

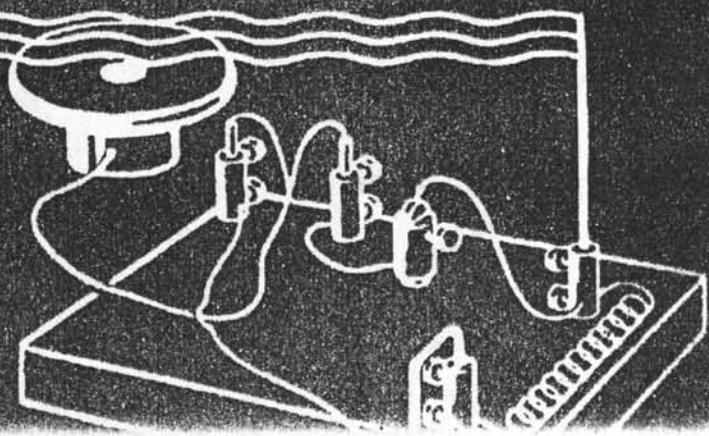
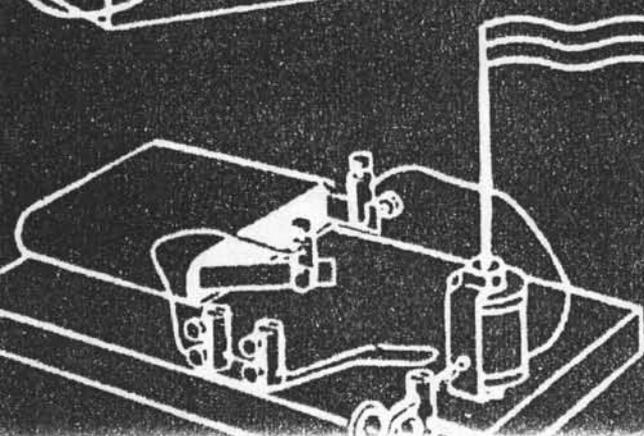
JOUET SCIENTIFIQUE

# LE JEUNE RADIO

**100** EXPÉRIENCES  
de la batterie de piles  
au récepteur à grande distance,  
avec diode, lampe et transistor.

PAR LE Dr W. FRÖHLICH

KOSMOS - LICENCE DE FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG  
FABRICATION  POUR LA FRANCE ET LA COMMUNAUTÉ

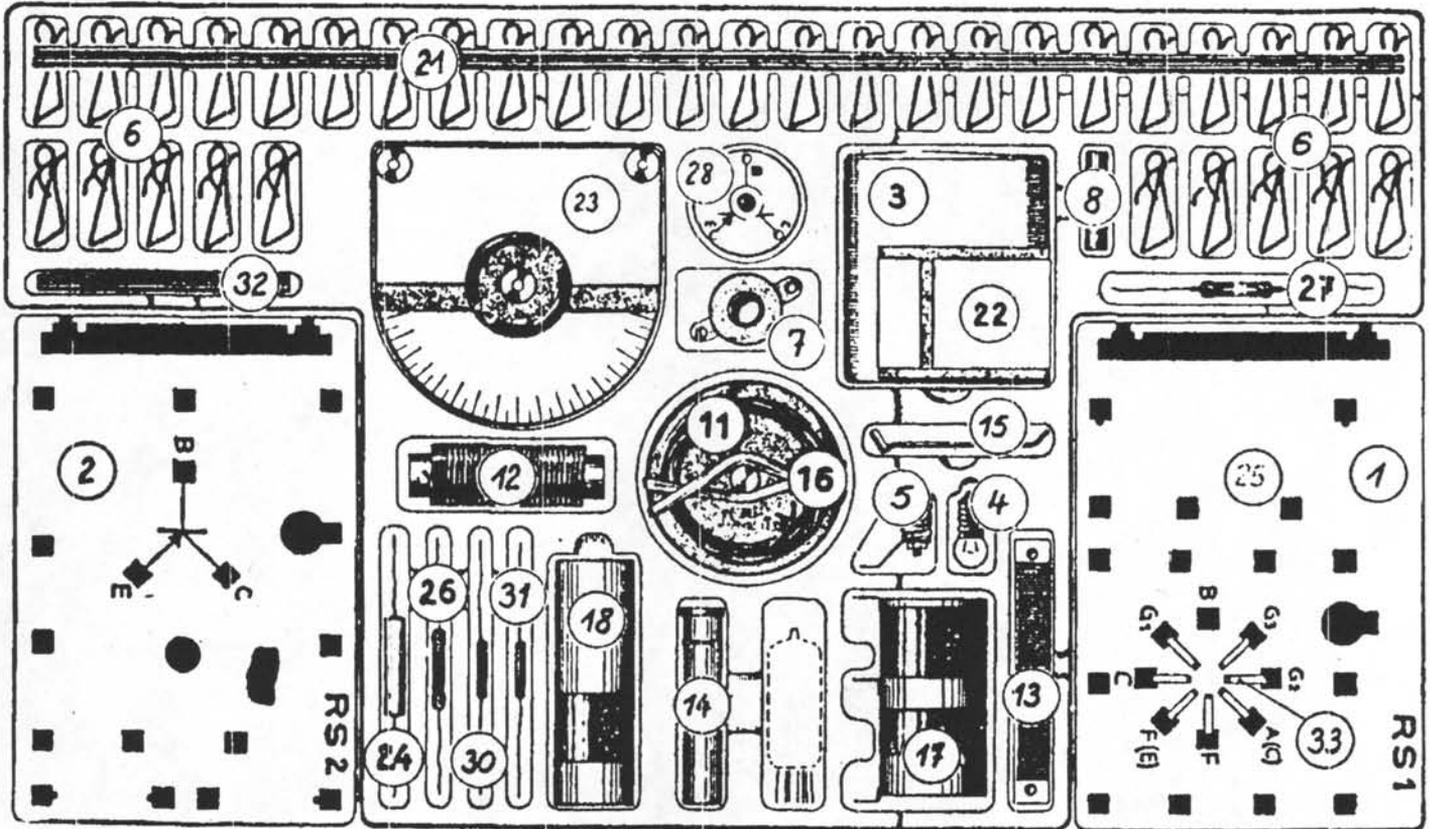


JOUET SCIENTIFIQUE



# LE JEUNE RADIO

et ses éléments



- |    |                                     |    |   |
|----|-------------------------------------|----|---|
| 1  | Plaque RS 1 complète                | 18 | Bobine de réaction                                  |
| 2  | Plaque RS 2                         | 21 | Deux tiges d'antenne                                |
| 3  | Pile de lampe de poche              | 22 | Condensateur de grille 100 pF                       |
| 4  | Ampoule                             | 23 | Condensateur variable 50-500 pF                     |
| 5  | Douille de lampe                    | 24 | Condensateur téléphonique                           |
| 6  | 34 Pincès ressort                   | 25 | Ressort porte-écouteur                              |
| 7  | Bobine d'électro                    | 26 | Résistance de forte valeur (2,2 M $\Omega$ ) 0,25 W |
| 8  | Noyau en fer                        | 27 | Diode   |
| 11 | Ecouteur 2000 $\Omega$              | 28 | Transistor avec support                             |
| 12 | 3 m. de fil de connexion            | 30 | Résistance 4,7 K $\Omega$ - 0,25 W                  |
| 13 | Résistance bobinée                  | 31 | Résistance 47 K $\Omega$ - 0,25 W                   |
| 14 | Limaille de fer dans tube aluminium | 32 | Deux tiges acier                                    |
| 15 | Ressort manipulateur                | 33 | Sept ressorts de branchement                        |
| 16 | Deux bracelets caoutchouc           |    | - Lampe Radio (non contenue dans la boîte)          |
| 17 | Bobine de circuit oscillant         |    | - Manuel d'Instruction                              |

Par suite de la modernisation constante de nos méthodes de fabrication, il peut arriver que la forme extérieure de l'une ou l'autre pièce ci-dessus soit modifiée. Malgré cela, le contenu des différentes cases correspond toujours à la disposition représentée.

**Toute pièce détachée peut être livrée séparément**

(c) 1964 by Jouets GéGé, Sté G. Giroud et Cie, Montbrison-France. (Kosmos, licence de Franckh'sche Verlagshandlung. Fabrication GéGé pour la France et la Communauté). Tous droits réservés, y compris celui de traduction. Traduction de la 17<sup>e</sup> édition allemande par P. Grumbach. Dessins de R. Misliwietz et Eric Haferkorn. Fabrication : Laboratoire de développement Kosmos. Imprimerie spéciale GéGé, Montbrison (France). Dépôt légal N° 1051. Troisième trimestre 1964.

# CONSEILS AU JEUNE "RADIO-ELECTRICIEN"

---

Des dizaines de milliers de jeunes gens et jeunes filles ont déjà réalisé avec succès toutes les expériences attrayantes de nos jouets scientifiques. Cela vous donne une garantie totale pour la réussite de toutes ces expériences soigneusement préparées et ceci dès l'âge de onze ans. Il faut toutefois observer strictement les indications du présent-livret, et surtout faire toutes les expériences en partant du début, dans l'ordre indiqué et en n'en laissant aucune au hasard.

Chaque essai, aussi simple puisse-t-il paraître, vous permettra d'acquérir des connaissances très importantes qui, seules, vous permettront de comprendre des expériences plus difficiles par la suite. Ne passez donc pas les premières pages du présent manuel d'instruction pensant déjà connaître ce qui y est dit, car vous iriez à un échec pour les montages compliqués. Si, par hasard, vous échouez à l'un de vos essais, nous vous donnons ci-dessous quelques conseils pour en éliminer les causes

1° *Les expériences ne réussissent pas à cause des mauvais contacts* : Bien enlever l'isolant aux extrémités de fil (voir chapitre 2) et bien enfoncer la partie dénudée du fil sur une longueur suffisante dans la pince ressort afin qu'il ne bouge pas (voir chapitre 4, figure C).

2° *Pas de réception avec le récepteur à diode* : pour obtenir une bonne réception avec le récepteur à diode, il est nécessaire de travailler avec une antenne extérieure comme décrit à l'expérience 41. De plus, l'écoute n'est possible que pour un émetteur situé dans un rayon de 60 à 80 km maximum. A l'endroit où il est dénudé, le fil d'antenne ne doit toucher ni les arbres, ni les murs d'une maison. Le fil de terre doit assurer un très bon contact avec une conduite d'eau ou de chauffage central comme indiqué à l'expérience 41.

3° *Réception insuffisante* : Dans le cas où, malgré une bonne antenne et une bonne prise de terre, il serait difficile d'obtenir une bonne audition avec les récepteurs à diode, transistor ou lampe, il faut modifier les branchements de la bobine d'accord et du condensateur variable comme indiqué dans les expériences 45 b et 48, de cette façon, on peut accorder le récepteur sur la longueur d'onde de l'émetteur désiré.

N'essayez pas de monter le poste à transistor, ou celui à transistor et lampe, avant d'avoir réalisé avec succès toutes les expériences préliminaires. Un bruit de fond continu dans le récepteur à transistor indique que le transistor a été probablement endommagé par un branchement non conforme et qu'il ne peut plus servir. Veuillez faire les essais N° 58 et 61. Vous saurez tout de suite si votre transistor est encore en bon état.

# LE JEUNE RADIO

Plus de **100** EXPÉRIENCES

De la pile de lampe de poche jusqu'au récepteur à grande distance. A l'aide de ce matériel d'essai moderne, les jeunes et les adultes construisent eux-mêmes des récepteurs à transistors, des amplificateurs à transistors, des récepteurs à lampes, audion à réaction, récepteur de voyage.

Nombreux essais de principe et de détail. Possibilité d'extension par l'achat d'une lampe (et d'une boîte complémentaire).

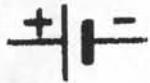
par le Dr W. FRÖHLICH

17<sup>e</sup> édition - 1964

KOSMOS · LICENCE DE FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG

FABRICATION  POUR LA FRANCE ET LA COMMUNAUTE

# SIGNES CONVENTIONNELS



Pile



Croisement de connexion sans contact



Croisement de connexion avec contact



Jonction de deux connexions



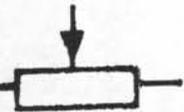
Interrupteur S



Lampe à incandescence



Résistance R



Potentiomètre P  
(résistance réglable)



Self à fer L



Transformateur basse fréquence



Bobinage haute fréquence L



Bobinage haute fréquence à prise supplémentaire



Transfo haute fréquence (bobine d'accord)



Ecouteur



Haut parleur



Condensateur C



Condensateur variable



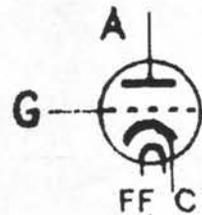
Condensateur électrolytique



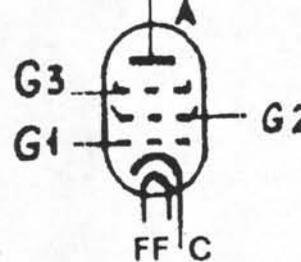
Diode D



Transistor  
(B = Base, E = Emetteur, C = Collecteur)



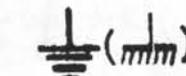
Triode  
F-F = Filament  
G = Grille  
A = Anode  
C = Cathode



Pentode  
F-F = Filament  
G1 = Grille de commande  
G2 = Grille écran  
G3 = Grille d'arrêt  
A = Anode  
C = Cathode



Terre (masse)



Courant continu



Courant alternatif

Résistances :

1 MΩ = 1 Meg-Ohm (1000 kΩ)

1 kΩ = 1 Kilo-Ohm (1000 Ω)

1 Ω = 1 Ohm

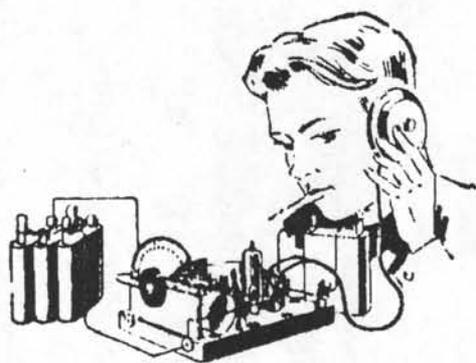
Condensateurs :

1 pF = 1 Picofarad

1 nF = 1 Nanofarad (1000 pF)

## **NOTA**

Afin de respecter le Code Standard International, les valeurs exactes des trois résistances contenues dans la boîte du « Jeune Radio », sont respectivement de : 47 K  $\Omega$ , de 4,7 K  $\Omega$ , et de 2,2 M  $\Omega$ , au lieu de 50 K  $\Omega$ , 5 K  $\Omega$ , et 2 M  $\Omega$ , comme indiqué sur certains schémas et à certains passages du texte.



Le jeune Radio est le plus savant parmi ses frères, qu'ils s'appellent « Petit Electricien », « Petit Chimiste », « Petit Physicien » ou « Petit Biologiste ». Le voici devant son matériel. Il contemple l'écouteur qui lui permet d'entendre la voix des émetteurs lointains qu'il aura choisis grâce à la bobine d'accord et au condensateur variable. Travaillant avec ordre et méthode, le jeune radio a étudié pour commencer la pile de lampe de poche ainsi que la petite ampoule. Puis il a construit un petit émetteur d'étincelles sur la plaque RS 2 à l'aide de la bobine d'électro-aimant et du ressort manipulateur. Il est abondamment fourni en fil de connexion et pincettes ressort.

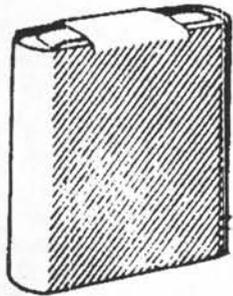
Le générateur d'étincelles lui montre, grâce à la limaille de fer, la possibilité d'une émission sans fil. Plus loin, il prend contact avec un récepteur à diode avec lequel il peut entendre des émissions de radio sans l'emploi de piles. Ensuite le jeune radio construira même un récepteur travaillant avec un transistor selon les procédés les plus modernes de la technique radio-électrique. Il apprend également la façon de se servir d'un transistor comme amplificateur. En revanche, il ne se servira des condensateurs téléphoniques et condensateurs plats que lorsqu'il aura acquis la lampe de radio appropriée qui lui permet les expériences du chapitre III et la construction d'un poste à lampes.

En sa qualité de savant chercheur, le jeune Radio ne prendra pas la résolution de construire dès le début un poste à transistor. Il prendra au contraire la peine d'effectuer avec méthode tous les essais préliminaires afin de devenir un radio-électricien de métier qui comprend réellement tous les montages.

# 1. DE LA BATTERIE DE LAMPE DE POCHE AU RÉCEPTEUR A DIODE

## 1. La batterie de pile

Il est inutile de vous la présenter. Vous connaissez certainement la pile de lampe de poche pour l'avoir utilisée comme source de courant fidèle au cours d'expériences sur l'électricité. Jusqu'à présent, vous abandonnez votre batterie de pile quand elle était usée et qu'elle avait livré tout son courant, ou vous la démontez pour voir ce qu'elle renfermait. Notre nouvelle batterie de pile est bonne, mais rien extérieurement ne nous permet de l'assurer. Déchirons la bande de garantie du constructeur et appliquons les deux lames de la pile sur la langue. On perçoit immédiatement un goût acide désagréable



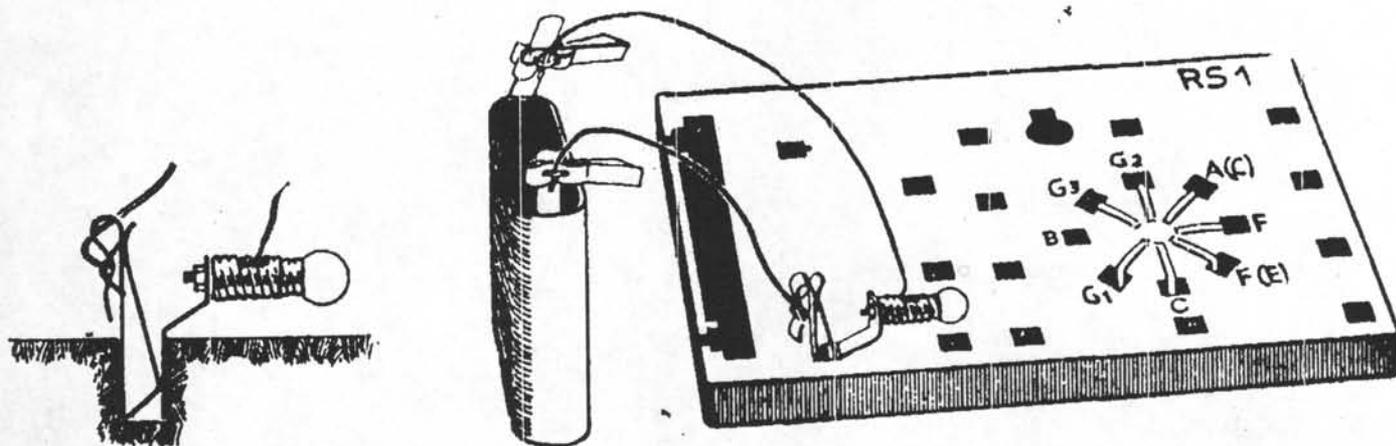
Il n'est pas recommandé de se servir de sa langue comme indicateur de courant et, dans certains cas, ce procédé pourrait devenir dangereux.

## 2. Transport de courant

Le courant peut être conduit ou transporté par des fils. Notre fil conducteur est recouvert d'une couche isolante afin d'éviter de changer le chemin parcouru par le courant au cas où deux fils se touchent. Nous coupons deux morceaux de fils de 20 cm de longueur chacun et nous dénudons les extrémités sur une longueur de 1 cm environ pour permettre au courant d'entrer et de sortir du fil. Pour dénuder le fil, on entaille l'isolant à l'aide d'un canif et on le retire en tournant légèrement. Attention de ne pas blesser le fil conducteur, car il deviendrait cassant à cet endroit. Après avoir utilisé nos fils pour le branchement, nous les mettons soigneusement de côté, car nous nous en servirons pour les expériences futures.

Il s'agit maintenant, comme le montre la figure, d'envoyer le courant dans la petite ampoule. On introduit le support de lampe munie de sa douille dans un des trous carrés de la plaque RS 1 et on maintient le tout avec une pince ressort dont l'angle appuie sur le support. La partie dénudée d'un de nos fils est pincée dans la pince ressort et la partie dénudée du deuxième fil est passée par le petit trou prévu dans la douille de la lampe ; on visse alors l'ampoule. Les deux autres extrémités de nos fils sont reliées à la batterie de pile à l'aide de deux pinces ressort. La manière de réaliser ce branchement est donnée en détail au paragraphe 4.

Pour allumer ou éteindre l'ampoule, il suffit de la visser ou de la dévisser légèrement de sa douille.



### 3. Le courant a besoin d'un fil pour l'aller et d'un autre pour le retour

Vous voyez que, pour relier un appareil qui consomme du courant (dans notre essai : la petite ampoule) à une source de courant (notre batterie de pile), il faut toujours deux fils. Dans l'un, le courant va de la source vers le récepteur, et dans l'autre il retourne vers la source. On établit donc un circuit électrique, comme il est dit en terme de métier. Si nous interrompons notre circuit électrique en un point quelconque, notre petite lampe s'éteint.

### 4. Nos pinces ressort

Pour nous permettre de réaliser tous nos essais, il nous faut d'abord connaître les différents éléments que renferme notre boîte. Dans chaque essai, qu'il s'agisse d'électro-technique ou de radio, un des problèmes essentiels est le branchement de deux fils l'un à l'autre, ou le branchement d'un fil à



une autre pièce. Notre jeune Radio détient donc des pinces ressort qui lui assurent la possibilité de résoudre toutes sortes de branchement. La figure (a) nous montre une vue de côté de la pince. En appuyant sur la pince comme indiqué sur la fig. (b) on libère un petit œillet au travers duquel on peut facilement passer un fil conducteur. Dès que l'on cesse d'appuyer sur la pince, le fil est solidement maintenu (fig. c). Ceci ne représente seulement qu'une des nombreuses possibilités de nos pinces. Elles peuvent être également encastrées dans les cavités carrées de nos deux plaques de base (Voir fig. de l'essai N° 2). On peut glisser

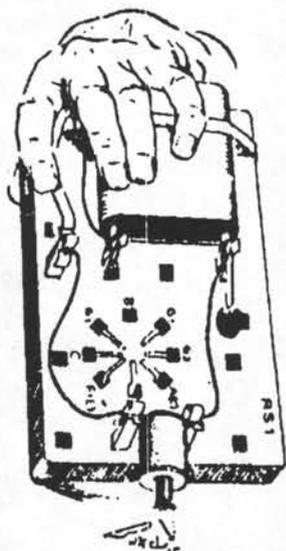


entre les deux branches, à l'endroit indiqué par la flèche, les cosses de branchement de la bobine d'accord N° 17, le condensateur plat N° 22, ou encore

la résistance bobinée N° 13. Les pinces ressort peuvent servir à brancher une pile (Voir essai N° 2) en les glissant sur les languettes de celle-ci. Elles servent également à fixer les tiges d'antenne, à brancher le transistor, l'ampoule électrique, la bobine de l'électro-aimant, etc... Finalement, le moment venu, nous verrons l'utilisation de ces pinces pour la fixation et le branchement de la lampe de T.S.F. Dans le cas où l'on utiliserait du fil fin pour les branchements, il suffirait de replier les extrémités sur elles-mêmes sur une longueur de 1 cm environ afin d'obtenir un meilleur serrage.

### 5. Le courant a de la force

Le courant a des propriétés autres que celle de produire de la lumière : entre autres, il permet de soulever de lourdes charges. Si l'on oblige, par exemple, le courant de circuler dans un bobinage que l'on aura réalisé autour d'un noyau de fer, le noyau acquiert la propriété d'attirer d'autres morceaux de fer : il devient magnétique. Introduisons le noyau 8 dans la bobine 7 et pinçons la bobine par ses œillets dans deux pinces ressort montées dans la plaque RS 1. (Voir fig. ci-contre).



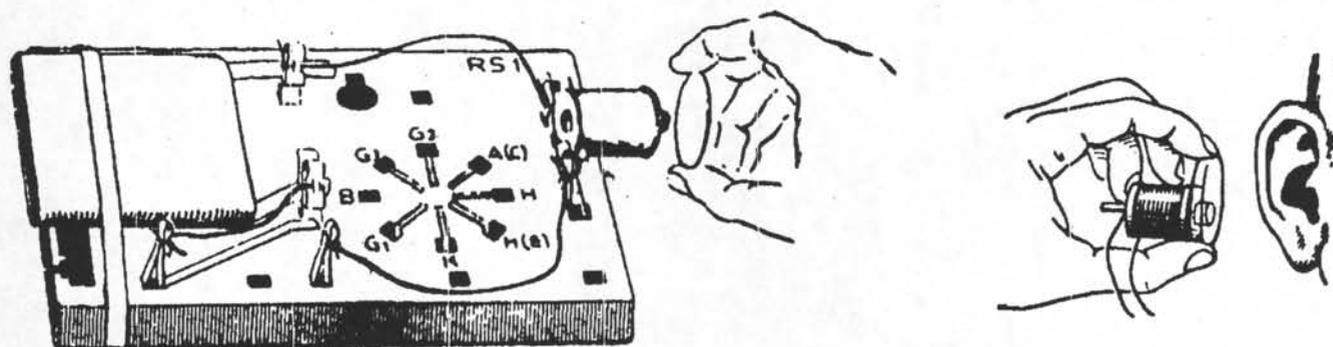
Les languettes de la pile de lampe de poche seront également pincées dans deux pinces ressort et, à côté de la batterie de pile, on fixera le ressort manipulateur. Cette fixation du ressort manipulateur se fait comme la fixation du support de lampe (voir paragraphe N° 2). Si nous approchons du noyau de petits objets en fer tels que clous, épingles, etc... nous constatons que ces objets sont attirés par le noyau. L'expérience est encore plus amusante si nous soulevons l'ensemble de la plaque avec son montage pour l'approcher des petits objets en fer disposés sur la table. On les voit sauter après le noyau et il est curieux de constater qu'il faut beaucoup de force pour les en

détacher. Si on coupe le courant à l'aide du ressort-manipulateur, on s'aperçoit que tous les petits objets en fer retombent tout seuls sur la table. En rétablissant le courant, ils ressautent sur le noyau. Le noyau ne devenant magnétique qu'autant que le courant électrique circule dans les spires de la bobine, on appellera l'ensemble un électro-aimant.

### 6. Nous entendons le courant

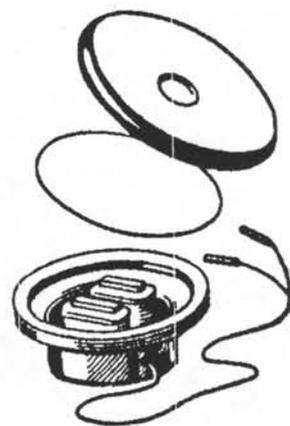
Nous avons tout d'abord senti le courant en touchant les languettes de la pile avec la langue, ensuite nous avons vu qu'il était capable de produire de la lumière. Nous venons de voir qu'il a de la force et, maintenant, nous voulons l'entendre. Nous appliquons le couvercle ou le fond d'une petite boîte en fer blanc (une vieille boîte de cirage, par exemple) contre l'électro-aimant qui est fixé sur la plaque de base comme dans l'expérience N° 5.

Auparavant, il faut s'assurer que le couvercle est bien en fer et qu'il peut, comme dans l'expérience n° 5 être attiré par un aimant. Quand nous fermons le courant, la bobine attire le fer blanc et l'air ambiant est ainsi ébranlé. Notre oreille peut facilement le constater car il se produit un bruit de craquement.



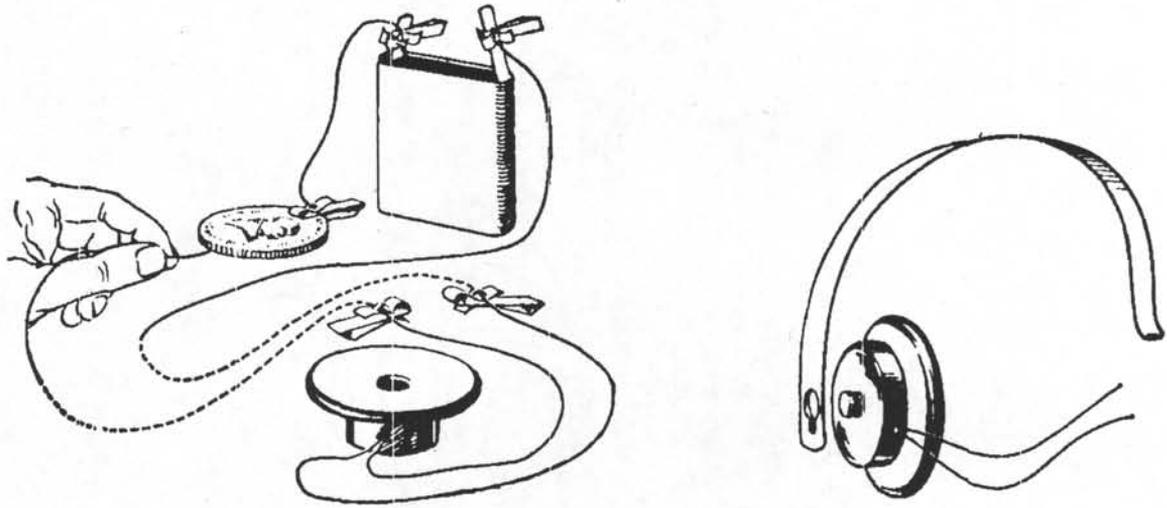
## 7. L'écouteur

A condition d'être soigneux, nous pouvons sans danger dévisser le couvercle de notre écouteur. On voit alors, sous le couvercle, un disque en tôle de fer qui est attiré par un aimant. Cet aimant est en acier spécial et c'est pour cette raison qu'il conserve son aimantation ; aussi le disque en fer adhère-t-il à l'écouteur dès qu'on le pose dessus. Si nous glissons le disque délicatement vers le côté, nous apercevons deux bobines d'électro-aimant. Quand on envoie le courant de la pile de lampe de poche dans les deux fils de l'écouteur, la force de l'électro-aimant additionnée à celle de l'aimant attirera le disque en fer blanc encore davantage, ou alors il le repoussera suivant le sens de branchement de la pile. L'anneau en carton qui se trouve sous le disque en fer blanc (membrane) maintient celui-ci à une distance telle, pour lui permettre de vibrer librement sans toucher l'aimant. En revisant l'écouteur et en le branchant ensuite comme dans l'expérience n° 6 en lieu et place de notre bobine, nous entendons un fort craquement en portant l'écouteur à l'oreille et en agissant sur le manipulateur. Au remontage de l'écouteur, veiller à visser le couvercle sans forcer, au besoin tourner le couvercle d'abord d'un tour en arrière pour s'assurer que le filetage est bien amorcé.



## 8. Audition à distance

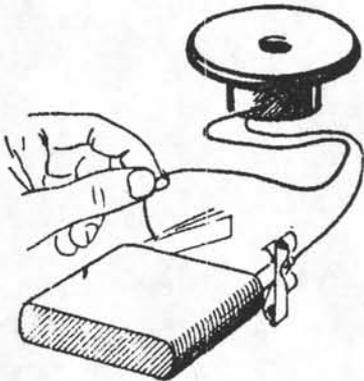
L'appareil dont nous venons de parler et que nous avons appelé écouteur téléphonique, peut être appelé écouteur à distance ou tout simplement écouteur. Plaçons-le dans une pièce et rellons-le, au moyen de deux fils suffisamment longs, à la pile de lampe de poche qui sera dans une pièce voisine. Nous pourrions alors entendre à distance.



Nous demandons à un ami d'ouvrir et de fermer le courant de la pile et nous entendrons les craquements. Ces craquements deviennent particulièrement audibles si on introduit dans le circuit de l'écouteur soit une lime à ongles, soit une pièce de monnaie à bord moleté, et que l'on promène le fil sur les aspérités que présente la lime ou le bord de la pièce de monnaie ; on perçoit alors distinctement un crépitement dans l'écouteur. Afin de faciliter la manipulation de l'écouteur, il a été prévu dans la boîte du jeune Radio un ressort porte écouteur N° 25. Vous l'avez certainement découvert en sortant la plaque de base RS 1 de votre boîte, puisqu'il trouve sa place dans le logement en-dessous de cette plaque. On passe le bouton qui se trouve à l'arrière de l'écouteur à travers le trou du ressort et on tire l'écouteur vers le bas. On déforme le ressort à la demande pour maintenir l'écouteur correctement sur l'oreille.

## 9. Transmission à distance d'un son

Chaque fois que notre oreille perçoit un son, il est dû à la vibration rapide d'un corps. Tel est le cas pour une corde de violon que l'on frotte avec l'archet ou pour une languette métallique d'harmonica.



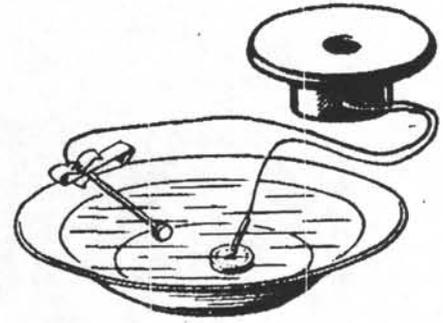
Nous allons produire un son nous-mêmes. A cet effet, nous soulevons la lame longue de la pile sans la plier, et nous l'abandonnons à elle-même. Cette lame vibre et produit un son qui n'est pas particulièrement harmonieux. Maintenant, nous envoyons le courant de la batterie de pile dans notre écouteur et, pour cela, nous rellons un des fils de l'écouteur à la lame courte de notre pile, tandis que l'autre est maintenu faiblement contre la lame longue que nous faisons vibrer.

Le bourdonnement de la lame est transmis à l'écouteur où il se manifeste comme un son.

## 10. La pile à eau

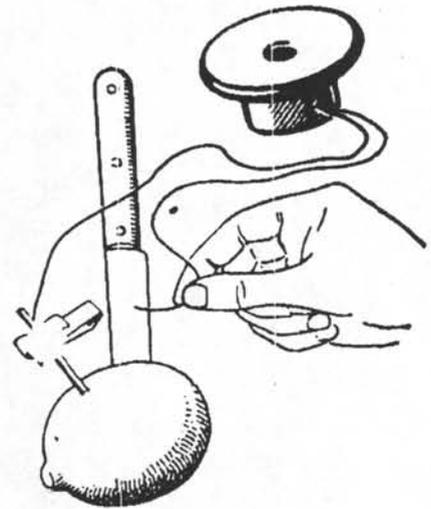
Notre écouteur peut deceler des courants très faibles. Une vieille pile de lampe de poche qui n'est plus capable de faire rougir une petite ampoule produira encore un fort craquement dans l'écouteur. Une pile se compose de deux métaux plongés soit dans un acide, soit dans une solution basique.

Nous allons nous construire maintenant une pile simplifiée : Nous dissolvons un peu de sel de cuisine dans de l'eau et nous versons cette solution dans une assiette creuse. Dans le fond de cette assiette sera posée une pièce de monnaie en cuivre. Nous rellons l'une des extrémités du fil d'écouteur à une pointe (clou) à l'aide d'une de nos pinces ; ce clou plongera également dans l'eau salée. En grattant avec le 2<sup>e</sup> fil de notre écouteur la pièce de monnaie qui se trouve dans l'assiette nous percevrons alors dans l'écouteur un crépitement très net produit par les contacts successifs du fil sur la pièce de cuivre. Le courant produit par notre pile « cuivre - sel de cuisine - clou » est très faible, et il faudrait qu'il soit au moins mille fois plus fort pour faire briller notre petite ampoule. L'écouteur permet donc de déceler les courants faibles.



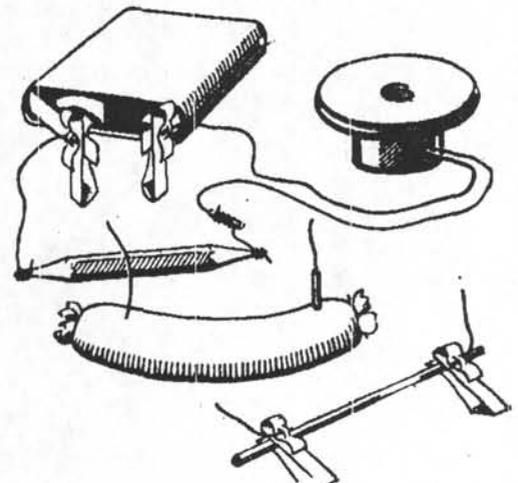
## 11. La pile au citron

se compose tout simplement d'un citron dans lequel on aura enfoncé deux métaux différents, soit, par exemple, un couteau de cuisine et un fil de cuivre bien propres. L'écouteur décele le courant produit par cette pile étrange.



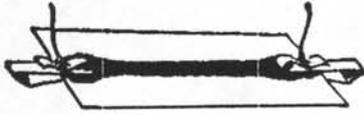
## 12. Conducteurs et isolants

Le courant électrique circule aisément dans un fil de cuivre, moins bien dans un fil de fer, et pas du tout à travers une bougie. Il existe des matières qui laissent passer du courant en faible quantité, mais tout de même suffisamment pour permettre de le déceler à l'écouteur. Examinons donc avec notre écouteur la conductibilité au courant électrique des quelques objets suivants : fruits frais, saucisse, fil à coudre sec, fil à coudre mouillé, allumette et mine de crayon. Pour tous ces essais, un fil de la pile de lampe de poche sera relié directement à l'écouteur, tandis que l'autre fil de pile sera relié à l'objet à examiner, pour repartir de celui-ci à l'écouteur.



