

# **A.T.S.F. POUR TOUS**

ORGANE MENSUEL DE VULGARISATION

## Numéro spécial consacré aux **HAUT-PARLEURS**

**L'acoustique et les haut-parleurs**  
**Les haut-parleurs électromagnétiques**  
**Les haut-parleurs électrodynamiques**  
**Les haut-parleurs électrostatiques**

### **LE CATHODYNE**

4 résistances - 3 condensateurs

Amplificateur  $\equiv \equiv \equiv$

$\equiv \equiv$  à couplage direct

et transmission égale

de toutes les fréquences

### **LE TUBODYNE**

Superhétérodyne

4 lampes

d'une construction  $\equiv \equiv \equiv$

$\equiv \equiv \equiv$  simple et facile

par **Lucien CHRÉTIEN**

Etienne **CHIRON**, Éditeur - 40, rue de Seine - PARIS (VI<sup>e</sup>)

# Et<sup>s</sup> RADIO-AMATEURS

46, Rue St-André-des-Arts

Tél. : DANTON 48-26

PARIS (6<sup>e</sup>)

C. C. Post. Paris 67-27

---

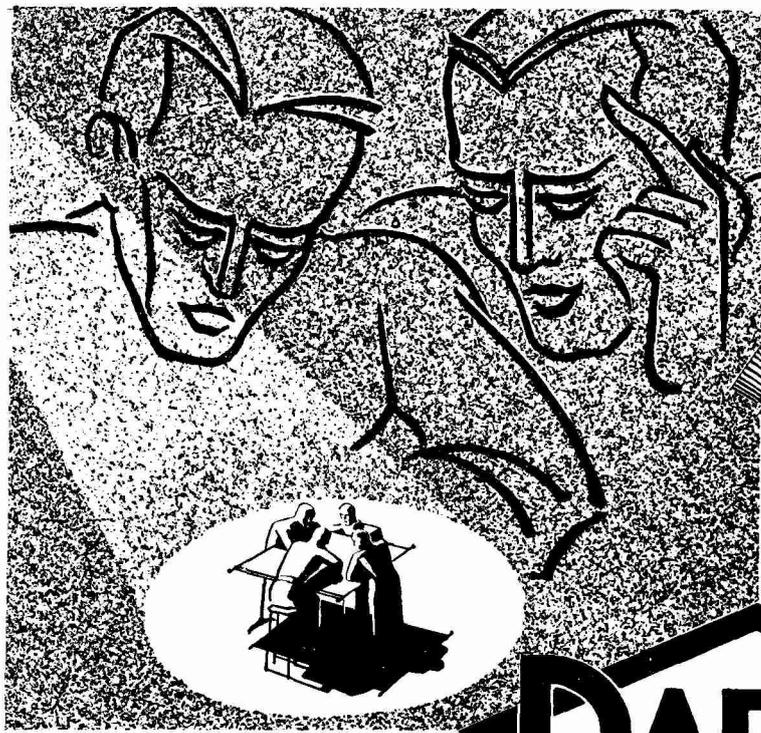
En raison de l'importance toujours croissante de nos achats, nous accorderons désormais et jusqu'à nouvel ordre une

**remise de**  
**30 + 10 %**  
à tous les Lecteurs  
de la « T. S. F. pour Tous »

---

Cette remise s'applique à du matériel **neuf** et **garanti** et est déduite des prix de catalogue des constructeurs.

Seules nos spécialités dont les prix sont calculés au plus juste et qui sont marquées, dans les listes des pièces détachées, d'un astérisque, ne bénéficient que d'une remise de 10 %.

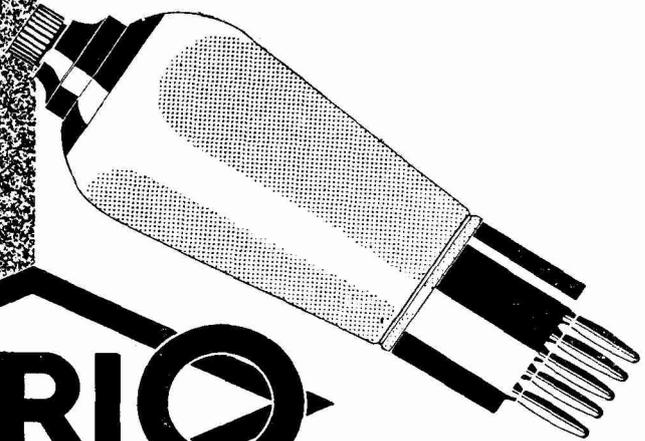


A. 61

## Ce n'est pas par hasard

que nous vous présentons les nouvelles lampes Dario. Elles sont le fruit de longues études aboutissant à de nouveaux procédés et à un rigoureux contrôle de fabrication.

La série T, en particulier, constitue l'équipement type de tout récepteur moderne - T. E. 52, lampe à grille écran - T. E. 24, détectrice - T. C. 43, Penthode.



# DARIO

LA RADIOTECHNIQUE

Lampes "T. S. F." Saines, Sûres, Souveraines<sup>®</sup>

Les lampes Dario  
équipent tous les  
postes Radiola.

VIENT DE PARAÎTRE

## PETIT LEXIQUE DE LA T. S. F.

Dictionnaire illustré donnant la définition détaillée de tous les termes de la radioélectricité, mis à jour des derniers progrès de la T. S. F.

Un fascicule de 40 pages (format de La T. S. F. pour Tous).

**PRIX : 5 FRANCS. — FRANCO : 5 FR. 50.**

— Etienne CHIRON, EDITEUR —  
40, rue de Seine, 40. — PARIS (6<sup>e</sup>)

POUR BIEN MONTER  
... UN ONDEMÈTRE  
POUR BIEN S'EN SERVIR

LISEZ

## LES ONDEMÈTRES

par P. LUGNY

Construction - - - - -  
- - Étalonnage - - - - -  
- - - - - Emploi - - - - -  
- - - - - Mesures

UN VOLUME DE 80 PAGES  
ILLUSTRE DE 56 FIGURES

Prix : 6 francs. Franco : 6 francs 50

Et. CHIRON, Editeur, 40, r. de Seine, Paris (6<sup>e</sup>)

VIENT DE PARAITRE :

**RADIO-ANNUAIRE**

**ANNUAIRE  
INTERNATIONAL  
DE LA T.S.F.**

**1932**

■ ■ ■

**RADIO-MUSIQUE - TELEVISION**

■ ■ ■

**1 fort volume relié de 500 pages comprenant :**

*La liste des Radio-Clubs*

*La liste de tous les Journaux, Revues de T.S.F.  
(France et Etranger).*

*La liste des marques déposées de T.S.F. suivie  
de la reproduction des monogrammes déposés.*

*La liste des Membres du R. E. F.*

*La liste des Constructeurs de postes et pièces  
détachées classée par ordre alphabétique  
Paris - Seine - Départements - Etranger*

*La liste des Revendeurs : Paris, Seine, Départements  
(Pour Paris, classification par arrondissements.  
Pour la province, classification par départements.)*

Ce volume contient aussi de nombreux renseignements sur la taxe de luxe, déclaration de postes récepteurs, etc.

**Prix : 30 francs**

**Étienne CHIRON, éditeur  
40, rue de Seine -- PARIS**

C. C. Postaux : Paris 53-35 DANTON 47-56

**VIENT DE PARAITRE**

8<sup>e</sup> édition de

**J'AI COMPRIS  
LA T. S. F.  
PAR E. AISBERG**

Ce livre de vulgarisation est un des plus grands succès de la librairie moderne.

**TRADUIT EN 12 LANGUES**

(FRANÇAIS - ESPERANTO - ALLEMAND - ITALIEN -  
HONGROIS - GREC - ESTHONIEN - TCHEQUE -  
PORTUGAIS - SLOVENE - ROUMAIN - BULGARE)

**IL A ÉTÉ PUBLIÉ EN 28 ÉDITIONS  
DONT LE TIRAGE TOTAL ATTEINT  
340.000 EXEMPLAIRES**

Des centaines de milliers de débutants ont appris la théorie de la T. S. F., compris le rôle et le fonctionnement de tous les organes utilisés (lampes, condensateurs, bobinages, transformateurs, etc.) grâce aux explications  
==== claires et faciles de ce livre. ====

Un volume de 150 pages de grand format (18/23 cm.) illustré de 240 dessins marginaux de H. Guilac et de 83 croquis et schémas techniques

**PRIX** du volume broché **15 francs**,  
Franco : **16.50 fr.**

**PRIX** du volume relié (pleine toile rouge avec dorure) : **20 fr.**, Franco : **23 francs.**

**Etienne CHIRON, éditeur,  
40, rue de Seine, PARIS (VI<sup>e</sup>)**



# RECOMMANDATION...

AUX 400.000 POSSESSEURS  
du fameux **MOTEUR 66. R :**

***Vous a-t-il satisfait ?***

**SI OUI**, ne le remplacez par un **Dynamique** que dans la **Marque qui a fait ses preuves et vous a donné satisfaction.**

Demandez donc une démonstration  
du **M. II. G** (continu) ou du **M. II. W** (alternatif)

• **Point Bleu** •

**13 et 15, Rue Taitbout — PARIS (9<sup>e</sup>)**

Téléphone : PROVENCE 79.89, 01.05

R. C. SEINE : 248472-B.

**" LE SON NE SORT PAS  
D'UN TONNEAU "**

*ENVOI FRANCO DE NOTRE NOUVEAU CATALOGUE N° 17  
contre 1 fr. 50 en timbres-poste*

**Un Annuaire régional  
intéressant qui vient  
de paraître :**

## **l'Annuaire de T.S.F. et Machines Parlantes de Lyon et du Sud-Est 1932**

5<sup>e</sup> ANNÉE

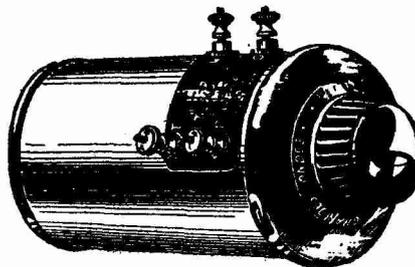
qui contient une documentation  
des plus complète sur une région  
importante. Les firmes désireuses  
de se documenter, de prospecter,  
doivent posséder cet ouvrage  
dans leurs archives.

Envoi contre **10 fr.**, franco recommandé

**Éditions J. REIBEL, 86, rue de Créqui, LYON-6<sup>e</sup>**

Téléphone : LALANDE 79-04 et 30-12

## **Le Tubécran N° 2 Le Tuboscillateur**



**Le Tube B F I  
Le Tube Choc  
Les C. V. MAGISTER**

Entrant dans la réalisation du

## **TUBODYNE IV**

**Sont des Créations des  
Etablissements J. DEBONNIERE**  
21, Rue de la Chapelle - St-OUEN (Seine)  
Téléphone CLIGNANCOURT 02.22

## LES NOUVELLES LAMPES DARIO A ECRAN DE GRILLE

Les nouvelles lampes Dario série T à écran de grille se caractérisent non seulement par leur rendement extrêmement élevé, mais encore par une construction particulièrement soignée qui les place au premier rang sur le marché français. Ces lampes ont été étudiées spécialement pour la modernisation des récepteurs ; leur coefficient d'amplification de l'ordre de 1.000 et leur capacité grille-plaque très faible de (0,01 mmF) permettent de se rendre compte des résultats que l'on peut en attendre.

Ces lampes sont métallisées extérieurement, ce qui facilite le blindage.

La T. E. 42 convient pour l'amplification haute fréquence à circuit accordé.

La T. E. 42 S se prête en outre admirablement à l'amplification basse fréquence intermédiaire (résistance 300.000 ohms), elle convient aussi très bien en détection.

La T. E. 52 possède une cathode à très grand pouvoir émissif, sa capacité grille est extrêmement réduite (0,002 mmF), sa pente est de 3 millimètres par volt. La sensibilité ainsi obtenue permet un couplage « lache » avec le collecteur d'ondes et par conséquent une amélioration dans la sélectivité.

