la fiche

du socle de la lampe écartée des trois autres, c'est à dire à la fiche A_1 qui, comme nous le savons, est en connexion avec la plaque anodique. La lame courte de la batterie composée, désignée par +, pompe à présent les électrons de la plaque anodique et les chasse dans la longue lame.

Si nous faisons passer un fil depuis celle-ci, en contournant la planchette constituant le socle, jusqu'à la borne à fiche qui est elle-même en relation avec le fil de résistance, les électrons sont de nouveau chassés dans le filament de chauffage de la lampe et recommencent leur circuit. Il circule alors dans le fil reliant l'anode à la batterie composée un courant constant qui peut



être perçu par l'écouteur.* Intercalons l'écouteur, comme l'indique la figure, dans le circuit anodique, en le reliant à deux bornes à fiche montées sur le socle. Chaque fois que nous touchons brièvement la borne à fiche reliée à la fiche anodique de la lampe au moyen de l'une des fiches de connection de l'écouteur, le courant engendre un craquement distinct dans l'écouteur. Il est important dans ces expériences, de relier aussi par un fil conducteur la vis latérale du socle de la lampe A_2 à la lame courte de la batterie aspiratrice. La batterie d'aspiration et de compression en relation avec l'anode est aussi appelée batterie anodique ou batterie de plaque.

56. Trois hommes sont plus fort qu'un seul!

Et trois batteries aspirent certainement avec plus de force, et peuvent tirer de l'anode un courant plus fort, qu'une seule batterie. Essayons de déterminer l'intensité du courant, quand nous mettons d'abord une seule batterie en activité, puis deux et finalement trois. Nous procédons ainsi: détachons le fil qui conduit à la borne de la résistance et touchons avec son extrémité la longue lame de la première batterie, puis de la deuxième et enfin de la troisième. Avec une seule batterie le courant est faible,

* Il faut absolument éviter de chauffer le filament de la lampe audion au moyen d'un courant dont la tension dépasse 4 volts. Ce filament ne peut être alimenté que par le courant d'une batterie de lampe de poche en passant par la résistance. Si par mégarde la tension de l'anode de 12 volts (de 3 batteries) était amenée aux deux fiches de chauffage (H), ou si des points dénudés de la conduite de l'anode entraient en contact avec des points dénudés du circuit de chauffage, le courant beaucoup trop fort détruirait le filament de l'audion.

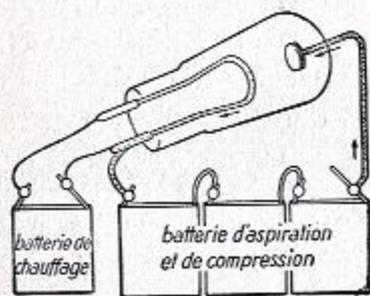
et avec trois il est réellement fort. Mais n'allons pas nous imaginer qu'avec six batteries on pourrait tirer de l'anode deux fois autant de courant qu'avec trois batteries. En effet, on ne peut pas extraire davantage d'électrons que le filament n'en peut dégager. C'est pourquoi nous obtiendrions exactement autant de courant avec six ou huit batteries qu'avec quatre batteries environ.

57. Modification du chauffage

Le nombre des électrons projetés diminue quand le filament est moins chaud. Observons ceci au moyen de l'écouteur, en réduisant le courant de chauffage par déplacement de la borne sur la résistance. Le courant diminue rapidement. Nous pouvons aussi ne pas chauffer du tout le filament de chauffage; même avec une puissante batterie anodique nous ne pourrions alors extraire le moindre courant de la lampe, parce qu'il ne s'échappe aucun électron du filament froid.

58. La batterie anodique retournée

Un bricoleur pressé reliera certainement une fois, par inattention, le côté de la batterie anodique qui port le signe «plus» (+) au filament de chauffage, et le côté «moins» (-) à l'anode. Les électrons seront alors comprimés dans la plaque anodique, et tirés par aspiration du filament de chauffage. On n'entend alors aucun craquement dans l'écouteur. La batterie ne produit pas de courant, parce qu'il ne peut pas s'échapper d'électrons de la plaque anodique qui reste froide. Si, au cours des expériences subséquentes, l'écouteur ne nous fait rien entendre, nous vérifierons d'abord si la batterie anodique est reliée exactement à la lampe; si c'est le cas, nous devons alors nous persuader que le filament de chauffage est réellement chauffé; on s'en rend compte à la faible lucur que donne la lampe dans l'obscurité.



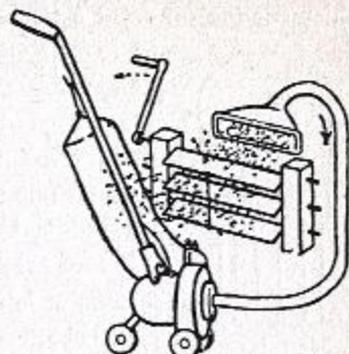
59. La batterie de chauffage retournée

L'inconvénient est moins grand quand la batterie de chauffage est mal reliée à la lampe. Pour l'instant nous ne remarquons aucune différence dans l'écouteur.

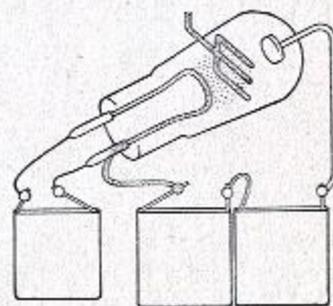
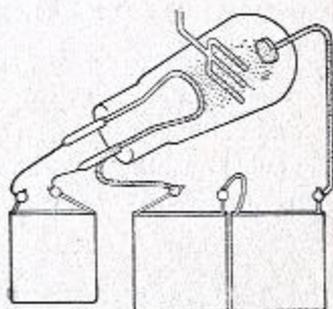
60. L'effet de la grille

Revenons à l'aspirateur à poussière, du sac duquel nous tirons un nuage de poussière quand nous le secouons, poussière que nous aspirons de nouveau par l'embouchure.

Les particules de poussière recommencent alors leur circuit. Elles accomplissent la plus grande partie de leur trajet à l'intérieur de l'appareil et elles sont alors invisibles pour nous. Elles ne traversent l'espace libre que durant un temps très court; cependant nous pourrions modifier ici le courant de poussière. Ainsi, par l'interposition d'un carton, nous pourrions interrompre ce courant. Nous pouvons aussi supposer une espèce de grille comprenant des petites soupapes, placée sur le chemin du courant de poussière. Au moyen d'un levier les soupapes pourraient être ouvertes et fermées, et nous pourrions ainsi laisser passer le courant de poussière ou l'arrêter.