### 13. Le trait de crayon conducteur

Nous avons remarqué dans l'expérience précédente que la mine de crayon conduit bien le courant. La grande sensibilité de l'écouteur nous permet même de déceler le courant extrêmement faible qui passe dans un trait assez court que l'on trace avec un crayon sur une feuille de papier. Nous prendrons un papier blanc et, avec un crayon tendre, nous passerons plusieurs fois sur le même trait afin d'obtenir un bon contact avec nos pinces serre-fils. L'expérience nous montrera que le courant passe par le trait, mais avec une certaine difficulté. On exprime cette difficulté en disant que le trait offre une grande résistance au passage du courant. Nous nous souviendrons de cette particularité et, quand nous voudrons plus tard insérer une forte résistance dans un circuit, nous nous servirons du trait de crayon.



### 14. Valeur des résistances

De même que les poids des corps s'expriment en grammes (g) ou en kilogrammes (kg)

1 g. = 1 gramme

1 kg. = 1 kilogramme (= 1.000 grammes)

les valeurs des résistances s'expriment en ohms. L'abréviation employée est la lettre grecque « oméga » ( $\Omega$ ) car si l'on avait employé la première lettre du mot ohm, cela aurait prêté à confusion en prenant ce « o » pour le chiffre « 0 ».

1  $\Omega$  = 1 ohm

1 k $\Omega$  = 1.000 ohms

1 M $\Omega$  = 1.000 kilo-ohms = 1.000.000 d'ohms

1 mégohm équivaut donc à 1.000.000 d'ohms.

Comparons les valeurs ohmiques de quelques pièces de notre boîte :

— la résistance bobinée n° 13 est d'environ 25 ohms ;

— le bobinage de l'écouteur presque de 2 kiloohms.

Dans la boîte se trouvent également 3 résistances de fortes valeurs ohmiques, c'est-à-dire N° 26 2,2 mégohms,

N° 30 4,7 kiloohms,

N° 31 47 kiloohms.

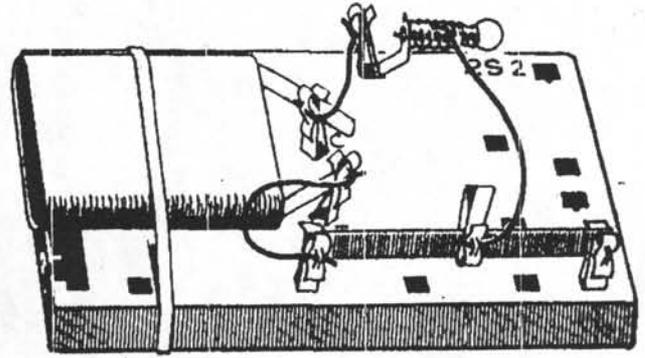
En essayant ces résistances l'une après l'autre à l'aide de notre pile de lampe de poche et de notre écouteur il est très facile de les reconnaître. Avec la résistance de 2,2 mégohms le craquement est extrêmement faible. La résistance de 4,7 kiloohms nous permet de percevoir un craquement beaucoup plus important.

Nous verrons le vrai moyen de les différencier les unes des autres lors des essais 56-57.

### 15. Une résistance de réglage

Le fil enroulé sur la résistance plate N° 13 offre également une assez forte résistance. On peut aisément s'en rendre compte en envoyant le courant de

la pile de lampe de poche dans la petite lampe, mais on le faisant passer d'abord par les spires de la résistance. Nous installons sur la plaque RS 2 deux pinces ressort distantes de 7,5 cm pour brancher la résistance ; une troisième pince munie d'un fil qui va à l'ampoule, pincera la résistance à cheval (voir fig.). Si nous déplaçons cette troisième pince le long de la résistance nous faisons varier l'intensité lumineuse de la petite ampoule. Nous avons utilisé la plaque RS 2 pour ne pas démonter notre électro-aimant de l'autre plaque, car il nous servira dans l'expérience suivante. Nous pourrions également nous rendre compte que la résistance a affaibli le courant dans l'ampoule en débranchant un fil de la pile : nous nous apercevons ainsi que l'étincelle est beaucoup plus faible que si nous avons conduit le courant directement à l'ampoule. On pourrait également utiliser la résistance avec un moteur pour faire varier sa vitesse en plus ou en moins. Une résistance réglable, du genre de celle décrite, s'appelle : rhéostat.

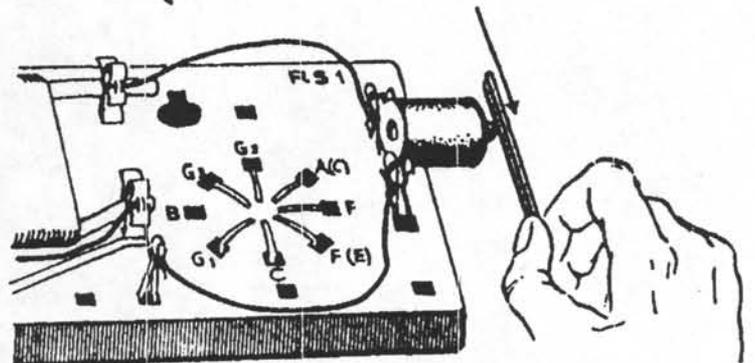


### 16. L'électro-aimant offre également une résistance

On le remarque quand on recommence l'expérience précédente en remplaçant la résistance par la bobine de l'électro-aimant. Le courant qui arrive à la petite ampoule traverse d'abord la bobine de l'électro-aimant et la lueur de l'ampoule est plus faible. On se souvient que, lorsque le courant traversait la résistance, on obtenait une toute petite étincelle en débranchant un fil. En débranchant le même fil quand le courant passe par la bobine, on remarque que l'étincelle est non seulement plus importante que dans le cas précédent, mais renforcée par rapport à celle que nous avons pu apercevoir dans l'expérience N° 2, quand nous avons fait briller notre lampe avec la pile. Ce fait est très remarquable et très important. Dans un circuit électrique qui comprend une bobine, l'étincelle de rupture est toujours plus importante que dans un circuit sans bobine, et il faut nous en souvenir pour les expériences futures.

### 17. Tiges en acier et électro-aimant

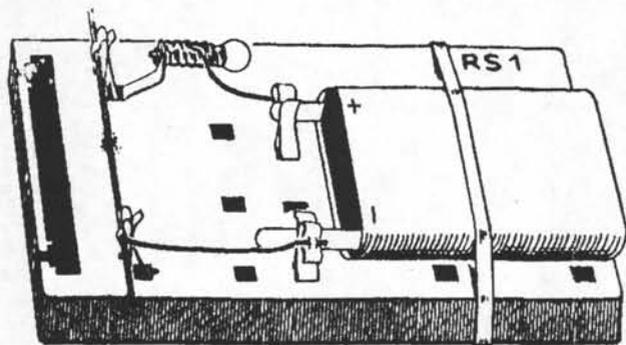
Pour les expériences qui vont suivre, nous nous servirons de 2 tiges en acier N° 32. Nous les aimanterons en les passant plusieurs fois dans le sens de la longueur sur l'électro-aimant installé sur la plaque de base RS I depuis l'essai N° 5. Nous



verrons les deux tiges en acier l'une contre l'autre et nous les passons sur toute leur longueur sur le noyau en fer de l'électro-aimant. Arrivés au bout, nous soulevons les deux tiges et, après avoir décrit un arc de cercle dans l'air, nous les ramenons à leur point de départ pour recommencer l'opération toujours dans le même sens et au moins une vingtaine de fois. Pendant tout ce temps, le courant doit circuler dans la bobine, c'est-à-dire que l'on doit appuyer constamment sur le ressort manipulateur. Nous observons ensuite qu'étant devenues magnétiques par suite des frottements successifs, les tiges ne veulent plus rester l'une à côté de l'autre quand nous les posons sur la table. Elles ont au contraire tendance à se séparer. Ceci provient de ce que deux extrémités aimantées de même nature se repoussent. Les deux tiges se comportent de façon différente si on retourne l'une d'elles par rapport à l'autre, de sorte que les deux extrémités aimantées qui se trouvent en face l'une de l'autre seront inversées. Au lieu de se repousser, les deux tiges s'attirent et collent l'une à l'autre. Vous pouvez faire le même essai avec des aiguilles à tricoter en acier. Après aimantation les deux aiguilles se repoussent. Si nous approchons une des aiguilles de l'autre la deuxième se met à rouler avant qu'elle ait été touchée par la première et vous pouvez vous livrer à une véritable chasse par-dessus la table.

## 18. Le pont de limaille, notre premier émetteur à étincelles

Les deux tiges aimantées vont nous permettre de construire un pont suspendu de limaille de fer. Nous passerons les deux tiges au travers des œillets de deux pinces ressort que nous avons plantées dans le coin de la plaque de base RS 1 (voir figure) de façon qu'il reste un intervalle de 2 mm environ entre les deux extrémités des tiges. Il est important que les deux extrémités des tiges qui se trouvent en vis à vis soient justement celles qui se sont attirées auparavant. La petite ampoule, la pile de lampe de poche et le pont de limaille



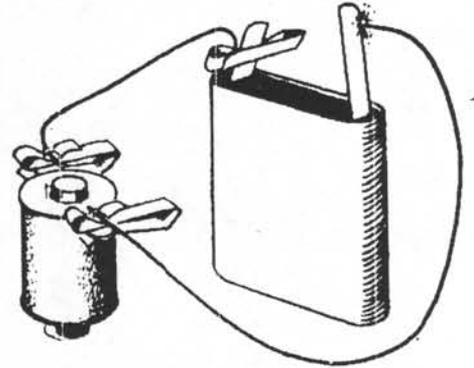
de fer, sont connectés ensemble tel qu'il est montré dans la figure. Le fil connecté à la pince ressort (en bas, à gauche de la figure) le sera comme sur la figure de l'expérience N° 4.

Nous répandons de la limaille de fer sur l'espace existant entre les deux tiges en acier, limaille que nous aurons prise dans notre tube en

aluminium N° 14. Nous saupoudrons cette limaille jusqu'à ce qu'il se crée un petit pont entre les deux tiges, pour permettre au courant de passer et d'alimenter ainsi la petite ampoule. La petite ampoule s'allumera faiblement. Si, maintenant, nous tapotons sur la plaque de base ou si nous remuons légèrement les tiges en acier, le pont de limaille de fer devient un peu moins dense, la résistance au passage du courant augmente et la petite ampoule s'éteindra. Dans l'expérience suivante, nous verrons comment ce dispositif peut travailler comme récepteur à distance.

## 19. Pourquoi dit-on radiodiffusion ?

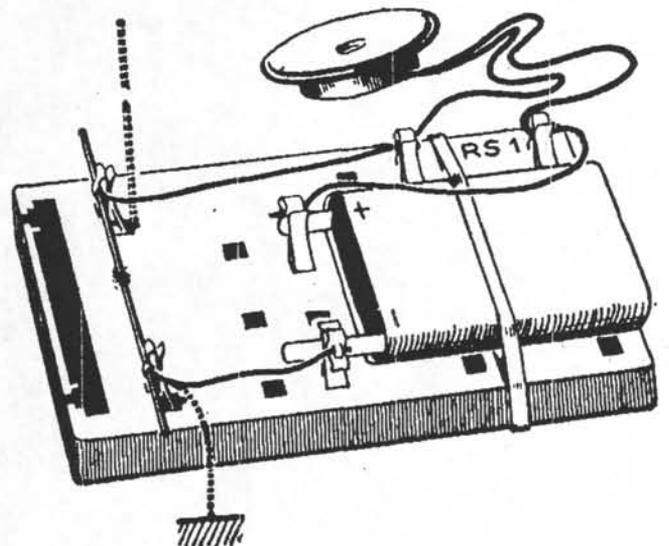
Si nous rellons une des bornes de notre bobine munie de son noyau de fer à l'un des pôles d'une deuxième batterie de pile que nous aurons achetée, et que nous touchons avec un fil rellé à la deuxième borne de la bobine l'autre borne de la batterie, de façon à créer une petite étincelle très brève, nous pourrons obtenir cette étincelle chaque fois que le courant se coupe. Si, maintenant, nous produisons cette petite étincelle très près de notre pont de limaille de fer, nous constaterons quelque chose de formidable. Dès que l'étincelle se produit, la petite ampoule émettra une lueur. Ceci paraît très bizarre, car il n'existe aucune liaison entre



le générateur d'étincelles et le pont de limaille de fer. Nous voyons ainsi pour la première fois qu'un appareil peut être influencé par un autre sans qu'il existe une liaison quelconque par fil entre les deux. Ceci est d'ailleurs la particularité qui fait de la radio une merveille. Cette étincelle a joué un grand rôle dans les débuts de la transmission sans fil. Dans notre expérience, la petite étincelle qui s'est produite à la lame de la batterie a exercé une influence particulière sur le pont de limaille. L'appareil qui a produit les étincelles était l'émetteur de radio, et le pont de limaille le récepteur. La commande de la petite ampoule peut se faire avec notre dispositif jusqu'à une distance de 10 cm environ. L'étincelle de notre émetteur crée dans son entourage immédiat de très faibles secousses, une onde électrique, et cette onde influence la résistance du pont de limaille.

## 20. Réception audible de l'étincelle de radio

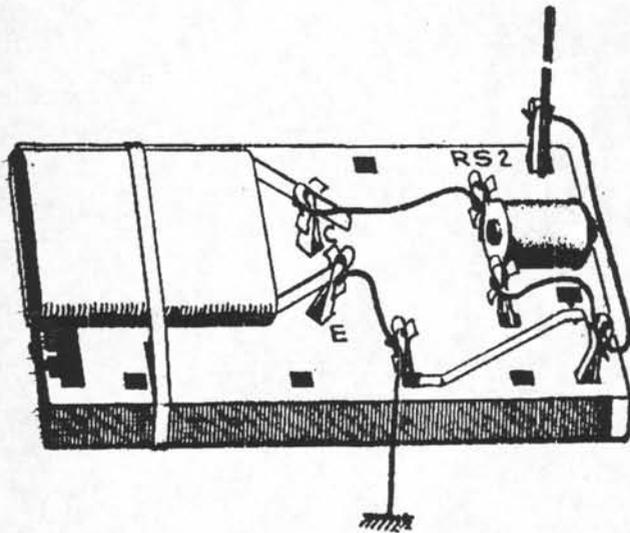
Il est beaucoup plus important pour nous, en ce qui concerne la réception d'un émetteur à étincelles, d'entendre quelque chose plutôt que de le voir. C'est pour cette raison que nous remplacerons les connexions qui vont à la petite ampoule par les fils qui vont à notre écouteur. On entend alors un craquement distinct quand l'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 nous voulons recommencer l'expérience, il nous faut d'abord tapoter légèrement sur la plaque de base afin d'ébranler le pont de limaille. On rétablit ainsi sa résistance primitive. la portée est déjà d'environ



50 centimètres. Nous avons vu que l'écouteur était influencé par du courant très faible, de sorte qu'il suffit pour notre récepteur, de se procurer une vieille pile déjà usée. Nous nous servirons de la pile neuve pour créer les étincelles.

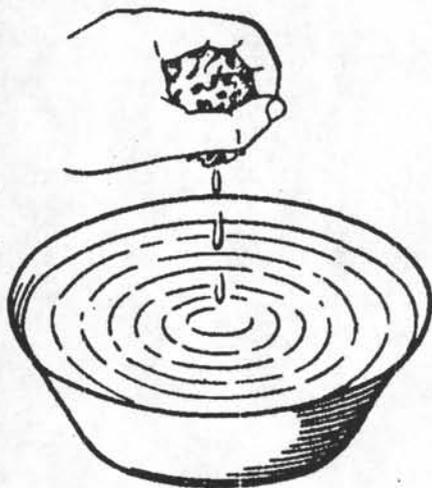
## 21. Emetteur à étincelles

Nous construirons un émetteur à étincelles sur la plaque RS 2 à l'aide de notre électro-aimant, du ressort manipulateur et de la pile de lampe de poche. Nous fixons une tige d'antenne N° 21 également à l'aide d'une pince ressort, dans la cavité droite arrière, et nous recourbons l'extrémité supérieure afin d'éviter de nous blesser. Nous installons une prise de terre en reliant un



fil de 40 cms de longueur environ à la pince gauche du ressort manipulateur. Nous laisserons pendre ce fil sur le bord de notre table. Le ressort manipulateur qui se trouve à l'avant de la plaque RS 2, produira, chaque fois que l'on appuiera dessus, un contact avec la pince ressort de droite. La pile de lampe de poche sera posée dans le milieu de la plaque et nous la maintiendrons avec

le bracelet caoutchouc N° 16. Si nous appuyons sur le ressort manipulateur, le courant parcourt ce ressort pour aller à la bobine. Dès que nous lâchons le ressort manipulateur, il se crée une minuscule étincelle. Nous essaierons tout de suite ce générateur d'étincelles avec notre récepteur à pont de limaille de fer. Nous posons le générateur d'étincelles sur la gauche, à côté du pont de limaille. Nous portons l'écouteur à l'oreille et nous demandons à un de nos amis d'appuyer sur le ressort manipulateur. A chaque interruption on crée une petite étincelle que nous entendons dans notre écouteur.



## 22. Théorie des ondes dans une bassine

Afin de comprendre l'action de notre appareil à distance, que nous avons attribuée à des ondes électriques inconnues jusqu'à présent, nous allons produire des ondes véritables, c'est-à-dire des ondes liquides. Si nous habitons près d'une pièce d'eau ou d'un lac, nous pouvons faire notre essai en envoyant une pierre dans l'eau, sinon nous nous servirons d'une cuvette remplie d'eau. Nous nous munirons d'une épon-

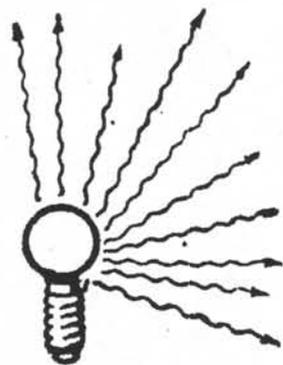
ge bien imbibée d'eau et nous laisserons tomber quelques gouttes au centre de la cuvette. Nous observons à la surface de l'eau des ondes circulaires qui partent du centre de la cuvette au point où les gouttes sont tombées, pour se propager rapidement vers le bord en s'agrandissant. Cette propagation régulière dans tous les sens est une particularité propre à toutes les catégories d'ondes.

Si vous faites l'expérience dans un étang, vous pourrez constater que les ondes se déplacent à la vitesse de 2 mètres par seconde à partir du lieu où elles se produisent et nous dirons que, dans l'eau, la vitesse de propagation des ondes est de : 2 mètres/seconde.

Un de vos amis qui frappe dans ses mains produit un ébranlement de l'air qui, tout en étant invisible, se propagera dans tous les sens, pour finalement parvenir à notre oreille. Les ondes sonores correspondent à un mouvement ondulatoire de l'air, dont la densité est de beaucoup inférieure à 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 mètres à la seconde.



Si vous sortez la nuit avec votre pile de lampe de poche et une petite ampoule que vous allumez pendant un court instant, le petit éclair que vous aurez produit sera visible à plusieurs centaines de mètres de distance et, au même instant, par tous ceux qui auront pu l'apercevoir. Partout où quelque chose reluit, la source lumineuse envoie une troisième sorte d'onde qui se propage dans tous les sens. Il s'agit d'ondes lumineuses. Elles sont d'une nature tout à fait différente des ondes ondulatoires de l'air ou des ondes liquides.



De même que le noyau en acier de notre électro-aimant crée dans son entourage immédiat un champ magnétique sans se soucier si celui-ci est dans l'air ou dans le vide comme l'espace, les ondes lumineuses occupent l'espace en partant de la source de lumière, en passant alternativement de l'état magnétique à l'état électrique, de sorte que la lumière est également une onde électro-magnétique.

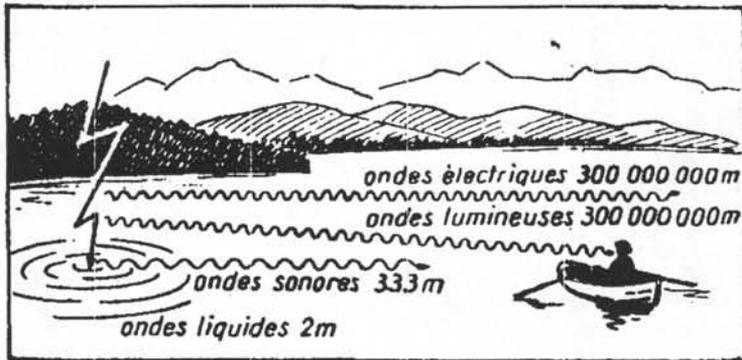
Du fait que les ondes électro-magnétique ne nécessitent pas de matière telle que l'air ou l'eau pour leur propagation, il leur est possible de se propager également dans l'espace. Il est donc possible aux ondes lumineuses du soleil de parvenir jusqu'à nous à travers l'espace. Comme elles n'ont pas à mettre en mouvement des particules de matière elles se propagent beaucoup plus rapidement que les ondes sonores dans l'air par exemple et ont une vitesse de propagation de 300.000 kms ou 3.000.000 de mètres par seconde.



Savez-vous ce que représente un chemin de 3.000.000 de mètres ? Cela représente 7 fois 1/2 le tour de la terre à l'équateur. Cela paraît inimaginable.

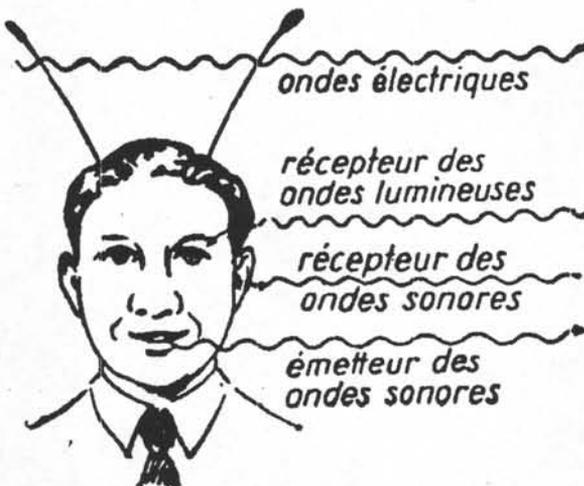
### 23. Phénomène naturel rare

Il est extrêmement rare de voir la foudre tomber dans un lac non loin d'une



barque. L'homme qui se trouverait dans cette barque aurait évidemment éprouvé une frayeur bien compréhensible. Il est fort probable qu'il ne s'est pas rendu compte du tout qu'il y avait de l'orage, sinon il ne serait pas resté sur le lac. Peut-être a-t-il dormi et n'a-t-il été réveillé que par le balancement de son bateau produit par les ondes

de l'eau. Peut-être également a-t-il été réveillé par le coup de tonnerre, c'est-à-dire par les ondes sonores émises par celui-ci. La première manifestation de l'orage aurait été pour lui la perception de la lumière intense de l'éclair c'est-à-dire qu'une onde lumineuse serait parvenue à son œil. Le phénomène s'est manifesté à lui par trois sortes d'ondes :



- 1° par les ondes de l'eau
- 2° par les ondes de l'air
- 3° par les ondes électromagnétiques de la lumière.

Comme l'éclair n'est en fait qu'une grande étincelle électrique, il s'est créé une quatrième sorte d'onde que l'homme n'a pas pu percevoir. C'est également une onde électromagnétique comme celle de la lumière qui, comme celle-ci, se propage à la vitesse extraordinaire

de 300 millions de mètres par seconde. Mais le pauvre homme ne s'est pas aperçu de l'émission de cette onde électrique, car il n'a aucune espèce d'organe récepteur naturel pour déceler cette sorte d'onde.

L'organe récepteur pour les ondes sonores est l'oreille ; l'organe récepteur pour les ondes lumineuse est notre œil qui nous permet tous les jours d'admirer les beautés de la nature.



Essayez d'imaginer vous-même quel serait l'aspect de l'homme futur si la nature le munissait d'un organe lui permettant de recevoir les ondes électriques. Les antennes des insectes sont peut-être des antennes de radio.

## 24. Qui a découvert les ondes électriques ?

Ne possédant aucun organe pour percevoir les ondes électriques, l'homme a ignoré l'existence de ces ondes pendant des siècles. Pourtant, depuis que le monde existe, les ondes électriques existent aussi, puisqu'elles sont engendrées au cours des orages par chaque éclair. Il a donc fallu mettre en évidence ces ondes et leur découverte eut lieu en 1888 par le Professeur Henri Hertz, à Karlsruhe. Cette découverte a rendu illustre le nom de ce savant.



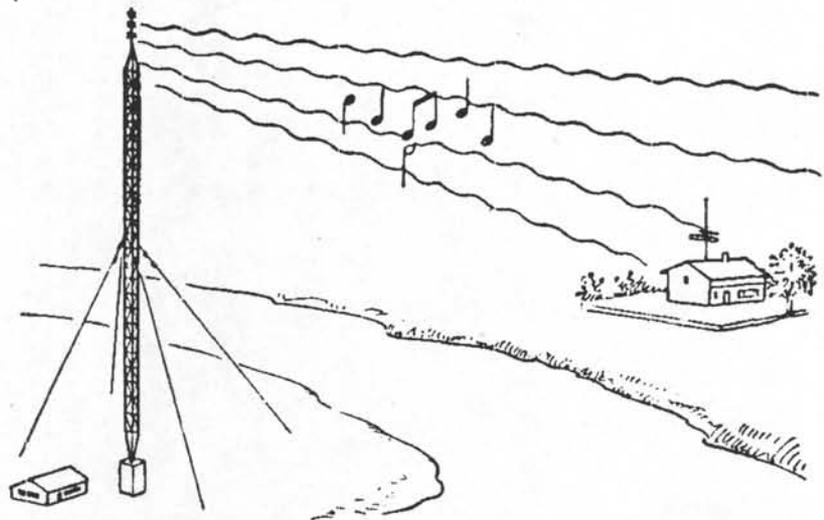
## 25. Explication d'une merveille

Vous vous êtes déjà étonnés que les ondes des émetteurs puissants rayonnent sur toute l'Europe et parviennent même en Amérique ou en Extrême Orient, autrement dit quelles couvrent toute la terre.

Comparons-les aux ondes liquides provoquées par une pierre lancée dans l'eau et qui sont déjà aplaties à une distance de 20 à 30 mètres. Les ondes sonores produites par une détonation ont une vitesse de propagation 100 fois plus grande et sont entendues à une distance de 2 à 3.000 mètres. Une onde électrique dont la vitesse est de 300.000.000 de mètres, ou 300.000 kilomètres à la seconde parcourt facilement quelques milliers de kilomètres avant que sa force ne soit épuisée.

## 26. Les ondes électriques porteuses de musique

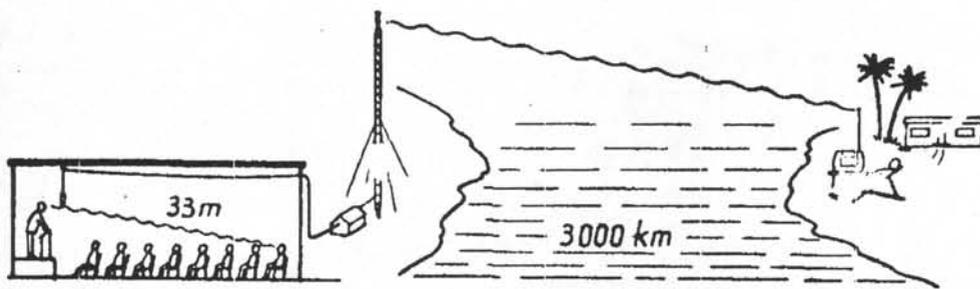
Comme les ondes sonores elles-mêmes ne peuvent porter à des distances considérables, elles sont prise en charge par un émetteur de radio et transportées par ondes électriques jusqu'à notre récepteur de radio. Pour cette réalisation, on varie la force des ondes électriques (crêtes d'ondes) qui émanent de l'émetteur en phase avec les ondes sonores.



Amplitude des crêtes d'ondes : les oscillations de ces ondes sont transformées dans notre récepteur en variation de courant et dirigées vers l'écouteur. Celui-ci les retransforme en son.

## 27. Un problème pour les bons calculateurs

Un orateur parle dans une salle de 33 mètres de longueur et son discours, transmis par radio, est entendu dans une maison située à 3.000 kilomètres, en



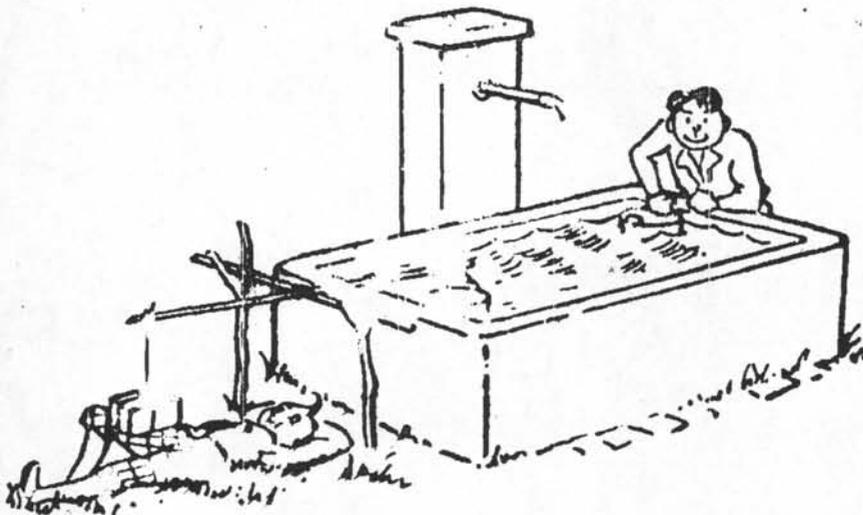
Afrique par exemple. Il s'agit de calculer quel est le temps nécessaire à l'onde sonore pour parvenir à un auditeur assis tout au

fond de la salle, et quel est le temps nécessaire à l'onde de radio pour parvenir à l'auditeur installé en Afrique.

L'onde sonore parcourant 333 mètres à la seconde, l'auditeur dans la salle étant assis à 33 mètres de l'orateur, il est évident que l'onde lui parvient au bout de  $1/10^{\circ}$  de seconde.

L'onde de radio parcourt 300.000 kilomètres à la seconde ; notre auditeur africain se trouve à 3.000 kilomètres, l'onde lui parvient en  $1/100^{\circ}$  de seconde. Il est bizarre de constater que, grâce aux ondes radio électriques, l'auditeur se trouvant en Afrique entend le discours avant celui se trouvant dans la salle même où il a lieu. Si l'on avait la possibilité de diminuer de 100 fois la vitesse de propagation des ondes sonores et des ondes radio-électriques, ces ondes seraient entendues au bout d'une seconde en Afrique et neuf secondes plus tard seulement dans la salle où a lieu le discours. Veuillez bien vérifier ces calculs.

### 28. Expérience de radio dans un bassin

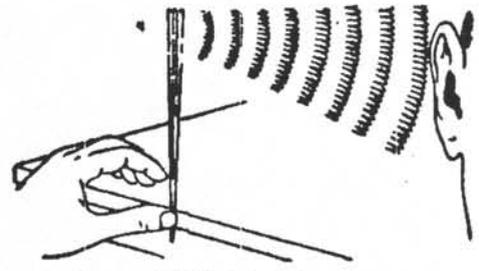


Vous avez certainement compris en regardant la figure comment Pierre et Paul se transmettent des signaux au moyen d'ondes liquides. Pierre plonge et retire alternativement le seau dans un coin du bassin, produisant ainsi des ondes liquides. Un autre seau semblable au premier, partiellement rempli d'eau afin de ne pas basculer, flotte au coin opposé du bassin. Le mouvement des vagues le fait monter et descendre et ses déplacements font comprendre à Paul que Pierre désire lui parler.

### 29. Emetteur d'ondes sonores

Pour engendrer des ondes liquides, il nous a fallu enfoncer et relever alternativement et lentement un seau. Pour produire des ondes dans l'air dont la densité est de beaucoup inférieure à celle de l'eau, le mouvement devrait être

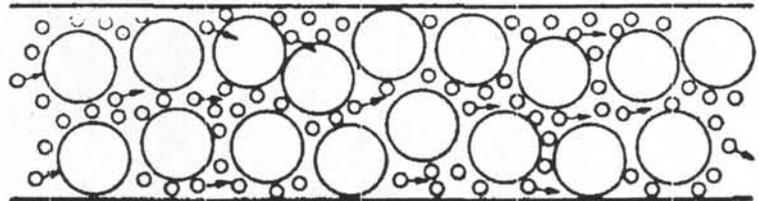
100 fois plus rapide, c'est-à-dire alterner 300 fois par seconde. Si nous faisons vibrer une aiguille à tricoter, celle-ci engendre des ondes aériennes, qui, parvenant à notre oreille, font vibrer la membrane de notre tympan. Puisque nous percevons le bourdonnement de l'aiguille, cela prouve que l'oreille est précisément l'organe récepteur des ondes aériennes.



Il est presque évident que les ondes liquides ne peuvent pas impressionner l'oreille et, inversement, que les ondes aériennes ne parviennent jamais à faire danser un seau dans un bassin rempli d'eau. Il nous faut remarquer que les ondes sont engendrées par un mouvement vibratoire des corps. Elles sont capables de faire vibrer d'autres corps, à la condition que ces derniers soient de grandeur et de nature semblables aux corps qui engendrent les ondes.

### 30. Emetteur pour ondes électriques

Pour engendrer des ondes dans l'air dont la densité est beaucoup plus faible que celle de l'eau, le corps devrait vibrer beaucoup plus rapidement que celui qui engendrerait des ondes dans l'eau. Pour produire des ondes dans le champ électro-magnétique terrestre, dont la densité est infime, un corps doit vibrer plusieurs centaines de milliers de fois par seconde. Or, il n'existe aucun corps capable de vibrer à une telle vitesse. Seules, les particules infiniment petites de l'atome qu'on appelle élec-



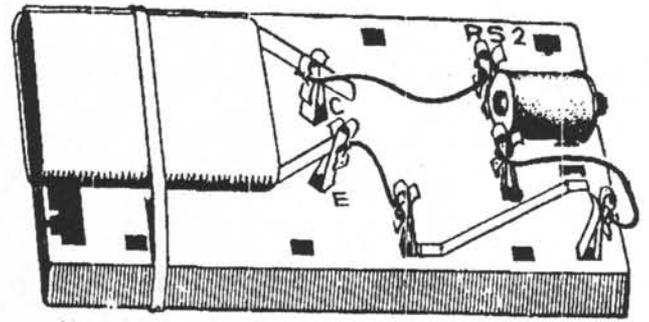
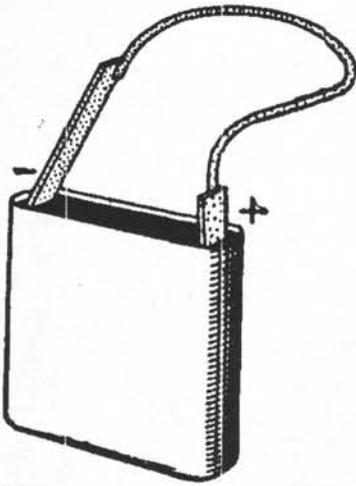
trons, sont assez minuscules, et par conséquent assez légères, pour pouvoir exercer ce mouvement rapide. Sachez que les

électrons sont plusieurs milliers de fois plus petits que les plus petites particules qui constituent par exemple un fil de cuivre. Les électrons accompagnent toujours ces particules minuscules et sont leurs compagnons inséparables. Lorsqu'un courant électrique circule dans un fil, ce sont précisément les électrons qui se déplacent dans les espaces vides existant entre les particules qui constituent le fil.

Le réseau de distribution d'électricité est parcouru par un courant alternatif de 50 périodes par seconde. Cela montre que les électrons ne sont nullement gênés de se précipiter dans un fil dans un sens déterminé, de faire demi-tour pour retourner à leur point de départ et de recommencer ce circuit 50 fois par seconde.

### 31. La pile de lampe de poche : une pompe d'électrons

Si nous rellions les deux lames d'une pile de lampe de poche par un fil conducteur, les électrons siégeant dans le fil se mettent en mouvement. La batterie de pile est pour ainsi dire une sorte de pompe à électrons.



Elle aspire avec la lamelle courte que nous désignerons par le pôle + les électrons du fil conducteur, pour les chasser à travers la batterie de pile dans la lamelle longue que nous appellerons pôle -, et à nouveau dans le fil conducteur. C'est ainsi que le courant des électrons circule jusqu'à épuisement de la batterie de pile.

Nous ne devons pas relier purement et simplement les deux languettes de la pile avec un fil, car elle fournirait beaucoup trop de courant et serait inutilisable au bout de quelques minutes. Nous enverrons d'abord le courant à travers la bobine, ainsi que nous l'avons fait avec notre générateur d'étincelles dans l'expérience 31. Quand on appuie sur le ressort manipulateur et qu'on le relâche, il se crée une petite étincelle électrique. Chaque fois que nous verrons une étincelle électrique se produire, nous devons nous représenter les électrons qui sautent d'un fil conducteur saturé vers un autre fil dont les électrons ont été vidés.

### 32. Les électrons dansent

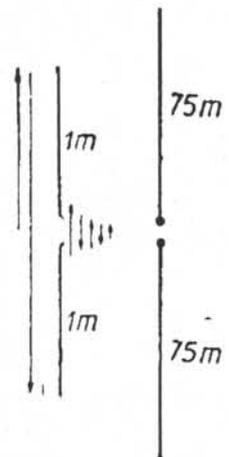


Si nous raccordons à notre générateur d'étincelles d'un côté notre antenne, et de l'autre notre morceau de fil électrique que nous laissons pendre vers le bas, tel que décrit à l'expérience 21. Nous créons de cette façon un fil pauvre en électrons, tandis que l'autre en est surchargé. Nous produisons avec le ressort manipulateur, en appuyant et en le relâchant brutalement, une petite étincelle. Ainsi, le surplus des électrons saute du fil saturé dans le fil vide à travers le ressort-manipulateur. La quantité d'électrons qui saute d'un côté à l'autre est supérieure à la quantité d'équilibre, et ce supplément est obligé de ressauter en arrière. Il se produit ainsi un balancement dans un sens et dans l'autre, balancement qui s'amortit. Nous créons une oscillation électrique. Les électrons qui dansent vers le haut et vers le bas produisent une onde qui se propage dans l'espace.