En dehors des lampes à écran de grille, il y a lieu de mentionner la nouvelle sélectode T. E. 45 ; celle-ci est à pente variable, elle permet d'éliminer la distortion due à une émission trop puissante grâce à la caractéristique parabolique de sa courbe représentative ; son recul de grille est très élevé ; en outre, elle permet d'éliminer les défauts habituels de la modulation, transmodulation, etc...

**SELECTODE T. E. 45.**  
Lampe à pente variable.  
Ampoule métallisée  
S max. = 1,2 Ma/v.  
Cag = 0,002 Mmf.

**T. E. 52**  
Lampe à écran de grille  
Ampoule métallisée  
S = 3 Ma/v  
Cag = 0,002 Mmf

## VOLUME - CONTROLS "REXOR"

Véritablement bobiné à variation rigoureusement progressive

200.000 ohms - 6 millis

100.000 ohms - 4 millis

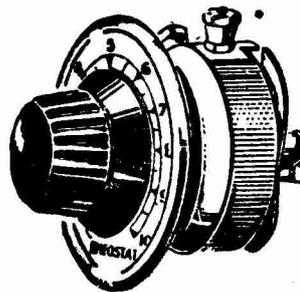
50.000 ohms - 6 millis

30.000 ohms - 10 millis

15.000 ohms - 15 millis

10.000 ohms - 8 millis

5.000 ohms - 25 millis



"La marque  
qui domine..."

# REXOR

L'appareillage  
de qualité

# GIRESS

EN VENTE PARTOUT

**GIRESS, 16, boul. Jean-Jaurès, Clichy (Seine)**

Tél. : Marcadet 37-81

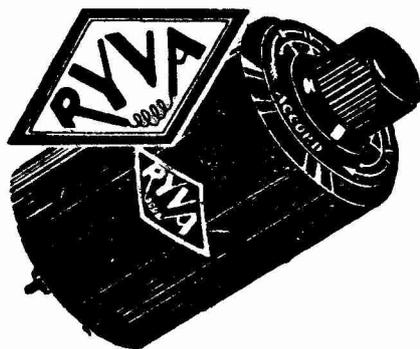
PUBL. RAPPY

## tous les bons montages

conçus par les techniciens et réalisés par les  
constructeurs ou les amateurs comportent les

### selfs automatiques

# RYVA



qui remplacent  
toutes les selfs  
interchangeables  
et assurent  
le maximum  
de puissance  
et de sélectivité  
et donnent

### une sonorité merveilleuse

Demander notre recueil de schémas pour l'emploi de nos  
selfs types : accords, résonance, hétérodyne, oscillatrice, trans-  
fos H. F., détectrice à réaction, transfo M. F., etc., etc.

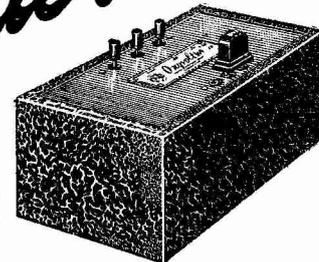
**Ets RYVA, 18 et 20, rue Volta, PARIS**

Téléphone : TURIGO 85-44

# OXYVOLT

Lic. WESTINGHOUSE

*la pile secteur*



Boîte de  
TENSION  
PLAQUE  
idéale  
sans valve

**SUPPRIMANT  
PILES ACCUS ENNUIS!**

Demandez  
NOTICES à

# MSV

31 Avenue  
TRUDAINE  
PARIS

# LA T.S.F. POUR TOUS

REVUE MENSUELLE

CONTENANT SIX FOIS PAR AN, EN SUPPLEMENT GRATUIT

## “LA TÉLÉVISION”

REVUE BIMESTRIELLE DE PHOTOTELEGRAPHIE, DE TELEVISION ET DE CINEMATOGRAPHIE SONORE

Organe de l'Association Française de Télévision

<p><b>Abonnement d'un An</b></p> <p>France . . . . . 36 » Etranger . . . . . (voir ci-dessous)</p>	<p>ETIENNE CHIRON, Directeur 40, rue de Seine, PARIS (6<sup>e</sup>) Rédacteur en chef : E. AISBERG</p>	<p><b>Rédaction et Administration</b></p> <p>TÉLÉPHONE : DANTON 47-56 CHÈQUES POSTAUX : PARIS 53-35</p>
--	---	---

### PRIX DE L'ABONNEMENT POUR L'ETRANGER

Le prix d'abonnement pour l'Etranger est payable en billets de banque français ou chèques sur Paris calculés en francs français au cours du jour

Pays ayant adhéré à la convention de Stockholm: 45 francs  
— n'ayant pas adhéré — 50 francs

EN SOUSCRIVANT UN ABONNEMENT VOUS REALISEZ UNE ECONOMIE DE 25 %

## LA T.S.F. POUR TOUS

### PRIX D'ABONNEMENT D'UN AN

France . . . . . 36 fr.  
Étranger . . . . . 45 fr.  
— tarif fort. 50 fr.

CHEQUES POSTAUX  
Paris 53.35

Étienne CHIRON, Editeur  
40, rue de Seine, PARIS  
Téléph. : DANTON 47-56

On s'abonne sans frais dans tous les bureaux de poste

## BULLETIN D'ABONNEMENT

### ABONNEMENT D'UN AN

Veillez m'inscrire pour un abonnement d'un an à LA T. S. F. POUR TOUS à servir à partir du mois de .....

Nom : .....

Adresse : .....

Ville : .....

Le ..... 1932.

Signature :

Je vous adresse inclus le montant en chèque sur Paris ou mandat

ou

Je verse le montant à votre compte de chèques postaux: Paris 53-35 (Chiron)

# LISTE DES PIÈCES DÉTACHÉES

## nécessaires à la construction du

# TUBODYNE

<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>1 Condensateur double à tambour 2×0,5/1000 T 9 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">146 50</td></tr> <tr><td>1 Tuboscillateur .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">70 »</td></tr> <tr><td>1 Tube BF 1 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">70 »</td></tr> <tr><td>1 Tubécran n° 2 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">125 »</td></tr> <tr><td>1 Tube choc 3.600 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">25 »</td></tr> <tr><td>1 rhéostat 10 ohms .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">17 »</td></tr> <tr><td>1 Volume controle 100.000 ohms .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">46 »</td></tr> <tr><td>1 Condensateur fixe 6/1000 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">7 »</td></tr> <tr><td>3 Condensateurs fixe 0,2/1000 à 4 fr. 50</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">13 50</td></tr> <tr><td>1 Condensateur fixe 2/1000 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">5 50</td></tr> <tr><td>1 Condensateur fixe 4/1000 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">7 »</td></tr> </table>	1 Condensateur double à tambour 2×0,5/1000 T 9 .....	146 50	1 Tuboscillateur .....	70 »	1 Tube BF 1 .....	70 »	1 Tubécran n° 2 .....	125 »	1 Tube choc 3.600 .....	25 »	1 rhéostat 10 ohms .....	17 »	1 Volume controle 100.000 ohms .....	46 »	1 Condensateur fixe 6/1000 .....	7 »	3 Condensateurs fixe 0,2/1000 à 4 fr. 50	13 50	1 Condensateur fixe 2/1000 .....	5 50	1 Condensateur fixe 4/1000 .....	7 »	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>1 Résistance de 500.000 ohms .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">7 »</td></tr> <tr><td>1 Résistance de 2 mégohms .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">7 »</td></tr> <tr><td>1 Interrupteur à poussoir .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">5 75</td></tr> <tr><td>18 Douilles de lampes à 0,50 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">9 »</td></tr> <tr><td>2 Rouleaux fil argenté de 5 mètres 15/10 à 5 fr. 50 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">11 »</td></tr> <tr><td>2 Equerres à 4 fr. ....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">8 »</td></tr> <tr><td>2 Mètres soupliso à 1 fr. 25 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">2 50</td></tr> <tr><td>15 fiches bananes à 1 fr. 25 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">18 75</td></tr> <tr><td>*1 Plaque ébonite 450×230×5 mm. ....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">46 60</td></tr> <tr><td>*1 Plaque ébonite 430×195×5 mm. ....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">38 »</td></tr> </table>	1 Résistance de 500.000 ohms .....	7 »	1 Résistance de 2 mégohms .....	7 »	1 Interrupteur à poussoir .....	5 75	18 Douilles de lampes à 0,50 .....	9 »	2 Rouleaux fil argenté de 5 mètres 15/10 à 5 fr. 50 .....	11 »	2 Equerres à 4 fr. ....	8 »	2 Mètres soupliso à 1 fr. 25 .....	2 50	15 fiches bananes à 1 fr. 25 .....	18 75	*1 Plaque ébonite 450×230×5 mm. ....	46 60	*1 Plaque ébonite 430×195×5 mm. ....	38 »
1 Condensateur double à tambour 2×0,5/1000 T 9 .....	146 50																																										
1 Tuboscillateur .....	70 »																																										
1 Tube BF 1 .....	70 »																																										
1 Tubécran n° 2 .....	125 »																																										
1 Tube choc 3.600 .....	25 »																																										
1 rhéostat 10 ohms .....	17 »																																										
1 Volume controle 100.000 ohms .....	46 »																																										
1 Condensateur fixe 6/1000 .....	7 »																																										
3 Condensateurs fixe 0,2/1000 à 4 fr. 50	13 50																																										
1 Condensateur fixe 2/1000 .....	5 50																																										
1 Condensateur fixe 4/1000 .....	7 »																																										
1 Résistance de 500.000 ohms .....	7 »																																										
1 Résistance de 2 mégohms .....	7 »																																										
1 Interrupteur à poussoir .....	5 75																																										
18 Douilles de lampes à 0,50 .....	9 »																																										
2 Rouleaux fil argenté de 5 mètres 15/10 à 5 fr. 50 .....	11 »																																										
2 Equerres à 4 fr. ....	8 »																																										
2 Mètres soupliso à 1 fr. 25 .....	2 50																																										
15 fiches bananes à 1 fr. 25 .....	18 75																																										
*1 Plaque ébonite 450×230×5 mm. ....	46 60																																										
*1 Plaque ébonite 430×195×5 mm. ....	38 »																																										

### Liste des pièces détachées nécessaires à la construction du

## CATHODYNE

<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>1 Résistance givrite 50.000 ohms .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">7 »</td></tr> <tr><td>1 Résistance givrite 1.000 ohms .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">7 »</td></tr> <tr><td>1 Résistance givrite 30.000 ohms .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">7 »</td></tr> <tr><td>1 Résistance givrite 3.000 ohms .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">7 »</td></tr> <tr><td>2 Condensateurs PTT 1 mF à 15 fr....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">30 »</td></tr> <tr><td>1 Condensateur PTT 2 mF .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">20 »</td></tr> <tr><td>10 Douilles de lampes à 0 fr. 50 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">5 »</td></tr> <tr><td>10 Bornes de 3 mm. à 0 fr. 65 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">6 50</td></tr> </table>	1 Résistance givrite 50.000 ohms .....	7 »	1 Résistance givrite 1.000 ohms .....	7 »	1 Résistance givrite 30.000 ohms .....	7 »	1 Résistance givrite 3.000 ohms .....	7 »	2 Condensateurs PTT 1 mF à 15 fr....	30 »	1 Condensateur PTT 2 mF .....	20 »	10 Douilles de lampes à 0 fr. 50 .....	5 »	10 Bornes de 3 mm. à 0 fr. 65 .....	6 50	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>3 Mètres fil cuivre à 0 fr. 60 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">1 80</td></tr> <tr><td>3 Mètres soupliso à 1 fr. 25 .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">3 75</td></tr> <tr><td>*1 Plaque ébonite .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">10 »</td></tr> <tr><td>*1 Ebénisterie .....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">20 »</td></tr> <tr><td>1 Transformateur BF Philips 4003 ....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">97 »</td></tr> <tr><td>*1 Lampe Philips E 424.....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">125 »</td></tr> <tr><td>*1 Lampe Philips C 443.....</td><td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">110 »</td></tr> </table>	3 Mètres fil cuivre à 0 fr. 60 .....	1 80	3 Mètres soupliso à 1 fr. 25 .....	3 75	*1 Plaque ébonite .....	10 »	*1 Ebénisterie .....	20 »	1 Transformateur BF Philips 4003 ....	97 »	*1 Lampe Philips E 424.....	125 »	*1 Lampe Philips C 443.....	110 »
1 Résistance givrite 50.000 ohms .....	7 »																														
1 Résistance givrite 1.000 ohms .....	7 »																														
1 Résistance givrite 30.000 ohms .....	7 »																														
1 Résistance givrite 3.000 ohms .....	7 »																														
2 Condensateurs PTT 1 mF à 15 fr....	30 »																														
1 Condensateur PTT 2 mF .....	20 »																														
10 Douilles de lampes à 0 fr. 50 .....	5 »																														
10 Bornes de 3 mm. à 0 fr. 65 .....	6 50																														
3 Mètres fil cuivre à 0 fr. 60 .....	1 80																														
3 Mètres soupliso à 1 fr. 25 .....	3 75																														
*1 Plaque ébonite .....	10 »																														
*1 Ebénisterie .....	20 »																														
1 Transformateur BF Philips 4003 ....	97 »																														
*1 Lampe Philips E 424.....	125 »																														
*1 Lampe Philips C 443.....	110 »																														

\* Les articles marqués d'un astérisque ne bénéficient que d'une réduction de 10 %.