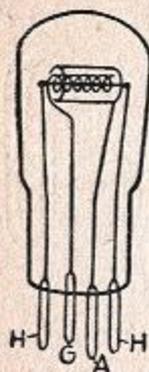
D'une manière tout à fait analogue nous pouvons placer une grille à l'intérieur d'une lampe de radio, sur le chemin des particules électriques. Les électrons peuvent alors voler à travers les espaces libres de la grille jusqu'à la plaque anodique, d'où ils sont aspirés par la batterie, puis chassés et comprimés à nouveau dans le filament de chauffage. Le courant des électrons peut être influencé par cette grille, mais il n'est pas nécessaire que celle-ci ait des soupapes mobiles. Il suffit que la grille soit occupée par un nombre peu élevé d'électrons, pour que ceux qui proviennent du filament incandescent ne puissent plus passer à travers la grille. Ceci provient du fait que les électrons qui sont déjà sur la grille repoussent tout simplement ceux qui y parviennent dans la suite. Les électrons se repoussent réciproquement, comme les pôles de même nom des aimants. Aussitôt que la grille est occupée par des électrons provenant de l'extrémité négative d'une batterie, ou d'une autre source quelconque de courant, les électrons provenant du filament incandescent s'accumulent sur la grille et ne peuvent plus parvenir à l'anode. Le passage est fermé comme nous le montre la figure.



61. A présent la grille est occupée

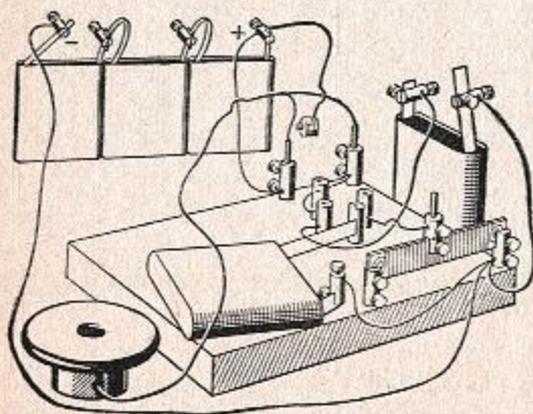
Après l'introduction de la grille dans l'ampoule de radio, celle-ci a quatre fils de connexion: deux pour le filament de chauffage, un pour la grille et un pour l'anode.

Dans les lampes modernes de radio, la plaque anodique entoure de très près le filament de chauffage, comme un cylindre, afin que les électrons puissent tous passer du filament incandescent à l'anode. Dans ces mêmes ampoules la grille est intercalée entre le filament et l'anode; elle entoure le filament sous la forme d'une ligne spiralée. La grille et l'anode sont reliées à travers le socle de la lampe à la troisième et à la quatrième fiches de contact.



Remarquons encore que la lampe que nous utilisons pour nos expériences est une lampe à deux grilles, dite lampe bigrille, qui renferme outre la grille dont il a été question jusqu'à présent, une deuxième grille placée tout près du filament de chauffage, donc entre la grille proprement dite et le filament de chauffage. Cette deuxième grille peut être reliée à la batterie anodique au moyen de la vis adaptée latéralement au socle de la lampe; elle collabore à l'aspiration des électrons. Sans la deuxième grille, nous aurions besoin de 15 à 30 batteries de lampe de poche, et c'est grâce à cette deuxième grille que nous pouvons nous en tirer avec trois batteries.

Nous allons à présent envoyer sur la grille, vide jusqu'à présent, une charge d'électrons, et observer en même temps le courant anodique. Envoyons donc sur la grille une faible quantité d'électrons provenant d'une batterie isolée; une batterie usagée, même presque usée, est suffisante. Elle doit être reliée par sa lame courte (plus) à la



vis de la résistance de chauffage à laquelle est déjà reliée la lame négative (moins) de la batterie de chauffage, ainsi que la lame négative de la batterie anodique. Touchons la fiche de la grille de la lampe avec la longue lame de la batterie de grille. Le contact permet le passage d'électrons de la batterie sur la grille. A présent les électrons ne peuvent plus passer du filament incandescent à l'anode, parce qu'ils sont repoussés par les

électrons qui chargent la grille. Le courant anodique s'est considérablement affaibli, ou bien il a complètement cessé. Nous nous en rendons compte quand nous cherchons à produire le craquement connu, par interruption de la connexion à la batterie anodique. On pourrait aussi relier une fois la batterie anodique à rebours, c'est-à-dire relier

la longue lame à la résistance de chauffage et toucher la fiche de la grille avec la lame courte de la batterie. Nous remarquons alors que le courant anodique est plus intense qu'à n'importe quel autre moment. Ceci provient de ce qu'à présent les électrons sont directement pompés hors de la grille, et le courant anodique peut par conséquent circuler vivement.

Nous pouvons donc exercer une influence sur l'intensité du courant anodique en agissant sur la grille; nous le remarquons en intercalant l'écouteur et en touchant brièvement plusieurs fois la fiche de la grille avec la batterie de la grille. Chaque contact engendre une fluctuation du courant anodique et un craquement dans l'écouteur.

62. Charge variable sur la grille

Nous pouvons faire varier rapidement la charge de la grille, en reliant la fiche de la grille au moyen d'un fil conducteur à une borne de la bobine du trembleur. Aussitôt que la liaison est établie, nous entendons un bourdonnement intense dans l'écouteur téléphonique. Aussi longtemps que vibre le trembleur, le courant anodique et l'écouteur doivent vibrer à l'unisson.

63. Du courant alternatif sur la grille

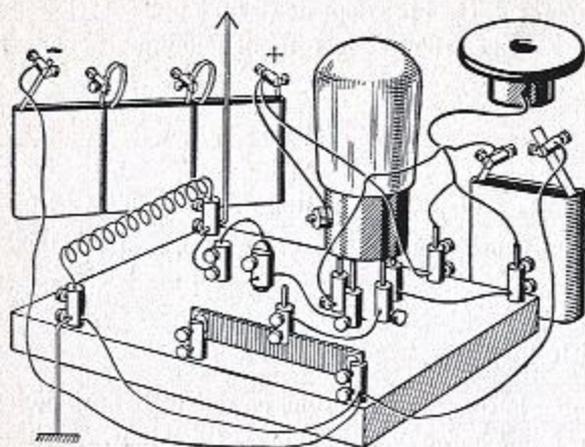
Si nous possédons par hasard un transformateur, éventuellement celui d'un petit chemin de fer électrique, nous pouvons aussi charger la grille par du courant alternatif, en reliant par un seul fil conducteur l'une des bornes du transformateur à la grille. Ici aussi le courant anodique, qui passe également par l'écouteur, subit toutes les alternances du courant. Le courant qui circule du transformateur à la grille est très faible, néanmoins la fluctuation imposée au courant anodique est assez forte. La lampe de radio a la propriété de transformer de faibles fluctuations du courant de la grille en fortes fluctuations du courant anodique. La lampe fonctionne donc ici comme amplificatrice.