### 33. Nombre d'oscillations

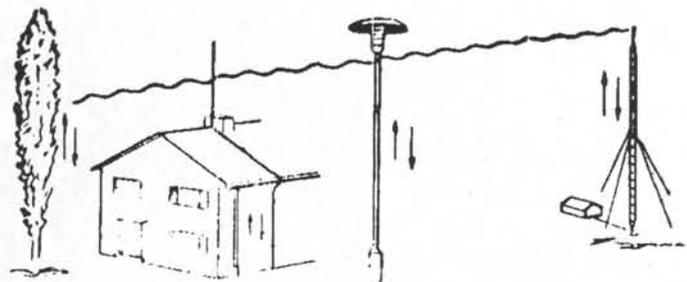
Le nombre exact d'oscillations que peuvent exécuter les électrons dépend de la longueur du fil d'antenne. Comme nous l'avons appris, les électrons peuvent circuler rapidement dans les fils électriques dans un sens ou dans l'autre. Chaque impulsion de courant se propage avec une vitesse de 300.000.000 de mètres par seconde dans le conducteur.

Dans le cas où chacun des fils d'antenne mesure 1 mètre de long, les électrons doivent parcourir pour chaque oscillation une distance de 4 mètres, c'est-à-dire d'abord vers le haut du fil supérieur, ensuite vers le bas de ce même fil, puis vers le bas du fil inférieur et à nouveau vers le haut du même fil inférieur. De cette façon, chacun des fils qui ont un mètre de longueur aura été parcouru deux fois, ce qui fait donc bien un total de 4 mètres. Ceci correspond à  $300.000.000 : 4 = 75.000.000$  d'oscillations par seconde. Les électrons effectuent donc un nombre fantastique d'oscillations quand nous fixons à notre ressort manipulateur une antenne de 1



mètre de longueur. Mais en vérité, ils n'oscillent pas pendant une seconde et restent au repos jusqu'à ce que l'on produise une nouvelle étincelle. A ce moment, ils exécutent à nouveau un certain nombre d'oscillations

Si nous choisissons un fil d'antenne de 75 mètres de long, suspendu dans une tour, et si le fil de terre mesure également 75 mètres de long, les électrons auraient à parcourir 300 mètres à chaque oscillation. Ils devraient donc exécuter « seulement » un million d'oscillations par seconde. Cela prouve que le nombre d'oscillations est fonction de la longueur du fil d'antenne. Les électrons, par leurs oscillations créent des ondes dans l'espace. Ces ondes électro-magnétiques atteignent à une certaine distance un deuxième fil vertical. Celui-ci est pour le moment le siège de quantité d'électrons au repos. Dès que ce fil est touché par les ondes rapides, les électrons qui étaient d'abord au repos, se mettent également à balancer vers le haut et vers le bas. On crée une oscillation électrique dans ce fil récepteur. Le nombre d'oscillations dans le fil d'antenne ne dépend pas uniquement de la longueur de ce fil, car si on oblige les électrons à traverser des enroulements de fil en forme de bobine, les oscillations sont ralenties et on obtient le même résultat avec des condensateurs, comme nous le verrons lors d'expériences futures.



Si nous choisissons un fil d'antenne de 75 mètres de long, suspendu dans une tour, et si le fil de terre mesure également 75 mètres de long, les électrons auraient à parcourir 300 mètres à chaque oscillation. Ils devraient donc exécuter « seulement » un million d'oscillations par seconde. Cela prouve que le nombre d'oscillations est fonction de la longueur du fil d'antenne. Les électrons, par leurs oscillations créent des ondes dans l'espace. Ces ondes électro-magnétiques atteignent à une certaine distance un deuxième fil vertical. Celui-ci est pour le moment le siège de quantité d'électrons au repos. Dès que ce fil est touché par les ondes rapides, les électrons qui étaient d'abord au repos, se mettent également à balancer vers le haut et vers le bas. On crée une oscillation électrique dans ce fil récepteur. Le nombre d'oscillations dans le fil d'antenne ne dépend pas uniquement de la longueur de ce fil, car si on oblige les électrons à traverser des enroulements de fil en forme de bobine, les oscillations sont ralenties et on obtient le même résultat avec des condensateurs, comme nous le verrons lors d'expériences futures.

### 34. Haute et basse fréquence

Le nombre d'oscillations d'un corps s'appelle fréquence. En l'honneur de la découverte des ondes électriques par Henri Hertz, on exprime aujourd'hui le nombre de vibrations par seconde en hertz (HZ). Un pendule qui bat la seconde, c'est-à-dire qui a une période d'une seconde, a une période ou une fréquence de 1 HZ. Dans les installations électriques, le courant alternatif qui alimente notre réseau lumière a une fréquence de 50 HZ. Mille périodes

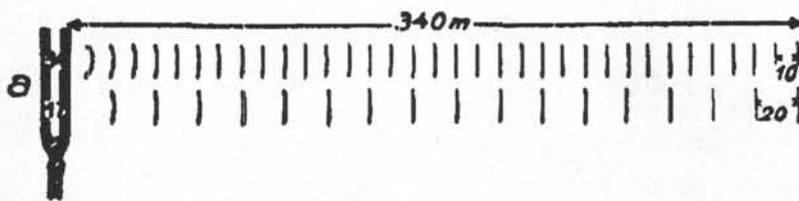
par seconde s'appellent : kilohertz (KHZ). Les 50 HZ du courant alternatif de notre installation lumière sont une fréquence très faible. Jusqu'à 20.000 périodes, on considère que ce sont de basses fréquences. Pour la transmission à distance, ne sont efficaces que les ondes produites par les courant qui changent de sens plus de 100.000 fois par seconde ; ce sont des courants à haute fréquence. La fréquence des émetteurs de radio est toujours indiquée en kilohertz (KHZ).

### 35. Fréquences et longueur d'ondes

A côté des indications de fréquence en KHZ, on indique également très souvent la longueur d'onde en mètres (m). Cette longueur d'onde n'a aucun rapport avec la portée de l'émetteur, mais indique seulement la différence de distance qui existe entre les ondes émises par l'émetteur.

Les ondes à haute et à basse fréquence se propagent à même distance en une seconde. C'est ainsi que les ondes sonores dans l'air arrivent en même temps à un endroit déterminé, autant pour les sons graves basse fréquence, que pour les sons aigus haute fréquence. Les ondes sonores parcourent par seconde environ 330 mètres.

Un diapason, pour un son très grave, envoie 17 vibrations par seconde, c'est-à-dire qu'une des ondes est séparée de l'autre par une distance (longueur d'ondes) de



20 mètres. Un diapason qui vibre à une fréquence de 34 vibrations par seconde, envoie des ondes distantes de 10 mètres. Pour toutes les sortes d'ondes, que ce soit des ondes dans l'eau, des ondes sonores ou des ondes électriques, il existe la relation :

$$\text{Longueur d'ondes en mètres} = \frac{\text{vitesse de propagation en mètres/seconde}}{\text{nombre de périodes en HZ}}$$

Pour les ondes électriques et les ondes terrestres, la vitesse de propagation est de 300.000 kilomètres par seconde, ou 300.000.000 de mètres par seconde comme nous l'avons dit lors de l'expérience N° 26. A une antenne d'émission très longue calculée pour la fréquence de 1.000.000 HZ, correspond une longueur d'onde :

$$\text{Longueur d'onde} = \frac{300.000.000}{1.000.000} = 300 \text{ mètres}$$

Les grandes ondes ont été surtout employées au début pour le trafic radio des bateaux, jusqu'à ce qu'on ait constaté que les ondes courtes sont beaucoup

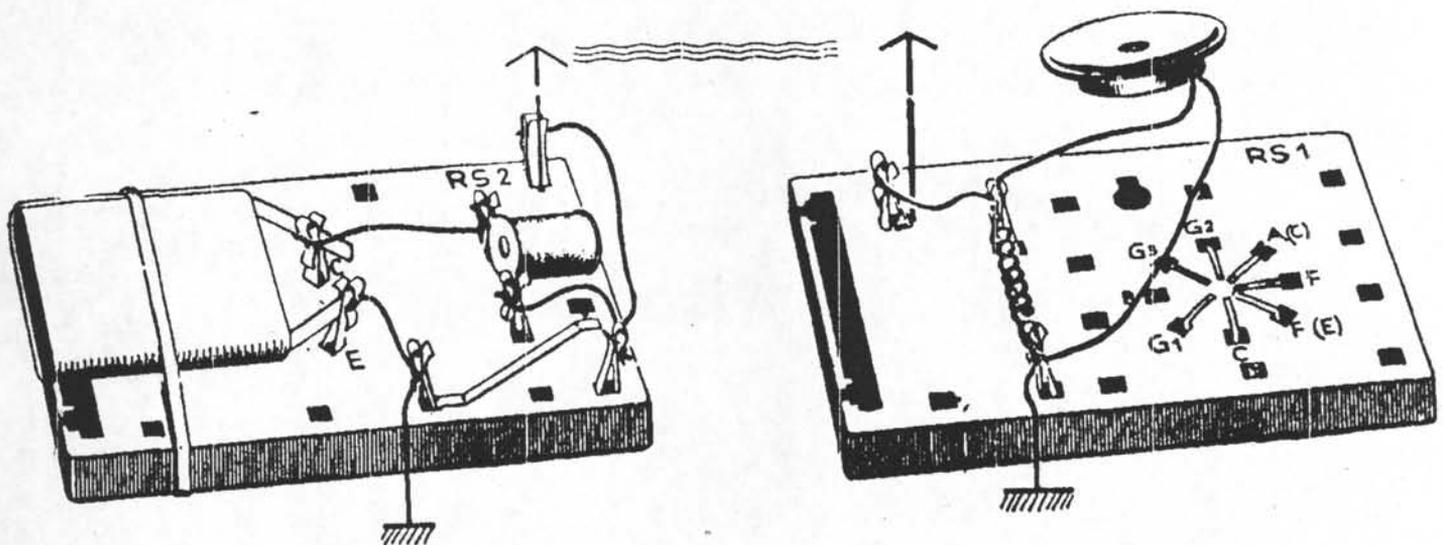
plus propices pour la transmission à grande distance. On désigne par :

G. O. = Grandes ondes	= Long d'onde	1000 à 15000 m.	= 300 à 20 KHZ
P. O. = Ondes moyennes	= Long d'onde	150 à 1000 m.	= 2 MHz à 300 KHZ
O. C. = Ondes courtes	= Long d'onde	10 à 75 m	= 30 à 4 MHz
O.U.C. = Ond. ultra court.	= Long d'onde	1 à 10 m.	= 300 à 30 MHz
Ondes décimétriques	= Long d'onde	10 à 100 cm	= 3000 à 30 MHz
1 MHz = 1000 KHZ = 1.000.000 HZ			

Les émetteurs de télévision transmettent images et sons dans les ondes ultra-courtes.

### 36. Evidence des ondes électriques

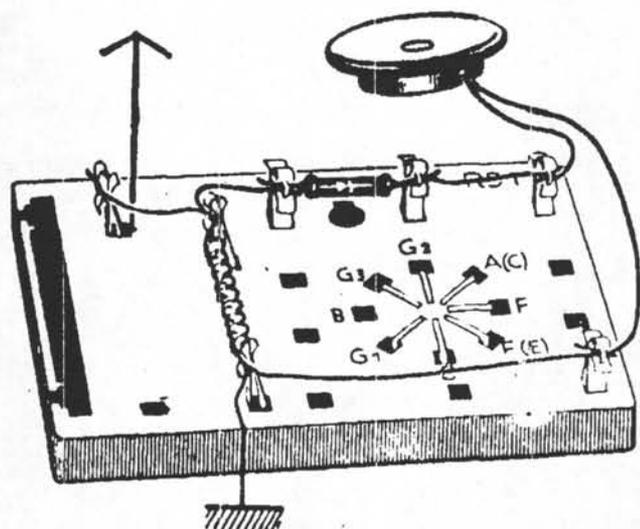
Nous savons déjà que les ondes émises par un générateur d'étincelles produisent une oscillation extrêmement rapide des électrons dans un fil, autant que possible vertical, et situé dans le champ de ces ondes. Ces ondes créent dans le fil un courant alternatif à haute fréquence. Nous avons déjà eu la révélation d'un tel courant lors de l'expérience N° 21.



Nous avons toujours notre émetteur d'étincelles muni de son antenne et de son fil de terre, tel que nous l'avons construit lors de l'essai N° 21. Nous modifions notre pont de limaille que nous avons construit comme récepteur et, à la place des 2 tiges d'acier, nous adaptions maintenant sur notre plaque et un peu plus sur la droite, entre les deux pinces ressort, un fil que nous aurons au préalable roulé autour d'un crayon pour créer une dizaine de spires. Sur le côté d'une troisième pince, nous plantons à nouveau un fil d'antenne, et nous munissons la pince ressort la plus basse d'un conducteur que nous laisserons pendre vers le bas. Nous remarquerons le symbole employé pour désigner une antenne montant vers le haut (une flèche) et, de l'autre côté, le symbole du fil de terre descendant vers le bas. Nous ne nous servirons plus de la pile de lampe de poche ; l'écouteur sera relié directement aux deux pinces ressort qui tiennent notre fil en spirale.

Les électrons oscillant vers le haut et vers le bas ont le choix entre le passage à travers des spires ou à travers les bobines de l'écouteur. Nous installons maintenant notre générateur d'étincelles à environ 1 mètre de distance de notre appareil récepteur et nous appuyons à coups répétés sur le ressort manipulateur. Pour chaque étincelle produite nous devons entendre un craquement. Nous sommes déçus : l'écouteur n'indique aucun courant. Les 200.000.000 de changements de sens du courant se suivent trop rapidement et la membrane métallique de notre écouteur ne peut pas vibrer à cette cadence. Bien que nous soyons convaincus de l'existence de ces vibrations, il ne nous est pas permis de les percevoir.

### 37. La diode détecteur d'ondes



Pour déceler les vibrations, nous branchons notre diode sur le circuit de notre écouteur. Maintenant, nous entendons subitement un craquement dans l'écouteur, chaque fois que nous produisons une étincelle. Pourquoi ? Nous savons qu'un courant alternatif change de sens en permanence, c'est-à-dire est composé de demi-ondes positives et négatives. Pour la demi-onde positive, la membrane est attirée dans l'écouteur, tandis qu'elle est relâchée pour la demi-onde négative.

Dans un courant à haute fréquence, ces demi-ondes se suivent si rapidement que la membrane n'a plus le temps matériel de vibrer à cette allure.

La diode a la propriété de ne laisser passer le courant que dans un sens. Elle agit donc comme une soupape que l'on pourrait comparer à la valve d'une bicyclette. Sans cette valve il ne serait pas possible de gonfler une chambre à air, car l'air suivrait le mouvement du piston dans un sens et dans l'autre. La valve au contraire, ne laisse passer l'air que dans un sens, de sorte qu'elle remplit la chambre à air. Notre diode travaille de la même façon.

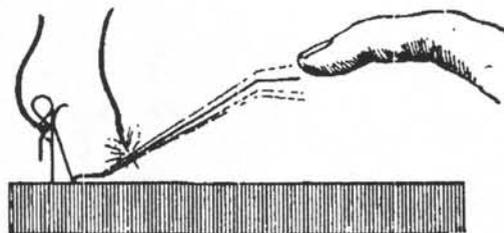
Les oscillations très rapides engendrées par notre étincelle (fréquence élevée) sont transformées en une impulsion de courant ne circulant que dans un sens et ce courant produit un craquement chaque fois que nous appuyons sur le ressort manipulateur : nous avons la preuve formelle de l'existence des ondes. La diode est une amélioration des détecteurs qui se composaient autrefois d'une galène sur laquelle on venait appuyer avec la pointe d'un conducteur. Dans le petit tube de notre diode se trouve un cristal semi-conducteur sur lequel prend appui une fois pour toutes la pointe d'un fil.

### 38. Appareil émetteur à étincelles rapides

Nous appuyons sur le ressort manipulateur de notre générateur d'étincelles, et nous l'abandonnons brutalement à lui-même pour lui permettre de vibrer.

Pour qu'il puisse vibrer librement, nous le déplaçons d'un trou sur notre plaque de base. Pendant que le ressort vibre, nous le touchons très près de son point de fixation avec l'extrémité d'un fil qui vient de la pince ressort tenant notre antenne. Les étincelles qui se produisent à l'endroit que nous touchons avec notre fil envoient des ondes que nous entendrons dans notre récepteur installé à environ 40 cr<sup>m</sup> de l'émetteur.

Le nombre d'oscillations du ressort manipulateur étant assez faible, nous entendons un ronflement ou un son grave. Chaque étincelle qui s'est produite au ressort manipulateur a fait rayonner une certaine quantité



d'ondes à haute fréquence. Les ondes de chaque étincelle ont été transformées dans la diode en impulsions de courant d'un nombre relativement faible, car ce nombre peut être perçu par notre oreille dans l'écouteur. La diode permet donc d'extraire les impulsions de courant à basse fréquence des oscillations des ondes à haute fréquence engendrées par chaque étincelle, de sorte que la basse fréquence est audible comme son. Le fait d'extraire cette basse fréquence de la haute fréquence est appelé par le professionnel la démodulation.

Quelle est l'influence de l'étincelle produite par le ressort manipulateur sur l'appareil récepteur radiophonique de nos parents ? Chaque étincelle produit un craquement. Nous avons déjà perçu ce même craquement quand nous manœuvrons l'interrupteur lumière d'une pièce. Il se produit également une petite étincelle dans l'interrupteur, étincelle dont l'onde occasionne un parasite dans l'appareil récepteur de radio. Autant que possible, nous nous abstenons de faire nos essais de production d'étincelles pendant les émissions de la radio-diffusion.

### 39. Les ondes traversent les murs

Si un de vos amis produit des étincelles avec notre appareil très près d'un mur, vous pourrez installer le récepteur de l'autre côté du mur et vous entendrez très nettement le bruit produit par l'émission des ondes.

### 40. La diode : un redresseur !

Nous voulons à nouveau, par un nouvel essai, faire la preuve que la diode ne laisse passer le courant que dans un seul sens. Pour cela, nous débranchons sur notre récepteur la connexion de l'écouteur qui va directement à la bobine et nous connectons à cette extrémité de bobine le pôle + d'une deuxième pile de lampe de poche. Avec le fil rendu libre de notre écouteur nous touchons le pôle - de la pile et nous constatons un fort craquement dans notre

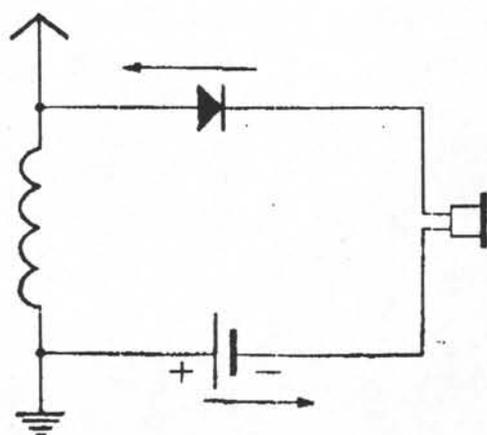
écouteur. Invertissons les pôles de la pile et nous constaterons, si nous faisons la même opération avec le fil émanant de notre écouteur, que nous n'entendons soit aucun craquement, soit un craquement extrêmement faible. Cela prouve que, dans un sens, la diode laisse passer le courant et que, dans l'autre sens, elle l'arrête.

Au début de la présente brochure, vous trouverez tous les signes conventionnels pour la représentation d'une bobine, d'une diode, d'une batterie de pile, etc... Ces symboles de branchement sont employés couramment sur les schémas en électrotechnique ou en radiotechnique. Cela prendrait beaucoup trop de temps si, pour chaque schéma, on était obligé de faire un dessin artistique représentant chaque pièce. Pour vous permettre de vous familiariser avec ces symboles, vous trouverez à partir de maintenant, à côté de chaque dessin, le schéma de branchement correspondant. La diode est représentée

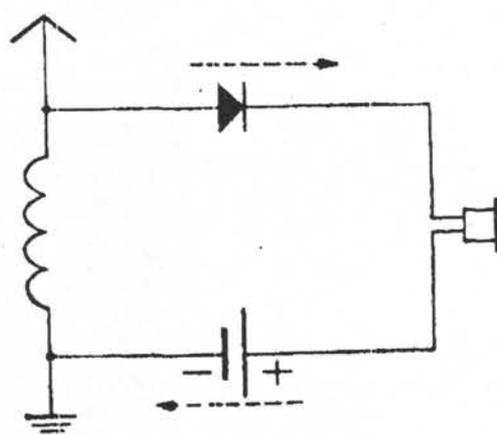
par le signe 

Vous trouverez imprimé sur la diode 27, un trait de couleur et pour nos montages nous considérons que ce trait correspond au trait du signe conventionnel.

rons que ce trait correspond au trait du signe conventionnel.



Sens de passage du courant  
(fort craquement)



Position d'arrêt  
(pas de craquement)

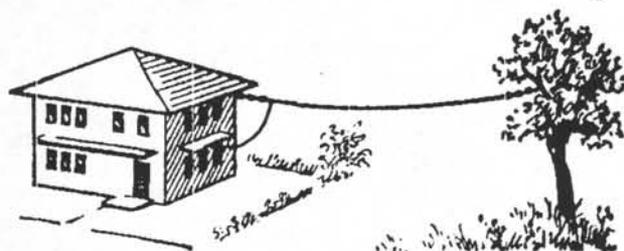
Quand le pôle + est situé côté flèche et le pôle — de l'autre côté, la diode laisse passer le courant. Ceci donnerait à croire que les électrons circulent du pôle + de la batterie à travers le circuit extérieur pour retourner au pôle —. Autrefois tous les scientifiques ont admis ce sens d'écoulement jusqu'au moment où il s'est avéré que c'était justement l'inverse. Les électrons sont au contraire pressés en dehors du pôle — de la pile ou d'un générateur quelconque de courant, circulent à travers le circuit extérieur pour retourner au pôle +. Bien que l'on sache maintenant dans quel sens circulent réellement les électrons, on a malheureusement jusqu'à nos jours toujours conservé l'ancien sens du courant sur la majeure partie des schémas électriques. On distingue maintenant le sens du courant (du + vers le —), du sens de circulation des électrons (du — vers le +) bien qu'en réalité il n'y ait qu'un sens de circulation d'électrons.

Dans nos schémas les flèches situées à côté des connexions montrent toujours le sens de circulation des électrons.

## 41. A la recherche des ondes de radiodiffusion .

Nous n'avons pas besoin d'utiliser notre générateur d'étincelles pour créer des ondes électriques, car nos habitations et tout l'espace aérien sont constamment parcourus par de telles ondes qui sont rayonnées par de nombreux émetteurs de radiodiffusion depuis le matin très tôt jusque tard dans la nuit

Ces ondes radiophoniques ne peuvent être perçues avec notre diode que pour autant que nous ayons une plus grande antenne, car les électrons créés par les ondes doivent être capables d'osciller à fréquence égale à celle des électrons des antennes émettrices.



Dans chaque intérieur il existe maintenant une antenne appropriée pour ondes moyennes. Dans le cas où vous n'auriez pas une telle antenne chez vous, il faut réaliser une antenne d'essai de ce genre : elle sera composée par un conducteur électrique que vous tendrez dans votre logement de telle sorte qu'il soit isolé du mur, le plus haut et le plus loin possible. Si vous habitez un étage supérieur, il est possible qu'il soit suffisant de tendre un fil électrique qui partira de votre table, passera par-dessus les tringles de rideaux pour aller rejoindre un encadrement de porte.

Si vous vous trouvez à un endroit propice pour la réception, c'est-à-dire très près d'un émetteur, de simples masses métalliques peuvent suffire, à condition qu'elles n'aient aucune liaison avec le chauffage central ou la canalisation d'eau, mais vous pourrez prendre par exemple la partie inférieure d'un lit métallique avec ses nombreux ressorts qui doivent être évidemment reliés entre eux par un corps conducteur. Vous fixerez votre fil d'antenne en dénudant son extrémité avant de le relier à la masse métallique. Un fil tendu le long du plafond donne encore des résultats meilleurs, et il est évident qu'une antenne de 10 à 15 mètres tendue de maison à maison ou d'une maison jusqu'à un arbre donne des résultats encore améliorés. Une antenne extérieure nécessite évidemment une protection contre la foudre et vous trouverez chez tous les radio-électriciens en même temps que la notice de montage les isolateurs et le vrai fil d'antenne. Il est possible d'acheter également des antennes intérieures qui sont montées le long du mur près du plafond avec des isolateurs les écartant de 2 à 3 cm du mur. Avant d'acheter une telle antenne, vous essayerez avec du fil bon marché tendu dans votre chambre afin de voir si vous obtenez une réception.

Afin que la bobine s'adapte bien aux ondes qui arrivent, nous remplaçons notre bobine à 10 spires que nous avons roulées autour d'un crayon par notre bobine de circuit oscillant N° 17 avec 100 spires. Cette bobine sera montée de façon telle que le côté qui comporte le moins de spires soit à la partie arrière. Nous connectons l'antenne à la prise milieu de la bobine munie au préalable d'une pince ressort. Il ne faut surtout pas oublier la prise de

terre qui sera reliée à la partie inférieure de notre bobine. Cette prise de terre doit être suffisamment longue pour permettre de relier sa partie dénudée à la conduite d'eau ou de chauffage central. L'écouteur est relié à la bobine à travers la diode et il est fort probable que le soir nous entendrons plusieurs émissions de radio en même temps.

## 42. Fréquences et longueurs d'ondes des émetteurs de radio

Lors des expériences 27 - 34 et 35 nous avons acquis les notions de vitesse de propagation, fréquences et longueur d'ondes, ainsi que la relation qui existe entre ces trois grandeurs. Dans les journaux de radio on trouve toujours pour chaque émetteur les fréquences en MHZ ou KHZ.

### POSTES EMETTEURS

R T F INTER et INTER JEUNESSE	(1829 m)	164 kHz
R T F CULTURE	( 347 m)	863 kHz
BRUXELLES	( 483 m)	621 kHz
SOTTENS	( 393 m)	737 kHz
STUTTGART	( 522 m)	575 kHz

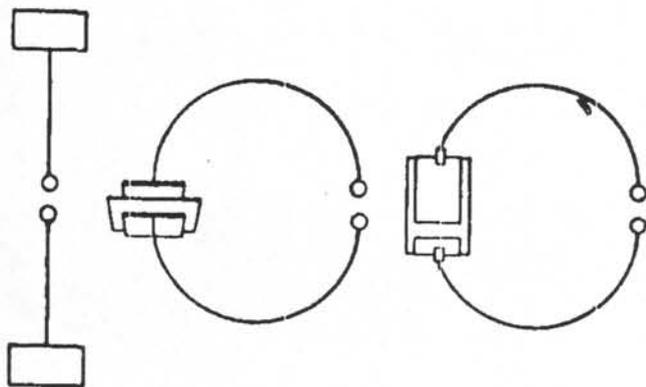
Les nombres entre parenthèses sont les longueurs d'ondes correspondant à ces fréquences.

## 43. Grandes Ondes - Petites Ondes - Ondes Courtes - Ondes Ultra-Courtes

Comme nous l'avons déjà vu lors de l'expérience N° 35, l'ensemble de la gamme de fréquences est découpée en PO, GO, OC, et OUC. En plus de cela, il existe encore la gamme des ondes décimétriques et centimétriques. A l'aide de notre bobine, notre récepteur permet de capter les ondes moyennes. Lorsqu'on branche la diode sur la pince ressort centrale de notre bobine munie de l'antenne, au lieu de la brancher à son extrémité, le nombre de spires de l'enroulement passe de 100 à 60 et, dans ce cas, on peut entendre d'autres émetteurs dans notre écouteur. Notre circuit oscillant est accordé sur des fréquences plus élevées, c'est-à-dire des longueurs d'ondes plus faibles. La fréquence sur laquelle est accordé un circuit oscillant s'appelle fréquence de résonance de ce circuit oscillant. Plus on augmente le nombre de tours de la bobine, plus on réduit la fréquence de résonance.

#### 44. Oscillations ralenties

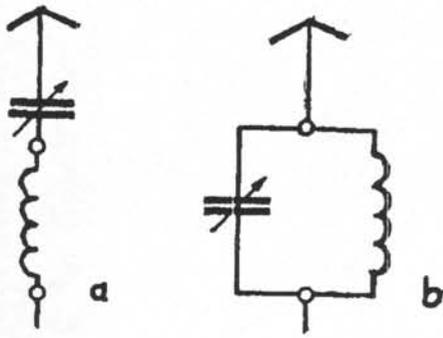
Afin de ralentir les oscillations, le premier moyen employé par Hertz a été de rallonger les fils d'antennes. Malgré cela, il a été amené à brancher de grosses plaques métalliques à chaque extrémité des fils constituant son circuit oscillant. Dans ce cas le courant électrique est obligé à chaque oscillation de remplir d'abord les pla-



ques métalliques afin de pouvoir osciller en arrière. Si l'on recourbe les deux fils et que l'on place les deux plaques directement en face l'une de l'autre, on obtient un circuit oscillant. Dans ce circuit, le courant électrique se balance dans un sens et dans l'autre, d'un mouvement semblable à celui du balancier d'une montre. Il nous est facile de confectionner un circuit oscillant, comme le montre la figure ci-dessus, en collant sur les deux faces d'une simple carte postale une feuille plus petite de papier d'aluminium et en y adaptant de chaque côté une pince ressort pour le branchement des fils d'antenne

#### 45. Condensateurs et circuits oscillants

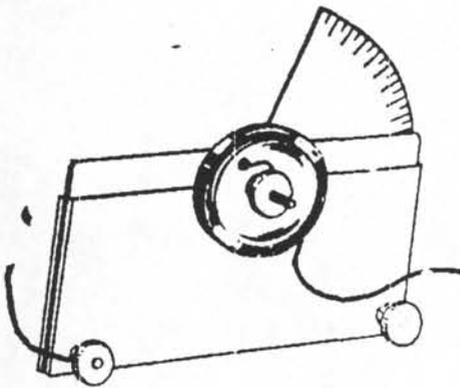
Une telle carte recouverte des deux côtés emmagasine, et l'expérience le prouve, beaucoup plus de courant électrique que si elle n'était recouverte que sur une face. On a l'impression que l'électricité se rapproche davantage, se concentre, ou encore mieux, se condense dans les feuilles doubles. C'est pour cette raison que l'on appelle condensateur un ensemble de deux plaques séparées par une couche isolante. Dans notre boîte, nous avons un condensateur dont la partie isolante est transparente. Ce condensateur absorbe environ autant d'électricité qu'une sphère de rayon 90 cms ou de 1 m, 80 de diamètre. Notre condensateur est donc beaucoup plus pratique et d'un prix nettement inférieur à une sphère aux dimensions ci-dessus et qui, de plus, produirait un effet bizarre sur notre plaque support. Quand nous branchons un tel condensateur avec une bobine, nous créons un circuit oscillant. Le condensateur peut être relié directement à la bobine. La quantité d'électricité que peut absorber un condensateur sous une tension déterminée s'appelle la capacité. Comme nous le savons maintenant, on peut toujours créer un circuit oscillant à l'aide d'une bobine et d'un condensateur.



Si nous branchons le condensateur et la bobine l'un derrière l'autre, nous faisons un montage en série avec l'antenne comme le montre la fig. a. Dans ce cas, l'antenne apparaît raccourci par le condensateur, par rapport aux électrons oscillants et la fréquence de résonance est plus élevée. La fig. b montre un circuit oscillant en parallèle avec l'antenne branchée. Maintenant l'antenne agit agrandie par le condensateur et la fréquence de résonance est plus petite.

#### 46. Le condensateur variable

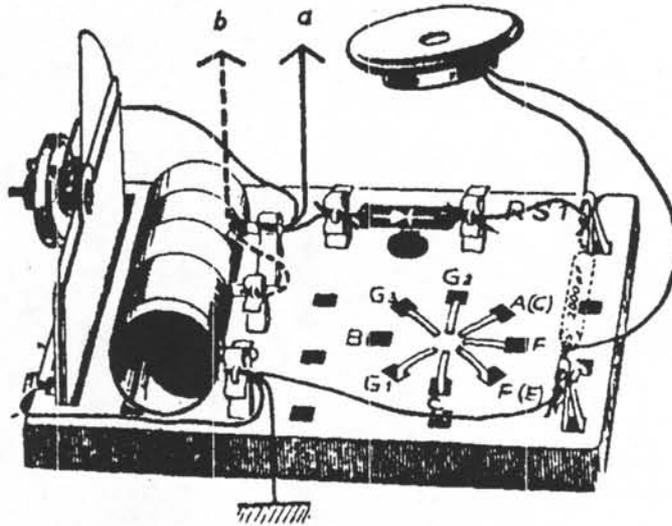
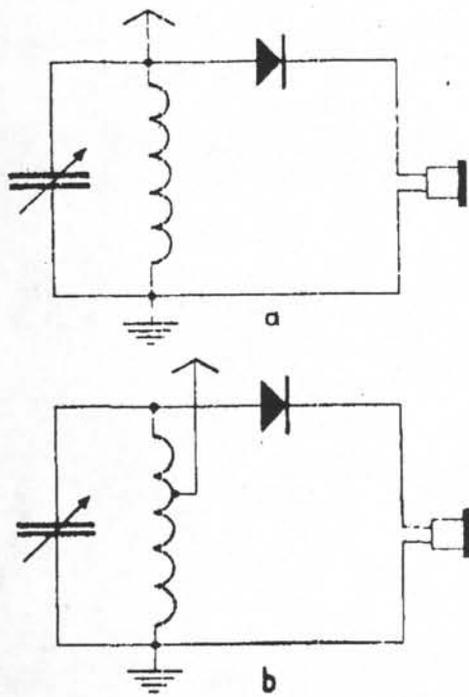
Ce serait un hasard extraordinaire si le branchement de la bobine et du condensateur nous donnait exactement la fréquence de l'émetteur que nous désirons capter. Nous utilisons afin de réaliser un réglage précis, une capacité réglable appelée : condensateur variable.



La capacité d'un condensateur devient d'autant plus grande que les surfaces placées l'une en face de l'autre sont plus grandes. Dans notre condensateur N° 23 une plaque métallique en forme de demi-cercle est mobile entre deux feuilles isolantes. Cette plaque peut-être introduite plus ou moins entre les feuilles isolantes par simple rotation du bouton de manœuvre et on modifie ainsi la capacité du condensateur. En barrant le symbole du condensateur par une flèche inclinée, on indique que ce condensateur est variable.

#### 47. Récepteur accordable à diode

Nous introduisons le condensateur variable dans la fente aménagée sur la gauche de la plaque RSI après avoir desserré auparavant les deux écrous moletés du condensateur. Nous dénudons l'extrémité d'un morceau de fil de connexion et nous le passons par l'arrière à travers le petit trou du bouton de manœuvre pour que la partie dénudée dépasse vers l'avant. Ceci est extrêmement facile, il suffit que le secteur gradué soit complètement à l'intérieur des deux plaques. Nous serrons la partie dénudée du fil sous le bouton moleté du bouton de manœuvre, et nous faisons faire deux ou trois tours avec notre fil de branchement autour de l'axe du condensateur afin de nous permettre ultérieurement de régler ce dernier très facilement sans être gênés par le fil. Nous dénudons l'autre extrémité de notre fil de connexion et nous le rellions à la prise arrière de notre bobine (voir figure).



Le fil partant de la partie avant de la bobine viendra rejoindre un des boutons moletés fixant le condensateur variable sur la plaque RS 1. Nous prendrons comme bobine la bobine de circuit oscillant N° 17. Ses 3 cosses de branchement seront tournées vers la droite et seront engagées dans les trois pinces ressort correspondantes. Au préalable, nous branchons l'antenne à la pince arrière, c'est-à-dire à l'une des extrémités du bobinage de la bobine la prise médiane reste libre. Le condensateur téléphonique N° 24 figure en pointillés n'est pas branché pour le moment. La connexion de prise de terre branchée à la pince avant de la bobine est à relier à une conduite d'eau ou de chauffage, à l'aide d'un fil de cuivre fin. Le branchement correspond au schéma (a) de la figure ci-dessus. En tournant le bouton du condensateur variable, nous parviendrons à régler le récepteur sur un émetteur de radio.

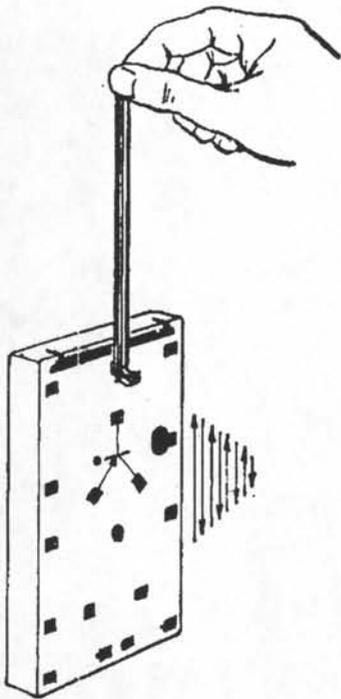
#### 48. Le récepteur à diode amélioré

Comme variante de l'essai précédent, nous branchons l'antenne non pas à la pince supérieure de la bobine, mais à celle du milieu. Le branchement correspond maintenant au schéma (b) de l'essai N° 47. Par ce procédé, le couplage de l'antenne devient plus lâche et il est facile de séparer deux émetteurs qui probablement pourraient être entendus, autrement, en même temps. Au cas où l'on n'entendrait le récepteur qu'au moment où la plaque du condensateur variable est entièrement sorti des plaques isolantes, il sera possible d'améliorer la réception en court-circuitant le petit enroulement de la bobine, c'est-à-dire en reliant ensemble la pince arrière de la bobine et celle du milieu. Dans ce cas c'est le grand bobinage de la bobine qui est seul utile.