Sur tous les autres articles une remise de 30 + 10 % est accordée aux abonnés  
de « La T. S. F. pour Tous ».

## Établissements **RADIO-AMATEURS**

**46, Rue Saint-André-des-Arts - Paris (6<sup>e</sup>)** - *Métro :  
Saint-Michel*  
Compte chèques postaux : Paris 67-27 **Téléphone Danton : 48-26**

### LES ABONNEMENTS DE 2 OU 3 ANS AVEC PRIME SONT TOUJOURS ACCEPTES

Pour un abonnement de 2 ans, nous offrons un volume relié de « LA T. S. F. POUR TOUS » pris au choix parmi les 7 premiers volumes. (Prix de vente : 30 fr.).

Pour un abonnement de 3 ans, nous offrons le volume relié de « L'ENCYCLOPEDIE DE LA RADIO » par M. ADAM (Prix de vente : 50 fr.).

Joindre 3 fr. pour frais d'envoi du volume relié.

# LES ANCÊTRES DES HAUT-PARLEURS

*C'est surtout l'avènement des procédés modernes d'amplification des courants musicaux réalisés grâce à la radiotechnique qui a attiré l'attention sur le problème de la construction des haut-parleurs électriques et, d'ailleurs, la réalisation de ces derniers est évidemment postérieure à celle des écouteurs téléphoniques.*

*De nombreuses années auparavant, et même plusieurs siècles avant l'invention du téléphone, on avait déjà songé à transmettre à grande distance la voix humaine au moyen de dispositifs souvent fort remarquables.*

*L'article ci-dessous donne quelques détails curieux et assez peu connus, en général, sur quelques-uns de ces procédés.*

## La question du haut-parleur n'est pas nouvelle.

Lorsque nous parlons, à notre époque, de haut-parleur, nous ajoutons toujours implicitement au terme *haut-parleur*, l'adjectif *électrique*, parce qu'il s'agit essentiellement d'un appareil destiné à être actionné par des courants électriques à fréquence musicale, et dont l'apparition date évidemment de l'invention même du téléphone.

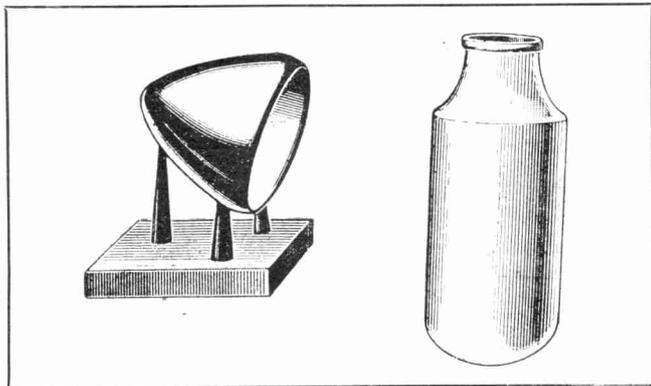


Fig. 1. — Les lointains ancêtres des haut-parleurs. A, l'echea, réflecteur amplificateur de métal, d'invention grecque (le mot *echea* est dérivé d'*écho*, qui signifie son) ; B, le *dolium*, vase acoustique en terre employé par les Romains.

Il y a pourtant d'autres haut-parleurs que les haut-parleurs électriques et, depuis fort longtemps, on a songé à construire des dispositifs destinés à diriger la voix humaine dans une direction déterminée et à permettre de la sorte, de réaliser une amplification plus ou moins apparente, de façon à être entendu à distance et par un nombre assez grand d'auditeurs.

On étudie encore aujourd'hui, d'ailleurs, des systèmes de haut-parleurs à amplification par l'air comprimé par exemple, qui sont extrêmement intéressants; aussi, l'étude de ces ancêtres des haut-parleurs n'a-t-elle pas seulement un intérêt documentaire, mais peut-elle présenter encore des avantages techniques pour les chercheurs, car aucune idée, si ancienne fût-elle, ne peut être méprisée *a priori*, surtout en matière d'acoustique !

## Les ancêtres des haut-parleurs.

Les théâtres antiques étaient à ciel ouvert, et munis d'un *velarium*, destiné à protéger les spectateurs du soleil ou de la pluie. L'acoustique de ces théâtres antiques a pu faire l'admiration de nos modernes architectes, et pour la construction des salles les plus modernes de cinématographe sonore ou de concert, on a bien souvent eu recours aux principes appliqués sans doute assez empiriquement par les Anciens, mais avec une intuition géniale.

Malgré tout, les voix des acteurs étaient trop faibles pour être entendues par tous les spectateurs dans les théâtres de grandes dimensions, et c'est pourquoi les techniciens de l'époque ont dû rechercher les moyens de la renforcer.

Les acteurs, aussi bien chez les Grecs que chez les Romains, et même longtemps avant en Chine, étaient

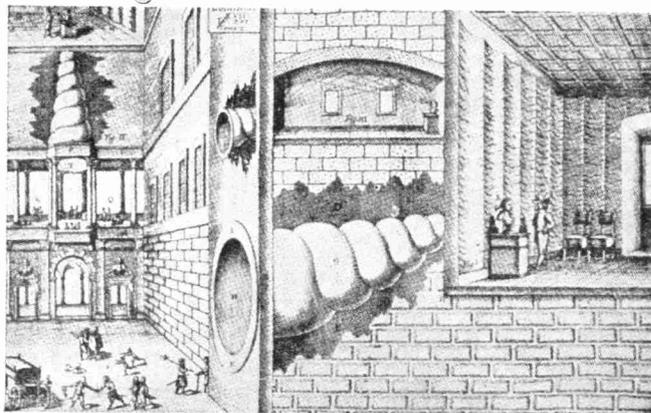


Fig. 2. — Un haut-parleur géant en 1650. Reproduction d'une gravure de l'ouvrage du savant jésuite Kircher, *Musurgia Universalis*,

pourvus de masques avec une embouchure en bronze, et on a souvent supposé que ces masques renforçaient la voix. Il est certain que leur principale fonction était de conserver au personnage le même type classique pendant toute la représentation. Ils avaient servi à remplacer la couche de lie primitive, et grâce à leurs traits fortement

accentués, permettaient de représenter les personnages traditionnels de la tragédie et de la comédie, analogues de nos jours à ceux de nos Guignols enfantins, ou encore à ceux des théâtres d'Extrême-Orient.

Quelques-uns de ces masques de métal comportaient une bouche largement béante lorsque les acteurs parlaient ou chantaient, et les autres à la bouche entr'ouverte, servaient pour les pantomimes.

On a quelquefois supposé que, dans la bouche artificielle de ces masques, étaient placées des lames d'airain vibrantes qui servaient à renforcer les sons et à leur donner un ton fondamental constant caractéristique. Cette hypothèse est bien audacieuse, mais il semble, en tout cas, qu'à défaut d'amplification, on obtenait bien une direction plus rationnelle des sons vers les spectateurs.

Il y a plus. M. Penel a fait remarquer, il y a quelques années, qu'on avait retrouvé dans les théâtres antiques des *echea*, vases de métal de forme conique placés au-dessus des gradins de l'hémicycle et tournés vers la scène. Il y en avait une, deux ou trois rangées de treize séparés par douze intervalles égaux, suivant les dimensions du théâtre (fig. 1 A). Ces *echea*, d'après les indications des contemporains eux-mêmes, et en particulier de Vitruve, qui vivait sous le règne d'Auguste, avaient un rôle réellement acoustique, et servaient à renforcer la voix des acteurs; c'est pourquoi dans une niche centrale, on plaçait celui qui donnait le son fondamental, et de chaque côté, ceux qui donnaient les accords.

Au lieu d'utiliser des réflecteurs métalliques, on pouvait employer aussi, paraît-il, des vases de terre cuite qui étaient les « *dolia* » (pluriel de *dolium*), de toutes dimensions (fig. 1, B). Ces réflecteurs sonores auraient joué un rôle analogue. Quelques auteurs prétendent que des vases semblables auraient été placés dans de nombreuses églises au XII<sup>e</sup> et au XIII<sup>e</sup> siècles, et auraient été destinés à amplifier la voix des prédicateurs.

On signale également la présence d'autres vases dits acoustiques dans les églises de même époque en plusieurs régions de France, et même de Russie; mais la question n'est pas encore déterminée d'une façon définitive, et les résultats obtenus ne devaient pas être comparables à ceux des théâtres antiques. Il faut surtout retenir que, dans cette matière, comme dans beaucoup d'autres applications scientifiques, les Anciens possédaient déjà des connaissances assez approfondies qui, malheureusement, furent presque oubliées au cours du Moyen-Age.

Le savant jésuite allemand Kircher fit paraître, en 1650, son Traité d'harmonie universelle (*Musurgia Universalis*) qui traite du son et de la musique et peut être considéré comme l'un des premiers livres d'acoustique.

Ce savant avait embrassé toutes les connaissances humaines : physique, histoire naturelle, mathématiques, théologie, histoire antique et linguistique. En physique,

il s'occupa de l'optique, de l'acoustique et surtout du magnétisme. On lui a attribué l'invention de la lanterne magique.

Le P. Kircher indique, dans son ouvrage, que les soldats d'Alexandre employaient déjà des porte-voix de zinc coudés en forme de spirale, et ayant une portée de plusieurs kilomètres. Le fait demanderait confirmation. Ce qui est certain, c'est que les dessins illustrant son livre donnent des précisions extrêmement intéressantes. Considérons, par exemple, la figure 2; elle montre comment on peut faire entendre la parole à grande distance à l'aide d'un pavillon acoustique très long, curieusement ondulé, et dont l'extrémité est même encadrée dans une paroi qui fait office d'écran acoustique, semblable tout à fait aux baffles modernes de nos haut-parleurs électrodynamiques !

Dès la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, les marins utilisaient des porte-voix pour la transmission des ordres. En 1670, on construisit en Angleterre des pavillons capables de permettre l'audition à plusieurs kilomètres. Ces pavillons avaient 70 cm. de diamètre et 7 m. de long. A cette

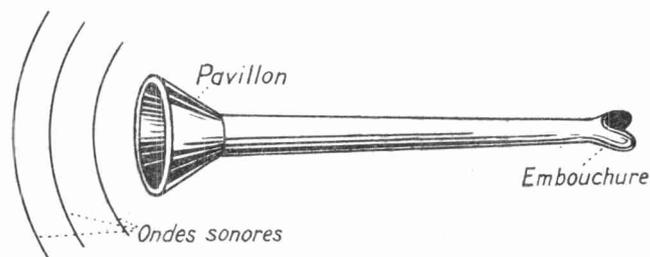


Fig. 3. — Le porte-voix.

époque, des expériences du même genre eurent lieu également en France, et on détermina même le rapport existant entre la portée des pavillons et leur longueur. Les porte-voix sont, d'ailleurs, toujours utilisés dans la marine et permettent de transmettre les ordres contre le vent (fig. 3).

Ce sont des tubes de forme conique dont la longueur peut atteindre un mètre, qui portent une embouchure du côté du sommet, et se terminent à l'autre extrémité par un large pavillon.