64. La lampe de radio considérée comme amplificatrice

Nous savons d'après les expériences faites précédemment, que notre émetteur à trembleur rayonne des ondes électriques, en particulier quand il est pourvu d'une antenne et d'un contrepoids ou «contre-antenne».

Nous pouvons également monter une antenne et une contre-antenne sur la planchette servant de socle, et les relier toutes deux comme dans l'expérience 32, par une bobine

comprenant un demi-mètre de fil conducteur. Plaçons l'émetteur à trembleur à environ un demi-mètre du récepteur: ses ondes engendreront également dans les nouvelles

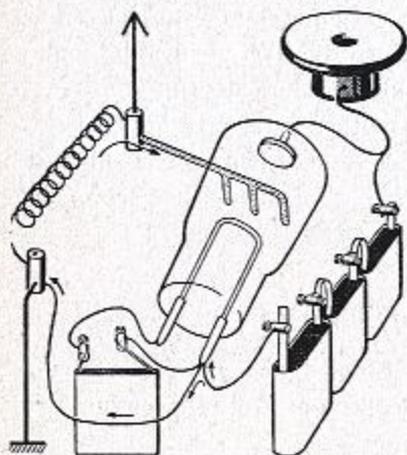


antennes un courant alternatif qui oscille à travers la bobine vers la conduite de terre. Jusqu'à présent nous avons conduit ce courant à l'écouteur, après l'avoir rendu préalablement audible au moyen du cristal. Nous percevons un faible bourdonnement dans l'écouteur, car le courant alternatif venant de l'antenne est très faible. Nous pourrions aussi conduire ce faible courant alternatif à la

grille; il influencerait alors si bien le courant qui passe à travers l'écouteur, que le trembleur serait perçu beaucoup mieux. Faisons l'expérience: nous entendons réellement notre propre émetteur.

65. La lampe fonctionne comme détectrice

La lampe de radio ne laisse passer du courant que dans le sens allant du filament



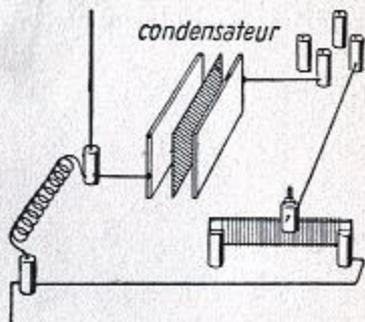
incandescent à l'anode. Elle fonctionne donc comme une soupape. Nous savons déjà que notre cristal aussi est une espèce de soupape, et qu'il peut découvrir les ondes électriques. Comme la lampe est aussi une espèce de soupape, elle peut être utilisée à la place du cristal, comme organe détecteur d'ondes. Le cristal, à présent superflu, est laissé de côté. Relions la bobine de l'antenne directement à la grille; nous entendons alors le trembleur à quelques mètres de distance, même à travers la paroi de la chambre. Nous avons relié maintenant la grille à la lame négative de la batterie anodique, en faisant le détour par la bobine; mais ce circuit présente un inconvénient, car

les électrons sont chassés alors non seulement dans le filament incandescent, mais aussi

dans la grille en faisant précisément le détour par la bobine. Aussitôt que les électrons occupent la grille, ceux qui arrivent du filament incandescent ne peuvent plus passer si facilement à travers le réseau de la grille.

66. Proches et pourtant éloignés

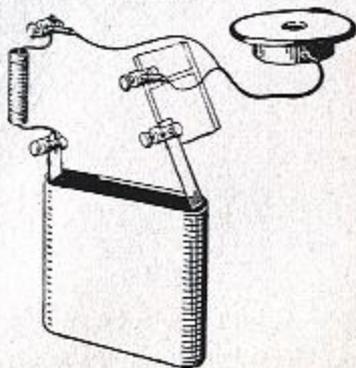
Il est indispensable que la grille ne soit pas reliée directement à la bobine. Mais pour que le courant alternatif venant de l'antenne puisse tout de même agir sur la grille, nous l'aménonsons simplement aussi près que possible de celle-ci. Relions donc le fil venant de l'antenne à une plaque de métal de grande surface, et le fil venant de la grille, également à une plaque de métal de même grandeur. Plaçons à présent les deux plaques en face l'une de l'autre. Afin qu'elles ne se touchent pas, nous intercalons entre elles une couche isolante, sinon les électrons pourraient de nouveau parvenir à la grille. Nous avons déjà utilisé précédemment un organe semblable, à deux plaques métalliques séparées par une lame isolante, c'est-à-dire un condensateur. C'est pourquoi nous pouvons également utiliser ici le petit condensateur. Nous l'appellerons désormais **condensateur de la grille**. Quand les électrons venant de la batterie arrivent sur l'une des plaques, ils ne peuvent pas passer plus loin, le passage étant barré par la lame isolante.



67. Etrange effet du condensateur

Montons une fois un condensateur sur chacune des lames de la batterie, d'une part le condensateur cylindrique, d'autre part le condensateur de la grille, puis intercalons l'écouteur entre les deux condensateurs pour nous rendre compte si le courant circule. Malgré toute notre attention nous ne percevons pas le craquement que nous entendons habituellement, quand nous connectons directement les fils de l'écouteur à la batterie. Afin de comparer, nous pouvons toucher brièvement les lames de la batterie avec les fils de l'écouteur.

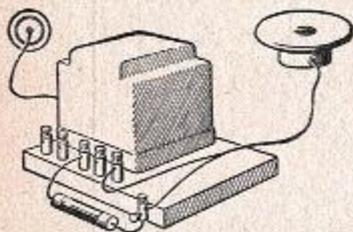
Nous en concluons que le condensateur est absolument infranchissable au courant de la batterie, grâce à la couche isolante intercalée entre ses



plaques métalliques. Si, malgré tout, nous entendons le petit craquement connu, ce serait l'indice que par suite d'un défaut du condensateur, les deux plaques de métal se touchent. Un condensateur détérioré ne pourrait naturellement plus être utilisé pour nos expériences. Nous possédons donc un moyen de nous rendre compte si un condensateur est encore bon.