## 49. Fréquences propres et résonances

Nous savons que les diapasons donnent toujours le même son, car selon leurs dimensions, ils ont une oscillation propre en dehors de laquelle ils ne peuvent vibrer. Il n'y a pas que les diapasons qui ont cette propriété, mais tous les systèmes oscillants de tous les corps ont un nombre d'oscillations propres c'est-à-dire leur propre résonance.

Prenons une petite planchette de bois que nous suspendons à un élastique assez long et mince, en nous servant par exemple d'un bracelet en caoutchouc. Si nous tenons l'une des extrémités du caoutchouc et que nous tirons légèrement sur la planchette en bois, celle-ci peut être mise en oscillation. Si la main qui tient l'extrémité du caoutchouc donne des à-coups brefs vers le haut et vers le bas, et en accord avec les oscillations de la planchette, celle-ci va osciller en permanence. Nous pouvons ainsi facilement compter le nombre d'oscillations de notre planchette pendant une demi-minute. Supposons que ce nombre d'oscillations soit de 30, nous recommençons l'opération une nouvelle fois pendant une demi-minute et nous constatons que le nombre d'oscillations est le même.



Le système planchette-élastique a une période propre. Pour nous rendre compte par quel moyen nous pouvons influencer cette oscillation propre, nous tenons le caoutchouc non plus par son extrémité mais par le milieu de sa longueur. Nous comptons à nouveau. Les oscillations sont devenues plus rapides. Le nombre de vibrations propres a augmenté. Si nous allongions notre élastique, la période d'oscillation deviendrait plus lente.

Nous allons examiner dans quel sens varie l'oscillation propre si nous alourdissons notre planchette en bois en y ajoutant par exemple une pièce de monnaie et en prenant l'élastique de longueur identique à notre premier essai. Nous constaterons que le fait d'avoir augmenté le poids a ralenti la vitesse d'oscillation. Dans un circuit oscillant électrique composé d'une bobine (effet de ressort) et d'un condensateur (charge augmentée), la période d'oscillation est ralentie en

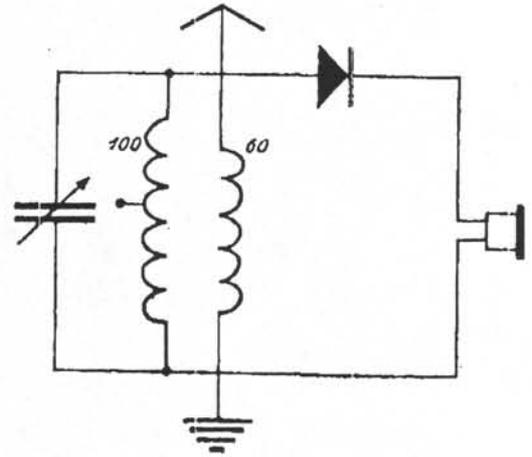
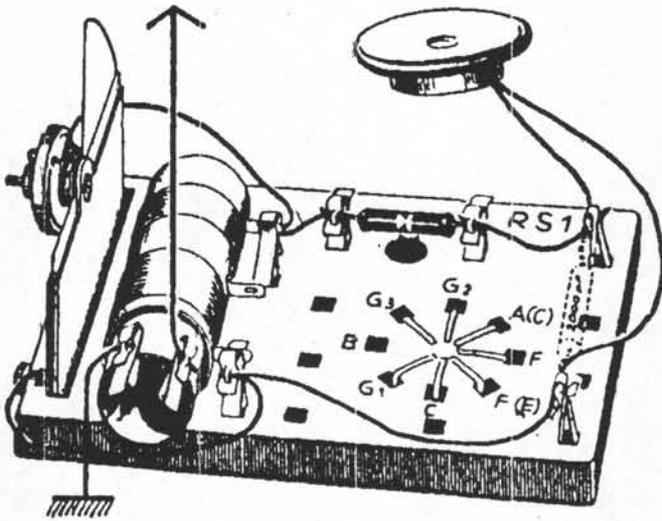
augmentant la longueur du fil de la bobine et la capacité du condensateur. C'est pour cela qu'en choisissant une bobine convenable et une mise au point avec le condensateur, nous provoquons un nombre d'oscillations déterminé des électrons qui s'y balancent. Les électrons de notre circuit oscillant sont heurtés d'une certaine manière par les électrons qui oscillent vers le haut et vers le bas dans notre antenne et se mettent à osciller ensemble. Mais une

vraie co-oscillation ne peut résulter que pour autant que la période d'oscillation provenant du condensateur coïncide avec les petites secousses provenant de l'antenne. Nous pouvons faire une observation très intéressante si nous reprenons l'essai avec notre planchette en bois munie de son élastique. La main qui tient l'élastique fera d'abord des impulsions brèves vers le haut et vers le bas d'une course maximum d'un centimètre. Cette opération se fera d'abord très rapidement, en ralentissant au fur et à mesure. On s'apercevra qu'au début la planchette n'oscillera pas du tout ; les impulsions sont trop rapides. Quand on atteindra un mouvement intermédiaire avec un nombre d'impulsions convenables, la planchette effectuera des oscillations très importantes vers le haut et vers le bas. Si nous continuons à ralentir les mouvements de la main, la planchette ne sera plus en mesure et s'arrêtera d'osciller. On est donc certain qu'il faut un nombre d'oscillations absolument déterminé, comme nous l'avons vu précédemment, pour que de faibles impulsions produisent des amplitudes élevées. On ne peut obtenir des oscillations que pour autant que la mise en œuvre de production de ces oscillations soit de fréquence identique à l'oscillation propre du système, autrement dit qu'elle soit en résonance avec celui-ci.

Dans notre antenne, les électrons sont obligés d'osciller vers le haut et vers le bas à des périodes d'oscillation différentes, puisque les ondes reçues proviennent de différents émetteurs travaillant à des fréquences différentes. En manœuvrant notre condensateur variable nous changeons les périodicités du circuit oscillant composé du condensateur et de la bobine. Au moment précis où l'oscillation propre du circuit oscillant est en mesure ou à vitesse égale d'une oscillation reçue par l'antenne, les électrons du circuit oscillant heurtés par ceux de mesure égale provenant de l'antenne se mettent à osciller très fortement et nous avons une réception audible de l'émetteur correspondant. On entendra très faiblement les autres émetteurs puisque leur période d'oscillation ne correspond pas à celle de notre circuit oscillant, et les électrons correspondant à ces autres postes émetteurs n'arrivent pas à osciller en même temps que les électrons de notre circuit oscillant. Il est important que les électrons circulant dans le circuit bobine-condensateur ne soient attaqués que faiblement par ceux de l'antenne et qu'ils puissent continuer à osciller librement selon leur propre période. On ne peut donc éliminer vraiment les émetteurs dont le nombre d'oscillations est impropre que si la liaison entre l'antenne et le circuit oscillant de la bobine est très lâche, ou, comme on dit couramment, que si le couplage antenne-bobine est un couplage lâche. Dans l'essai suivant on montre comment, par un couplage antenne-bobine encore plus lâche, on arrive à mieux sélectionner un émetteur désiré.

## 50. Le récepteur à diode encore amélioré

L'effet des oscillations électriques résidant dans l'antenne sur le circuit ré-



cepteur accordé, devient plus lâche quand on introduit la bobine N° 18 qui comporte 60 spires, dans la bobine du circuit oscillant. L'antenne et la terre ne seront reliées qu'à cette nouvelle bobine.

On introduit celle-ci dans la bobine plus grosse en laissant dépasser vers l'avant les deux œillets de branchement. Nous passons les pinces ressort par-dessus ces deux œillets, de façon telle que le petit crochet de la pince-ressort vienne se loger dans l'œillet (voir figure).

Nous branchons l'antenne à la pince de droite et la terre à celle de gauche. Dans cette bobine d'antenne non accordée, les oscillations des divers postes émetteurs circulent à tort et à travers. Bien qu'il n'y ait aucune liaison avec la bobine de circuit oscillant extérieur, les électrons de cette dernière se mettent tout de même à osciller. En tournant le condensateur variable, le circuit oscillant se règle très bien sur une onde, tandis que les autres émetteurs ne rentrent plus en ligne de compte. Le schéma qui accompagne le dessin de ce nouveau récepteur à diode nous montre qu'il n'y a aucune liaison par fil entre la bobine d'antenne munie de 60 spires et la bobine du circuit oscillant. La sélectivité est devenue de beaucoup meilleure et il est bien plus facile de régler le condensateur sur un seul émetteur. La réception est peut-être devenue un peu plus faible, car le couplage lâche provoque une perte d'énergie. On peut toutefois obtenir une amélioration dans la réception, et ce, en branchant la diode sur la borne milieu de la bobine d'antenne au lieu de la brancher à son extrémité. En faisant coulisser la bobine d'antenne à l'intérieur de la bobine de circuit oscillant, on peut faire varier le couplage de façon à obtenir une meilleure réception. Le récepteur à diode nous permet, surtout le soir, d'écouter plusieurs émetteurs avec une pureté sonore absolue, et nous le laissons tel quel, toujours prêt à l'emploi, pour nous permettre de nous divertir au son de la musique. Il ne nécessite aucune prise de courant extérieure et son fonctionnement n'entraîne pas de frais, ce qui est un avantage certain. La réception d'émetteurs très lointains est un peu plus faible et nous chercherons par la suite la possibilité d'augmenter la puissance de réception.

## II. ESSAIS AVEC LE TRANSISTOR

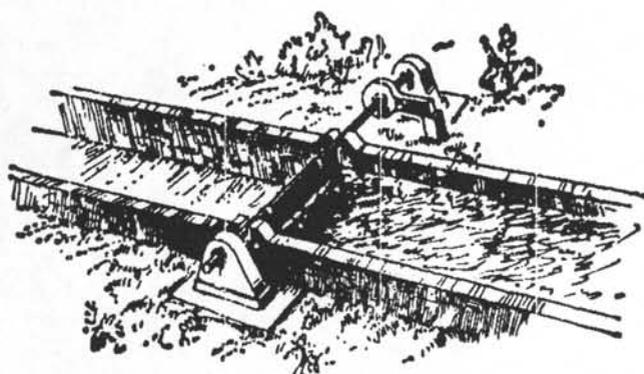
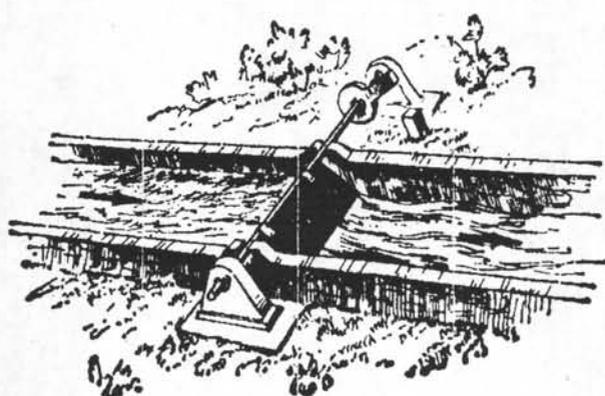
Le récepteur à diode nous permet d'entendre les émetteurs avec beaucoup de pureté, mais malheureusement la puissance de réception est, comme dit plus haut, un peu faible. Cela provient de ce que la seule puissance utile du courant est celle fournie par le courant alternatif à haute fréquence reçu dans notre fil d'antenne et provenant d'un émetteur éloigné. La puissance de ce courant alternatif diminue sensiblement avec l'éloignement de l'émetteur. En soi-même, l'écouteur peut résonner avec assez de force, comme nous avons pu nous en apercevoir lors des essais précédents.

Nous nous sommes aperçus que le fort courant provenant d'une batterie de pile faisait résonner avec puissance notre écouteur quand ce courant était rythmé par les vibrations que nous avons imprimées à la lame longue de notre pile. Il est donc nécessaire de trouver un moyen d'aiguiller le courant d'une pile de façon telle qu'il prenne toutes les oscillations du courant circulant dans l'antenne. Dans ce cas, on pourrait alimenter notre écouteur non plus avec le courant d'antenne très faible, mais avec le courant fort de notre pile de lampe de poche. Comment cela est-il possible ?

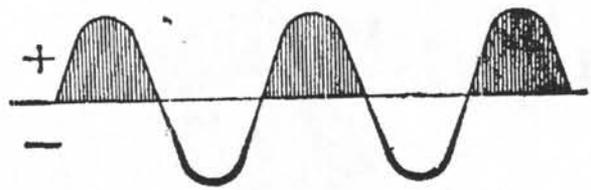
Ce sont les Américains Bardenn et Brattain qui se sont posés cette même question en 1945 au laboratoire Bell. Leurs travaux les ont conduits finalement en 1948 à l'invention du « Transistor ». Avec ce transistor on peut influencer un courant fort par un courant faible. Dans un récepteur de radio le transistor amplifie la puissance du courant d'antenne et la réception est par conséquent beaucoup plus puissante. Nous allons examiner comment est conçu ce transistor qui, maintenant, remplace la lampe radio dans beaucoup de cas.

### 51. La diode

Pour apprendre à comprendre le fonctionnement du transistor, nous allons d'abord regarder d'un peu plus près la diode dont nous avons fait la connaissance dans les essais 37 à 40. Au cours de ces essais, nous avons appris que la diode agit comme une valve, c'est-à-dire qu'elle ne laisse passer le courant que dans un sens. Les figures ci-dessous montrent une analogie



hydraulique qui permet de comprendre comment fonctionne une telle valve. L'eau peut s'écouler de la gauche vers la droite en soulevant d'elle-même la soupape. L'eau ne peut s'écouler en sens inverse car la soupape ne peut s'ouvrir vers la gauche, son axe étant muni d'un cliquet de retenue. Il en est de même pour la diode. Le courant d'eau de gauche correspond à la demi-période du courant alternatif hachurée sur le croquis, c'est-à-dire à celle qui peut s'écouler. La demi-onde négative correspond au courant d'eau de droite. C'est celle qui est retenue.



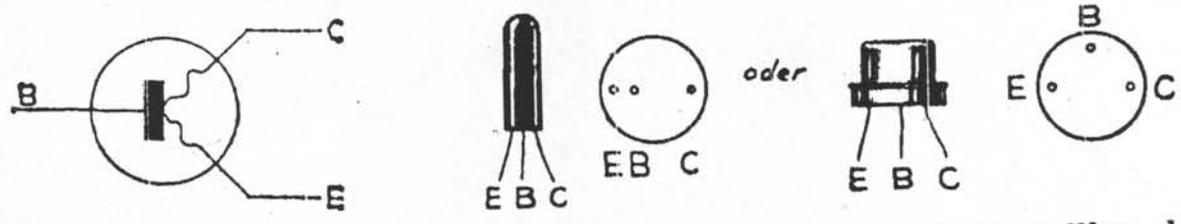
### 52. De la diode au transistor

Le transistor est essentiellement constitué d'un petit cristal de germanium ou autre semi-conducteur.



Si nous observons notre transistor, nous nous apercevons que, contrairement à la diode qui a deux fils de sortie, il est, lui, muni de trois fils qui sortent d'un petit tube noir.

Au cours de leurs essais les deux savants américains s'étaient servis d'une diode et avaient muni le cristal de deux fils terminés en pointe. De cette façon la diode a eu des propriétés tout à fait particulières. Cette disposition fut appelée « TRANSISTOR ». Les trois connexions s'appellent : B = Base ; C = Collecteur ; E = Emetteur.



Il faut bien nous souvenir de cette notation et il nous faut veiller dans les expériences futures à toujours bien connecter ces fils, car dans le cas contraire, notre transistor serait vite détérioré. On pourrait se dire que le transistor est une diode améliorée ; il n'en est rien. Le transistor a d'autres devoirs à remplir, comme nous allons le voir bientôt.

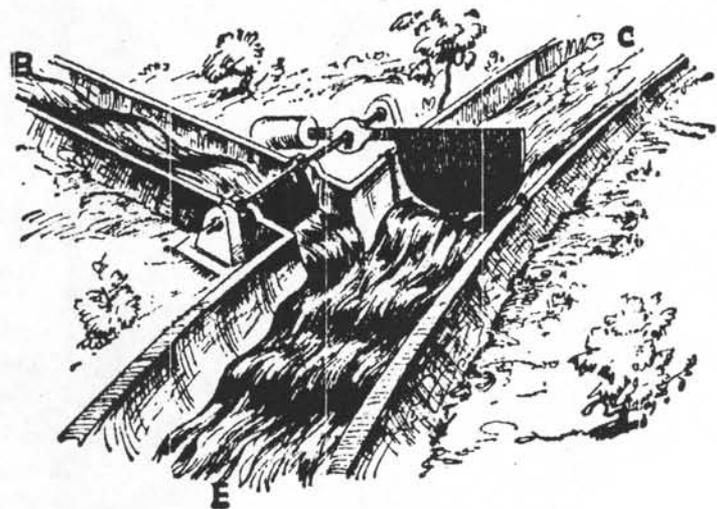
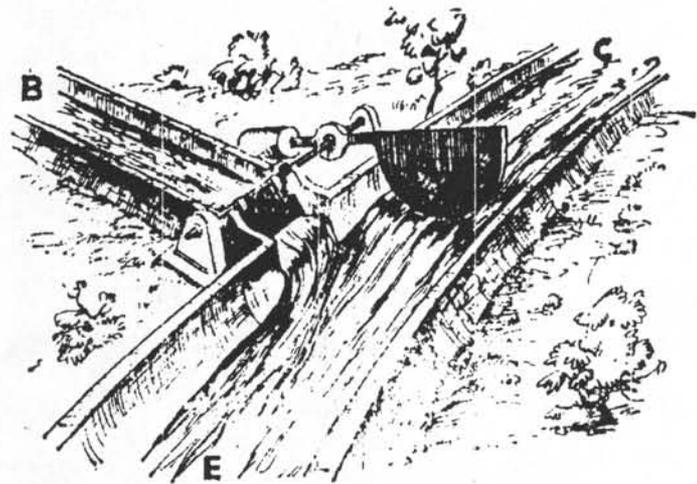
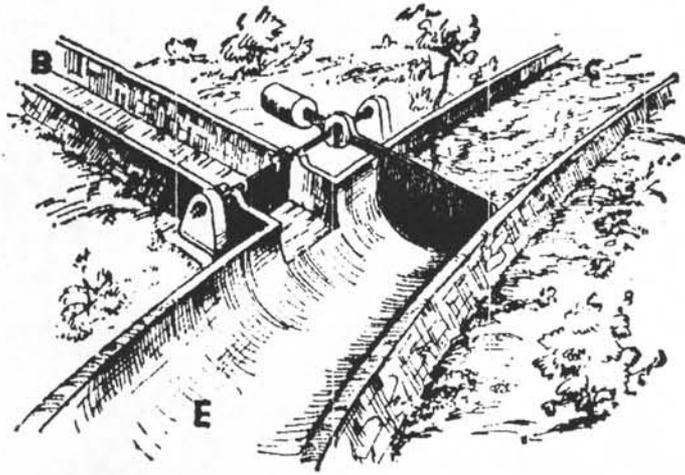
### 53. Autres possibilités du transistor

A l'aide du transistor on peut avec une énergie très faible influencer un courant électrique. Il agit comme une soupape réglable qui nous permettrait sans difficultés d'amoindrir ou d'amplifier un courant hydraulique puissant qui actionne une turbine de plusieurs centaines de CV. Nous ne traiterons

pas du processus physique à cause de sa complication, mais vous devez tout de même savoir comment travaille un transistor pour vous permettre de comprendre réellement les branchements futurs. Pour la simplification, nous comparerons à nouveau le courant électrique à un écoulement d'eau. Nous avons vu dans les dispositifs d'écluse de l'essai N° 51 que l'eau ne peut s'écouler que de la gauche vers la droite. Cette disposition sera pour nous la base de notre transistor, tandis que le collecteur et l'émetteur seront figurés par un canal plus gros.

La base, représentée par un petit canal sur le côté, est reliée au gros canal; nous voyons que le courant ne peut s'écouler de la base que vers ce canal, sans jamais retourner en arrière. De plus, nous constatons que la petite soupape du canal de base commande l'écluse du canal principal. L'écoulement entre collecteur et émetteur, soit le fort courant d'eau, est donc commandé par le courant de la base. La grosse écluse est équilibrée par un contre-poids, de sorte qu'il suffit d'appliquer une toute petite force pour sa manœuvre. Dans le premier dessin aucun courant ne circule dans la base. L'eau retenue dans le collecteur ne peut pas s'écouler. En transposant cette notion sur notre transistor, cela veut dire que, bien que nous ayons branché la batterie de pile entre collecteur et émetteur, aucun courant ne circule entre eux, aussi longtemps que le courant ne circule pas dans la base.

Le deuxième dessin nous montre notre modèle avec un faible écoulement régulier du courant de base. On s'aperçoit que dans ce cas, un courant fort et régulier circule maintenant du collecteur vers l'émetteur. Pour avoir un

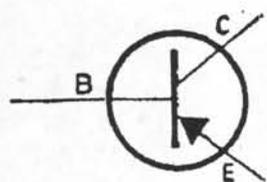


courant électrique régulier, il ne peut s'agir que de courant continu, par exemple celui provenant de notre lampe de poche. Si dans notre modèle l'écoulement de l'eau provenant du canal de base se fait avec des vagues, la petite soupape sera mise en mouvement et son rythme se transmettra à la grosse écluse. Le gros courant circulera avec les mêmes vagues. Cela signifie que nous pouvons également actionner la base de notre transistor par du courant alternatif.

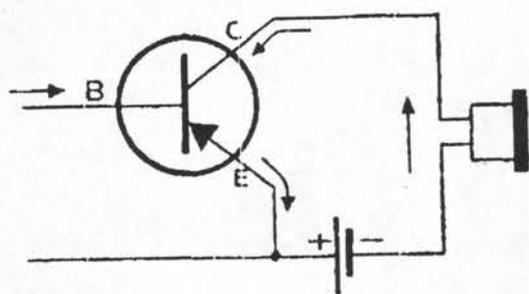
Le courant plus fort, collecteur-émetteur, prendra donc des alternances du courant de la base, et circulera avec les mêmes alternances. Peut-être pouvez-vous dès maintenant imaginer comment on emploie un transistor dans un branchement en radio. On conduit simplement le courant très faible reçu depuis un poste émetteur de radio dans notre antenne, vers la base du transistor. On entendra l'émission très amplifiée dans notre écouteur qui sera branché dans le circuit collecteur-émetteur du transistor.

#### 54. Le transistor et son symbole

Le transistor est généralement constitué par un petit tube de verre ou de métal d'environ 6 à 7 mm. de diamètre. Il faut donc le protéger des chocs violents. Trois fils de branchement sortent de la partie inférieure du tube, c'est-à-dire la base : B ; le collecteur : C ; et l'émetteur : E. Le transistor est très sensible à l'endroit de la sortie des fils. Pour éviter de le détériorer il ne faut *jamais* tirer sur le corps du transistor ou plier et replier les fils successivement. Sur certains transistors le collecteur est repéré par un point de couleur ; de plus son fil est à une distance légèrement plus grande des deux autres. Dans les schémas de branchement le transistor est représenté par le symbole ci-contre.



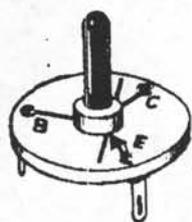
Il montre les trois connexions ; la base est représentée par une plaque (cristal de germanium) et le collecteur et l'émetteur par des pointes. Pour différencier les deux, l'émetteur est représenté par une flèche. La figure suivante nous montre comment relier la batterie et l'écouteur au transistor.



Le sens du courant indiqué sur le schéma vous permet facilement de comparer avec l'analogie hydraulique précédemment décrite. Et vous constaterez qu'il y a coïncidence entre les deux circuits. La batterie pile sert à créer une différence de tension, c'est-à-dire la chute d'eau entre collecteur et émetteur.

#### 55 La monture du transistor

Le transistor de notre boîte est monté sur un support en matière isolante et figure sous le N° 28. Nous voyons les trois œillets rivés avec les fils du transistor. Le symbole du transistor est en relief sur son support avec les lettres : B - E - C, c'est-à-dire : Base, Emetteur et Collecteur. Les trois œillets sont reliés à trois contacts laiton qui peuvent, comme le fait voir l'expérience 56, être enfoncés dans la plaque RS 2. La répartition irrégulière des trois contacts a



été faite sciemment pour ne permettre le branchement du transistor que d'une seule façon, c'est-à-dire avec la base vers la gauche. Le transistor est l'élément le plus coûteux du Jeune Radio. Il faut donc le manipuler avec précautions. Pour le brancher ou le débrancher, il ne faut jamais appuyer ou tirer sur le petit tube, mais seulement sur le support en matière plastique,

## 56. Comment différencier les valeurs des résistances ?

Dans notre boîte nous avons trois résistances, soit les N° 26, 30 et 31. Comment reconnaître, parmi les trois, celle que nous avons en mains ? Nous pourrions évidemment les différencier avec notre écouteur comme dans l'essai N° 14, mais c'est là une méthode peu commode. Il vaut donc mieux pour nous apprendre à les différencier selon les indications qui y figurent.

Si les résistances portent par exemple les indications imprimées 4,7  $\Omega$  ou 47 K $\Omega$  ou encore 2,2 M $\Omega$ , ceci est naturellement très facile. Malheureusement, il existe des résistances qui ne présentent aucune indication chiffrée. Les résistances sont évidemment employées également dans les appareils de radio et de télévision, et dans ce cas il est très gênant d'y imprimer des chiffres ; on ne peut évidemment lire une impression chiffrée que sur un côté ; si par hasard cette impression se trouve en-dessous de la résistance il faudrait tourner celle-ci chaque fois, et ceci arriverait plus particulièrement pour les appareils dans lesquels les résistances sont soudées automatiquement car il est évident que dans ce cas la machine est incapable de présenter les impressions chiffrées sur la partie avant.

On a donc remplacé les chiffres de l'impression par des anneaux de couleur. Chaque couleur correspond à un chiffre :

NOIR	= 0	VERT	= 5
BRUN	= 1	BLEU	= 6
ROUGE	= 2	VIOLET	= 7
ORANGE	= 3	GRIS	= 8
JAUNE	= 4	BLANC	= 9



Comment lire ces anneaux de couleur ? On commence par l'anneau se trouvant le plus près d'une extrémité (certaines fois l'extrémité de la résistance est recouvert par un embout de couleur, cette couleur correspond au premier chiffre). Le deuxième chiffre est le deuxième anneau. Le troisième anneau ne correspond pas au troisième chiffre, mais indique le nombre de zéros dont doivent être suivis les deux premiers chiffres.

JAUNE-VIOLET-ROUGE veut donc dire 47 et deux zéros, c'est-à-dire 4700 ohms, ce qui est la même chose que 4,7 K $\Omega$ .

JAUNE-VIOLET-ORANGE équivaut à 47 K $\Omega$ .

ROUGE-VERT signifie 22 et 5 zéros, c'est-à-dire 2,2 M $\Omega$ .

Certaines fois les résistances sont encore munies d'un quatrième anneau de couleur ; ce dernier n'a rien à voir avec la valeur de la résistance mais indique le pourcentage de précision dont peut varier la valeur imprimée de la résistance (un anneau argent signifie par exemple tolérance 10 %).

### 57. Pourquoi 47 et non 50 Kiloohms ?

En radiotechnique les résistances usuelles peuvent varier d'1/10 de la valeur imprimée, et ce, en plus ou en moins ; l'homme de métier dit dans ce cas : la tolérance est de plus ou moins 10 %. Une résistance de valeur 47 Kiloohms n'a donc pas une valeur exacte de 47 Kiloohms, mais on sait d'une manière certaine qu'elle est sûrement supérieure à 42 Kiloohms et inférieure à 52 Kiloohms. C'est pour cette raison qu'il est devenu inutile de fabriquer chaque valeur de résistance et on s'est borné à la fabrication d'une série de valeurs de résistances dont les limites de tolérances se côtoient les unes les autres. C'est ainsi que la résistance immédiatement inférieure à 47 Kiloohms dans la série internationale de tolérance est de 39 Kiloohms, et celle immédiatement supérieure de 56 Kiloohms.

La série est donc : 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82.

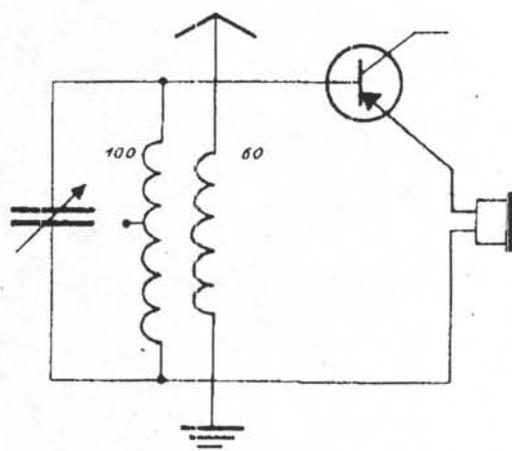
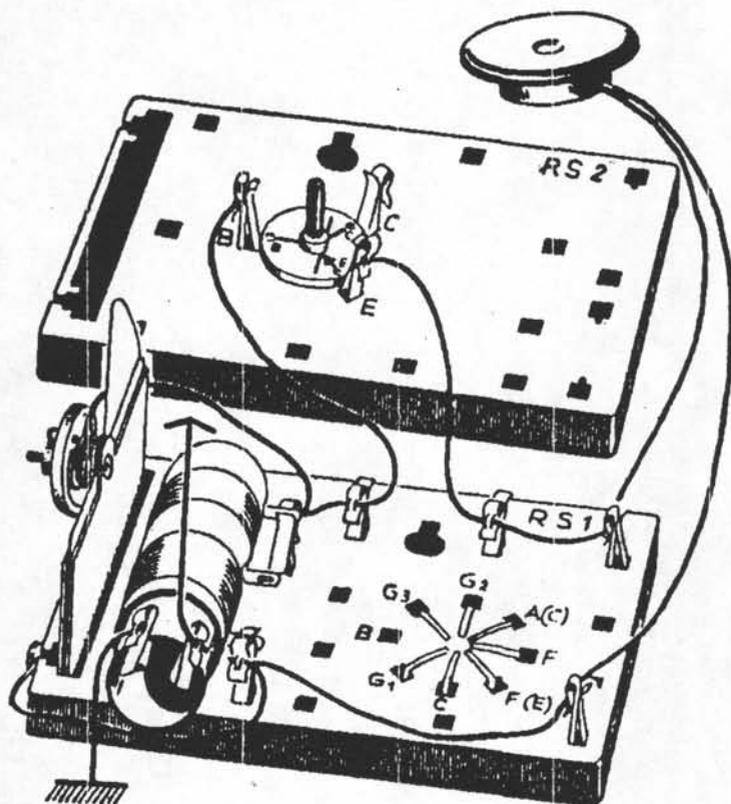
Comme certains constructeurs ont continué à fabriquer des valeurs intermédiaires rondes il peut arriver que la boîte contienne :

- résistance n° 26      2 Mégohms ou 2,2 Mégohms
- résistance N° 30      5 Kiloohms ou 4,7 Kiloohms
- résistance n° 31      50 Kiloohms ou 47 Kiloohms

Dans le présent recueil les textes ou les schémas ne comportent qu'une indication des deux valeurs de résistance possible, la deuxième valeur peut d'ailleurs être employée indifféremment.

### 58. Emploi du transistor comme diode

Par suite de sa faculté de ne laisser passer le courant que dans un sens, le transistor peut également être employé comme diode. Dans

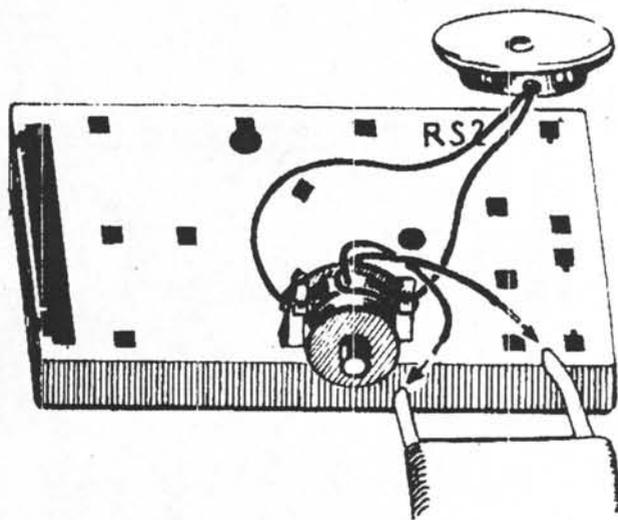


ce cas, on ne se sert que de deux branchements : la base et l'émetteur. Le courant passe dans le sens base-émetteur et se trouve arrêté en sens inverse. Pour nous en assurer, nous installons la plaque avec son transistor derrière la plaque de base RSI qui comporte le récepteur à diode précédemment construit. Nous branchons les pinces B et E du transistor aux pinces prise de courant du récepteur à diode, en lieu et place de la diode. La pince C reste inutilisée. En tournant le condensateur variable, nous recherchons un émetteur de radio et nous avons vraiment une réception

Cette réception est toutefois très faible car notre transistor n'est pas approprié pour servir comme diode car il a une fonction toute autre à remplir : l'amplification de faibles courants alternatifs à basse fréquence. Si nous voulons nous rendre compte sans matériel important si notre transistor permet d'amplifier, il faut que dans ce cas lui envoyer des impulsions de courant très faibles, à peine perceptibles dans notre écouteur mais audibles par un fort craquement si ces impulsions passent d'abord à travers le transistor. Nous essaierons notre transistor de cette façon ; la faible impulsion de courant nécessaire sera produite par notre bobine d'électro n° 7.

## 59. Courant induit

Nous adaptons notre bobine d'électro sur le socle et nous rellons l'écouteur à ses deux extrémités après avoir introduit le noyau en fer (8) dans la bobine. Ensuite nous entourons notre bobine d'électro par un tour de notre fil de liaison. Cette spire sera parcourue par une impulsion de courant quand nous ferons toucher les deux extrémités dénudées aux deux languettes de notre pile, mais très brièvement. En même temps nous entendrons



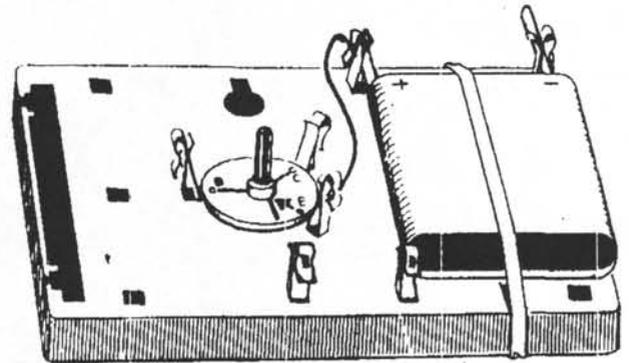
dans notre écouteur un léger craquement qui signifie que la bobine d'électro a également été parcourue par un courant. Aucune liaison n'existant entre la bobine d'électro ni avec la spire qui l'entoure, ni avec la pile de lampe de poche, comment ce courant a-t-il pu se créer dans notre bobine ? Nous avons montré lors de l'expérience N° 50 que deux bobines l'une dans l'autre s'influencent, bien qu'elles n'aient aucune liaison entre elles par fil. Elles le font grâce à une variation des champs magnétiques qui sont créés dans notre cas par la fermeture et la coupure du courant à travers notre spire unique. Nous savons, depuis l'expérience N° 5, qu'une bobine parcourue par un courant produit un champ magnétique. La spire unique est également une petite bobine. Par suite de la variation du champ magnétique il s'est créé un déplacement d'électrons dans la bobine d'électro : il s'est créé un petit courant appelé courant induit.

Ce courant est particulièrement indiqué pour l'essai d'amplification de notre transistor. Il faut toutefois brancher le transistor convenablement.

## 60. Source de courant pour l'appareillage à transistor

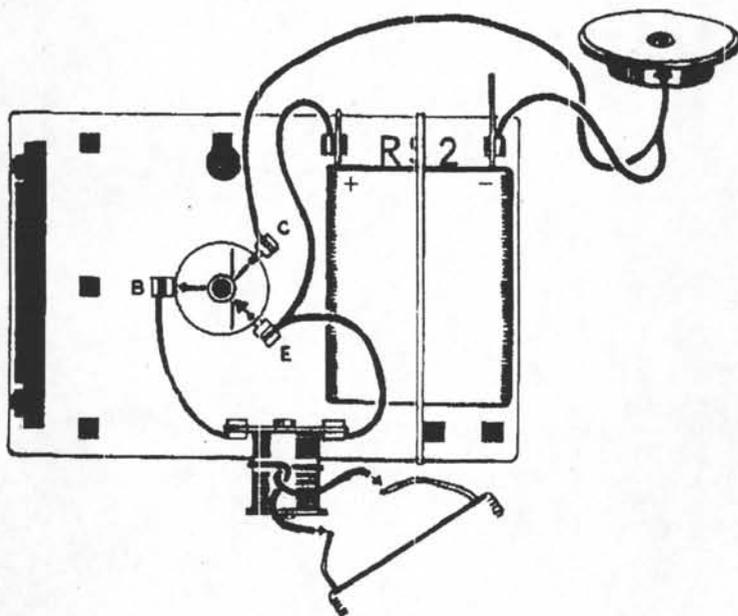
Comme nous le savons déjà, la diode travaille sans courant. Il en est de même pour le transistor si on le fait travailler tel une diode, comme dans l'expérience N° 58. Mais si nous utilisons le transistor comme amplificateur, de sorte que les trois branchements soient nécessaires, nous sommes obligés de lui appliquer une tension,

c'est-à-dire de brancher une pile. Nous passons les languettes de la pile de lampe de poche dans deux pinces ressort montées le long de l'arête arrière de la plaque et la pile sera ainsi maintenue en place. Depuis le pôle positif de la pile nous ferons un branchement jusqu'à la pince E. Ce branchement sera maintenu pour tous les essais suivants. Il faut veiller à ce que ce soit toujours le pôle positif de la pile de lampe de poche qui soit relié à l'émetteur. En cas d'erreur de branchement, il se pourrait que notre transistor très onéreux soit détruit.