Le fonctionnement du porte-voix est d'ailleurs assez complexe. Il semble à peu près certain qu'il joue le rôle d'un résonateur en renforçant considérablement les sons émis à l'embouchure. Les ondes sonores parcourent le tube sans perdre d'énergie. Elles parviennent à l'embouchure du pavillon et agissent sur un volume d'air relativement assez grand. Comme le centre d'ébranlement est beaucoup plus grand qu'avec la parole directe, les ondes se propagent alors régulièrement dans une direction privilégiée normale à la surface de propagation et qui est l'axe du porte-voix.

Le tube acoustique, formé d'un tuyau cylindrique dans lequel les ondes sonores conservent une énergie constante, est également connu depuis très longtemps, et on a cherché, dès le XVIII<sup>e</sup> siècle, à réaliser des appareils dans lesquels sont combinés les propriétés des tuyaux acoustiques et des pavillons. C'est ainsi qu'on peut voir, sur la figure 4, la reproduction d'une gravure de l'époque du

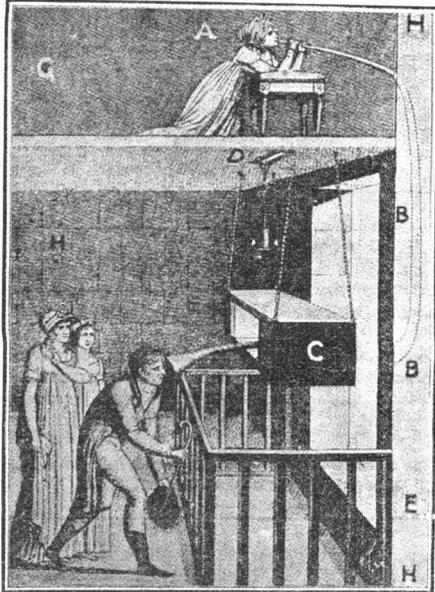


Fig. 4. — La « Boîte Mystérieuse » ou « La Chanteuse invisible ». Reproduction d'une gravure de l'époque du Directoire, dans laquelle est figuré un dispositif de tube acoustique combiné avec un large pavillon.

Directoire représentant une expérience d'acoustique amusante, « La voix du chanteur invisible ». Une chanteuse située à un étage supérieur d'une maison chante devant l'embouchure d'un tuyau acoustique. Les sons sont transmis à un pavillon amplificateur dont la forme paraît

d'ailleurs assez bien étudiée, et les auditeurs stupéfaits ne s'expliquent pas la cause de ce prodige !

C'est pourtant à partir de 1876, date de l'invention du téléphone, qu'il faut faire remonter évidemment les recherches modernes sur les haut-parleurs, qui deviennent à ce moment, la plupart du temps, des haut-parleurs électriques. Sans vouloir nous étendre ici sur cet historique,

pour lequel la place nous ferait défaut dans cet article, sans vouloir indiquer ni les modèles originaux, à frottements, à effets piézoélectriques, à vibrations de colonne d'air ou de liquide, à fonctionnement thermique, etc., sans même vouloir rappeler les antériorités si intéressantes du haut-parleur électrodynamique, remarquons simplement que les haut-parleurs sans pavillon, à diffuseur, sont très anciens et bien antérieurs à nos modèles primitifs de haut-parleurs de T. S. F. réalisés avec des récepteurs téléphoniques et des pavillons coniques de fortune.

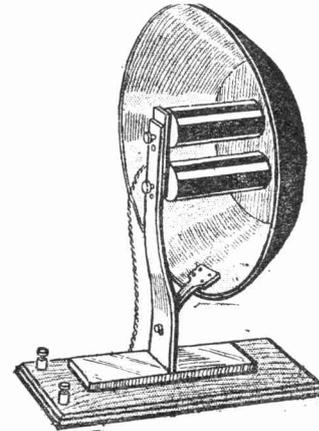


Fig. 5. — Le haut-parleur électro-magnétique sans pavillon, réalisé en 1879 par Elisha Gray; il comportait une sorte de bassine en fer vibrant sous l'action d'un électro-aimant parcouru par les courants téléphoniques.

C'est, en effet, en 1879, qu'Elisha Gray a réalisé le premier haut-parleur sans pavillon, dont le diaphragme en fer doux de forme plus ou moins incurvée servait en même temps de diffuseur lorsqu'il vibrait sous l'action des variations d'attraction de l'électro-aimant, dont les pièces polaires étaient montées comme le montre la figure 5.

On ne se lassera jamais de répéter : « *Nil novi...* »

P. HÉMARDINQUER.



# LES HAUT-PARLEURS ÉLECTRODYNAMIQUES MAGNÉTO-DYNAMIQUES & ÉLECTROSTATIQUES

## LEURS AVANTAGES ET LEURS EMPLOIS

*Le haut-parleur électrodynamique est de plus en plus utilisé à l'heure actuelle par les amateurs. Il ne faudrait pourtant pas croire que cet emploi soit exclusif et un article du même numéro a montré les progrès réalisés dans la construction des moteurs électro-magnétiques. Pour avoir de bons résultats avec un haut-parleur électrodynamique, il est d'ailleurs nécessaire de bien le choisir et de bien l'adapter tant au point de vue radiotechnique qu'au point de vue acoustique, mais ces difficultés d'emploi sont, il faut le reconnaître, atténuées à l'heure actuelle.*

*A côté de ces haut-parleurs électrodynamiques des types électromagnétiques simples qui constituent la presque totalité des dispositifs actuels, les modèles magnéto-dynamiques, encore assez peu répandus, sont pourtant pratiques et possèdent des avantages particuliers indéniables. Quant aux haut-parleurs électro-statiques, c'est peut-être les modèles de l'avenir, mais ils commencent seulement à être vraiment étudiés en France et utilisés normalement.*

*Il est donc bon de donner quelques indications sur les avantages comparés de ces différents systèmes et de bien montrer surtout pourquoi et comment on doit utiliser le haut-parleur électrodynamique.*

### Le principe du haut-parleur électrodynamique n'est pas nouveau

Il y a déjà bien longtemps qu'on a employé, en France, même pour la réception d'amateur, des haut-parleurs électrodynamiques, et nous nous rappelons ainsi que dès les premières éditions du livre de M. Duroquier, qui ont paru bien avant 1925, on pouvait trouver dans cet ouvrage la description de la construction d'un haut-parleur électrodynamique d'amateur ! Mais les haut-parleurs de ce temps différaient complètement des modèles d'aujourd'hui, bien que basés exactement sur le même principe (fig. 1 et 2).

C'est qu'en effet, le haut-parleur électrodynamique, comme tout haut-parleur, est formé d'un moteur qui transforme les oscillations électriques à fréquence musicale en vibrations mécaniques, et d'un système diffuseur de sons qui permet de transformer à leur tour les vibrations mécaniques en ondes sonores.

Le principe du moteur électrodynamique a été indiqué dès 1877 et, en 1899, Sir Oliver Lodge en a donné une description complète. Au début, ce moteur servait d'ailleurs à d'autres usages qu'à constituer un haut-parleur.

Dans ce genre de moteur, une bobine en fil de cuivre isolé très légère est maintenue dans le champ d'un élec-

tro-aimant puissant ou même d'un aimant permanent, et peut se déplacer perpendiculairement à ce champ. Elle est parcourue par des courants électriques à fréquence musicale et, dans ces conditions, elle est soumise parallèlement à son axe qui se confond avec l'axe du noyau

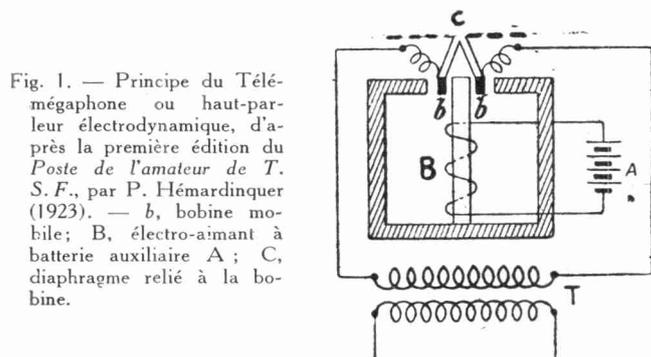


Fig. 1. — Principe du Télé-mégaphone ou haut-parleur électrodynamique, d'après la première édition du *Poste de l'amateur de T. S. F.*, par P. Hémarinquer (1923). — b, bobine mobile; B, électro-aimant à batterie auxiliaire A; C, diaphragme relié à la bobine.

magnétique, à l'action de forces parallèles qui tendent à l'enfoncer ou à la projeter hors du système suivant le sens du courant (fig. 1).

Dans les premiers haut-parleurs réalisés aux Etats-Unis, par exemple, les modèles Magnavox, ou même dans les premiers modèles français, la bobine vibrante communiquait ses vibrations à un diaphragme métalli-

que qui agissait sur les masses d'air contenues dans un pavillon acoustique. Comme ce pavillon avait une forme parfois mal étudiée, et que, d'autre part, le diaphragme vibrant était plus ou moins défectueux, les résultats n'é-

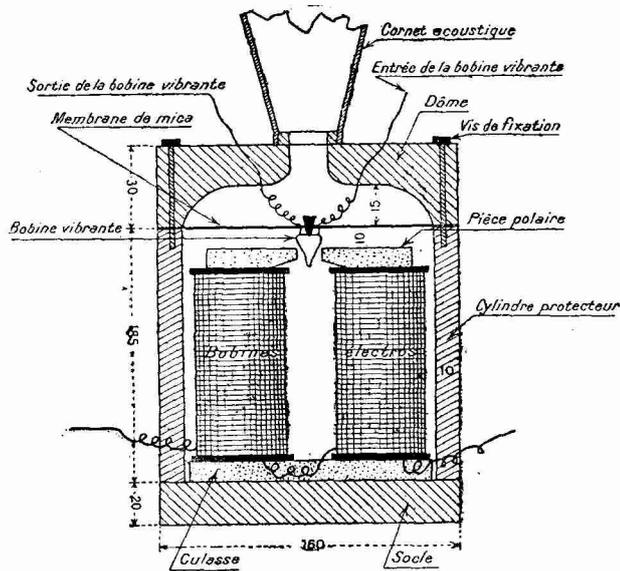


Fig. 2. — Un haut-parleur électrodynamique d'amateur décrit par M. Duroquier en 1923.

taient pas très bons, bien que supérieurs à ceux obtenus avec les haut-parleurs électromagnétiques de l'époque, surtout au point de vue de la puissance (fig. 3 et 4).

Cependant, il faut remarquer à ce propos qu'on utilise encore aujourd'hui des moteurs électrodynamiques avec des pavillons acoustiques, par exemple, lorsqu'il s'agit d'obtenir une grande intensité sonore, pour les projections de cinématographie sonore, mais les pavillons actuels sont d'une forme exponentielle particulière, et permettent la reproduction intégrale des notes basses.

Il y a également une dizaine d'années que l'on a songé à relier un diffuseur conique à la bobine vibrante d'un moteur électrodynamique. Les premiers résultats n'étaient pas très bons parce que la puissance des lampes basse fréquence n'était pas assez considérable à ce moment. Et, de plus, pour reproduire les notes graves, il aurait fallu utiliser un cône de grandes dimensions (fig. 5).

Les haut-parleurs électrodynamiques actuels comportent un cône flottant très léger et très réduit, dont le diamètre est souvent inférieur à 20 centimètres pour les modèles *midget*, mais ce qui permet la reproduction satisfaisante des notes graves, malgré le faible diamètre de ce cône, c'est essentiellement l'encastrement de ce haut-parleur dans un écran acoustique ou *baffle*, qui a pour but d'empêcher l'effet de compensation de l'onde

sonore de compression par l'onde de dilatation lors des déplacements lents et importants de la membrane correspondant à la production de notes graves et intenses.