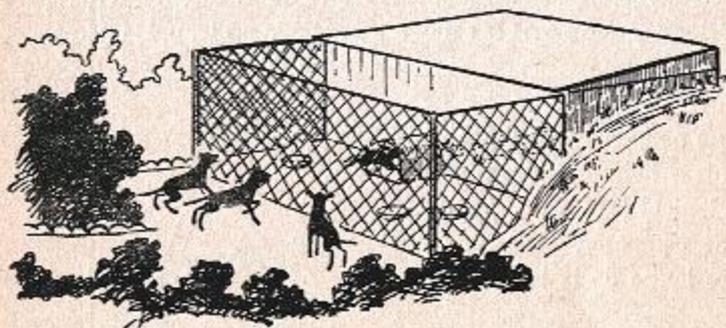
68. Courant alternatif et condensateur

Nous avons démontré qu'un condensateur ne laisse pas passer le courant continu de la batterie; cependant nous percevons un fort bourdonnement quand nous relions notre écouteur d'une part au transformateur et d'autre part au condensateur cylindrique, dont le deuxième fil de connexion est relié à une autre borne du transformateur. Nous savons qu'au moyen du transformateur nous pouvons tirer du courant à basse tension du secteur de la lumière, quand dans celui-ci circule du courant alternatif. Le condensateur paraît donc laisser passer le courant alternatif.



69. Chiens, lapins et radio

Il n'est pas très facile de saisir le fonctionnement du condensateur. Nous allons cependant essayer de l'expliquer en nous aidant de chiens et de lapins.



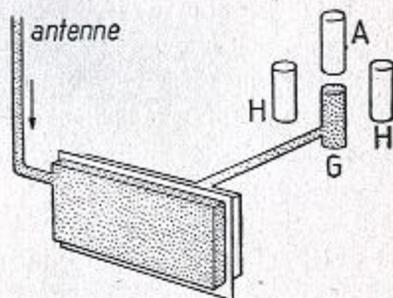
Des lapins s'ébat- tent dans l'espace libre devant leur maisonnette, près de leur mangeoire. L'espace libre est fermé du côté du chemin du jardin par un treillis. Des chiens ont découvert les lapins et se précipitent en

aboyant furieusement contre le treillis de clôture. Bien que le treillis empêche absolument les chiens de s'emparer des lapins, ceux-ci s'enfuient, effrayés, par la porte étroite

de leur clapier. Les chiens s'en vont, et quand ils se sont assez éloignés, les lapins reviennent à leur mangeoire; alors les chiens se précipitent de nouveau contre le treillis et les lapins retournent infailliblement à leur maisonnette. Aussi longtemps que les chiens renouvellent leur manège, les lapins changent de lieu. L'éloignement et le rapprochement des chiens provoque l'approche et la fuite des lapins.

Supposons à la place des chiens les particules électriques venant de l'antenne, et qui s'en vont dans l'une des faces du condensateur de grille, puis d'ici retournent à l'antenne. Les lapins, qui sont devenus les particules électriques, sont sur l'autre face du condensateur. La couche isolante empêche la pénétration réciproque des particules électriques d'une face dans l'autre, tout comme le treillis empêche les chiens d'atteindre les lapins.

Chaque fois que la face gauche du condensateur est occupée par les électrons provenant de l'antenne, ceux-ci provoquent une répulsion à travers la plaque isolante, si bien que les électrons de la plaque droite du condensateur sont repoussés vers la fiche G (grille) de la lampe de radio, et vers la grille à laquelle elle est reliée. Aussitôt que les électrons de l'antenne montent dans celle-ci, abandonnant la plaque gauche du condensateur, les électrons de la grille retournent dans la plaque droite. Si un courant alternatif rapide se manifeste de l'antenne à la face gauche du condensateur, un même courant alternatif circule de sa face droite



jusqu'à la grille. C'est comme si le courant alternatif passait à travers le condensateur. Les électrons qui sont du côté de la grille ne peuvent circuler en avant et en arrière que dans l'espace entre la grille, le conducteur et la face droite du condensateur, et ils ne peuvent quitter cet espace en aucun point. Le courant alternatif de l'une des faces du condensateur a simplement pour effet d'engendrer un autre courant alternatif sur l'autre face. Ainsi, on pourrait en conclure que le condensateur est perméable au courant alternatif.

70. Grands et petits condensateurs

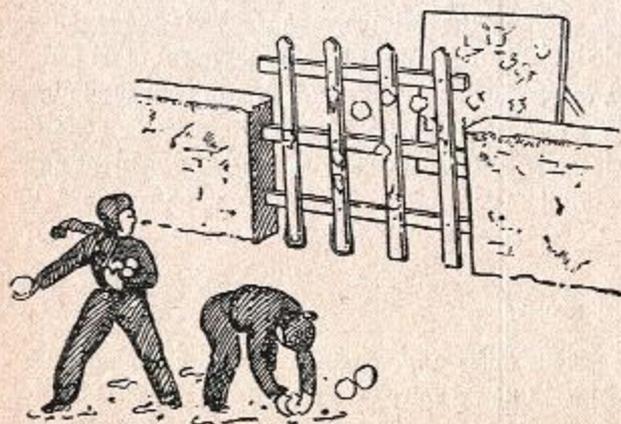
Après avoir établi qu'un condensateur laisse apparemment passer le courant alternatif, nous allons comparer la perméabilité de notre condensateur plat, utilisé jusqu'à présent, avec celle du condensateur cylindrique, qui comprend deux grandes feuilles

d'étain séparées par du papier isolant, les trois feuilles étant roulées en un cylindre. Observons tout simplement l'intensité du bourdonnement qui se manifeste dans l'écouteur quand nous intercalons d'abord le condensateur plat, et ensuite le condensateur rond, sur le trajet du transformateur à l'écouteur, la deuxième fiche de l'écouteur étant reliée à une borne du transformateur. On remarque aussitôt qu'avec l'un des condensateurs le courant est beaucoup plus intense qu'avec l'autre. L'efficacité d'un condensateur est d'autant plus grande que les lames métalliques qui sont en présence sont plus étendues. En outre l'efficacité s'accroît à mesure que la feuille isolante devient plus mince. Si nous désignons la capacité du condensateur rond par le nombre 2500, celle du condensateur plat serait représentée par le nombre 200. Le nombre exprimant la capacité est généralement imprimé sur les condensateurs que l'on vend dans le commerce.