**ATTENTION :** La languette longue de notre pile est le — ; la languette courte le +. Dans le schéma le signe + affectera par contre le trait long du signe représentatif.

## 61. Appareil simplifié de contrôle de transistor



Nous relierons l'une des extrémités de la bobine d'électro avec l'émetteur E du transistor, celui-ci étant déjà connecté au pôle + de notre pile. L'autre extrémité de notre bobine d'électro sera reliée à la base B. Une des extrémités de notre écouteur sera reliée au collecteur C et l'autre au pôle — de la pile (languette longue). Si nous touchons maintenant très brièvement les deux extrémités de la spire entourant notre électroaimant avec les deux languettes d'une deuxième pile de lampe de poche nous entendons dans

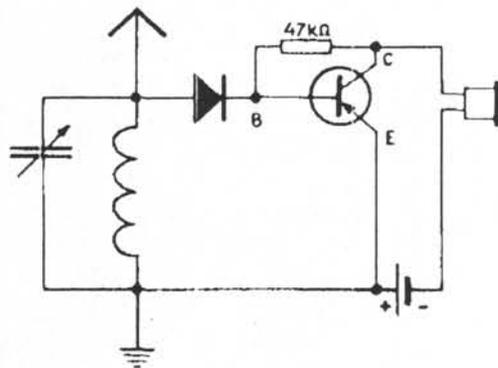
notre écouteur un craquement fortement amplifié, craquement qui était précédemment très faible. Le courant induit que nous avons envoyé à la base a donc produit une brève ouverture de l'écluse (comparaison des explications du fonctionnement des transistors du chap. 53).

La pile de lampe de poche a donc eu la possibilité d'envoyer dans notre écouteur une impulsion de courant plus forte que ne pouvait le faire précédemment la seule bobine d'électro.

## 62. Amplification de réception

Nous enlevons la bobine d'électro du branchement précédent et nous rellons directement la base et l'émetteur du transistor avec notre récepteur à diode des essais N° 47 ou 50. Le courant de la pile parcourant l'écouteur oscille en mesure avec la basse fréquence. Nous entendons maintenant la musique beaucoup plus fortement pour cette raison et nous pouvons dire que le transistor l'a amplifiée.

Bien faire attention à la polarité de la diode ! Si entre collecteur et base nous branchons la résistance de 47 Kiloohms, la réception sera encore plus forte et plus nette.



## 63. Pourquoi un condensateur ?

Pour qu'un amplificateur à transistor fonctionne convenablement il ne s'agit pas, comme c'était le cas dans l'essai n° 61, d'ouvrir de temps à autre « l'écluse » au courant de base. Il est essentiel que la position repos de la porte « d'écluse » soit bien réglée : elle doit être ouverte exactement à moitié afin de pouvoir suivre correctement les oscillations du courant à fréquence musicale du récepteur à diode, c'est-à-dire offrir un passage plus ou moins grand au courant d'électrons à travers le transistor. Ce réglage moyen (l'homme de métier l'appellera le point de fonctionnement) sera obtenu par un courant continu de la base obtenu dans notre cas présent par l'intermédiaire de la résistance de 47 Kiloohms (elle se trouve entre base et collecteur).

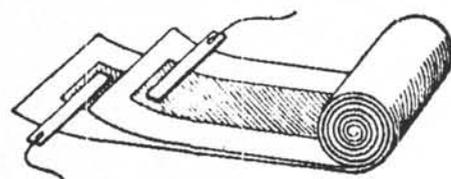
Si nous raccordons directement notre amplificateur à transistor à notre récepteur à diode, ce point milieu favorable peut se modifier car une des parties du courant destiné au réglage de la base s'écoulera par la diode. Afin que notre amplificateur soit indépendant de telles actions extérieures et pour lui permettre de rester réglé, il nous faut brancher quelque chose devant la base, quelque chose qui arrête le courant continu tout en laissant passer vers la base les courants à fréquence musicale de basse fréquence.

Un condensateur est tout à fait approprié car il laisse passer de façon merveilleuse le courant alternatif tout en empêchant le passage du courant

continu. Nous verrons pourquoi au troisième chapitre du paragraphe 99. D'abord, nous voulons essayer d'apprendre autre chose concernant les condensateurs.

#### 64. Condensateur roulé au papier

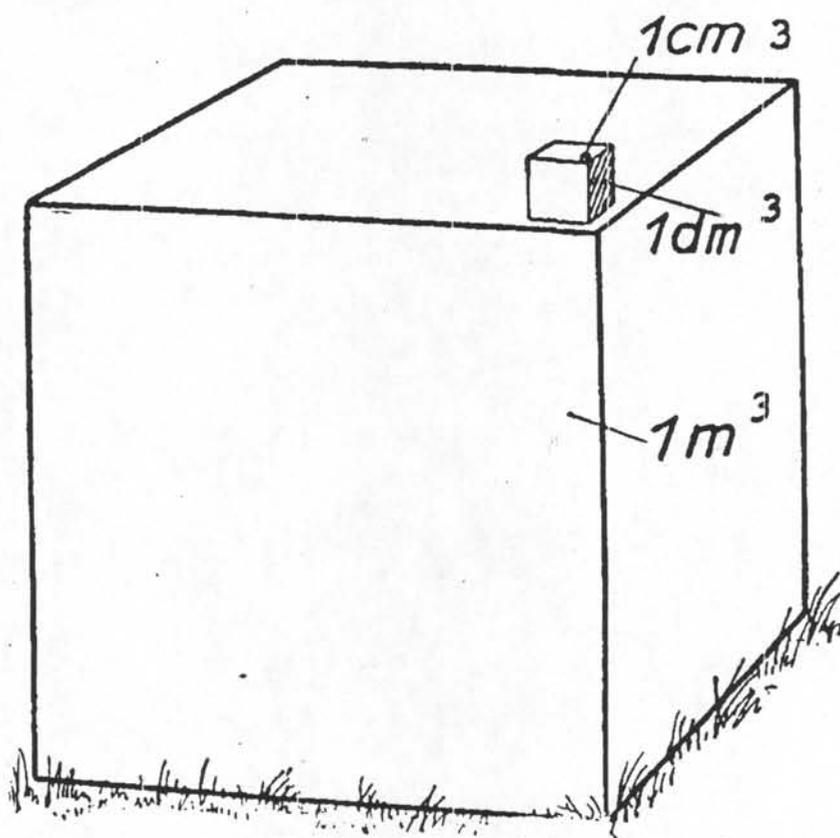
Il est dit dans les chapitres 44 et 45 qu'un condensateur se compose essentiellement de deux surfaces conductrices séparées par un isolant. La capacité d'emmagasinage en électrons d'un condensateur est d'autant plus élevée que les surfaces se faisant vis-à-vis sont plus grandes et que l'isolant les séparant est plus mince. Notre condensateur n° 24 (condensateur téléphonique) se compose de deux rubans en aluminium très mince séparés par une bande isolante, le tout étant enroulé. On parle donc de condensateur enroulé, de condensateur en bloc puisqu'il permet de bloquer le courant continu, ou encore de condensateur au papier, les deux feuilles d'aluminium étant séparées par une feuille isolante en papier.



#### 65. Capacité des condensateurs

La capacité des récipients ou containers s'exprime en centimètres cubes (tubes à essais), en litres (arrosoirs), ou en mètres cubes (barrages). La contenance ou la capacité des condensateurs s'exprime en microfarad (Mf) ou pour des petits condensateurs en picofarad (pF). Un picofarad est la millionième partie du microfarad.

La capacité du condensateur de grille est d'environ 100 pF, celle du condensateur téléphonique de 2.000 pF et celle du condensateur électrolytique (essais

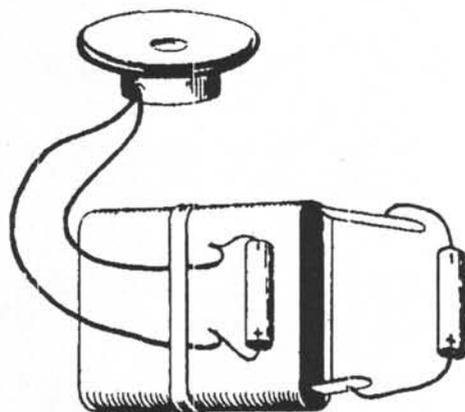


67 à 72) de 10 MF. Le dé du croquis ayant une arête d'un mètre de longueur peut contenir 1.000 petits dés comme celui représenté à l'un de ses côtés. Ce dernier peut contenir à nouveau 1.000 dés minuscules comme celui indiqué tout en haut du croquis.

1 pF est donc dans le même rapport avec 1 MF comme le minuscule petit dé avec celui dont l'arête fait 1 mètre.

## 66. Essais de capacité

Si nous branchons un condensateur aux deux languettes d'une pile de lampe de poche, ne serait-ce que pendant un court instant, ce condensateur absorbe une certaine quantité d'électricité. Celle-ci reste à l'intérieur du condensateur même si on le débranche de la pile. Nous redressons légèrement les extrémités des fils de l'écouteur et nous les fixons à l'aide d'un bracelet caoutchouc sur la pile. Ensuite nous rellions le condensateur téléphonique pendant un court instant, à l'aide de ses fils de sortie, aux deux languettes de la pile de lampe de poche. Le condensateur se chargera d'une certaine quantité d'électricité. Si, après avoir enlevé le condensateur de la pile, nous touchons les deux extrémités des fils de l'écouteur, le condensateur se décharge, produit une courte impulsion de courant qui est perceptible dans l'écouteur sous forme d'un petit craquement. Nous recommencerons cette expérience plus tard avec le condensateur électrolytique que nous allons confectionner au cours de l'expérience N° 69. Nous le chargerons de la même façon avec notre pile de lampe de poche (le pôle positif du condensateur obligatoirement après la languette courte de la batterie) et nous le déchargerons à nouveau avec notre écouteur. Le craquement sera beaucoup plus intense, ce qui prouve que la quantité d'électricité absorbée est devenue beaucoup plus importante

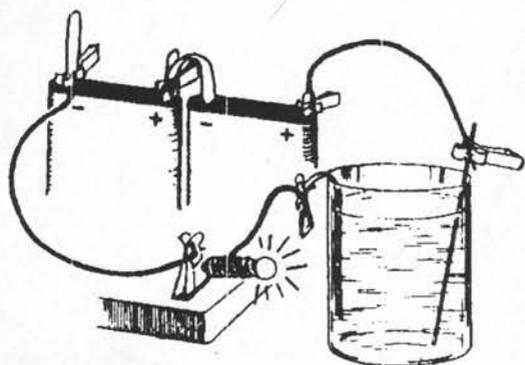


## 67. Condensateurs électrolytiques

Ces condensateurs sont ainsi nommés parce qu'ils sont composés de deux petites feuilles en aluminium, qui, cette fois-ci, ne sont pas séparées par un papier isolant, mais par un liquide conducteur d'électricité (électrolyte). Nous connaissons tous le phénomène qui se produit quand on chauffe certains métaux. Ils changent légèrement de teinte et ils se recouvrent d'une mince couche d'oxyde. Il est très facile de réaliser sur de l'aluminium une telle couche extrêmement mince d'oxyde, en procédant par voie électro-chimique. Cet oxyde est absolument incolore. Il est invisible mais, malgré cela, il isole complètement le métal du liquide. Le métal constitue l'une des plaques du condensateur, le liquide représente l'autre plaque. L'isolement entre les deux surfaces est obtenu par la mince couche d'oxyde qui s'est créée toute seule sur l'aluminium. Cette couche étant d'une minceur extraordinaire, la capacité est très grande pour des surfaces relativement petites.

## 68. Couche d'arrêt sur aluminium

Nous pouvons facilement créer nous-mêmes une telle couche d'arrêt. Nous dissolvons dans un verre d'eau une cuillerée à soupe de bicarbonate de soude, comme il en existe dans tous les ménages. Si nous n'avons pas de bicarbonate à la maison, nous pouvons nous en procurer dans chaque droguerie, à peu de frais.



Comme indiqué dans la figure, nous rellions la languette courte d'une pile à la languette longue d'une seconde pile afin de réaliser un montage en série. Nous suspendons dans la solution une bande assez large de feuille d'aluminium (papier chocolat) que nous rellions au travers de la petite ampoule au pôle — de nos deux piles (languette longue restée libre). Si nous rellions maintenant la tige en acier n° 32 au pôle plus et la plongeons avec

précaution dans notre solution, l'ampoule s'éclaire. Il faut éviter de toucher la feuille d'aluminium directement car l'ampoule recevrait trop de courant. Les électrons peuvent s'écouler constamment de l'aluminium vers l'acier à travers la solution. Si nous inversons les branchements extérieurs aux bornes des deux piles, l'éclairage diminue rapidement pour disparaître complètement. La cellule électrique représentée par notre verre ne laisse plus passer le courant. En raison de la décomposition chimique qui s'est opérée, la feuille d'aluminium s'est couverte d'oxygène qui a eu pour effet de la recouvrir d'une couche invisible et très mince d'oxyde d'aluminium. Cet oxyde ne conduit pas le courant et agit donc comme une couche d'arrêt. Il est facile de nous en convaincre en intervertissant encore une fois les branchements de façon à obtenir notre branchement initial. Les électrons circulent dans le sens aluminium-fer. Si nous intervertissons à nouveau le courant dans le sens arrêt, la lampe ne s'allumera plus du tout. La couche d'arrêt qui s'est créée la première fois reste toujours et on dira que la cellule a été formée par voie électrolytique.

## 69. Explication du condensateur électrolytique

Nous savons que deux surfaces conductrices séparées par une couche isolante forment ensemble un condensateur. Nous pouvons donc considérer comme condensateur notre cellule à couche d'arrêt en aluminium et le liquide avoisinant (le clou ne sert que de branchement au liquide et sa dimension est sans importance) Dans un condensateur enroulé, la couche de séparation isolante en papier a une épaisseur d'environ  $1/20^e$  de mm. Dans un condensateur électrolytique, l'épaisseur de la couche d'oxyde est d'environ un millièème de mm. C'est pour cette raison que la capacité de ce condensateur est,

malgré les dimensions relativement réduites de la plaque d'aluminium, des milliers de fois plus grandes que celle du condensateur ordinaire.

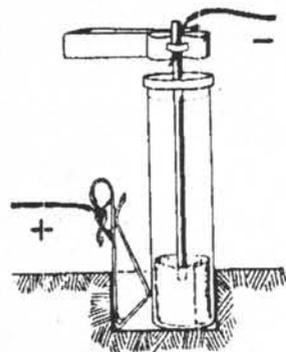
## 70. Condensateurs tubulaires

Comme il est possible avec des surfaces relativement faibles de réaliser de grosses capacités, nous construirons nous-mêmes un condensateur électrolytique en nous servant de notre petit tube en aluminium qui contient de la limaille de fer. Nous recueillons la limaille de fer dans un petit sachet en papier afin de ne pas la perdre. Nous chauffons notre tige en fer N° 32 à l'aide de la flamme d'une bougie. Quand elle sera assez chaude nous l'enfonçons dans le milieu du bouchon en matière plastique qui ferme le tube en aluminium. Par fusion de la matière plastique, la tige chauffée fait dans le bouchon un trou qui permet le passage de la tige. Nous remplissons le tube d'aluminium avec la solution concentrée de bicarbonate de soude qui nous reste de l'expérience 68 et nous le fermons avec son bouchon en matière plastique traversé par la tige de fer. Afin d'éviter que l'extrémité inférieure de la tige qui ne doit évidemment pas atteindre le fond, ne touche les parois du tube nous introduisons au préalable dans celui-ci un anneau d'un centimètre de largeur fabriqué avec du papier buvard. Nous introduisons le tube dans le logement réservé à cet effet dans la plaque RS 2 juste au-dessus du transistor. L'évidement carré qui se trouve à côté recevra une pince ressort afin de maintenir solidement le tube en aluminium et cette pince servira en même temps de pôle négatif du condensateur électrolytique

Nous enfonçons également une pince ressort sur la tige en acier et cette pince sera le pôle positif du condensateur. Nous formons maintenant notre condensateur en raccordant pendant quelques minutes la languette longue de la pile à la pointe en acier et la languette courte à l'aluminium de notre tube (voir essai N° 68). Maintenant nous contrôlons la capacité de notre condensateur comme dans l'expérience N° 66.

Nous constatons toutefois que le condensateur tubulaire de notre fabrication produit un bruit dans notre écouteur bien qu'il n'ait subi aucune charge au préalable. Les moyens dont nous disposons ne nous permettent pas d'éviter qu'en plus du phénomène de condensateur il existe un deuxième phénomène semblable à celui d'un élément de pile.

C'est pour cette raison que les condensateurs électrolytiques du commerce donnent des résultats un peu meilleurs. Dans le cas où vous voudriez vous procurer un condensateur de ce genre, il faut demander un condensateur électrolytique de 10 Mf pour 12/15 volts. En plus de son utilisation dans quelques essais du présent livret, il peut vous servir ultérieurement dans la boîte complémentaire du Jeune Radio qui vous permettra la réalisation d'essais intéressants ainsi que la construction d'un véritable récepteur à haut-parleur.

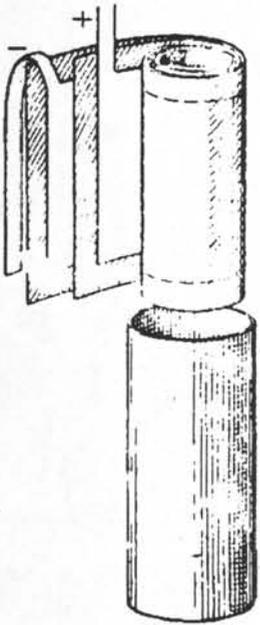


## 71. Le condensateur électrolytique enroulé

On peut réaliser de très fortes capacités de plusieurs MF, en augmentant la surface de l'aluminium.

Les condensateurs électrolytiques du commerce sont constitués par un ruban d'aluminium enroulé en même temps que deux rubans de papier buvard imbibés de l'électrolyte, le tout étant enroulé et enfoncé dans un cylindre métallique. Dans ce cas, la connexion centrale est celle du ruban d'aluminium

et devient le + tandis que le pôle — représenté par la douille métallique est extérieur, c'est-à-dire juste le contraire du condensateur que nous avons préparé nous-même. La figure nous montre l'intérieur d'un condensateur électrolytique. Le ruban d'aluminium dont la connexion est à la partie supérieure représente le pôle +, sa surface est recouverte de la couche d'oxyde qui agit comme diélectrique du condensateur. Les parties hachurées représentent les deux feuilles de papier imbibé d'électrolyte et correspondent au pôle — du condensateur. Le petit ruban métallique visible entre les deux feuilles de papier a uniquement été prévu afin que chaque partie imbibée du papier buvard soit en contact avec la douille extérieure. Afin que le condensateur électrolytique reste toujours humide, sa fermeture est hermétique, il ne peut donc y avoir aucune fuite comme c'est le cas dans le condensateur que nous avons construit.



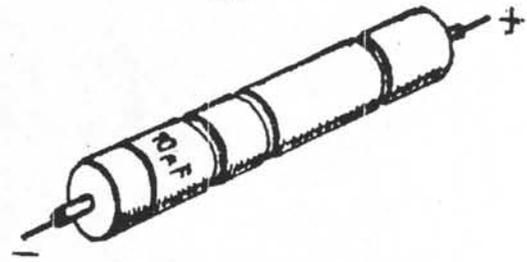
## 72. Condensateurs : haute tension et basse tension

La couche d'oxyde isolante doit être suffisamment épaisse afin de résister à la tension appliquée au condensateur. Les condensateurs électrolytiques haute tension

ont de ce fait une couche d'oxyde beaucoup plus épaisse que les condensateurs électrolytiques basse tension. La couche d'oxyde étant plus épaisse, on corrige la différence de capacité en augmentant la surface. Ainsi les condensateurs électrolytiques haute tension sont nettement plus grands

à capacité égale que ceux à basse tension. Les condensateurs électrolytiques doivent être toujours branchés en respectant leurs polarités. C'est pour cette raison que dans les schémas on fait toujours figurer les polarités dans ce genre de condensateur. La polarité est également indiquée sur ces condensateurs, et pour indiquer le pôle — ils sont souvent munis uniquement d'un cercle noir qu'il ne faut jamais confondre avec les nervures qui existent très souvent du côté +.

Si nous branchons un condensateur électrolytique à l'envers, il y a danger de réactions chimiques qui le rendront inutilisable pour toujours.



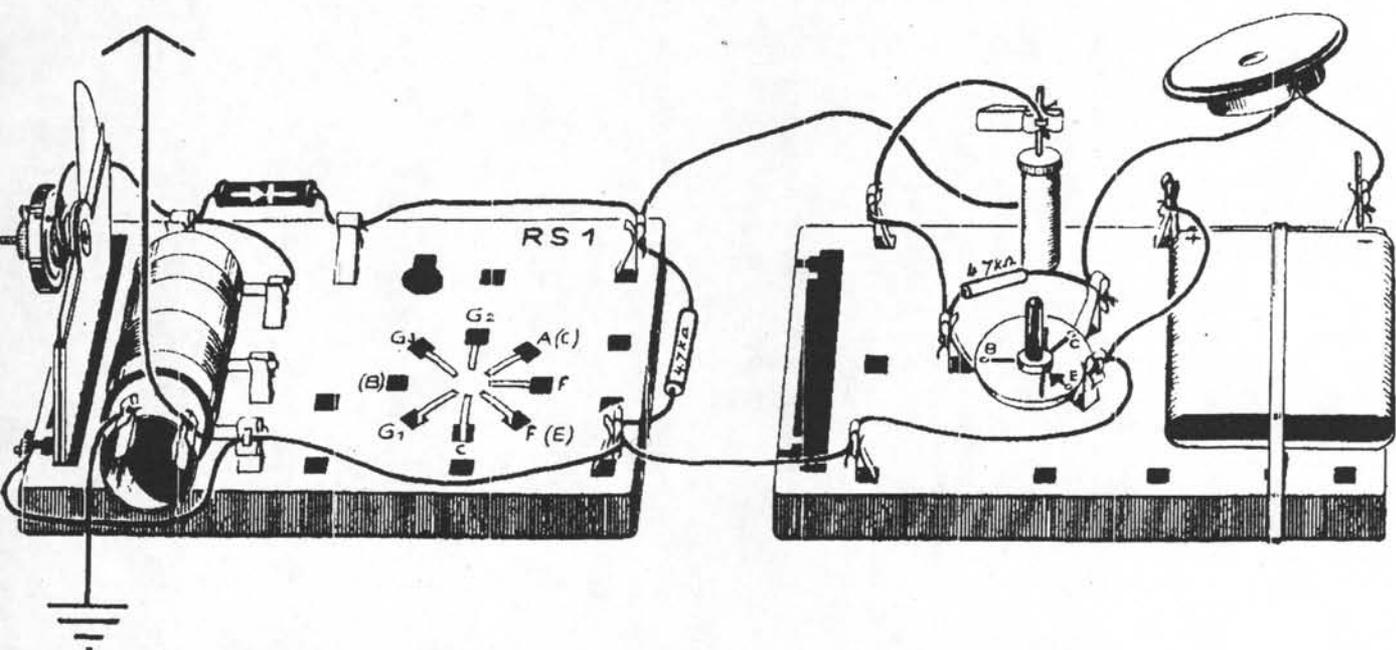
### 73. Condensateur de liaison

Nous sommes maintenant capable, afin de terminer notre essai n° 63, de brancher effectivement notre condensateur entre la base du transistor et la diode.

Avant tout, il s'agit pour nous de faire une petite modification sur notre récepteur à diode des essais n° 47 ou 50. Nous avons enlevé notre écouteur et nous le remplaçons dans le branchement par la résistance de 4,7 K $\Omega$ . Nous branchons cette dernière en lieu et place de l'écouteur. Comme lors de l'expérience n° 62, la sortie avant de la bobine restera reliée à l'émetteur et au pôle + de notre pile. Nous branchons le condensateur électrolytique entre la base du transistor et la sortie de la diode, là où était branché initialement notre écouteur. Le pôle - du condensateur électrolytique sera relié à la base qui, comme dans l'expérience n° 62 sera reliée au collecteur à travers la résistance de 47 K $\Omega$ . Le pôle + de notre condensateur sera relié à la diode, côté anneau de celle-ci.

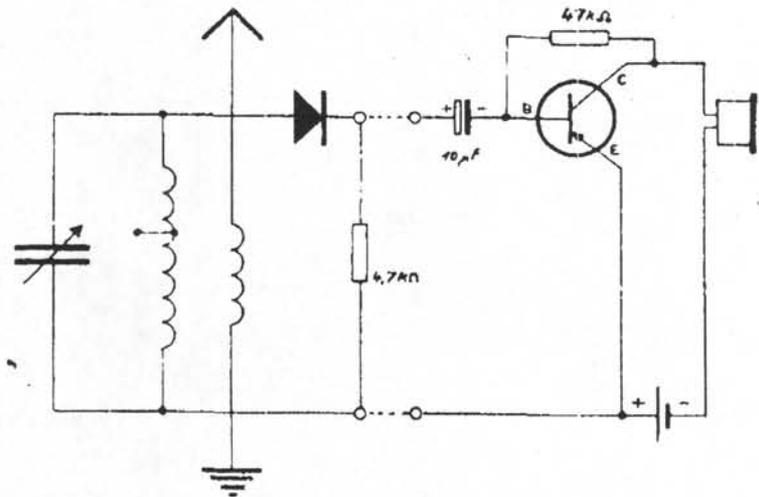
Il faut nous rappeler que le pôle + du condensateur que nous avons construit nous-même est le branchement latéral, c'est-à-dire le boîtier aluminium qui est maintenu dans notre plaque RS 2, dans le logement prévu à cet effet ; la tige acier du condensateur est le pôle - que nous rellions à la base B de notre transistor.

Afin d'avoir une forte réception, nous allons refaire tous les essais de branchement d'antenne, comme nous les avons réalisés avec le récepteur à diode lors des essais 47 et 50.



Dans notre schéma on représente l'exemple du récepteur à diode de la fig. 50. Il n'y a aucun intérêt à vouloir augmenter la puissance d'audition avec notre transistor, même en branchant deux piles de lampes de poche. Il se pourrait même que l'audition, dans ce cas, soit beaucoup moins nette car notre transistor est du type préamplificateur. Il rend donc déjà toute sa puissance avec une seule pile de lampe de

poche 4,5 volts. Nous n'emploierons donc jamais de pile de tension supérieure pour faire nos essais de transistor.



#### 74. Un bon résultat

Nous pouvons dès maintenant jouir du résultat obtenu grâce à notre travail avec le transistor. Au lieu d'une réception très faible reçue précédemment dans l'écouteur, nous entendons maintenant une émission avec une force étonnante. Nous devons cette augmentation de puissance à la mauvaise conductibilité de notre cristal semi-conducteur utilisé pour la construction du transistor. Il nous faut imaginer que le circuit émetteur-collecteur qui n'est généralement pas conducteur dans le germanium a acquis une grande conductibilité momentanée, par suite de faibles écoulements d'électrons provenant de la base de sorte qu'un courant très important se met à circuler entre collecteur et pôle négatif de la batterie au travers de l'écouteur. Les proportions sont environ celles que nous avons vues dans l'expérience N° 50 qui représentait l'analogie hydraulique. Le rendement du transistor peut encore être amélioré par d'autres procédés que nous décrirons dans les expériences suivantes.

#### 75. Le transistor est sensible à la chaleur

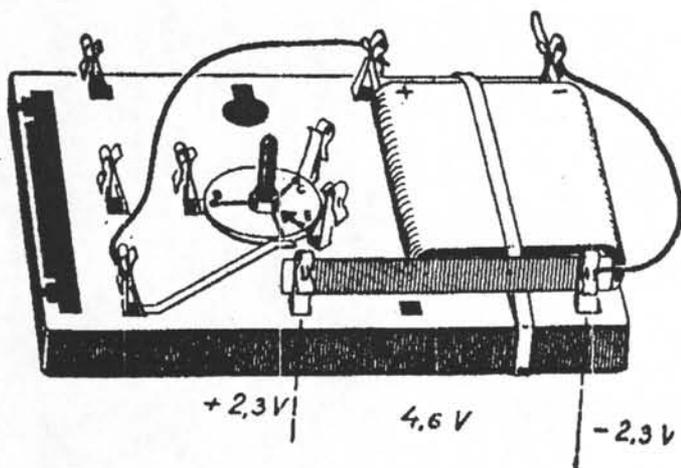
Savez-vous qu'un transistor est sensible à la chaleur ? Si en été il fait très chaud dans votre chambre, le transistor le remarquera comme vous-même. Il aime bien la chaleur et permet le passage d'un courant plus élevé. Vous avez déjà compris que le récepteur ne marchera pas plus fort pour autant, car le fait de laisser passer davantage de courant signifie uniquement que la position milieu de la « porte éclose » a été dérégulée. Nous pensons que l'élévation de température dans votre chambre ne sera toutefois pas suffisante pour que vous puissiez vous apercevoir par un changement dans la qualité de la musique que le point de travail s'est dérégulé par échauffement. Vous aurez probablement d'autres raisons pour vous occuper du dérèglement du point de fonctionnement. Par suite de la grande difficulté de construction

des pièces minuscules qui constituent un transistor, il se peut qu'un transistor terminé ait des caractéristiques légèrement différentes de celles pour lesquelles il a été construit. Imaginez-vous que l'usine qui fabrique ces « porte-écluse » n'ait pu les livrer qu'avec une certaine tolérance ou fourchette de fonctionnement ; afin de remédier à cet inconvénient, le point milieu de chaque porte est réglé un peu différemment. Vous savez déjà que nous avons une certaine tolérance sur nos résistances, que la tension de notre batterie de pile varie dans le temps, il faut donc réadapter tous ces facteurs en agissant sur la position moyenne de la « porte écluse » que nous rendrons de ce fait réglable. Pour procéder à cet essai, nous débrancherons du collecteur la connexion de la résistance de 47 K $\Omega$  qui reliait celui-ci à la base.

## 76. Le diviseur de tension

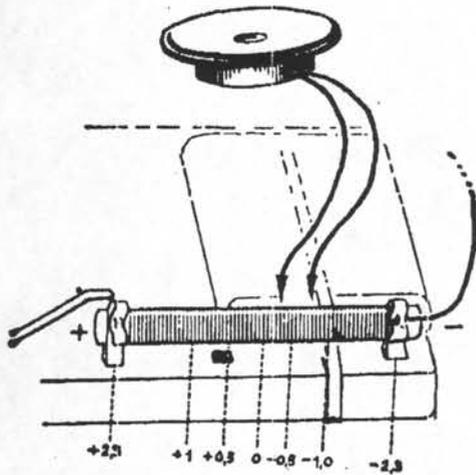
Pour rechercher la tension la plus favorable, nous utilisons notre résistance bobinée comme diviseur de tension. Nous fixons cette résistance sur notre plaque RS 2 en-dessus de la batterie à l'aide de deux pinces ressort distantes de 70 mm logées dans les cavités encore disponibles.

Nous branchons un fil partant de la borne moins de la pile à la pince de droite de la résistance. Sur la gauche de notre résistance bobinée, nous fixons le ressort de manipulateur de façon telle qu'en appuyant dessus, on vienne toucher la pince ressort de l'autre extrémité de la résistance bobinée. Le ressort manipulateur sera relié au pôle positif de la pile. Pour l'expérience qui va suivre, nous débranchons les fils qui vont vers notre récepteur à diode. Les autres connexions peuvent être maintenues, car dans le présent essai le transistor n'intervient pas. Maintenant réfléchissons à ce qui va arriver quand nous appuyons sur le ressort manipulateur. Le courant de notre batterie, qui n'est peut-être plus très neuve, circule dans un circuit très simple à travers la résistance. Celle-ci ressent toute la différence de potentiel, par exemple 4,6 volts, et deviendra chaude par le passage du courant.



Ce fort courant risque de vider la pile très rapidement. Il est recommandé de n'appuyer sur le ressort manipulateur que pendant de courts instants dans les expériences qui vont suivre. Du fait que la résistance est reliée d'un côté à la borne plus (+) et de l'autre côté à la borne moins (—), faut-il la considérer comme positive ou négative ? Les deux cas existent. Comme il est indiqué dans le dessin, il faut imaginer que l'extrémité gauche de la résistance est

le siège d'une tension de + 2,3 volts, tandis que l'extrémité de droite est à une tension de - 2,3 volts. Le long de la résistance, la tension diminue lentement, devient nulle, et descend ensuite à - 2,3 volts. Le bobinage de la

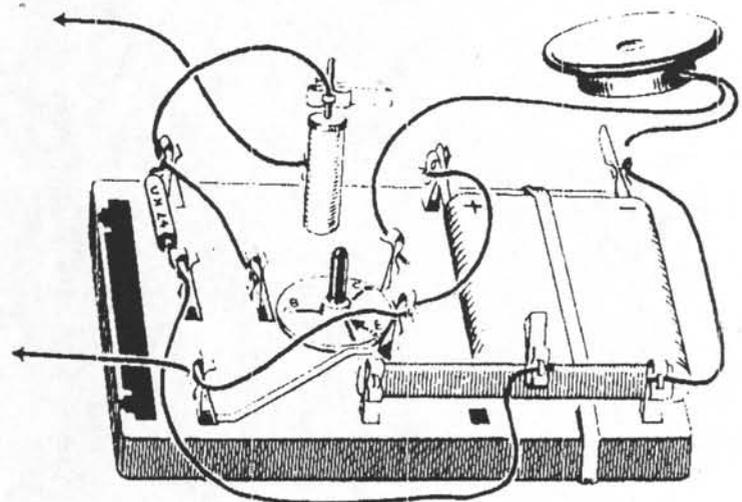


résistance ayant une longueur de 7 cms, la tension diminue d'environ 0,65 volts par cm. Maintenant que nous avons pris connaissance de ce qui précède, il nous est très facile de brancher l'écouteur que nous avons déconnecté de notre récepteur, non pas sur la tension totale de la batterie de pile, mais sur une tension de 0,5 volts seulement. Dans ce cas, nous rellons ces deux fils à deux endroits quelconques de notre résistance, à condition qu'ils soient distants de 8 mm. En appuyant sur le ressort du manipulateur, nous entendrons un craquement dans l'écouteur, même avec cette faible tension.

## 77. Potentiomètre pour la recherche du meilleur point de travail

Nous branchons à nouveau notre récepteur avec l'amplificateur à transistor et nous raccordons l'écouteur sur ses pinces. Ensuite nous réglons notre appareil sur une réception de radio quelconque. Nous touchons avec le fil resté libre de notre résistance de 47 K $\Omega$  un point quelconque de notre résistance bobinée. Si nous touchons exactement le milieu du bobinage, la résistance ainsi que la base du transistor sont branchées sur une tension zéro. Nous pouvons à volonté aller vers la gauche sur un tension positive ou vers la droite sur une tension négative.

Nous trouvons un point pour lequel la réception sera maximum dans notre écouteur. Si nous munissons le fil libre d'une pince ressort, nous pouvons le pincer à l'endroit trouvé. La résistance bobinée munie ainsi de sa prise médiane réglable est devenue un potentiomètre, c'est-à-dire un diviseur de tension réglable. Malheureusement notre résistance bobinée n'a que peu d'ohms de résistance à cause de son

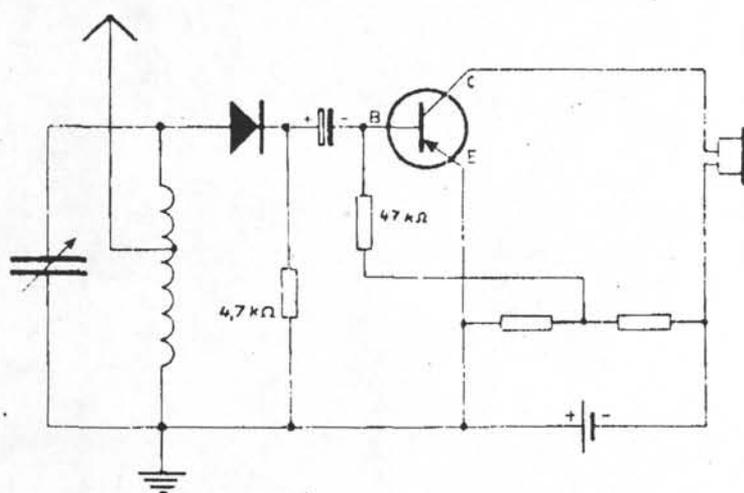
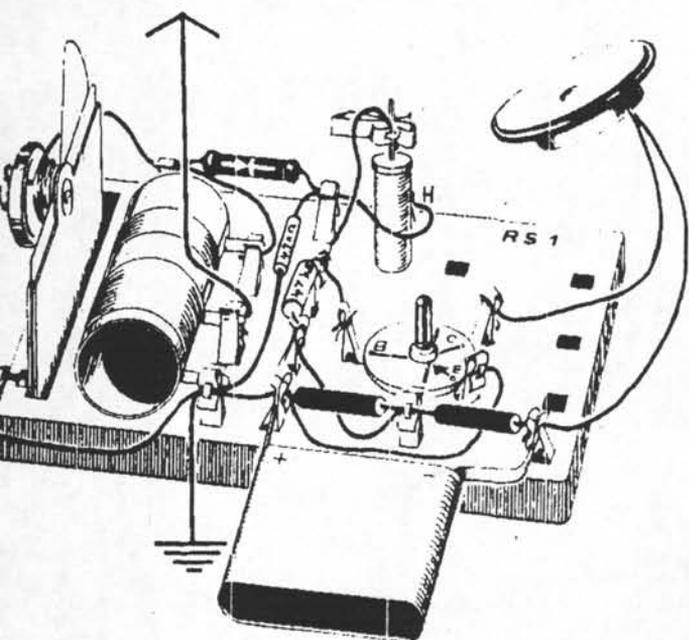


emploi dans les autres essais et notre pile serait vite abimée si elle était branchée en permanence. Les potentiomètres employés dans la radiotechnique

en accord avec les transistors ont des résistances de  $1000 \Omega$  et même  $10.000 \Omega$  et peuvent ainsi rester en permanence sous tension. Dans l'expérience N° 79 nous décrivons comment régler le point de travail de notre transistor et comment, une fois ce réglage obtenu nous pouvons maintenir le branchement de la batterie en permanence sans la détériorer. Maintenant que nous avons appris en détail comment travaille un transistor, nous pouvons nous permettre d'incorporer notre amplificateur à transistor à notre récepteur à diode.