Nous voyons ainsi que la partie caractéristique du haut-parleur électrodynamique n'est pas constituée seulement par son moteur, mais bien par l'association de son diffuseur flottant conique avec un baffle acoustique, ce baffle pouvant être constitué, d'ailleurs, par l'ébénis-

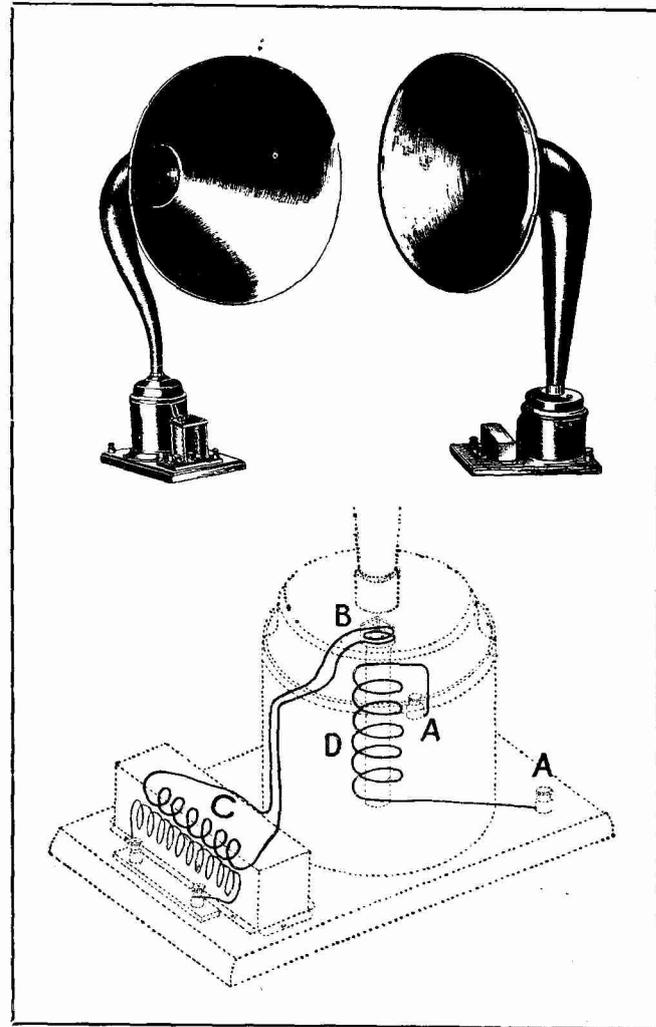


Fig. 3. — Types de haut-parleurs *Magnavox*, les premiers électrodynamiques américains utilisés en France par les amateurs. Aspect général et détail schématique de construction.

terie même du poste dans les modèles *midget*. Ainsi, pour pouvoir utiliser un haut-parleur électrodynamique dans les meilleures conditions acoustiques possibles, il faut prendre bien soin de le fixer sur un baffle convenable. Si ce baffle est constitué par une ébénisterie, celle-ci doit être d'assez grande surface, et ne doit pas comporter une face postérieure fermée enfermant une masse

d'air pouvant produire des résonances (son de tonneau) et empêcher la formation normale de l'onde de retour.

Il ne faut pas se dissimuler, en outre, qu'un haut-parleur électrodynamique n'est pas, par son principe même, un dispositif sensible. Son rendement électromécanique,

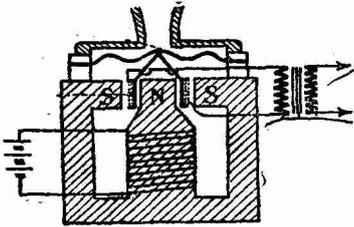


Fig. 4. — Disposition de l'Ampliphone, un des premiers haut-parleurs électrodynamiques français d'amateur.

même lorsqu'il est d'excellente qualité, ne dépasse guère 25 % pour les fréquences graves et diminue rapidement pour les fréquences aiguës, et la faiblesse de ce rendement est due, d'ailleurs, semble-t-il, à la composition de la membrane, dont les différents points ne peuvent se déplacer simultanément et en phase, malgré les soins

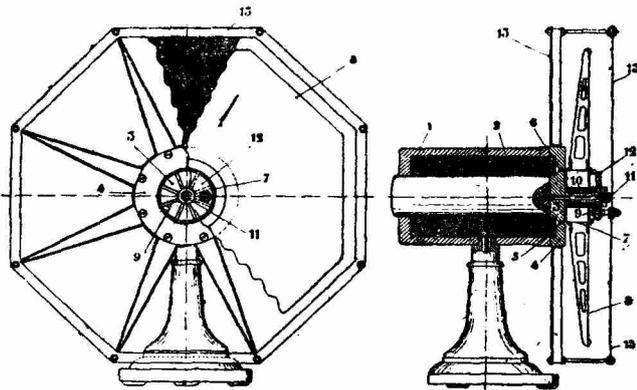


Fig. 5. — Le haut-parleur Ragonot breveté en 1923 (n° 570746). Un des premiers modèles français A DIFFUSEUR et non à pavillon acoustique.

observés pour la rendre aussi légère et aussi rigide que possible. Il faut, en effet, nous rendre compte que la longueur d'onde correspondant aux notes graves est très grande par rapport aux dimensions de la membrane, et que l'effet directif n'existe alors pour ainsi dire plus (1). Ce qu'il faut essentiellement, c'est obtenir un grand déplacement produisant par cela même la mise en mouvement d'une masse d'air relativement considérable (fig. 9 et 11).

Ainsi, avec un poste récepteur ne comportant qu'une

(1) L'amateur devait se familiariser avec la notion de longueur d'onde applicable également en acoustique, en tenant compte de la vitesse de propagation du son dans l'air, 330 mètres par seconde.

lampe de sortie à faible puissance, il est presque toujours intéressant de continuer à utiliser un modèle électromagnétique perfectionné. Ce qui a permis la diffusion des haut-parleurs électrodynamiques et leur emploi de plus en plus général sur les postes secteur récents « mid-get », ce sont, d'une part, leur fabrication en série qui a permis d'abaisser leur prix de revient dans des proportions considérables, d'autre part, les caractéristiques de la construction des postes secteur qui comportent presque toujours des lampes de sortie à forte tension plaque donnant très souvent une puissance modulée supérieure à 1 watt.

### Les avantages du haut-parleur électrodynamique

Les caractéristiques et les inconvénients des haut-parleurs électromagnétiques ont été rappelés précédemment. Dans ces appareils, les courants à fréquence musicale déterminent une attraction variable d'une anche vibrante en métal magnétique en traversant les bobinages d'électro-aimant.

Au contraire, dans les modèles électrodynamiques, c'est le bobinage lui-même en fil de cuivre isolé très léger qui est parcouru par les courants à fréquence musicale, et qui se déplace perpendiculairement au champ produit par un électro-aimant excité par un courant auxiliaire, ou encore obtenu à l'aide d'un aimant permanent puissant.

Pour éviter toute attraction au repos, et obtenir un équilibre parfait, il ne faut pas que la bobine soit parcourue par un courant continu, de sorte qu'il est abso-

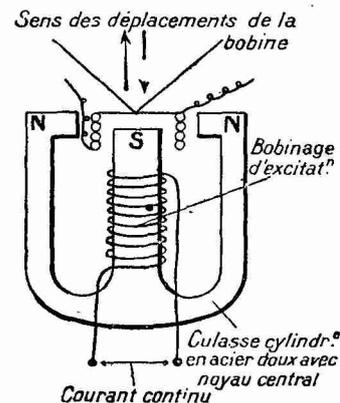


Fig. 6. — Le principe du moteur électrodynamique moderne à excitation par courant continu auxiliaire.

lument indispensable d'employer un transformateur de sortie, même si l'on arrivait à établir des bobines vibrantes ayant une impédance assez grande pour être placées directement dans le circuit de plaque de la lampe de sortie.

Ainsi, on obtient des mouvements de va et vient de

la bobine suivant les alternances des courants musicaux, et ces vibrations sont transmises au « cône flottant » solidaire de cette bobine.

Au repos, aucune force n'agit sur la bobine, il n'y a donc pas lieu de prévoir l'emploi d'un ressort de rappel, et il faut seulement employer une suspension permettant de guider la bobine vibrante lors de son mouve-

bobine déterminerait la production de vibrations parasites extrêmement désagréables, se traduisant par un « son de mirliton » très caractéristique (fig. 6 et 7).

A l'heure actuelle, on a pu perfectionner la fabrication des cônes diffuseurs de sons, et les rendre aussi légers et aussi rigides que possible, en employant, par exemple dans ce but de la toile imprégnée ou de la

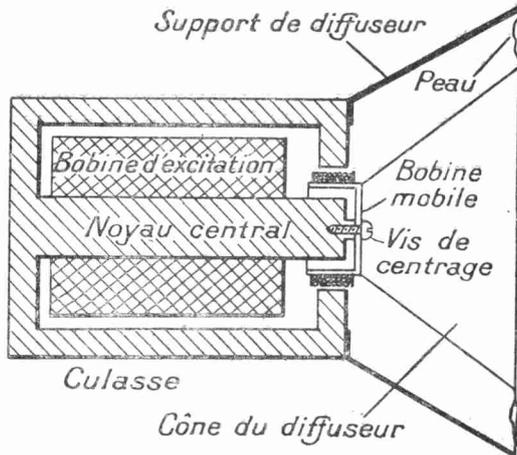


Fig. 7. — Réalisation pratique d'un haut-parleur électrodynamique moderne à excitation par courant auxiliaire.

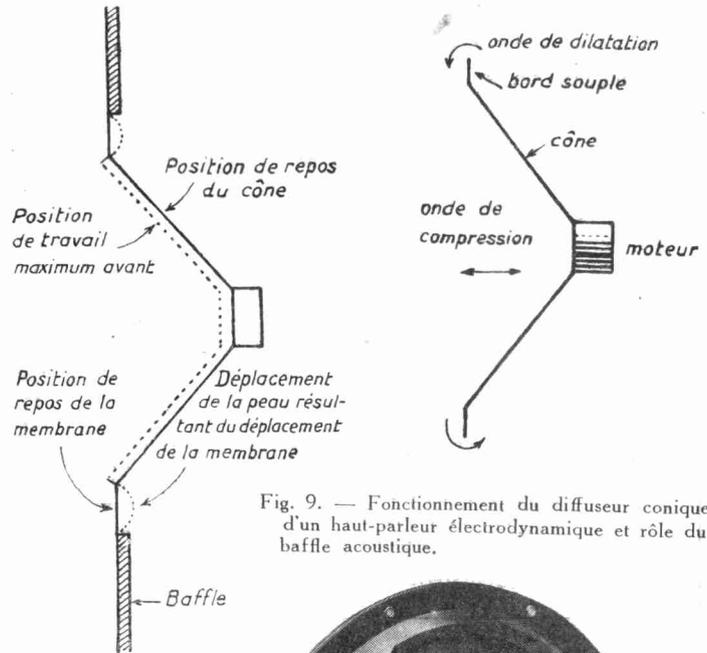


Fig. 9. — Fonctionnement du diffuseur conique d'un haut-parleur électrodynamique et rôle du baffle acoustique.

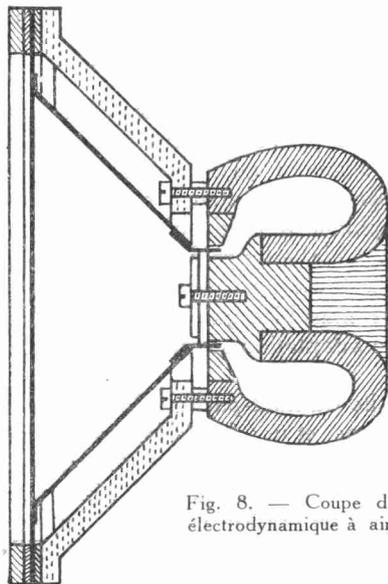
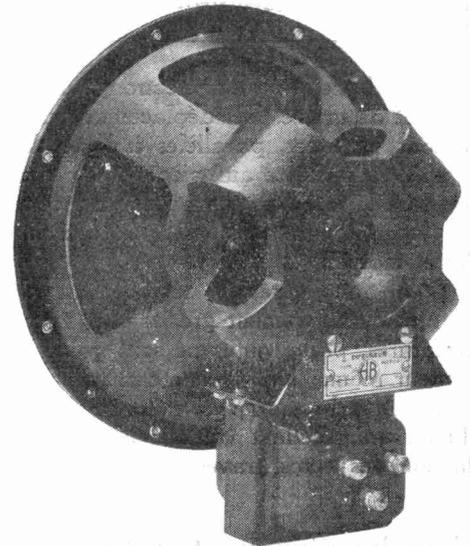


Fig. 8. — Coupe d'un haut-parleur électrodynamique à aimant permanent.

ment de translation, afin de la maintenir exactement dans l'entre-fer annulaire de l'électro-aimant. Pour obtenir le meilleur résultat possible et éviter les pertes, cet entre-fer est très réduit. Le système de suspension doit donc être précis, et aussi indé réglable que possible, car en venant frotter le long des parois des pièces polaires, la

Fig. 10. — Aimant permanent et bobine servant à la réalisation d'un haut - parleur électro - dynamique à aimant permanent. Un modèle français de ce type de haut - parleur. L'aimant fournit un flux constant de 7.000 à 8.000 gauss.



pâte de papier comprimée sur un tamis, mais il y a beaucoup de systèmes de centrage, ce qui montre bien qu'aucun d'eux ne présente des avantages vraiment exclusifs; les plus simples sont constitués par des anneaux évidés en bakélite ou en fibre, à fixation centrale, et il semble que les dérèglages soient moins à craindre que par le passé.