71. Pourquoi utilisons-nous un condensateur de téléphone?

Appelons désormais le condensateur cylindrique: condensateur de téléphone. Il a pour but de laisser passer facilement le courant alternatif rapide des ondes électriques, tandis qu'il doit fermer le passage aux fluctuations lentes et perceptibles provenant de l'anode, ainsi qu'au courant continu de la batterie. Le long chemin à travers les nombreuses spires de la bobine de l'écouteur est épargné aux ondes à haute fréquence de la radiodiffusion, tandis que tout ce qui est musique doit passer par l'écouteur. Sans condensateur de téléphone, les ondes électriques seraient trop affaiblies en parcourant les nombreuses spires de la bobine. C'est pourquoi la voie passant par le condensateur, qui est infranchissable au courant de la batterie, leur est ouverte.

72. Balles de neige et électrons égarés



Des jeunes gens jettent des balles de neige contre une planche placée derrière la porte d'un jardin, et s'efforcent d'atteindre le but à travers les barreaux de la porte. Même s'ils sont très adroits, une partie des balles dévient de la direction voulue et atteignent les barreaux qui, peu à peu se couvrent de balles de neige.

Dans la lampe de radio, les

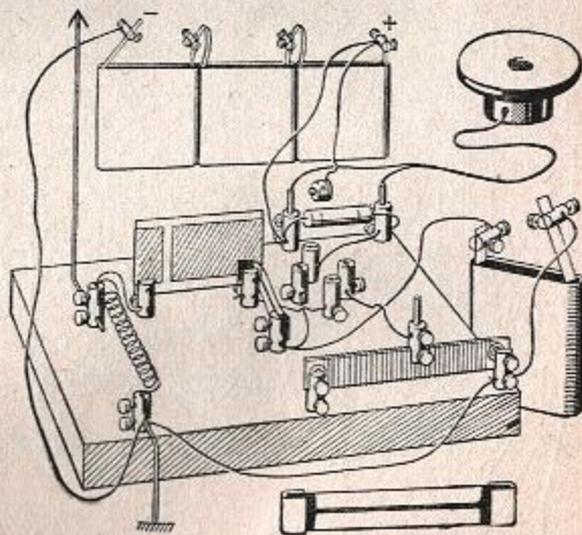
particules électriques, c'est-à-dire les électrons, doivent passer à travers le réseau de la grille jusqu'à l'anode. Ici aussi il arrive que des électrons s'égarer sur la grille, s'y attachent, et une fois qu'ils y sont fixés, il n'y a plus de possibilité pour eux de s'en détacher. Ils ne peuvent plus se dégager de la grille froide pour continuer leur voyage vers l'anode. Peu à peu le nombre des électrons arrêtés par la grille augmente, jusqu'à ce que finalement celle-ci en soit surchargée. Mais une grille chargée d'électrons a pour effet de repousser ceux qui devraient pouvoir voler à travers le réseau de la grille, et finalement le passage du courant vers l'anode cesse totalement, à cause de la charge de la grille. L'écoulement de la charge est rendu impossible par l'adjonction du condensateur. La couche isolante de celui-ci constitue un obstacle infranchissable à la décharge de la grille.

73. Une trace de crayon vient à notre aide

Quand une personne risque de se noyer, elle cherche à s'accrocher même à un chaume pour essayer de se sauver. De même dans notre expérience une simple trace de crayon sera la dernière voie de salut des électrons.

Nous établissons à leur intention une voie détournée pour leur permettre de retourner

à la batterie. A cet effet nous relierons simplement la borne de la grille, par un fil conducteur, à la lame courte (+) de la batterie de chauffage qui, nous le savons, aspire également des électrons, mais avec moins de force que la batterie anodique. Cependant, si nous procédions ainsi, notre lampe ne fonctionnerait pas bien. A cause du transport par le fil, il ne parvient de nouveau plus assez d'électrons sur la grille. Il est bon que la grille soit chargée modérément d'électrons, mais il



ne faut pas qu'elle en porte en excès. Pour permettre à une partie seulement des électrons de s'écouler, nous les obligeons, pour quitter la grille, à suivre un chemin qui leur oppose une très grande résistance.

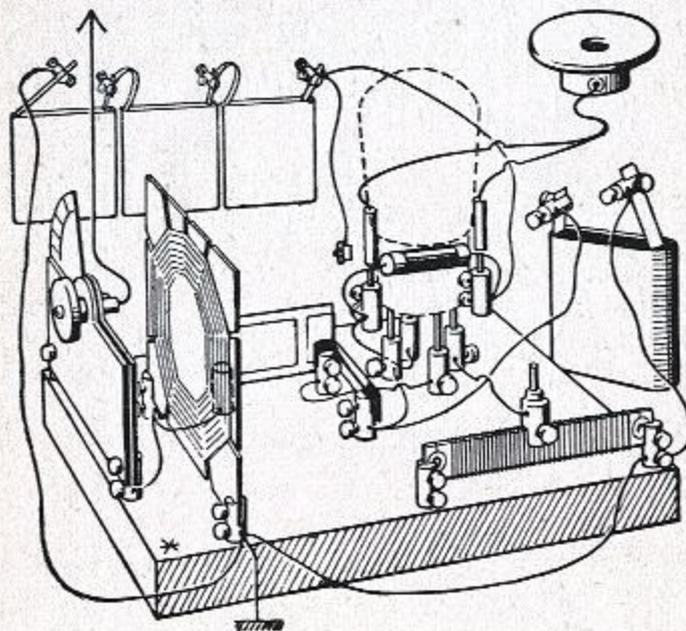
Nous rendons les extrémités d'une bande de papier de 6 cm de longueur bien noires en y passant le crayon à plusieurs reprises, ou mieux par une application d'encre de

Chine, puis nous relient les deux surfaces de graphite par la trace de crayon, qui doit aussi être nettement marquée par un crayon tendre. Afin d'obtenir un bon contact entre la trace de crayon et les bornes, on peut encore recouvrir les extrémités bien noircies d'une bandelette de papier d'étain ou d'aluminium provenant d'un emballage de chocolat ou de cigarettes. On pince alors la bande de papier d'une part dans la borne du condensateur et d'autre part dans la borne qui est reliée à la lame courte (positive) de la batterie de chauffage. C'est précisément ce côté « plus » de la batterie qui a la force d'aspirer les électrons, et qui par conséquent aspire les électrons de la grille en surabondance par la trace de crayon. L'écoulement exact des électrons peut être réglé par renforcement ou affaiblissement de la trace.