### 78. La construction du véritable récepteur à transistor

Cette construction sera entreprise sur la plaque RS 1. Cette plaque peut également recevoir le transistor et elle comporte un grand logement se terminant par une cavité carrée réservée au montage du condensateur électrolytique que nous avons construit précédemment. En bas, à droite, nous pouvons facilement installer notre résistance bobinée. Depuis nos expériences précédentes, le condensateur variable est toujours en place. L'antenne sera reliée à la prise milieu de la bobine. La figure nous montre le récepteur entièrement terminé et, à côté, le schéma correspondant. Toutefois, dans les deux dessins, la résistance bobinée a déjà été remplacée par deux résistances fixes. Pour le moment nous nous servons encore de l'extrémité libre du fil provenant de la résistance de  $47 \text{ K}\Omega$  pour trouver, sur notre résistance bobinée, le meilleur point de réception. Nous trouvons ainsi le point de travail de notre transistor, c'est-à-dire le point où la base reçoit la tension négative la plus favorable.



### 79. Un potentiomètre pour branchement permanent

Un potentiomètre de ce genre doit avoir une résistance de  $1.000 \Omega$  environ. Si nous avons au préalable, lors de l'essai N° 77, pu déterminer que le meilleur point de travail se trouve dans le quart gauche dans notre résistance bobinée,

c'est-à-dire que les résistances entre le point de travail et les raccordements à la batterie se trouvent dans les rapports de 1 à 3, nous pouvons obtenir la même division de tension en employant deux résistances bon marché qui sont dans le même rapport, par exemple, 250  $\Omega$  et 750  $\Omega$  ou bien 200  $\Omega$  et 600  $\Omega$ .

Nous adaptons ces résistances dans notre branchement comme nous l'avons vu dans la figure de notre dernier essai. Si nous branchons maintenant le fil mobile provenant de la résistance de 47 K $\Omega$  au point de jonction de nos deux résistances neuves, le transistor obtiendra la vraie tension pour la base. Le courant de la pile de lampe de poche traverse donc une résistance de 1.000 $\Omega$  et la consommation est d'environ 4 mA (milliampère). Le branchement peut rester en permanence sans aucun dommage pour la pile de lampe de poche, la consommation étant insignifiante.

Dans la majeure partie des cas, vous constaterez que le transistor est parfaitement adapté à la résistance, de sorte que notre essai ne donnera pas de résultats meilleurs que notre récepteur de l'essai n° 73 dont la construction est très facile.

### III. ESSAIS AVEC LE TUBE ELECTRONIQUE

Les premiers essais pour la transmission des nouvelles en se servant des ondes électriques furent réalisés par MARCONI en 1897, et il utilisa alors pour la détection des ondes un cohéreur, c'est-à-dire une sorte de pont de limaille semblable à celui de notre expérience N° 18. Le professeur BRAUN trouva en 1905 à Strasbourg le détecteur à cristal qui correspondrait dans nos expériences au travail de notre diode. On s'est servi de ce détecteur pendant des dizaines d'années pour écouter les émissions. Aux environs de 1920 la découverte des tubes électroniques par LEE de FOREST donna la première possibilité de renforcer les ondes reçues, et avec la mise en service des tubes électroniques a commencé le développement formidable de la radiotechnique, jusqu'à la radiodiffusion et télévision populaire de nos jours. Malgré la découverte et l'emploi du transistor dans les toutes dernières années, le tube électronique joue toujours un grand rôle. C'est pour cela que nos derniers essais nous apprendront à comprendre le fonctionnement des divers tubes.

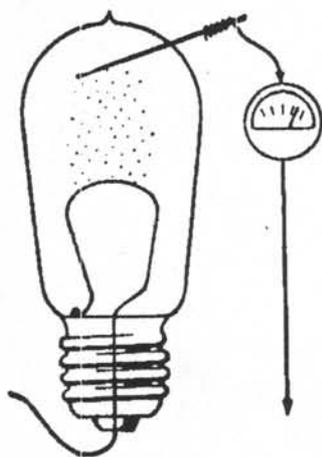
#### 80. Un tube électronique d'expérience

La première idée qui vous vient à l'esprit est de prendre une lampe de radio provenant d'un vieux poste hors service. On aurait évidemment l'avantage d'avoir une lampe à bon compte, malheureusement elle ne pourrait pas vous servir. Ces lampes utilisent pour leur fonctionnement des alimentations sous des tensions de 90 à 220 volts et ces tensions ne sont malheureusement pas

à la disposition du Jeune Radio. Les appareils récepteurs de radio reçoivent ces tensions élevées grâce à un appareillage spécial branché sur le secteur lumière et, s'il s'agit de postes portatifs, par l'utilisation de piles spéciales, à haute tension, très coûteuses. Il ne serait pas recommandable non plus de se servir de la haute tension en prenant des pièces détachées d'un poste de radio démonté, car il faut noter que la tension du courant lumière (220 volts) ou même déjà la tension de 110 volts peut-être très dangereuse et occasionner des accidents mortels. Nous attirons plus particulièrement votre attention sur le danger qu'il y a de faire des essais ou des manipulations avec un récepteur de radio nu qui serait relié au secteur. Un travail absolument sans danger ne peut être entrepris qu'avec une tension de 30 volts maximum. Depuis très peu de temps seulement, on construit dans l'industrie des tubes électroniques qui fonctionnent sous des tensions entre 10 et 30 volts qui sont, pour cette raison alimentés par des piles de lampes de poche. La lampe nécessaire aux expériences suivantes n'est pas contenue dans la boîte, mais on peut se la procurer chez le fournisseur du Jeune Radio. Son acquisition permet une grande quantité d'expériences intéressantes sans aucun danger. Dans notre boîte, il existe un emplacement réservé à ce tube.

### 81. L'expérience d'Edison

Les premiers essais de construction de la lampe à incandescence datent de 1854. Ce n'est que 25 ans plus tard que l'Américain EDISON l'a améliorée dans des conditions telles qu'elle pouvait être utilisée couramment. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la réalisation n'était pas si facile et ce n'est qu'après une multitude d'expériences qu'EDISON arriva à un résultat. Lors d'une de ses expériences, il a, en plus du filament lumineux, introduit dans la lampe un fil métallique qui n'était pas parcouru par du courant. Après avoir fait le vide dans cette lampe, il constata qu'aussi longtemps que la lampe était allumée on pouvait recueillir du courant dans ce fil métallique. Cette découverte était d'autant plus étrange que ce fil n'avait aucun contact avec le filament incandescent alimenté par le courant. La manifestation n'avait lieu que lorsque le filament était blanc incandescent et elle cessa quand le filament n'était que rougeoyant ou entièrement froid. Cette découverte ne fut expliquée que plus tard. Supposons que les particules infiniment petites d'un filament métallique incandescent soient animées d'un mouvement oscillant intense. Au cours de ce mouvement, une grande quantité de particules électriques (les électrons) sont lancées hors du filament et l'entourent comme un nuage de poussière. Un grand nombre d'électrons qui tourbillonnent ainsi frappent au hasard le



fil froid sans courant et sont ensuite conduits par celui-ci. Le fil chauffé (filament) qui envoie les électrons sera appelé « cathode » et le fil froid qui conduit les électrons sera appelé « anode ».

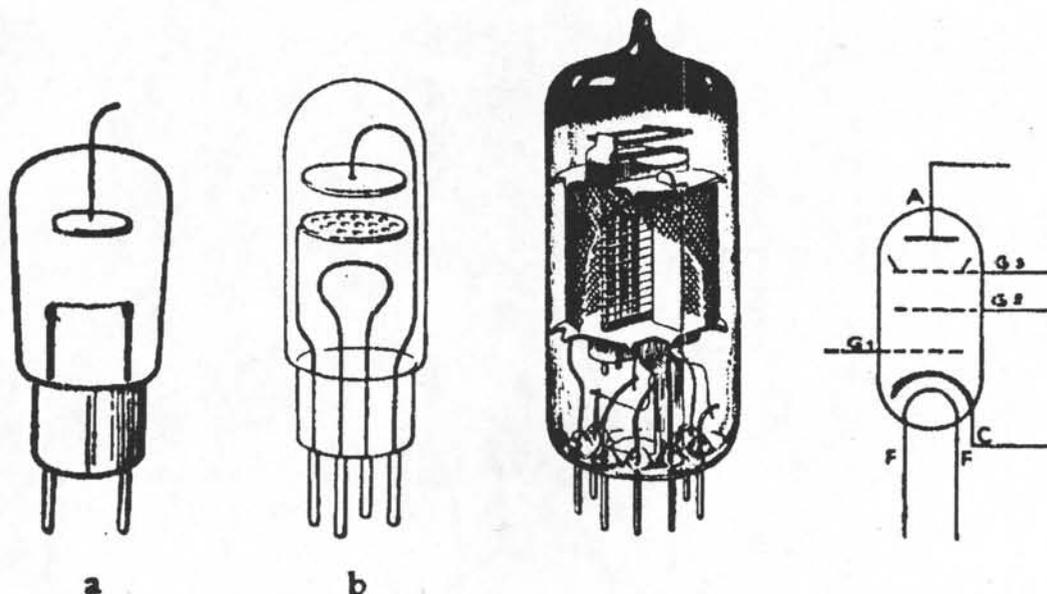
## 82. La lampe à incandescence transformée en tube électronique

Chaque tube électronique est muni d'un filament incandescent qui envoie des électrons dans tous les sens. Dans la majeure partie des cas, ce filament est invisible, la partie intérieure de la lampe faisant miroir. Même dans les lampes récentes dans lesquelles le miroir a été supprimé, il est très difficile d'observer l'incandescence du filament.

On a remarqué par la suite qu'un filament recouvert d'oxyde de thorium rayonne des électrons en abondance même lorsqu'il est très faiblement incandescent. De nos jours, toutes les lampes de radio sont fabriquées avec des filaments à faible incandescence (filament de chauffage). En lieu et place du fil d'écoulement pour les électrons, les tubes électroniques sont munis d'une plaque de tôle appelée anode. Le fil de liaison de l'anode (voir dessin) sort de la partie supérieure du verre, comme on peut encore le voir sur des lampes d'un modèle ancien. Dans la majeure partie des cas, de nos jours, ce même fil d'anode passe par le culot de la lampe pour rejoindre une des broches. Le dessin (b) nous montre comment, dans les anciennes lampes, un morceau de tôle perforée servait de grille entre le filament et l'anode.

Les électrons sortant du fil de chauffage sont obligés de se précipiter au travers de cette grille pour parvenir jusqu'à l'anode. Grille et anode sont reliées par des fils au culot de la lampe et, suivant les types, on trouve des lampes de 4 à 9 broches.

Au cours de l'évolution de la fabrication des tubes, l'anode a reçu la forme

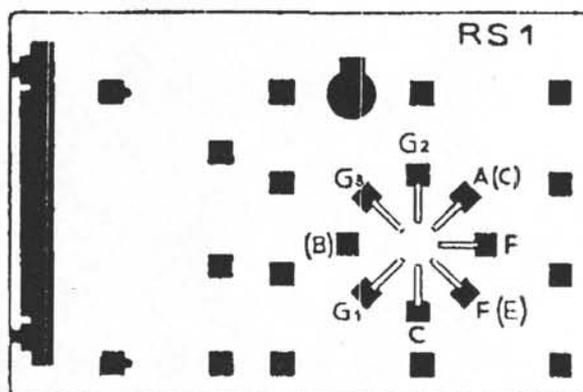


d'un cylindre creux traversé par le fil de chauffage. La grille est représentée par une spirale de fil roulé (dessin c). Notre tube électronique est une pentode (tube à cinq électrodes), cela veut dire qu'en plus de l'anode et de la cathode, elle comporte encore 3 grilles dont nous apprendrons à connaître les fonctions ultérieurement.

### 83. Nous regardons notre tube électronique

Le socle de notre tube est muni de 7 broches ; on peut se demander pourquoi ces 7 broches, puisque nous venons d'apprendre que ce tube est un tube à cinq électrodes. Les deux broches supplémentaires servent au raccordement du fil de chauffage. Au cours de l'essai N° 85 vous trouverez les détails complémentaires concernant le chauffage d'un tube.

Si nous regardons notre plaque de base RS 1 nous constatons qu'elle comporte des cavités carrées disposées en forme de cercle, cavités qui sont munies de lettres qui, jusqu'à présent, n'ont, été d'aucun intérêt pour nous. Vous avez sûrement déjà découvert les petits ressorts de branchement N° 33 en



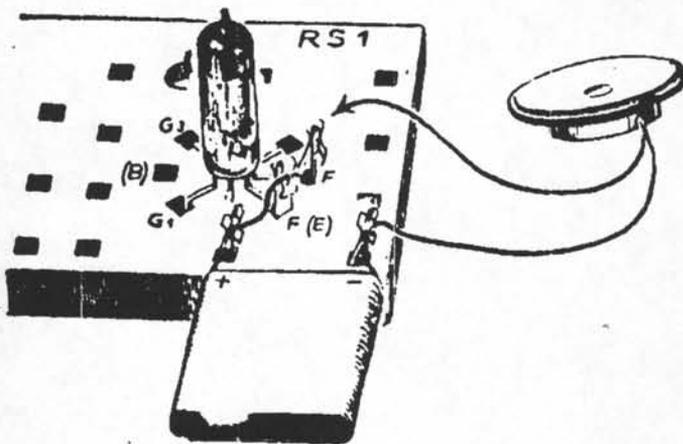
l'alton qui conduisent des petits perçages aux grosses cavités. Ces pincettes de raccordement permettent de raccorder les petites broches de notre tube électronique à nos pincettes ressort relativement plus grandes. De plus, vous avez déjà remarqué qu'à un certain endroit les 7 broches du tube présentent un espace plus grand. Il manque sûrement une 8<sup>e</sup> broche et dans la plaque de base un 8<sup>e</sup> petit perçage. Cette disposition est voulue et donne la certitude de toujours brancher le tube convenablement. Il est recommandé d'installer le tube électronique en premier sur la plaque de base avant le raccordement des batteries. Lors du raccordement de ces batteries, il faut surtout veiller que les pincettes F-F du filament du tube ne soient raccordées qu'à une seule pile de 4,5 volts ou bien à une sortie de transformateur 6 volts. Dans le cas contraire, le filament serait brûlé et le tube serait inutilisable. Pour éviter que les électrons lancés par le filament ne rencontrent des particules d'air sur leur chemin vers l'anode, le tube aura été vidé de tout gaz. Dans le cas où, malgré cela, il resterait des traces d'air, on pulvérise à l'intérieur des tubes un petit morceau de métal approprié qui absorbe les toutes dernières molécules d'air. Ce brouillard métallique est déposé sur la paroi intérieure du tube en verre et se présente suivant le métal employé sous forme de miroir ou d'une couche noire. Cette couche superficielle n'est donc dans aucun cas un signe qui indiquerait que la lampe ne serait plus neuve ou qu'elle aurait déjà servi. C'est ce dépôt également qui nous empêche de reconnaître à l'intérieur du tube ses différentes parties constituantes. Nous voyons tout

de même que l'anode a une forme d'anneau métallique cylindrique perforé. Les trous latéraux de cette anode nous permettent d'entrevoir un des fils spiralés de l'une des trois grilles. Cette disposition peut varier d'un constructeur de tube à l'autre.

#### 84. Premier essai du tube

Pour réaliser les essais avec notre tube électronique, il nous faut avant tout la plaque de base RS 1 spécialement aménagée pour ces essais. Il sera donc plus prudent d'enlever le transistor et toutes les autres pièces de notre dernière expérience et de les replacer dans leurs cases correspondantes dans la boîte. Il en sera de même pour la bobine du circuit oscillant ainsi que de ses branchements vers l'antenne et vers la terre.

Nous installons la lampe sur son support approprié réalisé sur la plaque, en nous servant des ressorts de connexion N° 33 (le côté où il semblerait qu'il manque une broche vers la gauche). Nous introduisons les pinces ressort dans les cavités marquées des lettres F et nous rellons l'une de ces pinces avec un des pôles de la pile de lampe de poche. L'autre pôle de la batterie de pile sera rellé à un des fils de notre écouteur et, avec le 2° fil d'écouteur, touchons l'autre pince-F de notre fil de chauffage (filament). On perçoit un fort craquement dans l'écouteur, preuve que le courant passe, car les deux pinces F sont



reliées ensemble à l'intérieur du tube à travers le filament. Si on n'entend pas de craquement, il faut supposer que le filament est brûlé, probablement parce qu'il a été relié à une pile trop forte. Dans ce cas, aucun spécialiste en radio ne peut quoi que ce soit. Si on touche avec le fil de l'écouteur les autres connexions du tube, c'est-à-dire les bornes A - C - G<sub>1</sub> - G<sub>2</sub> - G<sub>3</sub>, on ne doit percevoir aucun craquement,

car le filament n'a aucun point commun ni avec l'anode, ni avec les grilles, ni avec la cathode. Au cas où on entendrait tout de même au cours de cet essai un fort craquement, on ne pourrait l'expliquer que par un court-circuit interne à la lampe dû à un déplacement des organes par de très fortes secousses. Dans ce cas, le tube serait également inutilisable.

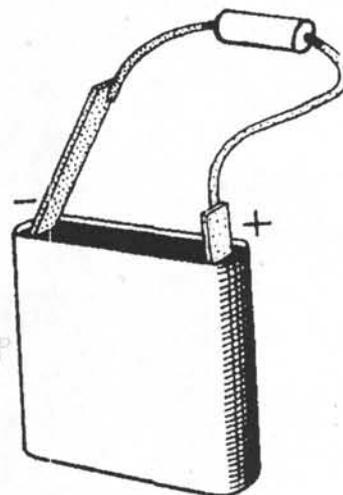
#### 85. Nous chauffons la cathode

Dans les anciens tubes tels que nous les avons décrits au paragraphe 81, les électrons n'étaient émis que par le filament devenu incandescent. Dans

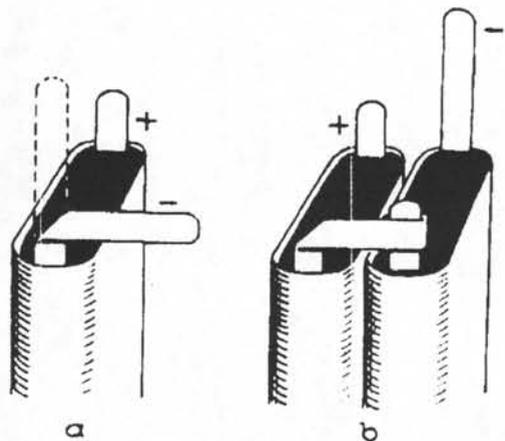
les tubes récents, comme dans le nôtre, on empêche les électrons de sortir du filament par leurs propres moyens. On entoure ce filament avec un petit tube stable à la chaleur recouvert sur sa surface extérieure d'une couche de métal spécial qui émet les électrons. Ceci a lieu dès que cette couche a acquis une certaine température qui lui aurait été communiquée par le filament qui traverse le tube. Notre tube électronique a donc un chauffage indirect. La couche émettrice d'électrons s'appelle cathode. Elle est munie d'un fil conducteur qui vient à la borne C. Une telle lampe à chauffage indirect a surtout l'avantage de pouvoir être chauffée directement par du courant alternatif. En lieu et place d'une pile de lampe de poche, on peut donc acquérir un transformateur spécial avec une prise de 6,3 volts. (Pour l'essai n° 94 il vaut mieux prendre la sortie 4 volts). Si nous prenions une lampe de radio dans laquelle le filament sert lui-même de cathode et si nous l'alimentions avec du courant alternatif, le filament serait soumis aux alternances du courant et, chaque seconde, il chaufferait et il refroidirait 100 fois. Ces alternances persistantes donneraient, comme nous le verrons dans les chapitres suivants, un courant anodique de la fréquence du courant alternatif, qui serait perceptible comme un bourdonnement dans notre écouteur. Dans le cas de chauffage indirect du petit tube cathodique, il faut un temps de quelques secondes jusqu'à ce que le petit tube soit à sa température. Il n'a pas le temps de se refroidir lors des pulsations du courant alternatif et il fournit donc un courant électronique régulier vers l'anode.

## 86. Electrons dans le vide

Dès que le filament et, par la même occasion, la cathode ont été chauffés suffisamment par le courant provenant de la batterie de chauffage, les minuscules et innombrables électrons sortent de la cathode et créent autour de celle-ci un nuage épais et invisible. Les électrons sont impalpables tellement ils sont petits et leur diamètre mesure environ la millionième partie du millionième de millimètre. De nombreux électrons tombent sur l'anode et d'autres retombent en arrière sur la cathode. Nous voulons aspirer les électrons voisins de la cathode. Nous savons depuis l'expérience N° 31 de la présente brochure que nous pouvons considérer une pile de lampe de poche comme une pompe à électrons. Cette pompe aspire les électrons par la languette courte de la batterie qui est désignée avec le signe « + » et la pile laisse traverser ces électrons pour aller les comprimer dans la languette longue qui, de ce fait, est surchargée d'élec-

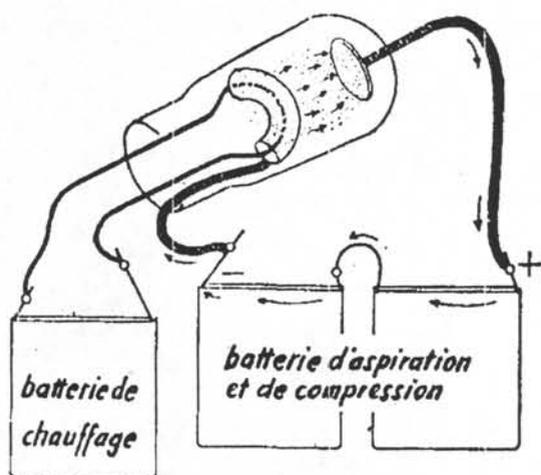


trons. Cette languette longue est désignée par le signe « — ». Pour augmenter la puissance d'aspiration, nous utiliserons deux piles de lampe de poche que l'on relie ensemble de façon que la lame longue de l'une des piles soit raccordée à la lame courte de la pile suivante.

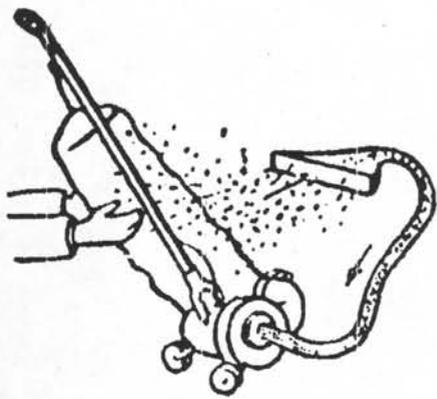


Les figures a et b nous montrent comment plier la lame courbe de la pile pour la retourner autour de la lame courte de la pile suivante (en se servant de préférence d'une pince plate). Afin d'obtenir un bon contact on peut replier légèrement la lame courte, et de plus, nous attachons les deux piles ensemble par un bracelet caoutchouc. Notre batterie double comporte donc à nouveau une lame courte + et une lame longue — pour réaliser les branchements. Revenons l'extré-

mité aspirante, c'est-à-dire le pôle + de notre batterie double, agissant comme batterie d'aspiration et de compression, à la pince marquée A sur notre plaque de base, c'est-à-dire la pince anode. Revenons ensuite la languette longue, c'est-à-dire le pôle — à la pince marquée C correspondant au branchement de la cathode. Ainsi les électrons aspirés dans l'anode par notre batterie seront toujours comprimés dans la cathode où ils seront obligés de recommencer leur circuit. Ceci n'est possible que pour autant que la cathode ait été chauffée par l'intermédiaire d'une troisième pile qui a porté le filament à incandescence. Les électrons ne peuvent s'échapper d'une cathode froide, et l'aspiration des électrons sera encore facilitée si nous réalisons les dernières connexions de G1 avec C, de G3 avec C et si G3 est relié au point commun de nos deux piles de lampe de poche formant la batterie double.



Nous pouvons nous représenter le circuit parcouru par les électrons en faisant l'analogie avec un aspirateur de ménage. La poussière fine représentera les électrons. Imaginons donc un aspirateur dont le ventilateur actionné par un moteur aspire l'air par l'embouchure, pour l'envoyer vers la gauche dans le sac à poussière où il est retenu. L'aspirateur à poussière n'est efficace que s'il aspire de la



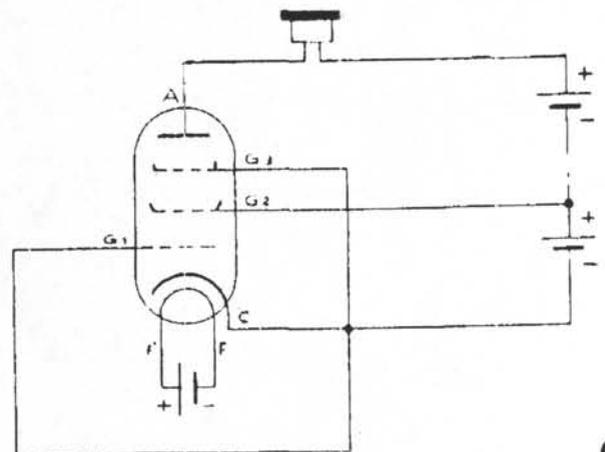
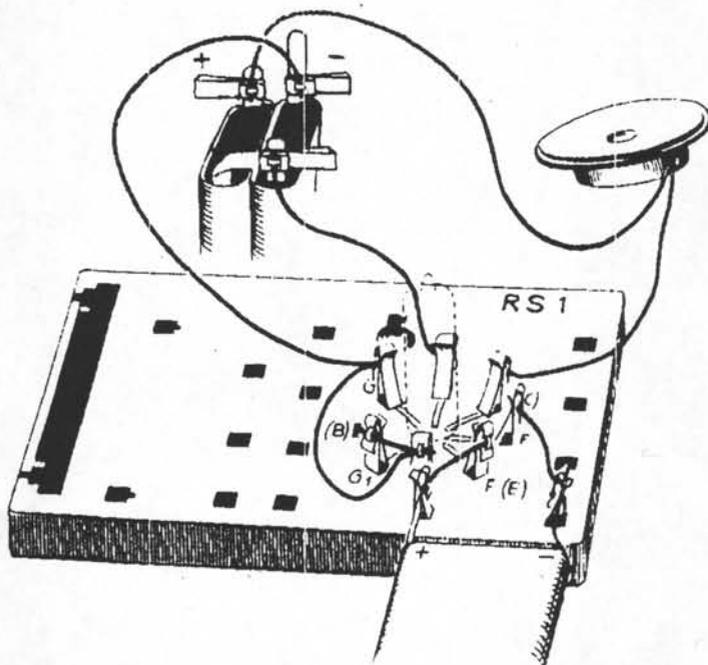
poussière en même temps que l'air. S'il n'y avait pas de poussière à aspirer, nous serions obligés de secouer le sac pour faire sortir de toutes petites particules de poussière de son enveloppe. En tenant alors l'embouchure de l'aspirateur dans la position indiquée sur la figure, le nuage de poussière qui s'échappe du sac est à nouveau aspiré pour retourner dans le sac.

Aussi longtemps que le moteur tourne et que l'on secoue le sac énergiquement, la poussière parcourt un circuit ininterrompu. Dans la figure qui représente le tube électronique simple, le courant provenant de la pile de lampe de poche unique a pour seul devoir le chauffage de la cathode en forme de petit tube, jusqu'à ce qu'elle puisse émettre une grande quantité d'électrons. La batterie de pile double et renforcée aspire les électrons tombés sur la plaque anodique circulaire, les envoie sur la droite vers la batterie qui les presse sur la gauche à l'autre extrémité, pour les envoyer sur la couche métallique du tube de la cathode chauffée. Ainsi on crée un circuit permanent d'électrons.

### 87. La batterie anodique aspire dans l'anode

Nous emploierons la batterie de piles double décrite au chapitre précédent ; celle-ci nous servira maintenant de pompe à électrons et nous l'appellerons « batterie anodique ». Sa tension se situe entre 8 et 9 volts car elle se compose de deux piles de lampe de poche et la tension de chacune d'elle est légèrement inférieure à 4,5 volts.

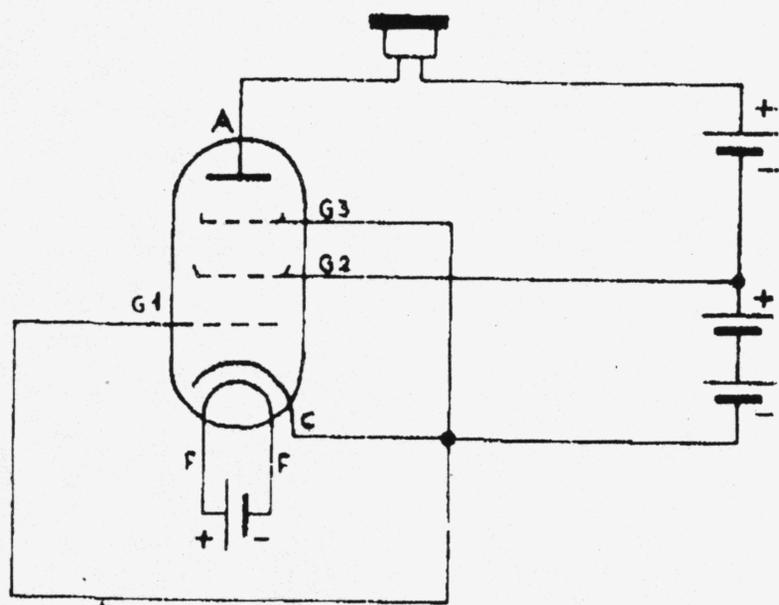
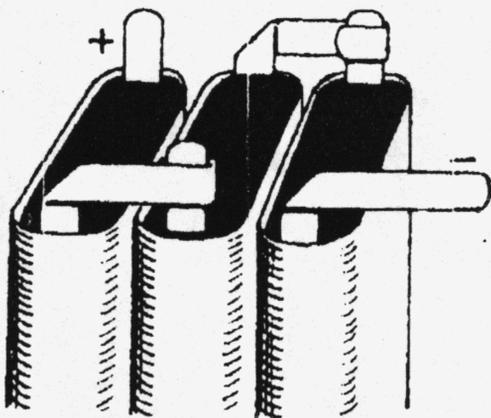
La pile de lampe de poche dont les lames sont reliées aux pinces F' de la plaque de base s'appelle batterie de chauffage. Elle débite un courant assez important car le chauffage de la cathode nécessite le chauffage du filament



et le courant nécessaire est presque aussi important que celui d'alimentation d'une ampoule de lampe de poche. La batterie anodique au contraire ne fournit que très peu de courant et sa durée est d'environ 80 fois plus longue. Une fois que toutes les fiches de prise de courant de notre lampe sont munies de pinces, nous relierons notre batterie de chauffage aux pinces F. Nous brancherons la pince A à notre écouteur, la sortie de celui-ci étant reliée au pôle + (languette courte) de la batterie anodique. La pince G2 sera reliée au point commun des deux piles constituant la batterie anodique. Les pinces C et G1 seront reliées à la pince G3 d'où nous ferons partir un fil. Si nous touchons avec le fil le pôle — (languette longue), de la batterie anodique, nous entendrons un craquement dans l'écouteur, signe que le courant anodique commence à parcourir l'écouteur. Il faut évidemment attendre que la cathode soit chaude.

### 88. L'union fait la force

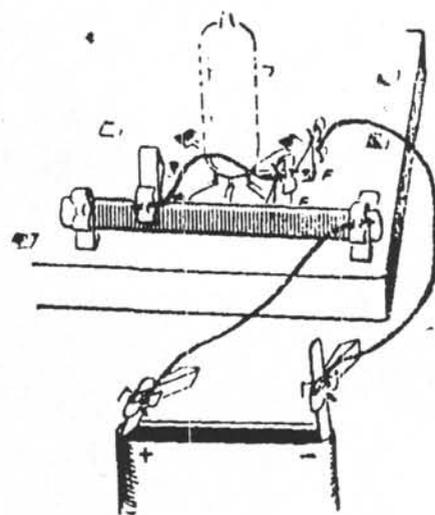
Trois piles auront plus de force qu'une seule pour aspirer le courant anodique. Dans tous les cas, il n'est pas possible d'aspirer hors d'une lampe, et cela malgré l'augmentation de l'effort, un nombre d'électrons supérieur à ceux libérés par la cathode. Bien que l'augmentation de sonorité soit très faible en employant une troisième pile comme indiqué dans certains schémas que nous verrons ultérieurement, ceux-ci nous ferons voir tout de même, comment brancher une troisième batterie de pile. G2 reste branché comme par le passé ; la troisième pile sera insérée entre C et l'actuel pôle — de la batterie anodique.



### 89. Modification du chauffage

Le nombre d'électrons émis diminue quand on diminue le chauffage du filament. Pour nous en convaincre, nous construisons un potentiomètre. Nous débranchons le fil qui de la borne F de notre filament, était relié à la pile de chauffage et nous le connectons sur la pince mobile de notre résistance. L'extrémité droite de la résistance sera reliée à la pile, l'autre borne de la pile restant

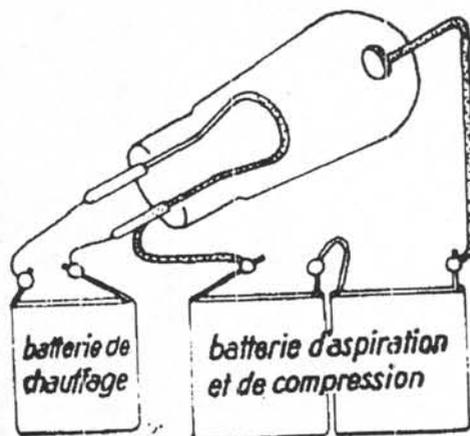
toujours connectée au filament. Nous constatons que le craquement dans l'écouteur devient de plus en plus faible au fur et à mesure que l'on déplace la pince mobile vers la gauche de la résistance. Il nous est possible de couper le chauffage du filament complètement. Dans ce cas, il est impossible de tirer un courant anodique décelable, même en employant une grosse batterie anodique. Un filament froid n'émet pas d'électrons.



### 90. Inversion de la batterie anodique et de la batterie de chauffage

Il se peut qu'une fois notre Jeune Radio trop zélé se trompe et qu'il branche le + de sa batterie anodique à la cathode et le - à l'anode. De cette façon, les électrons seront pressés dans l'anode et aspirés de la cathode. On n'entendra aucun craquement dans l'écouteur.

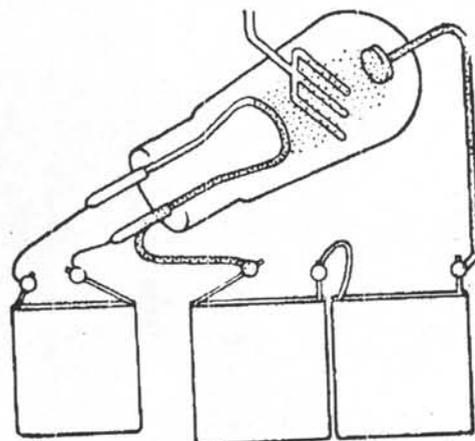
La batterie ne débitera aucun courant car une plaque anodique négative n'aspire pas d'électrons. Si donc, au cours des expériences futures, il nous arrive de ne rien entendre dans notre écouteur, nous vérifions d'abord si notre batterie anodique est bien branchée. Si tel est le cas, il faut encore nous assurer que le filament est bien chauffé. Dans notre figure on représente un tube à chauffage direct. Le raccordement de la

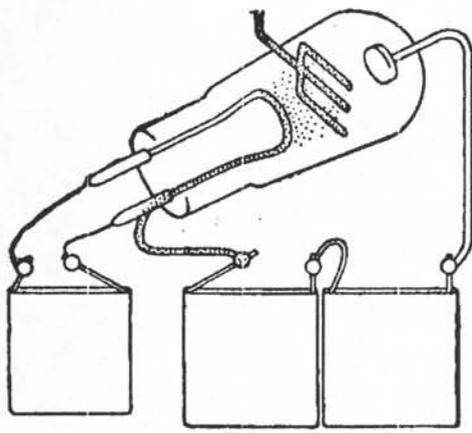


batterie de chauffage est sans importance. Nous ne remarquerons aucune différence dans l'écouteur quel que soit le sens de branchement de la pile.