En tout cas, le système de suspension ne doit pas introduire d'inertie appréciable, car le déplacement de la bobine peut être quelquefois très important dans les modèles puissants, et atteindre plusieurs millimètres.

Nous avons montré les inconvénients essentiels du moteur électromagnétique. La palette vibrante se rapproche des pièces polaires durant son fonctionnement, de sorte que l'action magnétique n'est pas constante ni proportionnelle à l'intensité du courant qui passe dans le bobinage; d'un autre côté, la course de l'armature est limitée dans d'étroites proportions, ce qui empêche malgré l'emploi de systèmes de leviers amplificateurs, la production des notes intenses et surtout très graves.

de modèles courants alimentés par batteries ou par boîtes d'alimentation à courant redressé et comportant une lampe de sortie alimentée sous une tension inférieure à 120 volts, que l'adoption de l'électrodynamique peut être déconseillée formellement. Il faut, d'ailleurs, être très prudent en ce qui concerne cette adoption. Nous rappellerons encore une fois qu'il vaut toujours mieux un bon électromagnétique qu'un mauvais électrodynamique, et très rares sont les postes d'amateurs actuels, même puissants, qui exigent absolument l'adoption d'un électrodynamique.

On construit maintenant des électromagnétiques et des magnétodynamiques qui fonctionnent avec une puissance

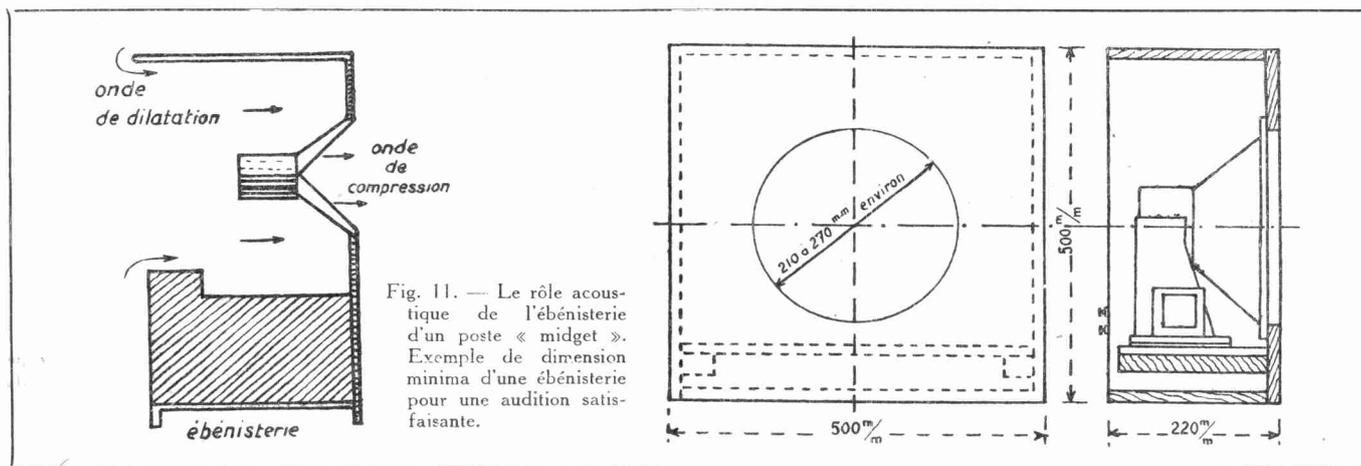


Fig. 11. — Le rôle acoustique de l'ébénisterie d'un poste « midget ». Exemple de dimension minima d'une ébénisterie pour une audition satisfaisante.

Avec le haut-parleur électrodynamique, il n'en est plus du tout de même. Les déplacements de la bobine vibrante sont, en effet, parallèles à l'axe de l'électro-aimant, et ainsi sa distance aux pièces polaires demeure constante pendant le fonctionnement. Il y a proportionnalité à chaque instant entre l'intensité du courant téléphonique et l'effet moteur.

D'un autre côté, les déplacements de la bobine peuvent être relativement grands sans risque de collage des armatures, parce qu'ils ne sont guère limités que par sa hauteur même, afin qu'elle demeure pour la plus grande partie dans le champ de l'électro-aimant. On peut ainsi obtenir un excellent volume sonore et une bonne reproduction des notes graves.

### L'emploi d'un haut-parleur électrodynamique

Nous venons d'indiquer que l'utilisation sur les radio-récepteurs modernes des lampes de sortie de puissance à forte tension plaquait avait surtout facilité l'adoption des haut-parleurs électrodynamiques, et c'est seulement sur les petits modèles du type local ou encore sur les postes

modulée de l'ordre de 2 à 3 watts sans distorsion. C'est pourquoi on peut dire que l'adoption exclusive d'un électrodynamique ne s'impose guère essentiellement en ce qui concerne les usages d'amateurs, que pour la reproduction phonographique à l'aide d'un amplificateur de puissance spécial. Cela ne signifie pas, d'ailleurs, que l'on doive négliger les avantages électroacoustiques de l'électrodynamique, mais bien que la nécessité d'un choix minutieux et d'une adaptation soignée s'imposent à l'auditeur averti.

La bobine mobile du haut-parleur doit avoir une faible résistance ohmique, et une faible impédance sur toute la gamme des fréquences musicales, et doit, de plus, être très légère. Sur des modèles courants, la résistance ohmique de la bobine est de l'ordre de 3 ohms, et son impédance varie par exemple entre 4 et 6 ohms. Elle doit, de plus, être très légère.

En fait, elle est constituée, en général, par du fil de cuivre ou d'aluminium très fin de 6/100<sup>e</sup> à 15/100<sup>e</sup> de millimètre de diamètre, isolé à la soie, et bobiné sur un mandrin en papier; avec une centaine de spires, on obtient une impédance de 6 ohms à 100 périodes-seconde.

La liaison entre l'amplificateur et cette bobine mobile

est réalisée par un transformateur abaisseur de tension, qui est évidemment de grand rapport, étant donné la faible impédance du bobinage. Ce rapport varie naturellement suivant l'impédance de ce bobinage, et aussi suivant la résistance interne de la lampe de sortie.

Nous donnerons dans des études prochaines quelques renseignements complémentaires utiles sur l'adaptation des haut-parleurs, leur association et le réglage de leur tonalité. Indiquons dès à présent les caractéristiques courantes adoptées pour des transformateurs de liaison de haut-parleurs électrodynamiques.

Lorsqu'on emploie une lampe triode de puissance de sortie, on peut utiliser généralement un transformateur de rapport 46 à 1, avec un primaire comportant 2.750 tours, d'une résistance de 335 ohms; le secondaire comportera 60 tours, et aura une résistance de 0,35 ohm.

Avec une lampe de sortie pentode dont la résistance interne est beaucoup plus grande, et peut atteindre 50.000 ohms environ, le rapport peut être de 58 à 1; dans ce cas, le primaire comportera 3.500 tours, d'une résistance de 605 ohms, et le secondaire aura toujours 60 tours d'une résistance de 0,35 ohm.

Pour un haut-parleur de puissance moyenne, le diamètre de la culasse est généralement d'une quinzaine de centimètres, et le tube central a 4 à 5 cm. de diamètre. Ce qui importe surtout, ce sont les dimensions de l'entrefer, qui ne sont pas supérieures à 1 ou 2 mm.

Pour les haut-parleurs de puissance moyenne, le champ constant dans lequel se déplace la bobine mobile est de 10.000 à 15.000 gauss. Il peut être produit par un aimant permanent ou par un bobinage traversé par un courant auxiliaire.

Il y a pas mal de modèles à l'heure actuelle qui comportent des aimants permanents au cobalt d'une forme déterminée pour produire un champ assez intense et d'une composition convenable de manière à conserver leur aimantation pendant fort longtemps. Ces haut-parleurs de petite puissance conviennent spécialement aux postes midget. Ils sont d'un emploi très simple et évitent donc la nécessité d'avoir recours à un système d'alimentation auxiliaire.

Dans les premiers haut-parleurs électrodynamiques à courant auxiliaire, l'excitation était produite par une tension de 4 à 8 volts, traversant le bobinage et d'une intensité de l'ordre de l'ampère. Ce courant était fourni le plus souvent par une batterie d'accumulateurs; ce système est complètement abandonné, mais on peut exciter le système par du courant redressé obtenu par un redresseur du type cupoxyde condensateur de filtrage s'il y a lieu.

La plupart du temps pourtant, ce courant, d'excitation et à haute tension supérieure à 100 volts, et l'intensité varie suivant les modèles et est de l'ordre de 30 à 100 milliampères. Ce courant d'excitation à haute ten-

sion est d'ailleurs produit par un système d'alimentation spécial à redresseur cupoxyde ou plutôt à valve électronique biplaque ou encore à l'aide du courant plaque même qui alimente l'amplificateur de puissance.

## L'excitation des haut-parleurs électrodynamiques

Comme nous l'avons indiqué précédemment, les haut-parleurs électrodynamiques à aimant permanent sont évidemment ceux qui sont utilisables le plus facilement par l'amateur, puisqu'ils n'exigent l'emploi d'aucune source

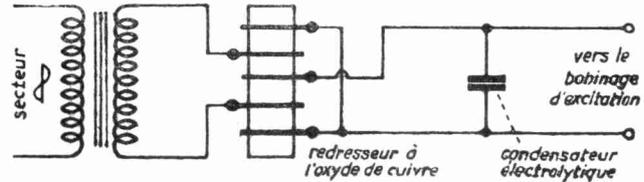
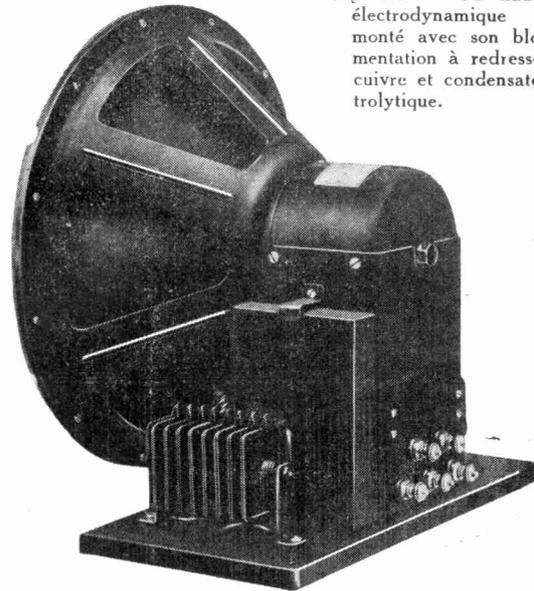


Fig. 12. — Un système d'alimentation simple d'un haut-parleur électrodynamique avec redresseur à l'oxyde de cuivre.

de courant auxiliaire, et peuvent être adaptés immédiatement à un poste récepteur ou à un amplificateur phonographique quelconque, à condition que la lampe de sortie ait une puissance suffisante, et qu'on utilise un transformateur de liaison convenable.