Celui qui ne parvient pas au résultat voulu, dans la présente expérience et dans les suivantes, avec la trace de crayon, aura avantage à remplacer celle-ci, et à monter dans son appareil la haute résistance de deux mégohms.

74. Audion

La lampe ne peut redresser le courant comme le cristal, que lorsque le condensateur



empêche l'écoulement non désirable des électrons à travers la grille, en même temps que, d'autre part, grâce à la trace de crayon, il est impossible aux électrons de se rassembler en trop grande quantité sur la grille.

Notre appareil nous permet à présent d'entendre quelques puissants émetteurs. Un appareil récepteur comme le nôtre est appelé audion. Dans chaque grand récep-

teur est montée une lampe qui fonctionne comme audion.

Comparée au cristal, la lampe audion présente non seulement l'avantage de

fonctionner comme redresseur et comme détectrice, mais encore celui de renforcer en même temps l'émission captée.

Écoutons à présent une émission radiophonique avec notre récepteur à audion. A cet effet il est nécessaire de remplacer notre conducteur spiralé de l'expérience 64 par la bobine à 60 spires. En outre il faut monter dans l'appareil le condensateur variable, comme dans le récepteur à cristal. Le conducteur de l'antenne doit être relié au bouton de rotation du condensateur, et l'extrémité antérieure de la bobine à la ligne de terre.

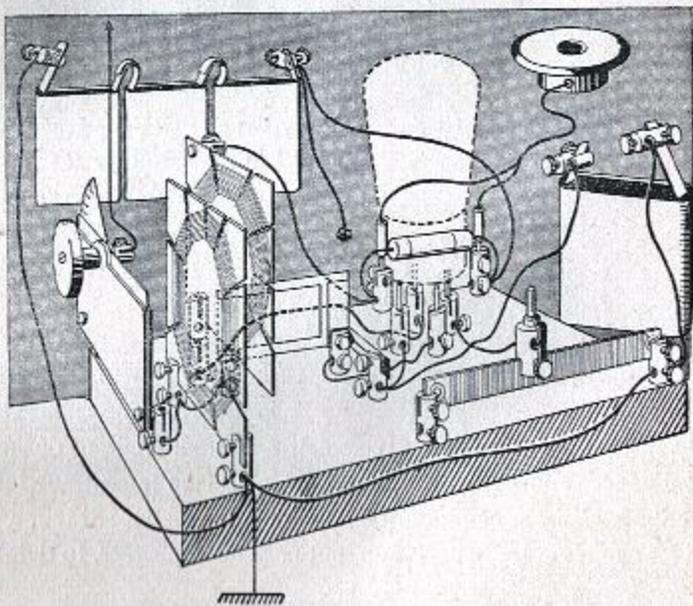
75. La réaction

La réaction est un moyen qui permet d'accroître sensiblement le rendement de notre appareil récepteur. Ainsi, quand on fait passer le faible courant de l'antenne dans la lampe, il engendre un courant alternatif renforcé dans la conduite de l'anode. On peut faire circuler ce courant renforcé encore une fois dans une autre bobine placée tout près de la bobine

d'entrée. Deux bobines placées l'une en face de l'autre s'influencent réciproquement; elles sont en réaction entre elles. C'est pourquoi on appelle réaction le renvoi du courant dans une deuxième bobine.

Le courant anodique renforcé manifeste des alternances rapides dans la bobine à réaction placée en face de la bobine d'entrée, et oblige de cette manière

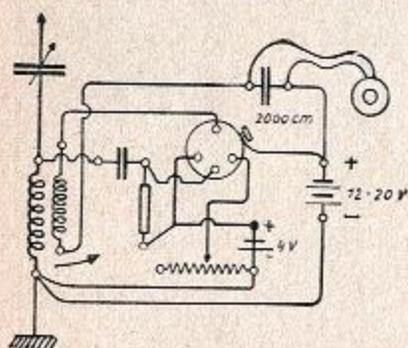
le courant de cette bobine d'entrée à alterner avec plus de force encore. Grâce à ce puissant courant alternatif parvenu sur la grille, le courant anodique alterne avec encore plus de force. Ces alternances sont envoyées dans la bobine à réaction et déterminent un courant de grille encore plus prononcé. Celui-ci engendre une



alternance plus énergique du courant anodique qui sera perçue très distinctement à l'écouteur. Ainsi, par l'emploi de la réaction la force du courant venant directement de l'antenne est multipliée. La réaction peut aussi être exagérée, c'est pourquoi nous rendons mobile la bobine à réaction en la montant derrière la bobine d'entrée sur une deuxième fiche. Le fil conducteur partant de la fiche de l'anode de la lampe est relié d'abord à la borne inférieure de la bobine de réaction; le courant revient alors au condensateur de téléphone depuis la borne supérieure de la bobine, etc.

76. L'Europe entière nous parle

Le soir, quand de nombreux émetteurs de radiodiffusion sont susceptibles d'être entendus, relierons notre appareil à l'antenne et au fil de terre, et approchons la bobine de réaction jusqu'à 2 cm de la bobine d'entrée. Si nous tournons le condensateur variable, nous entendons le sifflement connu dans l'écouteur, qui indique toujours qu'à l'endroit où l'appareil siffle, une station peut être entendue. Pour entendre distinctement, nous devons probablement faire tourner la bobine de réaction légèrement en arrière, jusqu'à ce que le sifflement cesse. Après quelques instants de



réglage du condensateur on entend très distinctement la musique. Nous trouvons ainsi diverses stations émettrices l'une après l'autre. Nous entendons les langues de pays éloignés aussi distinctement que nous pourrions le faire au moyen d'un récepteur coûteux.

Si peut-être tu n'as pas immédiatement du succès dans tes expériences 76 à 82, si tu n'entends pas d'emblée très bien, tu as sans doute, malgré une grande attention, fait une faute. Examine, pour la trouver, le schéma

donné ci-contre et essaie de reconnaître toutes les liaisons de l'audion simple. Contrôle si tous les conducteurs présents dans le schéma le sont aussi dans ton appareil, puis vérifie les liaisons conduisant à la bobine de réaction. Si tout a été monté exactement, si les lampes et les batteries ne sont pas endommagées, tu dois avoir du succès.