### 91. Influence de la grille de commande GI

La figure nous montre la façon d'installer à l'intérieur du tube de radio une grille sur le chemin des particules d'électricité. Les électrons volent à travers les barreaux de la grille vers la plaque anodique pour y être aspirés par la batterie qui les refoule à nouveau vers la cathode. Il est facile d'influencer le courant électronique par cette grille. Il suffit de l'occuper par un petit nombre d'électrons pour que les électrons provenant de la cathode ne puissent plus



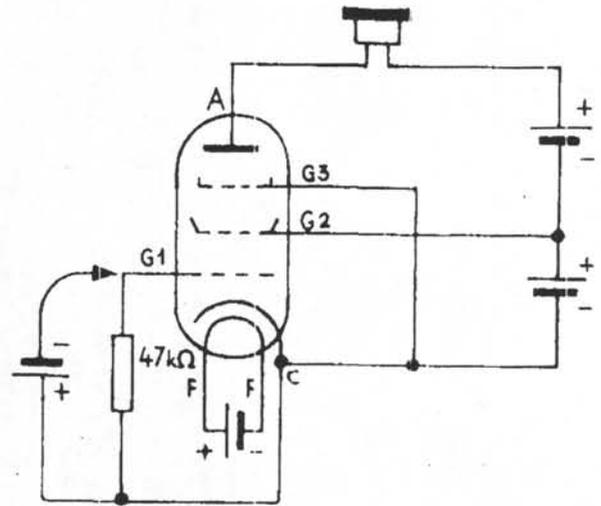


passer au travers des barreaux de la grille. Les électrons provenant de la cathode sont dans ce cas repoussés par ceux qui occupent déjà la grille. Les électrons se repoussent comme le feraient les pôles de même nom de deux aimants. Dès que la grille est occupée d'électrons provenant du pôle négatif d'une batterie de pile ou de toute autre source de courant, ils bloquent les électrons émis par le filament, électrons qui ne peuvent plus parvenir jusqu'à l'anode.

## 92. Nous occupons la grille

Nous nous servons d'une vieille pile de lampe de poche pour provoquer l'occupation de la grille par des électrons. Cette pile s'appellera batterie de grille. Avant de l'utiliser il nous faut d'abord faire le branchement correspondant.

Nous nous reportons à l'essai 87 page 63 ; si nous remplaçons dans le schéma représenté le fil reliant la grille G1 à la cathode C par la résistance de  $47\text{ K}\Omega$  nous obtenons le branchement ci-contre (si vous disposez de suffisamment de piles de poche, vous pouvez évidemment faire le même essai en modifiant le branchement de l'essai 88.) Quand le tube est chauffé, le courant anodique circule dès que la batterie anodique est raccordée. Nous n'entendons dans notre écouteur que le top de branchement et rien d'autre, la membrane n'aura obéi qu'à la variation de courant anodique. Nous allons provoquer une telle variation du courant anodique à l'aide de notre batterie de grille.



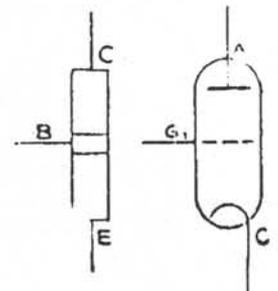
A cet effet, nous rellons la languette courte, soit le + de la batterie de grille à la cathode C qui est elle-même reliée à G3 d'une part et à une des extrémités de la résistance de  $47\text{ K}\Omega$  d'autre part.

Chaque fois que nous toucherons maintenant la lame longue, c'est-à-dire le — de notre batterie de grille avec un fil partant de la pince G1 nous entendrons un craquement dans l'écouteur, la membrane se décolle car il ne circule plus de courant anodique. Les électrons provenant de la batterie de grille ont occupé la grille et ont bloqué le tube ; les électrons ne peuvent plus partir de la cathode vers l'anode et ne parviennent donc plus à l'écouteur. Si nous supprimons la batterie de grille, on entend à nouveau un cra-

quement ; la membrane est à nouveau attirée, les électrons de la grille se sont écoulés vers la cathode à travers la résistance de 47 K $\Omega$  et le chemin est à nouveau libre dans le tube.

### 93. Comparaison entre le tube électronique et le transistor

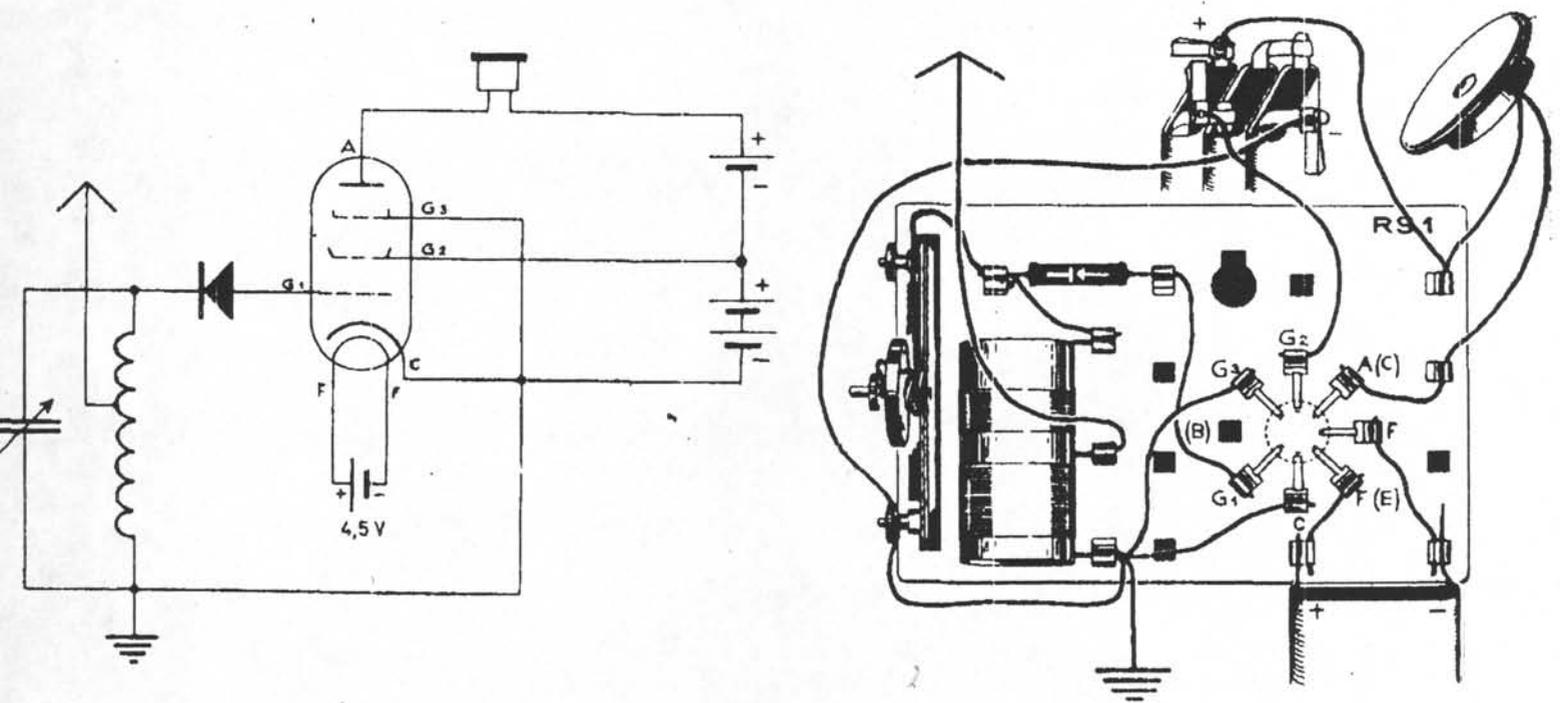
Dans le transistor, le courant circule entre émetteur et collecteur. Ce courant est influencé en sa force par l'action du courant de la base. Dans un tube électronique, il se produit la même chose. Le courant circule de la cathode vers l'anode. Ce courant peut être varié en ce qui concerne sa force par une action électrique sur la grille. Dans les deux cas, il suffit d'une variation très faible, soit à la base, soit à la grille, pour créer d'importantes oscillations de courant dans le collecteur ou le circuit anodique. Les deux grilles supplémentaires de notre tube électronique, c'est-à-dire la grille écran  $G_2$  et la grille d'arrêt  $G_3$ , n'amènent pas de modification fondamentale. Ces grilles servent uniquement à améliorer les caractéristiques du tube. Nous n'insisterons pas davantage ici sur l'action de ces grilles, leur fonction étant du domaine d'un bricoleur en radio plus compétent.



Il nous suffit de savoir que la puissance d'un courant anodique peut être influencé par la grille de commande  $G_1$ , c'est-à-dire que le courant peut être dirigé. Le transistor comme la lampe de radio peuvent trouver leur emploi comme éléments amplificateurs.

### 94. Le tube électronique comme amplificateur

Lors de l'expérience 62, nous avons conduit le courant alternatif musical reçu dans le récepteur à diode jusqu'à la base du transistor. Comme nous savons maintenant que notre lampe est également capable d'amplifier, nous relierons la grille  $G_1$  de notre tube avec le récepteur à diode. Le schéma de la page suivante nous fait voir comment diriger la tension alternative musicale vers la grille. Nous branchons notre diode à l'envers dans ce cas pour éviter la distorsion musicale. Nous entendons : le tube amplifie mieux que le transistor.



### 95. Le tube électronique comme détecteur

Qu'arriverait-il si la grille G1 était positive par rapport à la cathode, c'est-à-dire si nous inversons la polarité de la batterie entre grille et cathode (expérience 92) ? Mieux vaut ne pas l'essayer car il circulerait alors un courant de grille, la grille devant absorber le courant anodique. Nous savons que dans le circuit grille-cathode les électrons ne peuvent circuler que dans le sens cathode vers la grille. Il leur est impossible de retourner dans l'autre sens à l'intérieur du tube car la grille est froide. Le sens grille-cathode agit donc comme une soupape, comme une diode. Il nous est possible de nous rendre compte de la possibilité d'utiliser le tube comme diode si, dans l'expérience 85, nous branchons en lieu et place de la base du transistor la grille du tube, et si nous branchons à la place de l'émetteur la cathode. Il est inutile pour réaliser cet essai de brancher les autres grilles du tube, non plus que l'anode, toutefois il est nécessaire que la cathode soit chaude. Il faut donc raccorder notre pile de chauffage aux bornes F ; dès que la cathode sera chaude, nous entendrons la musique comme nous l'avons entendu précédemment avec la diode. Nous pouvons donc facilement nous rendre compte qu'un tube se prête mieux pour remplacer une diode que ne le fait un transistor (essai 92).

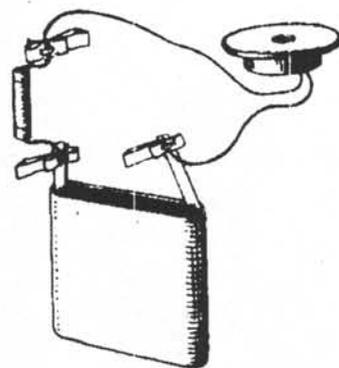
### 96. Très proches et très éloignés

Quand la ligne grille-cathode travaille elle-même comme une diode, il est inutile de brancher cette dernière. Nous ne pouvons toutefois pas relier directement l'extrémité de la bobine de réception à la grille. Bien que dans ce cas, les oscillations haute fréquence de l'antenne soient directement à la

grille, elles ne pourraient plus nous servir. Il est nécessaire que ces oscillations haute fréquence parviennent à la grille afin que nous puissions nous rendre compte, après les avoir redressées, comment elles oscillent en phase avec les basses fréquences qui se seront créées. Les oscillations seraient absorbées par notre bobine car elle présente une résistance pour la haute fréquence, tandis que pour la basse fréquence elle représente un simple fil court-circuitant la grille et la cathode. Il nous faut donc quelque chose amenant les oscillations haute fréquence de l'antenne très près de la grille, mais qui sépare la basse fréquence créée sur la grille du court-circuit de la bobine. Notre condensateur de grille de 100 pF peut être utilisé pour se faire, contrairement au condensateur à grande capacité il ne laisse pas passer de basses fréquences mais les hautes fréquences. Nous verrons dans le chapitre suivant pourquoi un condensateur laisse passer le courant alternatif.

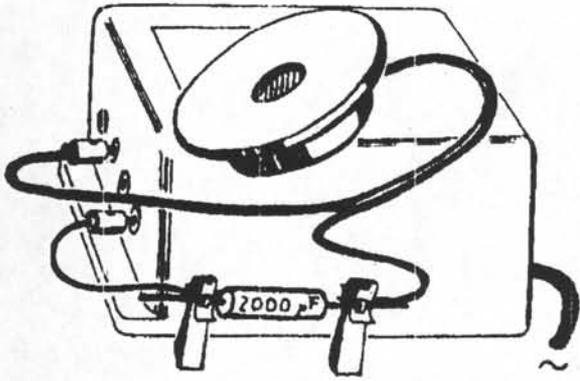
### 97. Propriété du condensateur

Re lions à l'une des languettes de notre pile de lampe de poche un des fils de notre condensateur téléphonique n° 24. L'autre extrémité du condensateur téléphonique sera reliée à travers l'écouteur à l'autre languette de la pile. Malgré toute notre attention, nous percevrons tout au plus au premier contact un léger top beaucoup plus faible que celui que nous avons l'habitude d'entendre si nous touchons directement les lames de la pile avec les deux fils de notre écouteur. Ce léger « Top » correspond au courant très faible nécessaire à la charge des condensateurs. En touchant maintenant successivement avec nos fils d'écouteur, nous n'entendrons plus rien. Pour faire une comparaison, nous essaierons de toucher une ou deux fois, avec nos fils d'écouteur, les languettes de la pile. Nous voyons que le courant électrique ne peut absolument pas passer d'une plaque métallique à l'autre, à cause de la couche isolante qui les sépare. Si nous devions entendre un fort craquement, cela voudrait simplement dire que les condensateurs sont abîmés et que leurs plaques métalliques se touchent. Un tel condensateur ne serait plus d'aucune utilité pour nous. Cette expérience nous montre donc comment on peut essayer les condensateurs.



### 98. Action du courant alternatif sur un condensateur

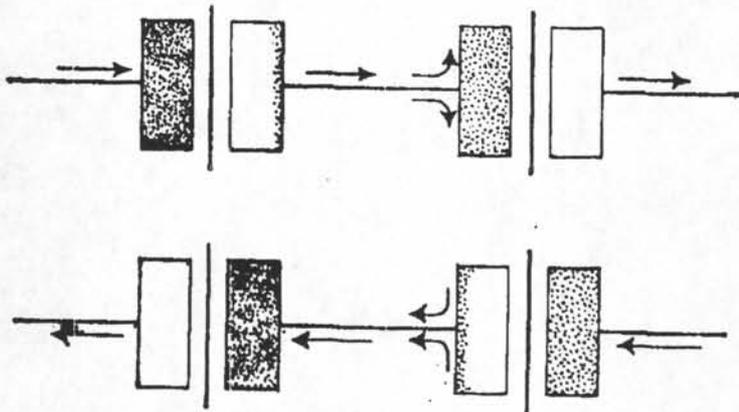
Nous avons vu qu'un condensateur ne laisse pas passer le courant continu



d'une pile de lampe de poche ; en revanche nous pouvons percevoir un fort craquement quand nous rellons notre écouteur, d'une part à un transformateur abaisseur de tension, et d'autre part à celui-ci au travers de notre condensateur téléphonique. Le transformateur nous permet d'obtenir un courant alternatif basse tension en l'alimentant par le courant du secteur. Il semblerait que le condensateur laisse passer le courant alternatif.

### 99. Le courant alternatif semble traverser un condensateur

Même en branchant deux condensateurs en série le courant alternatif de notre transformateur les traversera quand même ; le courant alternatif traverse donc les deux couches isolantes. Les électrons ont la propriété de se repousser mutuellement.

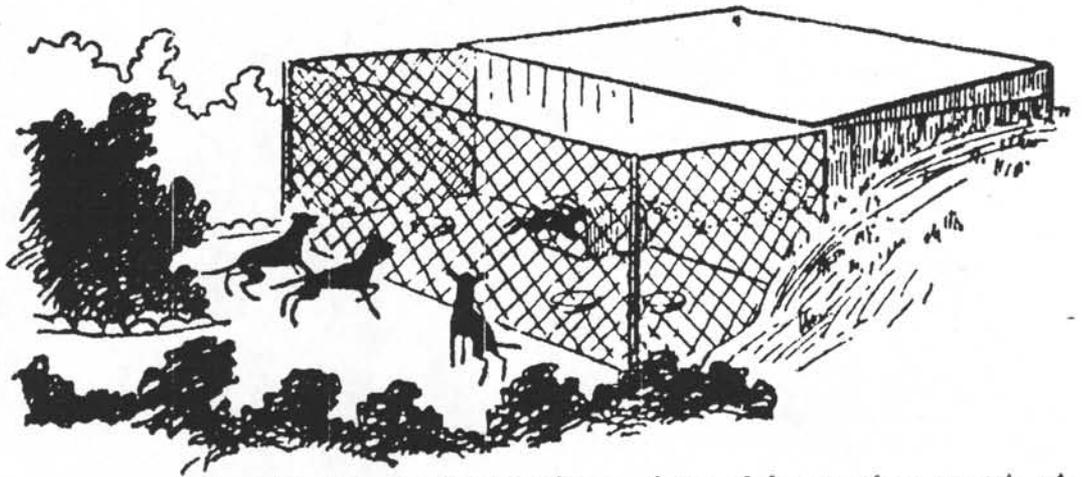


Considérons la figure ci-contre ; les électrons circulent vers la plaque supérieure gauche qui les absorbe. Du fait que les électrons se repoussent à travers la couche isolante, les électrons de la plaque intérieure sont chassés vers l'extérieur. Dans le condensateur, en haut et à droite, la plaque extérieure est rellée au pôle positif vide. Les électrons

s'accumulent dans la plaque intérieure de ce deuxième condensateur rellé par un fil au premier. Ces électrons sont dirigés vers la droite, mais ne peuvent pas atteindre la plaque extérieure. Quand le courant change de sens dans le fil d'alimentation, la plaque positive devient négative. Les électrons se précipitent donc toujours dans un sens et dans l'autre dans les plaques intérieures pour se trouver à tout moment en face de la plaque vide. Il circule donc un courant alternatif entre les plaques intérieures. La traversée n'est donc qu'apparente, mais elle existe dans ses effets. Afin de saisir clairement le fonctionnement des condensateurs, nous agirons par analogie. Pour cela, nous allons nous aider de chiens et de lapins.

Supposons que les lapins s'ébattent dans l'espace libre devant leur niche près de leurs mangeoires. Cet espace libre est grillagé côté jardin. Les trois chiens

qui ont découvert les lapins se précipitent et aboient furieusement près de la clôture. Bien que le grillage empêche les chiens de s'emparer des lapins, ceux-ci



s'enfuient effrayés par la porte étroite de leur niche. Les chiens s'en vont et dès qu'ils sont suffisamment loin, les lapins reviennent vers leurs mangeoires. A ce moment les chiens se précipitent à nouveau contre le grillage, et les lapins retournent forcément à leur niche. Aussi longtemps que les chiens renouvellent leur manège, les lapins renouvelleront le leur. L'éloignement et l'approche des chiens provoquent l'approche et la fuite des lapins. Remplaçons les chiens par des particules électriques venues de l'antenne qui se précipitent vers l'une des faces du condensateur de grille pour retourner à l'antenne. De même les lapins sont remplacés par des particules électriques se trouvant sur l'autre face du condensateur. La couche isolante empêche la pénétration des particules électriques d'une face à l'autre, tout comme le grillage empêche les chiens d'atteindre les lapins.

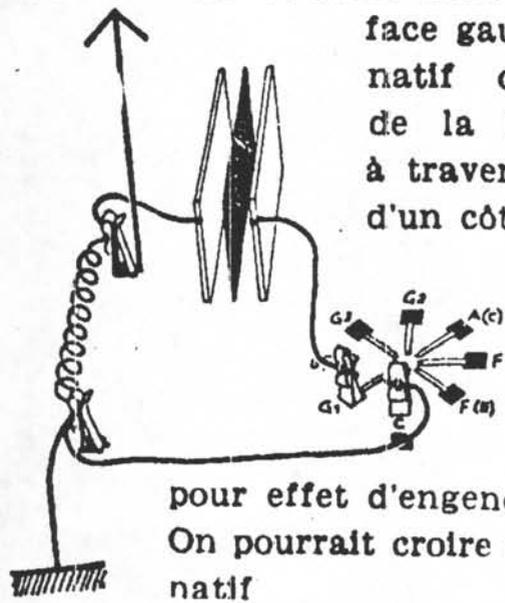
### 100. Utilisation du condensateur téléphonique

Nous verrons plus tard, en branchant les récepteurs de radio, que le condensateur téléphonique sera souvent branché directement en parallèle avec l'écouteur. Pourquoi ? Il a pour but de laisser passer facilement le courant alternatif très rapide provenant de l'antenne. En revanche, il doit fermer le passage au courant continu provenant de la pile de lampe de poche. Il ferme également le passage aux pulsations lentes et audibles provenant de l'anode qui de cette façon, passeront par l'écouteur. On épargne aux ondes à haute fréquence le chemin très long à travers les spires de la bobine de l'écouteur. Sans le condensateur téléphonique les ondes électriques à haute fréquence seraient trop affaiblies dans les nombreuses spires de la bobine. Pour elles le chemin reste libre à travers le condensateur, tandis que ce dernier bloque le courant de la pile de lampe de poche.

### 101. Entre condensateur de grille et grille

Nous pouvons maintenant nous expliquer l'action du condensateur de grille de la façon suivante : chaque fois que la plaque du condensateur de gauche est occupée par les électrons de l'antenne, la répulsion agit à travers l'iso-

lant et les électrons de la plaque de condensateur de droite sont chassés vers la broche  $G_1$  du tube électronique et, par là même, à la grille correspondante. Dès que les électrons de l'antenne montent dans celle-ci abandonnant la plaque du condensateur, les électrons de la grille retournent à la plaque de droite. Si un courant alternatif très rapide se manifeste de l'antenne à la

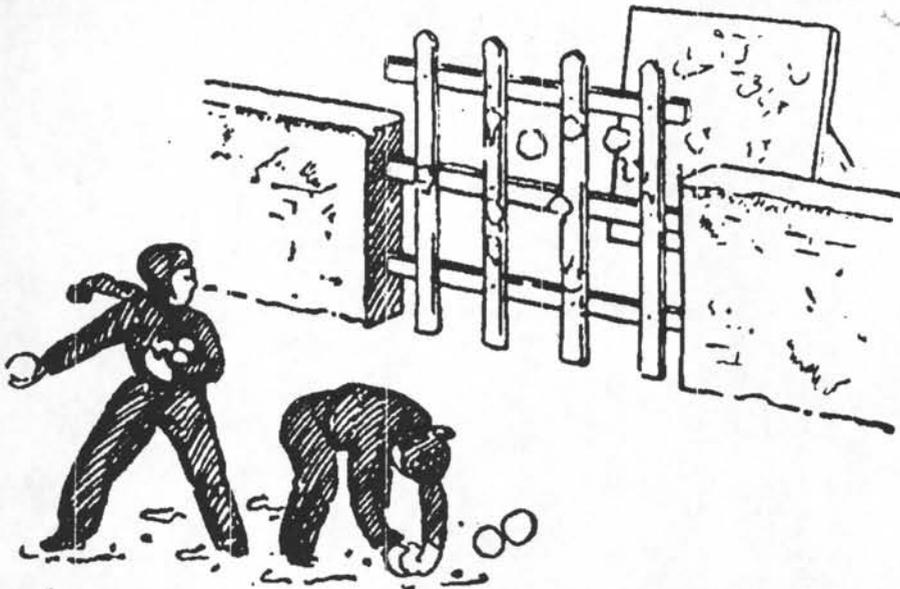


face gauche du condensateur, un même courant alternatif circule de sa face droite jusqu'à la grille de la lampe comme si le courant alternatif passait à travers le condensateur. Les électrons qui se trouvent d'un côté de la grille ne peuvent circuler qu'en avant ou en arrière entre la grille et la face droite du condensateur, à travers le conducteur qui les relie. Ils ne peuvent quitter ce circuit en aucun point. Le courant alternatif de l'une des faces du condensateur a donc tout simplement

pour effet d'engendrer un autre courant alternatif sur l'autre face. On pourrait croire que le condensateur laisse passer le courant alternatif

## 102. Boules de neige et électrons égarés

Bien que nous ayons remplacé la diode par le condensateur de grille n° 22 dans le branchement de l'expérience n° 94, nous constatons que le récepteur à lampes ne fonctionne pas bien sans la diode. Nous allons savoir d'où cela provient. Supposons deux jeunes gens lançant des boules de neige vers une planche à travers une porte de jardin. Malgré toute leur adresse, certaines boules dévient de la direction voulue, atteignent les barreaux de la porte et



ces barreaux se couvrent peu à peu de boules de neige. Dans la lampe de radio, les particules électriques ou électrons doivent se faufiler à travers les maillons de la grille jusqu'à l'anode. Il arrive donc que les électrons s'égarent sur la grille, s'y attachent et, une fois fixés, n'ont plus la possibilité de s'en détacher.

Ils ne peuvent se dégager de la grille froide pour continuer leur voyage vers l'anode. Peu à peu, le nombre d'électrons arrêtés par la grille devient tel que,

Enfin, celle-ci s'en trouve surchargée. Une grille chargée d'électrons a pour effet de repousser ceux qui, normalement, devraient voler au travers de ses mailles pour aller de la cathode vers l'anode.

Finalement le passage du courant vers l'anode est complètement supprimé. La grille étant trop chargée, l'écoulement de la charge n'est pas possible par l'adjonction du condensateur. Sa couche isolante constitue un obstacle infranchissable pour la décharge de la grille.

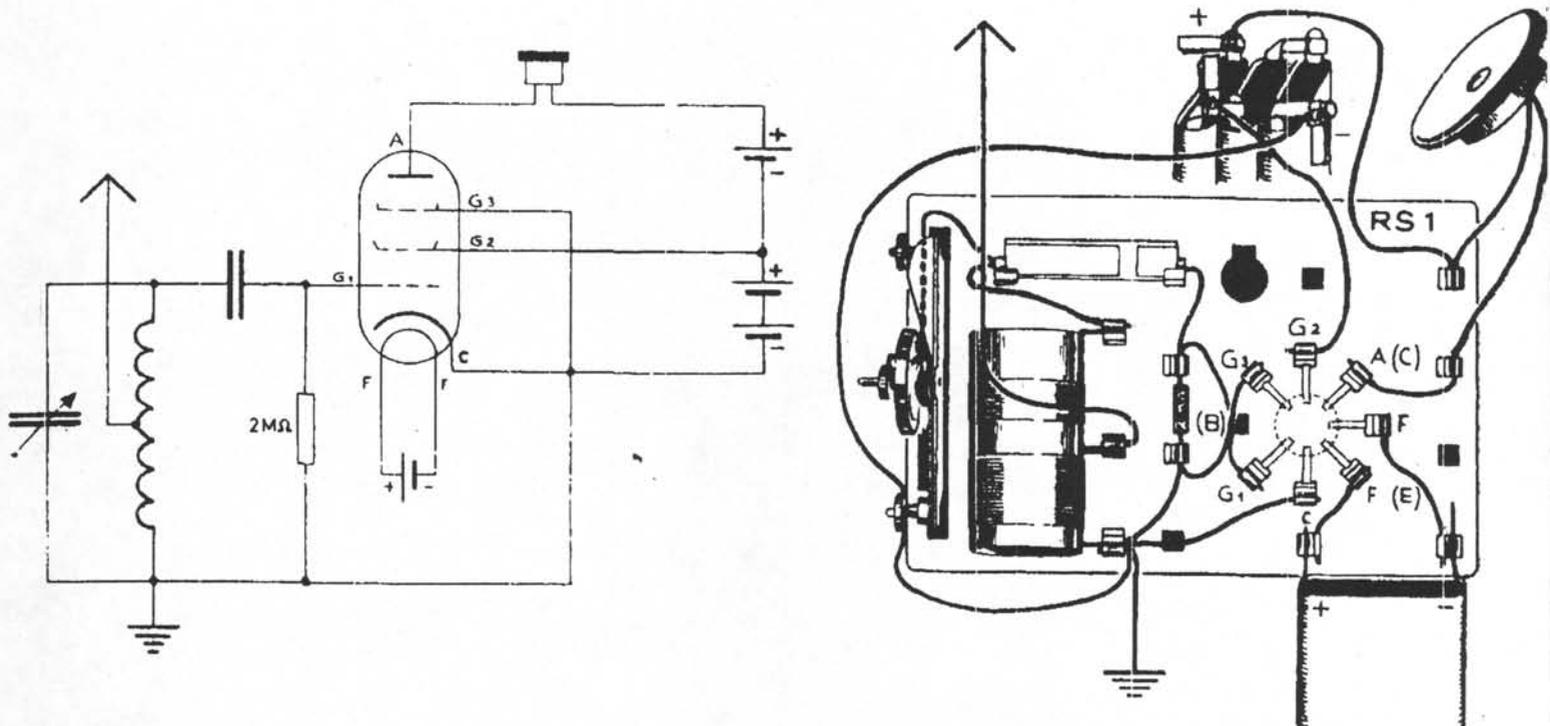
### 103. Utilité d'un trait de crayon

Une personne en danger qui risque de se noyer cherche à s'accrocher n'importe où, même à une paille, pour essayer de se sauver. De même, dans notre expérience, une simple trace de crayon sera la dernière voie de salut des électrons.

Nous avons pris la décision de créer un chemin aux électrons pour éviter qu'ils ne retournent à la cathode. Nous aurions pu tout simplement relier la grille par un fil à la cathode. Mais notre tube ne travaillerait plus du tout. Dans ce dernier cas, la quantité d'électrons sur la grille sera insuffisante et, de plus, le fil deviendrait conducteur pour la haute et la basse fréquence. Il faut donc que la grille soit chargée modérément d'électrons, mais qu'elle n'en porte pas à l'excès. Pour obtenir qu'une partie seulement des électrons ne s'écoule, nous les obligeons à parcourir un chemin qui leur oppose une forte résistance. Dans un de nos premiers essais (N° 13) nous avons constaté qu'un trait de crayon sur du papier conduit faiblement le courant à travers le graphite. Prenons un morceau de carte postale de 3 cm × 1 cm et nous le noircissons avec un crayon très tendre en frottant plusieurs fois au même endroit. Nous branchons cette résistance graphitée d'un côté au condensateur de grille et de l'autre côté à la cathode. Pour faire ce branchement, on se servira de pinces ressort placées dans les cavités qui se trouvent juste au centre de la plaque de base.

### 104. Construction du récepteur à lampes

La résistance de décharge de grille figurée dans le schéma est marquée 2 MΩ. Elle est donc de 2.200.000 ohms ou 2,2 mégohms. Comme il n'est pas très facile d'obtenir cette valeur de résistance avec notre bande de papier munie de crayon, nous prenons dans notre boîte la résistance à forte valeur ohmique N° 26. Nous insérons cette résistance dans notre branchement en lieu et place du ruban de carton. Comme nous avons encore probablement devant nous le montage réalisé pour l'essai n° 94 il est très facile d'y apporter quel-

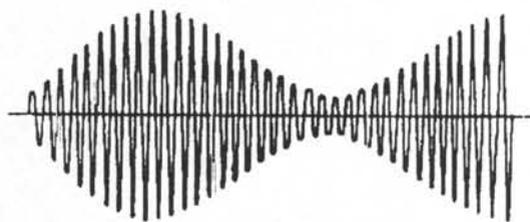


ques modifications et compléments pour obtenir le branchement selon le schéma. La figure de droite donne le dessin de l'ensemble. Il faut s'assurer que le branchement correspond à celui du schéma. La construction est facilitée si la mise en place de la bobine et du condensateur de grille n'est faite qu'après raccordement des pinces correspondantes. La batterie de chauffage sera toujours branchée aux mêmes pinces quels que soient les essais faits avec le tube.

### 105. L'audion

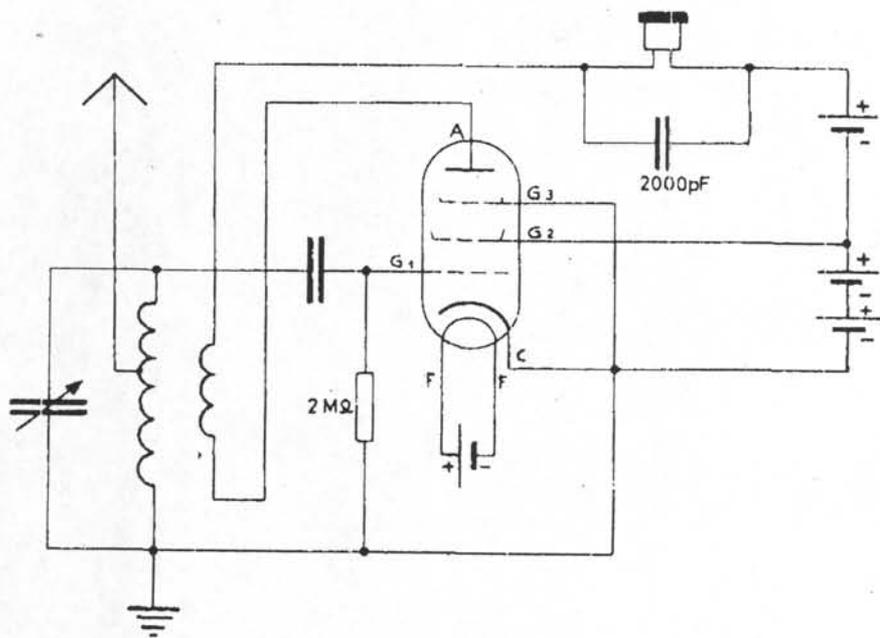
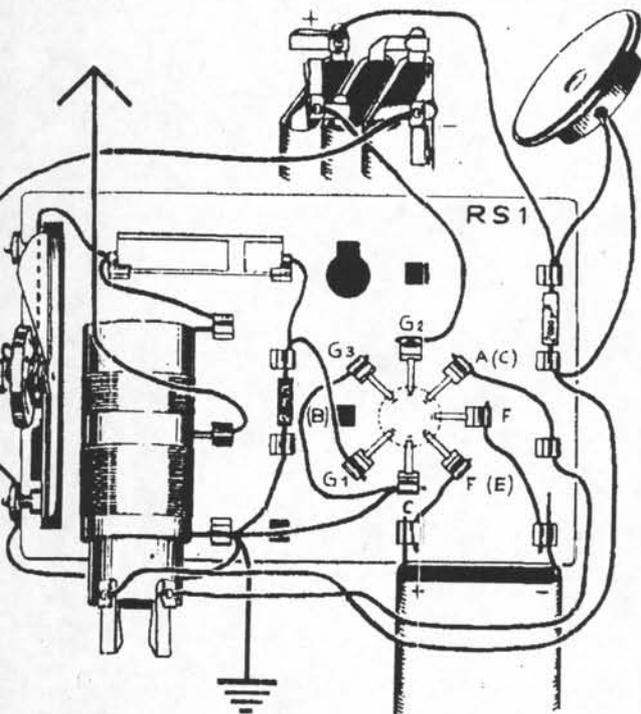
Nous avons appris au chapitre 101 que le courant alternatif à haute fréquence part de l'antenne vers la grille à travers le condensateur de grille. Nous savons d'autre part, comme nous l'avons vu au chapitre 26 que l'émission transmise, par exemple : la musique, est un courant alternatif à basse fréquence, en phase duquel on fait osciller les oscillations haute fréquence comme le montre la figure.

Chaque fois que les oscillations haute fréquence augmentent, il se crée un blocage d'électrons à la grille ; de ce fait le courant anodique est diminué car il charge la grille négativement ; les fortes oscillations haute fréquence aspirent avec leur demi-oscillation positive les électrons depuis la cathode jusqu'à la grille et leur écoulement est retardé puisqu'ils doivent traverser la résistance à forte valeur ohmique. Il s'ensuit que le courant anodique synchrone avec la basse fréquence est plus ou moins modulé. Ces variations de courant anodique audibles dans l'écouteur se reproduisent comme un son. Ce branchement s'appelle « audion », du latin « audir » qui veut dire « entendre ». On ne peut évidemment entendre avec l'audion que pour autant qu'on ait attendu que le filament ait chauffé la cathode.



## 106. La réaction

La réaction est un moyen permettant d'accroître sensiblement le rendement de notre appareil. Quand on fait passer le courant très faible de l'antenne dans notre tube, il engendre un courant alternatif amplifié dans le circuit de l'anode. Ce courant renforcé peut être envoyé dans une deuxième bobine à condition que celle-ci se trouve très près de la bobine d'entrée ou même, comme c'est notre cas, à l'intérieur de la bobine du circuit oscillant. Deux bobines placées l'une en face de l'autre s'influencent réciproquement. Elles sont couplées entre elles. C'est pour cela que l'on appelle cette action du courant de l'une des bobines sur la deuxième, la réaction. Si le courant anodique amplifié manifeste des alternances rapides dans la bobine de réaction N° 18 qui se trouve à l'intérieur de la bobine de circuit oscillant, le courant de la bobine de circuit oscillant alternera avec plus de force encore. Grâce à ces courants alternatifs plus puissants qui parviennent sur la grille, le courant anodique oscillera avec plus de puissance. Ces alternances sont renvoyées à nouveau dans la bobine de réaction pour réaugmenter à nouveau le courant de grille. Celui-ci engendre une oscillation encore plus forte du courant anodique que l'on percevra très fort dans notre écouteur. On multiplie ainsi de cette façon l'audition grâce à la bobine de réaction. Cette réaction peut agir trop fort, si la bobine de réaction se trouve trop à l'intérieur de la bobine d'entrée. La réception disparaît et il se crée un sifflement désagréable dans l'écouteur. Il faut avoir soin d'agir sur la bobine de réaction pour éviter ce sifflement car il se propage sur les appareils récepteurs environnants et risque de gêner nombre d'auditeurs. Nous savons que quiconque crée une perturbation volontaire de la réception, risque des poursuites judiciaires.