Fig. 13. — Un haut-parleur électrodynamique français, monté avec son bloc d'alimentation à redresseur oxy-cuivre et condensateur électrolytique.



Sans doute, ces modèles à aimant permanent sont-ils à peu près exclusivement des modèles d'amateurs, car le flux utilisable n'est généralement que de l'ordre de 7.000 à 8.000 gauss, et le champ n'aurait pas une valeur suffisante pour les grands modèles d'« auditorium ».

Lorsqu'il s'agit de reproduire des intensités sonores avec une puissance modulée maximum de l'ordre de 3 à 4 watts, ces appareils peuvent parfaitement convenir.

Il faut, bien entendu, que l'aimant au cobalt présente une forme spéciale, de manière à concentrer le flux dans

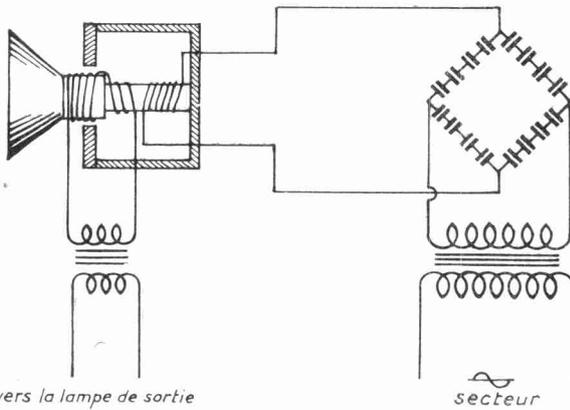


Fig. 14. — Emploi d'un redresseur à l'oxyde de cuivre et d'un bobinage additionnel destiné à atténuer les ronflements parasites.

l'entrefer, qui est, d'ailleurs, extrêmement réduit. Les figures 8 et 10 montrent ainsi la coupe générale et l'aspect de l'aimant et de la bobine d'un haut-parleur à aimant permanent de la forme qui est généralement adoptée.

C'est, d'ailleurs, il faut insister sur ce point, autant la composition du métal dont est constitué l'aimant qui in-

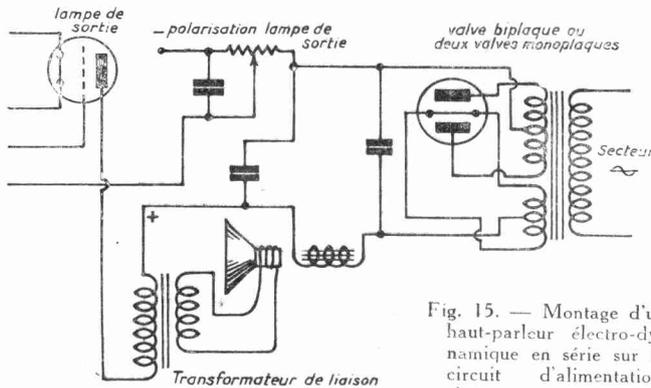


Fig. 15. — Montage d'un haut-parleur électro-dynamique en série sur le circuit d'alimentation.

flue sur ces qualités que sa forme. Il ne suffit pas d'avoir un champ d'intensité suffisante au moment où l'appareil est construit, il faut encore que le flux utilisable après vieillissement ne diminue pas dans des proportions appréciables.

S'il en est ainsi, un haut-parleur à aimant permanent peut donner des résultats tout à fait comparables à ceux

d'un haut-parleur à excitation séparée de modèle analogue. C'est ce que montrent, par exemple, les courbes supérieures a et b de la figure 16.

Ces courbes représentent la comparaison de l'intensité sonore exprimée en décibels entre des moteurs identiques de haut-parleur électrodynamique, dont l'un est à aimant permanent, et l'autre à excitation séparée.

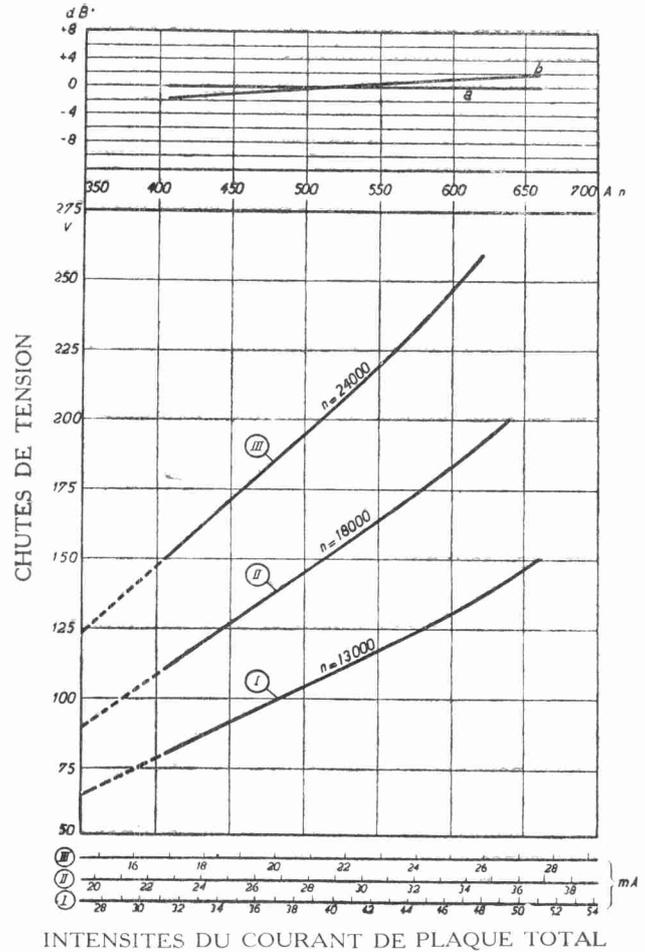


Fig. 16. — Chutes de tension constatées en utilisant comme bobines de filtre trois bobinages d'excitation de haut-parleurs de types usuels d'amateurs. — En haut, courbes d'intensité sonore obtenues avec le même type de haut-parleur électrodynamique à aimant permanent et à excitation séparée.

On voit que pour une excitation normale, le gain d'intensité sonore est à peu près nul. Il faut augmenter beaucoup le courant traversant le bobinage pour obtenir une différence, et encore n'est-elle pas très appréciable.

Cependant, par suite des caractéristiques nécessaires de l'aimant permanent et des pièces polaires, la fabrication d'un haut-parleur électrodynamique à aimant per-

manent est assez délicate. C'est pourquoi son prix de vente est assez élevé, et c'est pourquoi aussi, sans doute, son emploi est encore relativement peu répandu, même parmi la clientèle des amateurs à laquelle il est particulièrement destiné.

La majorité des haut-parleurs actuels sont donc excités à l'aide d'un courant auxiliaire. Ce courant auxiliaire peut être produit par un redresseur séparé, ou par le

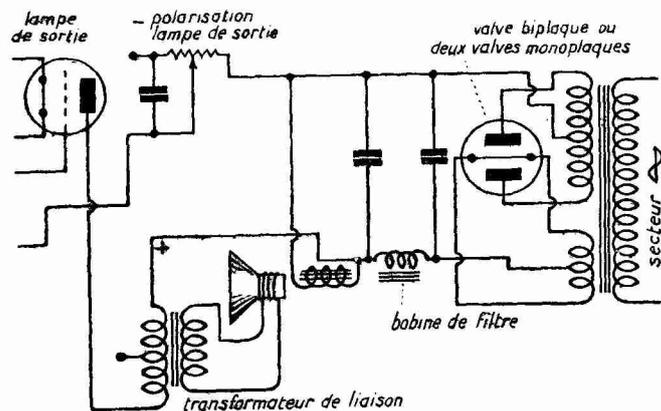


Fig. 17. — Montage d'un haut-parleur électrodynamique en parallèle sur le circuit d'alimentation plaque.

redresseur même qui sert à l'alimentation plaque du récepteur, ou de l'amplificateur phonographique. La tension du courant d'alimentation peut varier, avec modification inverse correspondante de l'intensité, étant donné qu'il faut toujours une puissance donnée pour produire un champ d'excitation de valeur déterminée.

En général, il est nécessaire ainsi de disposer d'une source de courant continu ou redressé de 4 à 10 watts, mais, si l'on considère les appareils de taille moyenne, cette puissance ne dépasse pas 6 watts.

En basse tension, l'excitation se fait sous 4 ou 8 volts avec une intensité de 0,7 à 0,5 ampère environ et, dans ce cas, l'emploi d'un redresseur à l'oxyde de cuivre donnant facilement une intensité de courant de cet ordre est spécialement pratique. Le montage d'un tel redresseur sur les châssis de haut-parleur est particulièrement simple, comme le montrent les figures 12 et 13.

Il peut arriver pourtant qu'il se produise un léger ronflement malgré les qualités de redressement de ce système. C'est pourquoi, dans le but de l'atténuer, on place alors en parallèle à la sortie du redresseur un condensateur électrolytique d'une vingtaine de microfarads au moins, et qui permet de diminuer encore les irrégularités du courant.

Il faut, d'ailleurs, s'assurer, dans ce cas, que les ronflements proviennent bien du haut-parleur lui-même et non de l'amplificateur, ou du récepteur alimenté sur sec-

teur. Pour s'en assurer, on court-circuite le primaire du transformateur d'entrée du haut-parleur électrodynamique. Si le ronflement subsiste, c'est évidemment qu'il est dû uniquement au haut-parleur. S'il disparaît, c'est que seul l'amplificateur ou le radio-récepteur est défectueux, et ce défaut consiste généralement dans un filtrage insuffisant du courant de plaque. Il conviendra donc d'augmenter l'efficacité de la cellule de filtrage.

Sur certains modèles de haut-parleurs, et en particulier, sur des haut-parleurs américains, on utilise, en outre, comme le montre la figure 14, un petit bobinage fixe monté en série avec le bobinage mobile vibrant, et qui a pour but de s'opposer aux variations possibles du champ magnétique qui devrait être rigoureusement constant, variations qui se traduisent par des ronflements.

Ainsi, dans les deux bobines, cette influence détermine des tensions de même amplitude mais de phases opposées, qui se neutralisent, et la diminution de l'intensité sonore est presque imperceptible.

Cependant, la plupart des haut-parleurs actuels sont excités sous une tension assez élevée de 100 à 300 volts au minimum environ. Cette tension peut être produite à l'aide d'un redresseur à l'oxyde de cuivre, ou plutôt d'une valve électronique biplaque, comme on le fait pour un grand nombre de modèles américains; mais, en général, lorsqu'il s'agit surtout d'établir un ensemble de reproductions radiophoniques genre midjet, ou un système de reproduction phonographique d'amateur, on utilise à cet effet le courant de plaque d'alimentation de l'appareil lui-même.

Il existe deux catégories générales de montages permettant ainsi d'utiliser le courant plaque d'alimentation. Dans les premiers, le bobinage d'excitation du haut-parleur électrodynamique est monté en parallèle à la sortie du système d'alimentation plaque, et ce système doit avoir une puissance suffisante, dans ce cas, pour produire un courant total d'intensité suffisante, à la fois pour l'alimentation du poste et pour l'excitation du haut-parleur.

Dans la deuxième catégorie, on place le bobinage d'excitation en série dans le circuit de filtrage du courant de plaque, de sorte qu'il remplace une bobine de ce filtre. Cette adaptation détermine évidemment une chute de tension variable suivant la résistance du bobinage d'excitation, et le système de redressement doit avoir une puissance suffisante pour produire un courant conservant une tension suffisante, même en tenant compte de cette chute de tension.

On déterminera donc la résistance du bobinage d'excitation du haut-parleur suivant le cas considéré, mais, dans tous les cas, si l'on ne dispose que d'un système d'alimentation tout juste suffisant pour assurer l'alimentation du poste à la fois en intensité et en tension, il est préférable d'adopter un haut-parleur à excitation séparée ou à aimant permanent.

Les figures 15 et 17 montrent ainsi les montages classiques les plus adoptés, suivant le principe de l'adaptation en parallèle ou en série.