77. La réaction à contresens

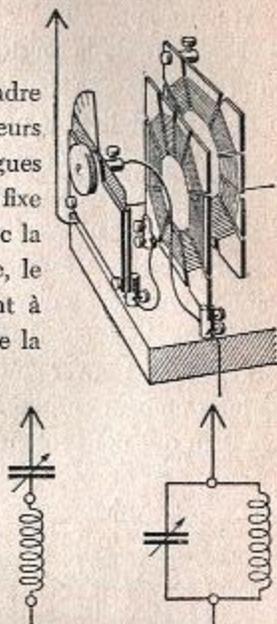
Dans une lampe de poche il importe peu que le courant pénètre dans l'ampoule par la partie filetée ou par la petite plaque métallique du fond du culot; la lampe brûle dans les deux cas. La chose est différente dans la réaction. Quand la lampe de radio

est mal connectée, c'est-à-dire quand l'extrémité supérieure de la bobine est reliée à la lampe, et l'extrémité inférieure au condensateur de téléphone, la réaction ne fonctionne pas. Nous pouvons tourner le condensateur tant que nous voulons: il ne se produit aucun sifflement et nous n'entendons pas de musique. Pour éviter cette faute, il suffit d'invertir les deux connexions à la bobine, et immédiatement nous percevons le sifflement en tournant le condensateur, et la musique se fait entendre.

78. Réception sur longues ondes

Il est probable qu'avec notre audion nous puissions entendre de nombreux émetteurs de radiodiffusion dont les longueurs d'onde vont jusqu'à 400 m environ. Des ondes plus longues sont entendues aussi lorsqu'on adapte l'antenne à la partie fixe du condensateur, par laquelle elle est également reliée avec la bobine d'accord et le condensateur de grille. En revanche, le bouton de rotation du condensateur, relié jusqu'à présent à l'antenne, doit être connecté par un fil court à la borne de la bobine qui est reliée elle-même à la terre.

Auparavant le condensateur et la bobine étaient montés en série, c'est-à-dire l'un derrière l'autre, et à présent en parallèle, c'est-à-dire l'un à côté de l'autre. Grâce à ce montage nous entendons de nouveaux émetteurs à plus grande longueur d'onde, particulièrement si notre antenne est courte, donc si elle mesure de 5 à 10 m.



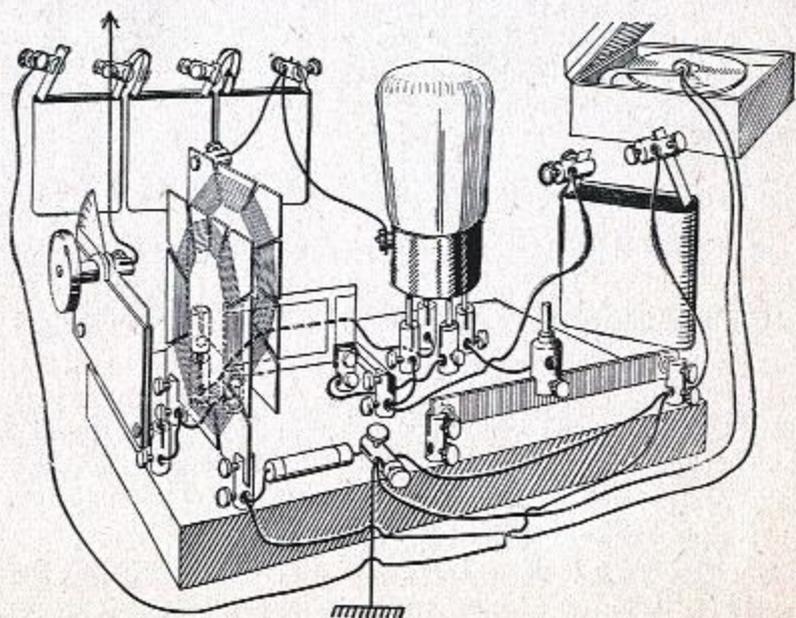
79. Emetteur simplifié de radiodiffusion

Quand on approche la bobine de réaction tout près de la bobine d'entrée et que l'on tourne le condensateur variable, on perçoit le sifflement dont il a déjà été question plus haut. Mais il est intéressant de remarquer que ce sifflement se manifeste aussi dans d'autres appareils récepteurs, même à une certaine distance. Place une fois ton appareil en train de siffler, dépourvu de l'antenne et du fil de terre, sur la table de la chambre dans laquelle l'appareil ordinaire du ménage est installé. Cet appareil a probablement un haut-parleur. Après avoir mis l'appareil du ménage en marche, tourne le condensateur de l'appareil d'expérimentation et tu entendas bientôt son sifflement dans le haut-parleur. Ton petit appareil agit sur celui du ménage sans qu'il y ait la moindre liaison par fil entre le tien et l'autre. Ton appareil peut donc être considéré comme un petit émetteur.

A présent tu peux transmettre des signes Morse à ton ami depuis la chambre contiguë, en touchant plus ou moins longtemps avec le doigt la borne du condensateur de grille, relié à la grille.

80. Concert privé de radio

Comme conclusion de nos expériences d'émission, nous allons encore montrer comment notre appareil peut être utilisé non seulement pour la télégraphie, mais encore pour émettre de la musique et des paroles, comme un véritable émetteur de radiodiffusion. Même le simple récepteur à audion avec réaction peut être utilisé comme émetteur. Installons le nôtre, muni des bobines 60 et 40 à quelques mètres du récepteur de radiodiffusion du ménage. Intercalons dans la conduite allant de la bobine d'entrée au négatif du chauffage, le condensateur de téléphone qui, pour cette expérience, n'est pas nécessaire dans la conduite anodique, et à ses deux bornes connectons le reproducteur du grammophone, que nous avons peut-être directement sous la main. Faisons ensuite osciller l'émetteur en rapprochant les bobines très près l'une de l'autre, et cherchons dans le récepteur de la maison, l'émetteur de la maison qu'il sera facile de trouver grâce au sifflement habituel. En mettant l'émetteur en circuit et en interrompant ensuite le courant, assurons-nous que c'est réellement notre propre émetteur que nous entendons dans le récepteur. Faisons à présent tourner une plaque



sous le reproducteur du grammophone; si les bobines sont très rapprochées, nous pouvons entendre la musique dans le haut-parleur. L'émetteur peut aussi être placé dans une chambre voisine; aucun des deux appareils n'est relié à une antenne, et notre transmission ne produit aucune perturbation à l'extérieur. Ce genre de transmission de la musique, sur le conducteur de la grille, donne une reproduction qui, il est vrai, n'est pas très pure, c'est pourquoi dans les émetteurs courants, les différents organes sont disposés un peu différemment.