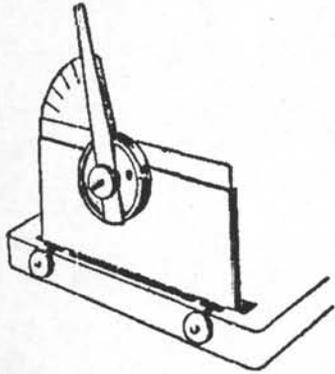


Il nous faut donc manier avec précautions notre bobine de réaction. Le branchement depuis la borne A (anode) de notre tube est relié d'abord à la borne de droite de notre bobine de réaction et, de la pince de gauche de la bobine, le courant sera amené au condensateur téléphonique.

### 107. Toute l'Europe nous parle

Le soir, quand tous les émetteurs de radiodiffusion émettent leurs programmes, nous rellons notre appareil à une antenne extérieure et à un fil de terre. Nous introduisons la bobine de réaction environ à moitié dans la bobine d'entrée. En tournant à ce moment le condensateur variable nous entendons un sifflement connu dans l'écouteur et, chaque fois que nous entendons ce sifflement, cela veut dire qu'à cet endroit précis on peut écouter un émetteur.

Pour entendre de façon convenable nous reculons rapidement et légèrement notre bobine de réaction jusqu'à ce que le sifflement cesse. Ensuite, en réglant le condensateur variable, nous entendrons distinctement l'émission. Nous trouvons ainsi diverses stations émettrices l'une après l'autre. Nous



entendrons les langues étrangères de tous les pays ainsi que la musique d'une netteté peut-être meilleure qu'avec un récepteur coûteux du commerce. Pour faciliter le réglage, on peut visser une bande de carton sur le bouton du condensateur et on aura ainsi un levier de manœuvre très précis. Il peut arriver que l'écoute ne soit pas parfaite au début malgré tous les soins apportés à la construction du récepteur. Tout le monde est à la merci d'une erreur et, dans le cas où

cela se serait produit, il suffit de regarder le schéma de l'essai précédent et de reconnaître toutes les connexions de l'audion. Assurez-vous que les connexions figurées au schéma existent dans votre montage et vérifiez surtout les connexions de votre bobine de réaction. Si tout est en ordre, que le tube électronique et la batterie sont en bon état, vous devez avoir satisfaction.

### 108. La réaction inversée

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 au fond du culot ; la lampe éclaire dans les deux cas. Il n'en est pas de même pour la réaction. Si on la branche à l'envers, c'est-à-dire l'extrémité de gauche de la bobine avec l'anode et celle de droite avec l'écouteur, la réaction ne fonctionne pas. Nous pouvons tourner le condensateur variable autant que nous le voulons, aucun sifflement ne se produit et il est fort probable que nous n'entendrons aucune musique. Pour éviter ce défaut, nous intervertissons les branchements de la bobine et nous obtenons à nouveau les sifflements en tournant le condensateur, c'est-à-dire que nous avons réception.

Quand la lampe et la pile sont encore neuves, il faut, pour obtenir un réglage exact de certains postes, retirer presque complètement la bobine de réaction de la bobine principale.

Quand la réception est trop faible, cela peut être un signe que le récepteur oscille de lui-même. Cela peut arriver sans que l'on perçoive un sifflement ; dans ce cas la grille reçoit une charge négative telle que la réception est affaiblie. Il suffit alors de tirer presque complètement la bobine de réaction. Pour avoir une bonne audition il faut également essayer les branchements d'antenne des chapitres 47 et 48.

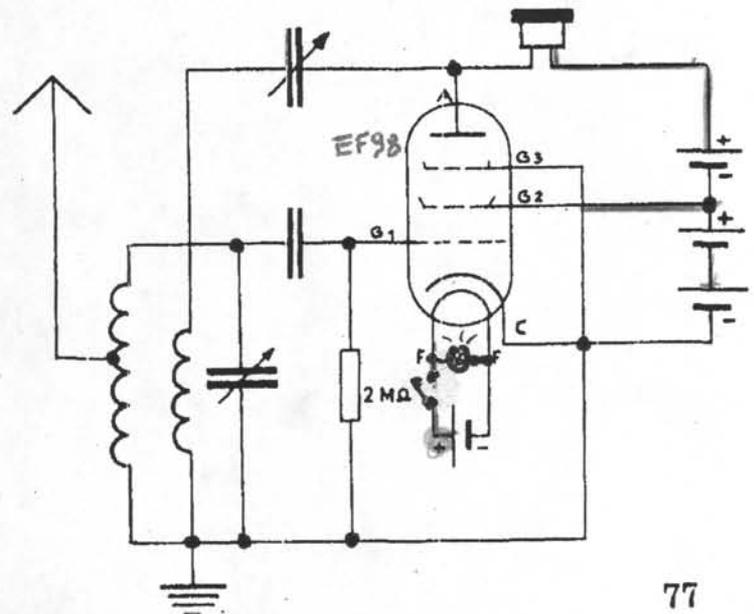
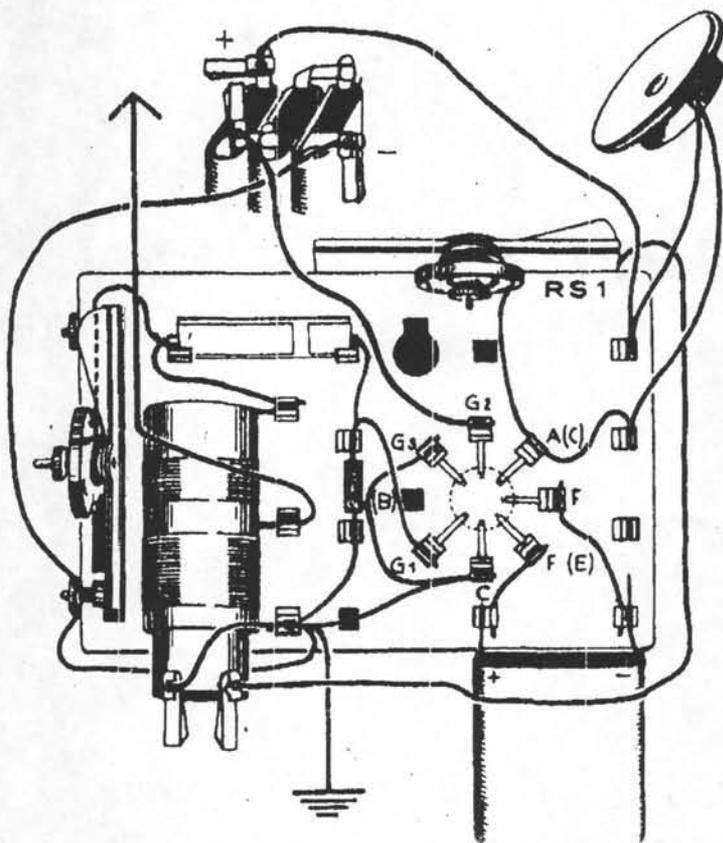
### 109. Réception de longueurs d'ondes différentes

Pour obtenir une réception en ondes courtes il faut bobiner soi-même une bobine de circuit oscillant.

Prenez une carte postale, roulez-la au diamètre de notre bobine et enrroulez une dizaine de tours de fil isolé à spires jointives. Nous ferons passer les extrémités du fil au travers de deux trous percés sur le bord de la bobine, et nous relierons au moyen de fils aussi courts que possible aux extrémités de notre bobine de circuit oscillant qui restera branchée comme lors des expériences 106 et 107. Le manement de la bobine de réaction et la recherche des postes seront à exécuter avec beaucoup de délicatesse car les différents postes à ondes courtes sont très près les uns des autres.

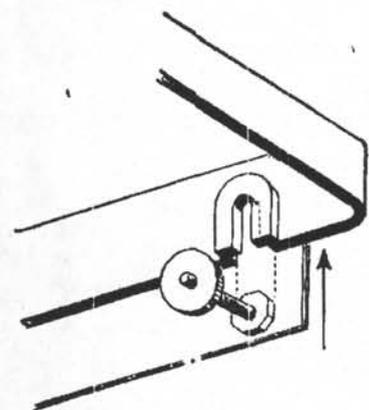
### 110. Réaction avec réglage par condensateur

En réglant la réaction par le déplacement des bobines, on obtient trop facilement un fort couplage qui produit des oscillations propres au récepteur. Nous obtenons le sifflement désagréable bien connu qu'il nous faut éviter absolument pour ne pas déranger les voisins. Il est très facile d'éviter ce



sifflement en procédant au réglage de la réaction par l'intermédiaire d'un deuxième condensateur.

Il faudrait se procurer ce deuxième condensateur auprès du fournisseur de votre boîte « le Jeune Radio ». Nous glissons ce condensateur par sa face arrière contre la plaque de base et nous faisons passer ses deux vis de fixation dans les fentes prévues à cet effet. Nous pouvons serrer à ce moment les vis de fixation depuis la face inférieure de la plaque. En employant ce deuxième condensateur, il devient inutile de faire manœuvrer les deux bobines l'une dans l'autre. Nous les immobilisons l'une par rapport à l'autre en intercalant quelques allumettes. Dans le schéma de l'expérience N° 106 le courant était obligé en sortant de l'anode de passer à travers la bobine de réaction en entrant par la borne de gauche et de passer ensuite à travers l'écouteur pour aller jusqu'à la batterie anodique.



Dans le schéma de l'expérience 110 nous voyons que le courant se partage vers la droite et vers la gauche à la place de l'anode A. Un des branchements va vers la gauche, vers le bouton de commande du nouveau condensateur de réaction. De là, la connexion s'en va vers la petite bobine dont l'autre extrémité est munie d'une pince ressort déjà reliée à la prise de terre. Nous suivons ce branchement dans la précédente figure. Le branchement part de la vis de fixation du condensateur de réaction en tournant autour de la plaque jusqu'à la pince ressort de droite de la petite bobine, et la pince de gauche de cette bobine est reliée par un fil très court à la pince ressort de prise de terre. La connexion qui, dans le schéma, part de l'anode sur la droite à travers l'écouteur vers la batterie est représentée dans la figure comme un petit fil de branchement qui va de l'anode à la pince de l'écouteur. Depuis la deuxième pince de l'écouteur, une connexion va jusqu'à la batterie. Le condensateur téléphonique qui, jusqu'à présent, se trouvait entre les deux pinces de l'écouteur est supprimé à dessein. Plus on fait passer la lame mobile du condensateur de réaction entre les deux plaques métalliques, plus forte est l'action de la bobine d'entrée. Nous savons depuis les expériences précédentes qu'un condensateur laisse en quelque sorte passer le courant alternatif. C'est pour cette raison que la partie du courant alternatif haute fréquence de l'anode peut passer même amplifiée par la connexion allant vers la gauche.

Pour le véritable courant anodique, c'est-à-dire pour le courant continu influencé par les oscillations basse fréquence de la musique, le passage est coupé par le condensateur. C'est pour cette raison que le courant anodique portant la musique passe vers la droite par l'écouteur pour arriver au pôle positif de la batterie anodique. Il faut encore savoir pourquoi il a fallu supprimer absolument le condensateur téléphonique qui se trouvait entre les pinces de l'écouteur. Il servait auparavant de passage pour la haute fréquence quand il n'y avait pas de circuit allant à la réaction. Maintenant.

toute la haute fréquence emprunte le nouveau chemin vers la bobine de réaction. En agissant sur le condensateur de réaction, on modifie le courant alternatif qui passe par la bobine de réaction. Vous avez maintenant devant vous un appareil dans lequel il faut agir sur deux boutons comme dans les appareils de radio du commerce et, de cette façon, vous pouvez éviter le glissement d'une bobine par rapport à l'autre.

### 111. Couplage avec un condensateur simple

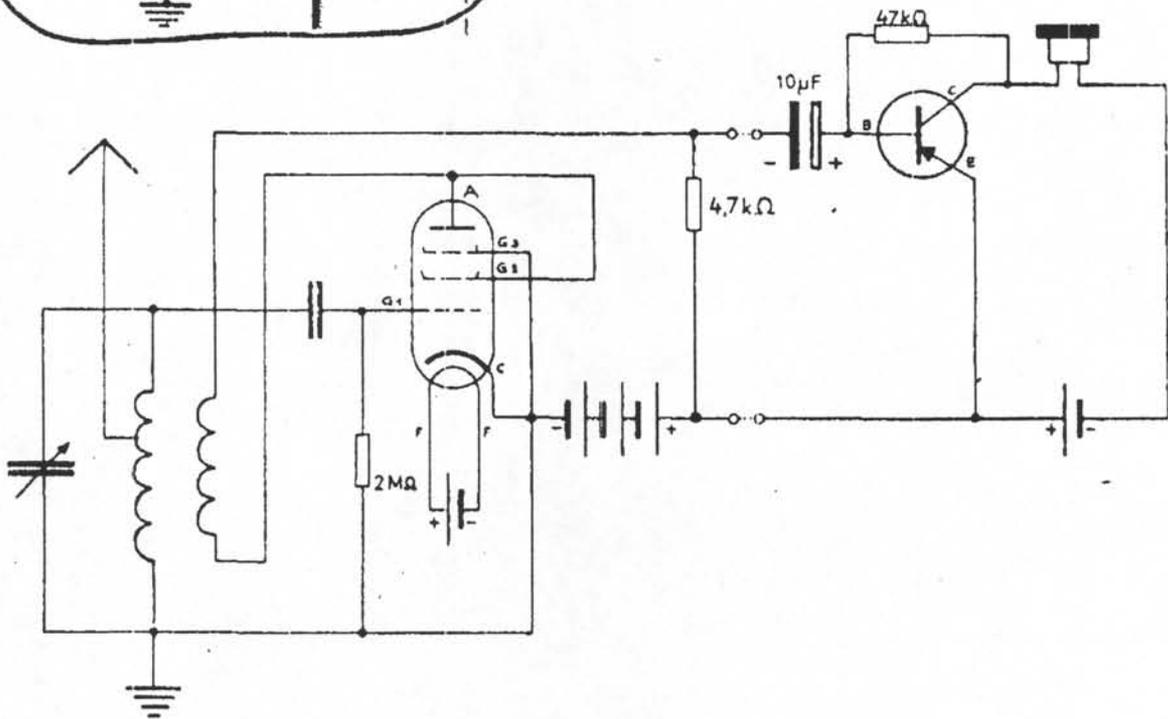
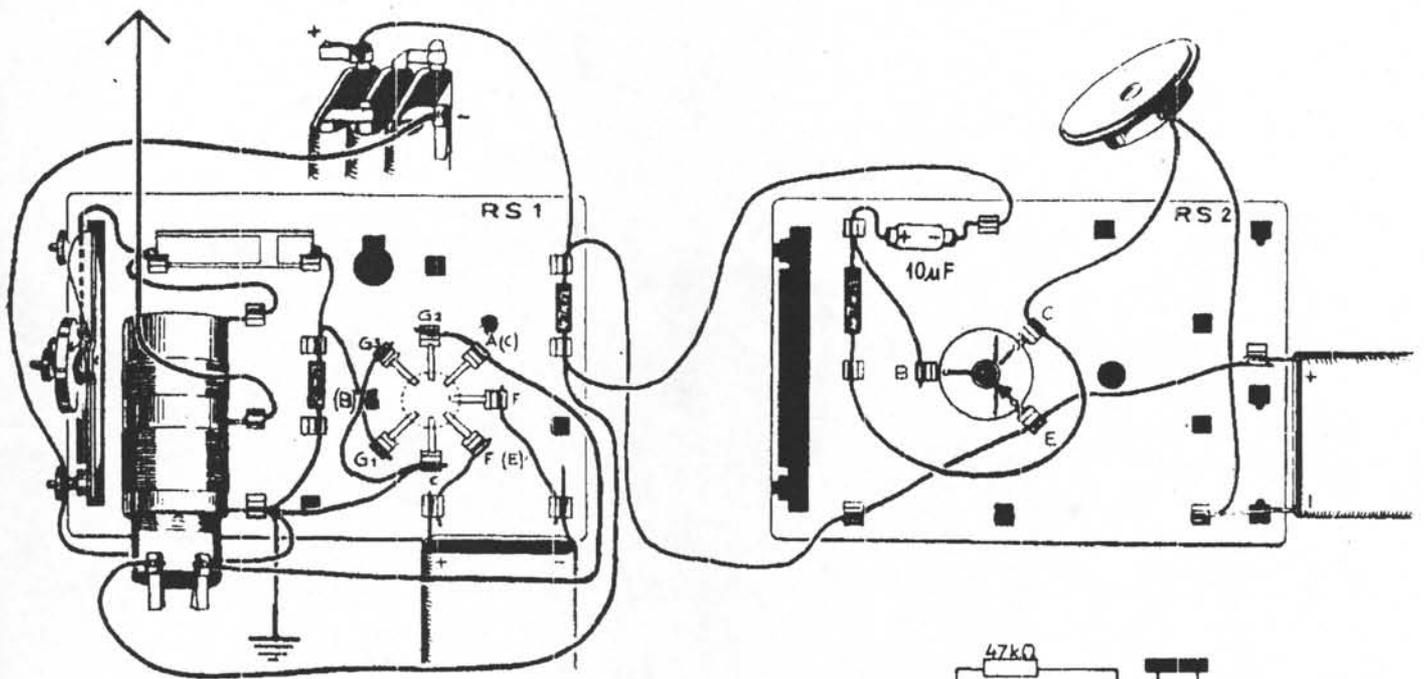
Si vous ne possédez pas de deuxième condensateur variable, il vous est tout de même possible de faire un couplage par condensateur. Pour cela, vous branchez à la place du condensateur variable de réaction le condensateur téléphonique de 2.000 pf. Toutefois, dans ce cas, il faut à nouveau régler la réaction en glissant la bobine. Un bon réglage de la réaction ne permet pas uniquement une réception plus forte, mais elle augmente la sélectivité du récepteur. Il arrive parfois que l'on entende un émetteur dont la réception pourra être augmentée en agissant alternativement sur la bobine de réaction et le condensateur d'accord.

Il peut arriver également que lorsque nous serons à l'écoute d'un récepteur dont le réglage aura été particulièrement délicat, le moindre mouvement imperceptible de la bobine de réaction produise un sifflement indésirable ; vous remarquerez alors qu'il faut un grand déplacement de la bobine de réaction pour faire disparaître ce sifflement. Quand il aura disparu, on pourra de nouveau enfoncer la bobine d'une certaine quantité avant que le phénomène réapparaisse. Ce phénomène s'appelle « effet de trainage ».

### 112. De plus en plus fort

Lors de nos expériences avec le transistor, nous nous sommes servis d'un récepteur à diode ; nous y avons adjoint un amplificateur à transistor pour obtenir une audition plus forte. Nous pourrions penser maintenant qu'il serait possible d'amplifier à nouveau notre réception avec notre tube électronique comme nous l'avons fait lors de l'expérience 106 en y raccordant à nouveau notre amplificateur à transistor de l'expérience n° 73.

Ceci est possible sans autre si, comme nous l'avons recommandé lors de l'expérience n° 70, vous vous êtes rendu acquéreur du condensateur électrolytique basse tension 10 MF 12/15 volts pour remplacer le condensateur tubulaire de notre fabrication. Ce dernier ne répond plus, en effet, aux exigences d'un étage de préamplification alimenté par pile tel que le représente notre récepteur à lampe. Il agirait dans de mauvaises conditions sur le réglage du courant de base de notre transistor qui traverse la résistance de 47 K $\Omega$ , de sorte que, d'une part, la réception serait relativement faible et, d'autre part, nous mettrions notre transistor en danger.



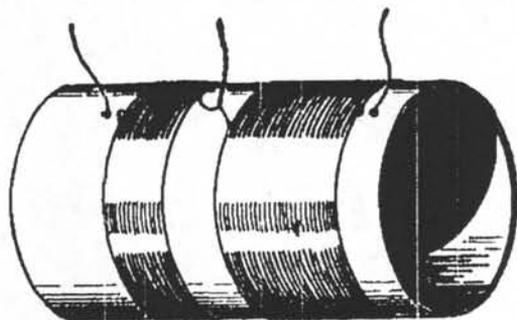
Nous réutiliserons le condensateur de notre propre fabrication lors de l'expérience n° 117.

Les schémas ci-dessus nous font voir comment est raccordé le récepteur à lampe de l'expérience n° 106 à l'amplificateur à transistor de l'expérience n° 73. Il faut apporter deux petites modifications sur notre récepteur à lampe : G2 n'est plus raccordé au point commun entre la deuxième et la troisième pile, mais sera au contraire relié directement à l'anode A ; à la place de l'écouteur dont nous aurons besoin dans l'amplificateur à transistor, nous branchons notre résistance de 4,7 KΩ. Le pôle + du condensateur électrolytique basse tension de 10 MF sera relié cette fois à la base B du transistor. On peut éventuellement économiser la pile nécessaire à l'amplificateur à transistor si on branche le fil d'écouteur, qui normalement devrait être relié au pôle — de

cette pile, à la place où était branché auparavant le fil venant de G2. On pourrait par ailleurs incorporer la pile de chauffage à la batterie de pile anodique, mais c'est à bon esclent que nous n'avons pas retenu ce procédé car il serait trop dangereux. Il est évident que si, pour une raison quelconque, on se trompait de fil, on risquerait de brûler le filament de la lampe et celle-ci deviendrait inutilisable.

### 113. Deux récepteurs

Si nous avons acquis un deuxième condensateur variable pour réaliser la réaction de notre récepteur à lampes, nous avons à peu de chose près tout le matériel pour construire, sur chacune de nos plaques de base, un récepteur indépendant. Nous construirons un récepteur à lampes qui nous servira à la maison et un récepteur à transistor léger, transportable, qui servira de récepteur de voyage. Il faut toutefois noter qu'il nous manque la bobine pour notre récepteur de voyage. Notre Jeune Radio trouvera certainement une solution pour se confectionner un rouleau en carton et bobiner 40 à 60 tours en fil de cuivre bien isolé de 0,3 mm. environ de diamètre. On posera la bobine simplement sur la plaque de base et les trois fils seront reliés avec les pinces ressort.



Pour l'écoute à domicile, nous nous servirons du montage à lampe de l'expérience n° 106

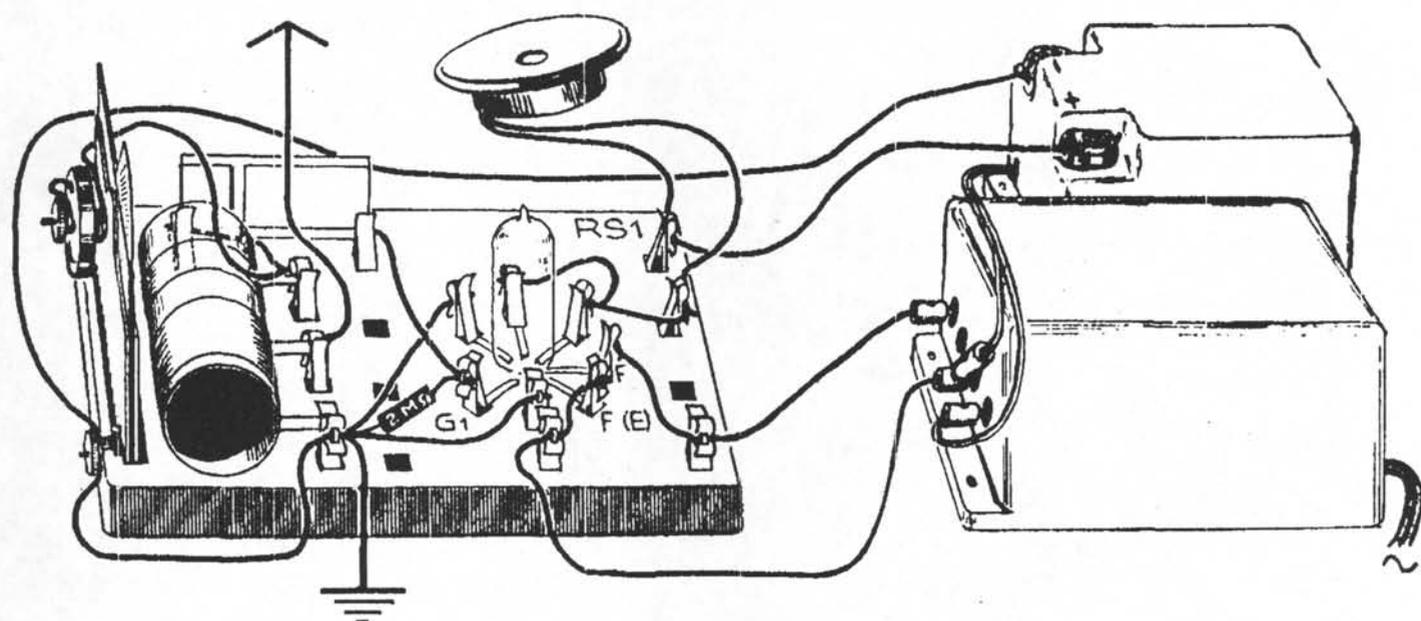
### 114. Récepteur sur secteur

Vous vous êtes sûrement déjà aperçu qu'en plein milieu d'une réception celle-ci diminuait de puissance sans raison apparente. Bien que la lampe soit à sa place, on ne voit plus briller le filament. C'est à ce moment qu'on peut dire que la pile de chauffage est usée. La batterie anodique au contraire peut durer plusieurs mois, mais entre temps il vous a fallu plusieurs piles de chauffage. La somme nécessaire à l'achat de ces différentes piles de chauffage vous aurait sûrement permis de faire l'acquisition d'un transformateur KOSMOS qui permet l'alimentation du chauffage de la lampe par l'intermédiaire du secteur ; les deux pinces F (chauffage des lampes) sont à relier à la sortie 6,3 volts du transformateur, douille n° 0 et douille n° 2. Maintenant notre récepteur marche même un peu plus fort.

### 115. Courant anodique par le réseau lumière

La batterie anodique est de très longue durée. Nous pouvons malgré cela nous servir également de notre transformateur pour suppléer à cette batterie. Mais dans ce cas le courant doit d'abord être redressé, car autrement il ne pourrait nous servir.

Il est également muni d'une sortie 24 volts. Essayons d'y brancher à titre d'essai les deux fils qui se trouvent reliés à notre batterie anodique. Nous nous apercevrons que notre récepteur nous donne, en lieu et place de la musique, un fort bourdonnement provenant des alternances du courant alternatif. Pour l'alimentation de l'anode on ne peut utiliser que du courant circulant dans un sens, c'est-à-dire du courant continu. Nous pourrions obtenir le passage du courant dans un sens à l'aide d'une cellule redresseuse qui permettrait d'envoyer à notre anode un courant toujours dans le même sens.



Le courant augmentant et diminuant sans arrêt, nous recevons toujours un bourdonnement dans notre écouteur. Nous transformons ces à-coups de courant en un courant continu régulier en branchant à notre redresseur un filtre composé de deux condensateurs électrolytiques de grosse capacité et d'une résistance convenable. On peut se procurer le redresseur et les pièces nécessaires à la confection du filtre, ou même l'appareillage complet pour le branchement au réseau, en s'adressant chez le fournisseur du « Jeune Radio ». Le dessin nous fait voir la façon de construire l'appareillage d'alimentation secteur à l'aide du transformateur. Notre branchement secteur ne comportant pas de prise pour la connexion G2, nous relierons cette dernière avec A comme lors de l'expérience n° 112.

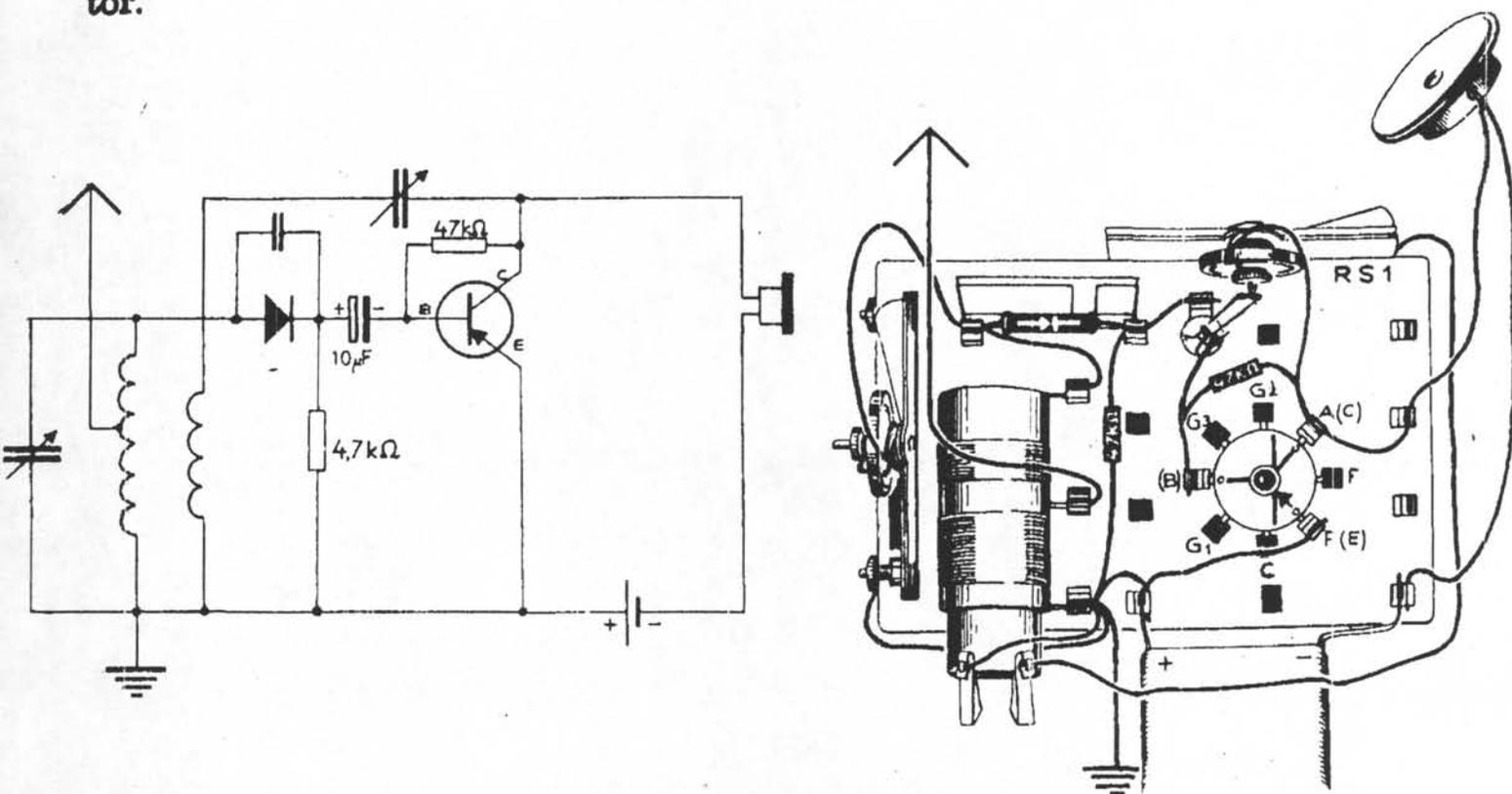
## 116. Le récepteur de voyage

Ce récepteur que nous allons construire avec notre transistor sera mis dans une boîte convenable afin de permettre un transport facile. Nous emporterons toujours un fil d'antenne de 8 à 10 mètres de longueur ainsi qu'un fil

suffisamment long pour brancher la terre. Si nous sommes à la maison, l'antenne montera le long d'un mur vers le plafond et fera le tour de la pièce. Nous maintiendrons toujours un petit espace entre l'antenne et le mur. Pour le branchement de la prise de terre, nous nous servirons du tuyau de chauffage ou du tuyau d'eau que nous aurons bien gratté pour qu'il soit propre à l'endroit du branchement du fil.

### 117. Récepteur à transistor à réaction

Si nous sommes en voyage, notre récepteur à lampes restera au repos pendant un bon moment. Nous préleverons donc momentanément le condensateur variable de ce récepteur. De cette façon, nous pouvons par le principe de la réaction obtenir un son beaucoup plus fort sur notre récepteur à transistor.



Sur les deux figures nous voyons d'une part le schéma de branchement et d'autre part la disposition des pièces sur la plaque RS I. Dans ce branchement, nous voyons pour la première fois le branchement en parallèle de la diode et du condensateur de grille n° 22. Cette disposition est nécessaire pour permettre à la haute fréquence indispensable à la réaction de parvenir jusqu'à la base. Dans le cas du montage d'une réaction sans condensateur variable, on peut utiliser le condensateur téléphonique comme lors de l'expérience III.

### 118. A la plage et sous la tente

C'est le récepteur à transistor qui certainement vous fait le plus plaisir, et vous pouvez l'emporter avec vous à la campagne. Comme notre condensateur tubulaire est susceptible de couler, nous nous procurerons le condensateur chimique 10 MF dont il a été question des expériences n° 70 et 112.

Si nous nous trouvons au jardin, à la plage ou sous la tente, nous munissons l'extrémité de l'antenne d'une pièce isolante et nous y attachons une ficelle

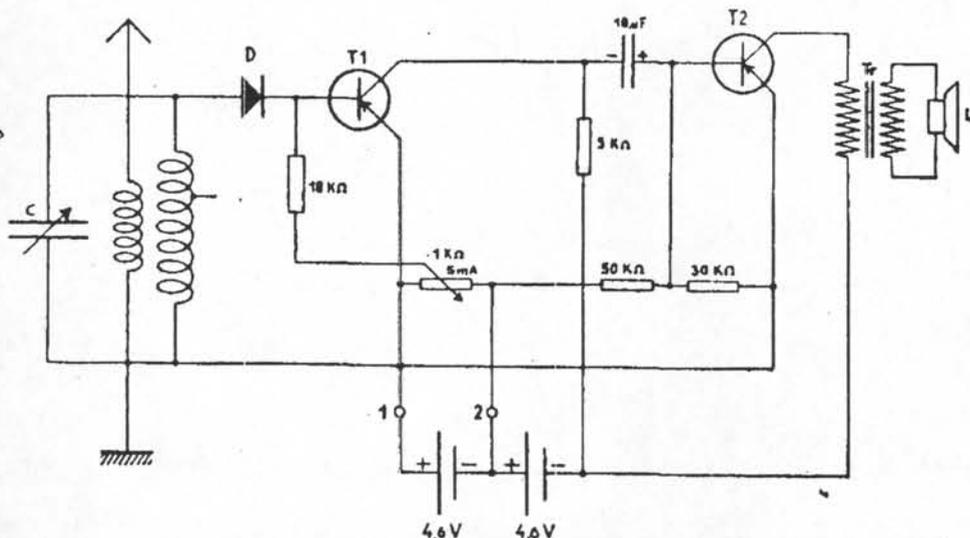


assez longue. Au bout de la ficelle nous fixons une pierre que nous lançons par-dessus la branche d'un arbre suffisamment proche de notre tente. Il est donc facile de hisser l'antenne en tirant sur la ficelle. A la place de la prise de terre, il suffit de prévoir un sol-disant contre-poids. On relie simplement le fil de terre à une bicyclette. On peut également relier le fil de terre à une pièce métallique quelconque que l'on immerge dans l'eau. Le récepteur à transistor ne consomme presque pas de courant et son encombrement est très réduit. C'est pour cela que sa diffusion dans le commerce prend un grand essor. Malgré cela, les récepteurs à lampes sont toujours d'une grande importance.

Nous pensons que vous avez trouvé beaucoup de plaisir en vous occupant des mystères de la radio. Il est toujours très intéressant d'avoir des notions de radiotechnique et de pouvoir s'en entretenir avec ses camarades.

## GENERALITES

Le travail avec le divers matériel a permis de mettre 'Le Jeune Radio' en confiance avec les bases de la radiotechnique. Son aptitude à lire les schémas est devenue telle qu'il souhaite toujours en connaître davantage. Il se permet



de lire avec compréhension des schémas très compliqués et de les matérialiser avec du matériel qu'il se sera procuré chez le radio - électricien. Il pourra facilement réaliser un récepteur à transistor muni d'un haut-parleur, grâce au schéma ci-dessous.

Pour cette réalisation, il lui faut un deuxième transistor (OC 72 ou OC 604 ou OC 308) ; un transformateur (BF de 0,5 watt primaire 2.000 Ω ; secondaire 8Ω) et un haut-parleur (10Ω, 0,5 watt pour 300 à 7.000 Hz), quelques résistances bon marché (ou un potentiomètre de 1 KΩ).

Nous laissons à l'ingéniosité du « JEUNE RADIO » la construction d'une belle boîte pour recevoir ces pièces. Le récepteur permettra d'écouter en haut-parleur l'émetteur régional le plus proche.

JOUET SCIENTIFIQUE

# LE JEUNE RADIO

**100** EXPÉRIENCES  
de la batterie de piles  
au récepteur à grande distance,  
avec diode, lampe et transistor.

PAR LE Dr W. FRÖHLICH

KOSMOS - LICENCE DE FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG  
FABRICATION  POUR LA FRANCE ET LA COMMUNAUTÉ