81. Concert de grammophone muet

Quand les conducteurs venant du reproducteur sont accessibles, nous pouvons essayer de transporter la musique d'une plaque de grammophone dans l'écouteur, en reliant simplement les conducteurs de l'écouteur à ceux du reproducteur de grammophone. Avec le casque téléphonique sur la tête, nous pouvons jouir de la musique même très tard le soir, sans déranger les personnes de la maison dans leur repos.

82. L'écouteur devient émetteur

D'une manière générale on ne sait pas que l'écouteur téléphonique peut servir aussi de transmetteur. Cette application est particulièrement intéressante, quand elle se rapporte à l'appareil de radio de la maison avec son haut-parleur. Si celui-ci a des douilles de connexion pour le grammophone, comme c'est généralement le cas, les fiches de l'écouteur téléphonique peuvent être reliées simplement à ces douilles; si c'est nécessaire elles peuvent être immobilisées par des fragments d'allumettes. Le mieux serait d'utiliser ici des fiches bananes. Quand quelqu'un chante ou parle devant la membrane de l'écouteur, nous entendons la reproduction fidèle du son dans le haut-parleur. On peut aussi établir une conduite jusqu'à une chambre voisine ou éloignée, et y relier l'écouteur. Ce que l'on exprime là-bas devant l'écouteur est répété par le haut-parleur comme nouvelle radiophonique devant la famille rassemblée. On peut faire ainsi de bonnes farces.

83. Soliloque de l'appareil de radio

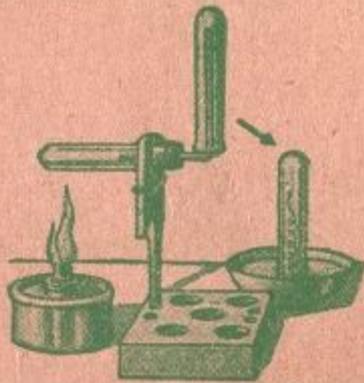
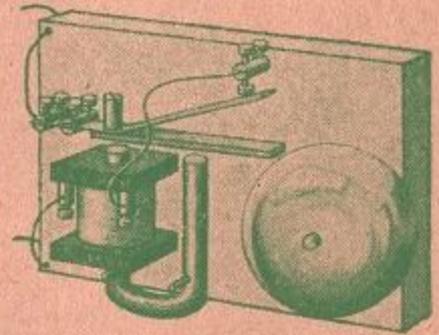
Relions l'écouteur aux douilles de connexion du grammophone. Il représente en quelque sorte l'oreille de l'appareil de radio, parce qu'il entend notre voix et la transmet à l'appareil. Nous serions par conséquent tentés aussi de comparer le haut-parleur à une bouche qui parle, et qui parle même parfois d'une voix puissante. Tenons à présent l'écouteur tout près du haut-parleur. Il est fort probable que

celui-ci commencera à bruir et à hurler. Un bruissement quelconque a atteint l'écouteur et le haut-parleur l'a reproduit en l'amplifiant. Le son amplifié du haut-parleur parvient immédiatement à l'écouteur qui le renvoie au haut-parleur; celui-ci l'amplifie encore une fois et finalement le son retentit comme un puissant grondement à travers la chambre.

Regarde tout ce que peut réaliser ① *l'Electro-Gnome* de sa propre personne

120 expériences à la portée de tous

Le courant électrique peut être perçu par la vue, le goût, l'ouïe et le toucher. Une batterie de lampe de poche est suffisante comme source de courant pour réaliser toutes les expériences. L'Electro-Gnome monte lui-même une installation pour éclairer sa montre de poche suspendue près de son lit; il étudie le magnétisme et les charges électriques, fabrique une grue magnétique, une boussole, un galvanomètre, un ampèremètre; il sait comment le courant électrique est produit, ce qu'est du courant alternatif, et que partout où se meut quelque chose au moyen de l'énergie électrique un électro-aimant entre en action. C'est ainsi qu'il construit une sonnette électrique avec interrupteur, une serrure électrique secrète, un appareil à électriser, un moteur électrique, un appareil de téléphone et un autre de télégraphe qui inscrit effectivement des traits et des points sur une bande Morse. Comme ces appareils accomplissent réellement du travail, et n'ont pas uniquement l'aspect d'instruments véritables, il faut vraiment qu'ils soient construits selon la technique, comme le fait un Electro-Gnome.



② *Le Petit Chimiste* examine tout

170 expériences de chimie inoffensives

Pour débiter nous ouvrons une petite fabrique de bonbons; mais nous apprenons aussi ce qu'est un acide; de quoi se compose le savon et comment il est fabriqué; qu'il y a du fer dans la cendre d'un cigare, dans la salade, les épinards et même dans le sang. Puis l'on passe à des expériences merveilleuses: des flammes colorées, des recettes pour la fabrication d'encre sympathique, de mordant pour le bois, de poudre à feu, de remèdes

contre les aigreurs d'estomac et les piqûres de moustiques. Tout y passe: le lait, les graisses, le sucre, les fruits; même l'œuf de poule est étudié chimiquement.



④ *Opticus et Photo-Gnome*

120 expériences avec des miroirs et des lentilles

Grâce aux rayons lumineux on peut obtenir les effets les plus fabuleux: des miroirs et des lentilles nous permettent de construire un appareil de signalisation; au moyen du microscope construit par l'expérimentateur, tu peux apercevoir les plus menus objets, et grâce à des lunettes d'approche tu peux apercevoir les montagnes de la lune. Nous faisons des photographies avec l'appareil que nous avons construit nous-mêmes, puis nous apprenons à développer les images et à en faire des copies. Outre un projecteur d'images, l'Opticus expérimenté construira encore un otoscope, puis découvrira dans son propre œil la tache aveugle.

⑤ *Technicus*, de machines est le constructeur;

l'air, l'eau et la vapeur sont ses serviteurs

170 expériences simples de physique

Nous construisons une pompe à incendie, une essoreuse de buanderie, un fusil à air comprimé, un pendule à seconde, un thermomètre, un roulement à billes, une roue éolienne, une pompe, etc, etc, et finalement une machine à vapeur qui, semblable à un autobus moderne à vapeur s'ébranle en sifflant. Que celui qui ne croit pas qu'il est possible de porter de l'eau à ébullition dans un récipient de papier, que des glaçons restent froids dans de l'eau bouillante, fasse rapidement une fois les 170 expériences de Technicus, d'après le guide-manuel de 91 pages.