Le montage en série est assez économique, puisqu'il permet de faire l'économie d'un bobinage de filtrage, le bobinage d'excitation du haut-parleur constitue, en effet, un excellent bobinage de filtre. Il comporte quelquefois 20.000 spires sur une section de quelques centimètres

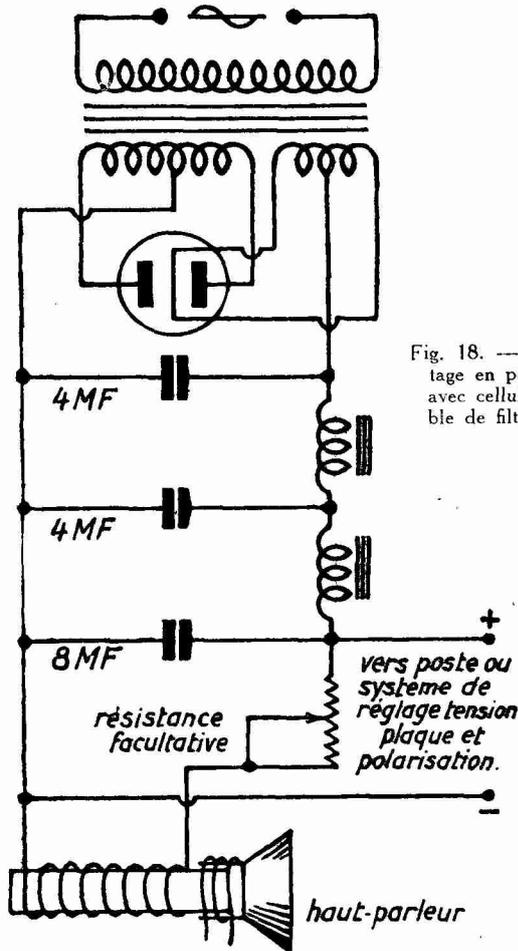


Fig. 18. — Montage en parallèle avec cellule double de filtrage.

Les constructeurs de haut-parleurs présentent généralement une gamme de modèles assez divers comportant des bobinages de résistances différentes.

Ainsi, un modèle d'une résistance de 2.500 ohms peut être alimenté sous une tension de 100 à 180 volts avec une intensité de 40 à 72 milliampères. Le même modèle, pourvu d'un bobinage d'une résistance de 8.000 ohms, peut être alimenté sous une tension de 230 à 320 volts, avec une intensité de 28 à 40 milliampères.

Lorsqu'on montera le bobinage en série, on aura intérêt à avoir une résistance relativement faible, et lorsqu'au contraire, il sera monté en parallèle, la résistance pourra être plus grande.

Pour monter un haut-parleur en parallèle, il suffit de brancher le bobinage aux bornes de sortie du filtre, comme le montre la figure 17, en intercalant s'il y a lieu, une résistance de protection.

Il est bien évident que cette opération ne peut être effectuée, comme nous l'avons indiqué, que si le débit du redresseur est suffisant. C'est pourquoi il est bon égale-

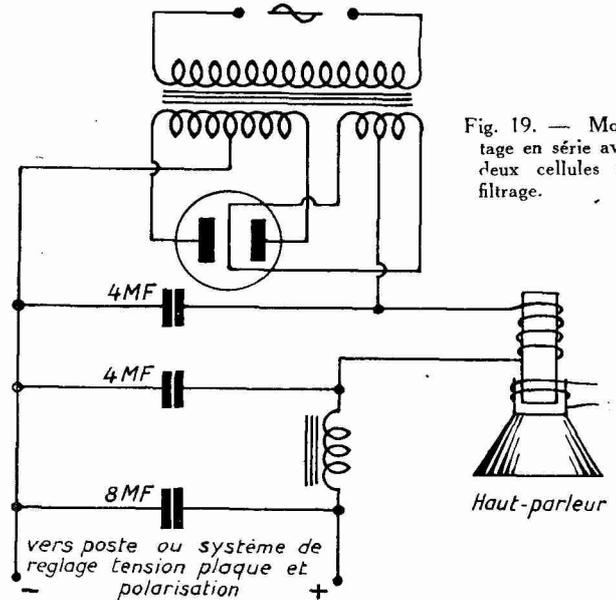


Fig. 19. — Montage en série avec deux cellules de filtrage.

carrés; le noyau n'est pas saturé par suite de la présence de l'entrefer de 1 à 2 mm. qui ramène le champ aux environs de 7.000 à 12.000 gauss la plupart du temps.

Pour utiliser ainsi un haut-parleur comme bobinage de filtre, il est indispensable de se rendre compte de la chute de tension qui se produira, et il faudra choisir un modèle déterminant une chute de tension correspondant à celle que l'on peut admettre et admettant une intensité égale à l'intensité normale d'alimentation de l'appareil, puisque évidemment cette adaptation ne doit pas faire varier cette dernière.

ment de placer en série avec le bobinage d'excitation une résistance variable de l'ordre de 10.000 ohms, qu'on peut faire varier suivant les indications d'un milliampère-mètre, à la fois pour ne pas provoquer de chute de tension aux bornes du redresseur, et également pour éviter une surtension.

Il est quelquefois assez difficile d'effectuer cette adaptation sur appareil qui existe déjà, mais au contraire, cette étude doit être faite facilement avec précision par avance, lorsqu'il s'agit de construire un appareil neuf. On commence par déterminer l'intensité et la

tension maxima du courant d'alimentation plaque nécessaire pour le fonctionnement du radio-récepteur ou de l'amplificateur; soit  $I_1$  cette intensité nécessaire sous une tension  $V$ . On choisit un haut-parleur avec un bobinage destiné à être excité sous cette même tension  $V$ , et on détermine, d'après les indications du constructeur, l'intensité correspondante  $I_2$  du courant d'excitation.

Dans ces conditions, le redresseur devra fournir un courant d'une intensité totale  $I = I_1 + I_2$ .

Le montage en série provoque, d'autre part, une chute de tension, mais l'intensité reste constante. Dans ce cas, nous choisirons donc un modèle dont le bobinage d'excitation est alimenté avec une intensité correspondante. Nous pourrions en déduire immédiatement la résistance du système qui sera utilisé comme self de filtre,

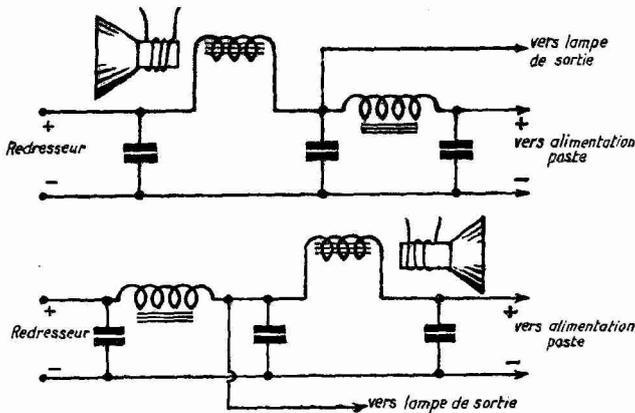


Fig. 20. — Deux montages à double cellule destinés à éviter une chute de tension trop forte sur la plaque de la lampe de sortie.

et la chute de tension correspondante. Sur la figure 16, nous voyons ainsi trois courbes représentant les chutes de tension pour différentes intensités de courant, et différentes résistances du bobinage d'excitation. Pour un haut-parleur d'amateur, cette résistance est de l'ordre de 2.500 ohms pour une alimentation de 110 volts continu, et l'intensité absorbée correspondante est de l'ordre d'une quarantaine de milliampères ou même moins.

Dans ces conditions, la chute de tension sera de 100 à 110 volts, et l'appareil de tension anodique doit être calculé pour donner une tension correspondante à la tension normale d'alimentation + 100 à 110 volts.

Ainsi, s'il faut obtenir un courant d'alimentation de 150 volts, avec une intensité de 40 milliampères pour assurer le fonctionnement du poste ou de l'amplificateur, il faudra choisir un redresseur pouvant fournir une tension de 250 à 260 volts sous une intensité de 40 milliampères, si l'on emploie le bobinage d'excitation comme bobine de filtre.

Il y a des appareils radiotechniques et surtout des

radio-récepteurs assez nombreux qui fonctionnent avec un courant plaque d'une intensité inférieure, de l'ordre de 30 milliampères, par exemple, et on peut se demander, dans ces conditions, comment on peut utiliser alors un bobinage d'excitation en série. Il faudra adopter, dans ce cas, de préférence, un montage en parallèle, ou intercaler une résistance de consommation réglable suivant l'intensité désirable. Il faut remarquer pourtant que, si l'on augmente la tension, et particulièrement sur la plaque de la lampe de sortie, l'intensité du courant plaque augmente. C'est pourquoi les valeurs données sont susceptibles de variations assez larges, et les dangers de surtension sont en général relativement peu à craindre.

On obtient un filtrage encore supérieur en employant, comme on le sait, non pas une seule cellule de filtrage, mais deux cellules, l'une à la suite de l'autre, constituées de la manière ordinaire, et on remarquera à ce propos que les premiers condensateurs, ou le premier condensateur, doivent être plus soigneusement isolés, à 1.000 volts par exemple, puisqu'ils sont alimentés directement sans chute de tension.

Dans le cas du montage en parallèle avec filtre à double cellule, il faut seulement, comme dans le cas précédent, tenir compte de l'intensité supplémentaire nécessaire pour l'excitation, mais, si le bobinage d'excitation remplace un des bobinages de cellule, il y a ainsi une double chute de tension, et il faudra que la valve de redressement soit déterminée en conséquence. Ces montages n'offrent d'ailleurs pas de difficultés supplémentaires, comme le montrent les figures 18 et 19.

Cependant, la lampe de sortie doit être alimentée avec une tension plaque généralement beaucoup plus forte que les autres lampes, et le filtrage du courant qui sert à l'alimenter peut être moins parfait, attendu qu'elle n'est pas suivie d'autres étages d'amplification basse fré-

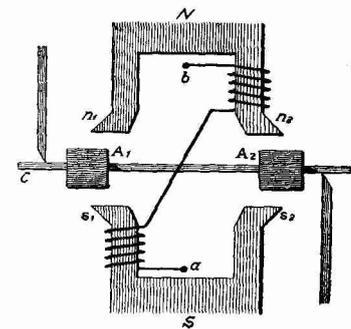


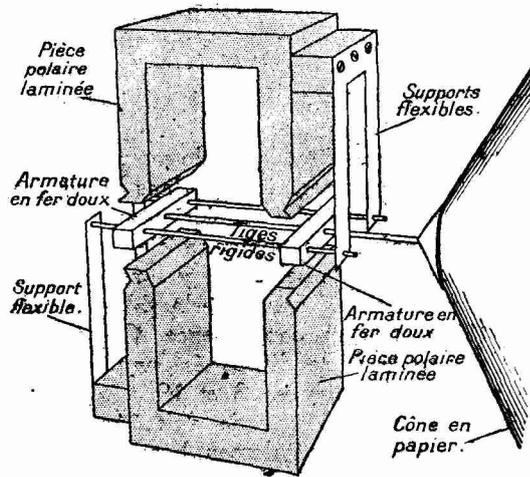
Fig. 21. — Principe de fonctionnement du moteur magnéto-dynamique.

quence. La prise de plaque de cette lampe peut ainsi s'effectuer sur la première cellule, afin d'éviter la deuxième chute de tension. Dans ce cas, le bobinage d'excitation constituera le bobinage de la première ou de la deuxième cellule suivant sa résistance, et la chute de tension correspondante (fig. 20).

Il est sans doute d'autres montages d'excitation de haut-parleurs électrodynamiques (par exemple sur certains appareils américains, le bobinage d'excitation n'est parcouru que par le courant basse fréquence des étages de sortie), mais les schémas que nous venons d'indiquer sont les plus employés et, en réalité, les seuls qui sont utilisés pratiquement en France.

### Le haut-parleur magnétodynamique et ses avantages

Nous avons montré, dans cet article, les avantages du haut-parleur électrodynamique, et nous avons également indiqué dans un autre article de ce numéro, les in-



convénients plus ou moins graves du haut-parleur électromagnétique. Il y a cependant un autre type d'appareils dont la construction est basée plutôt sur un détail de montage que sur un principe complètement distinct, et qui possède à la fois la simplicité de l'électromagnétique et, en partie, les avantages de l'électrodynamique.

Dans ce système, il n'est pas besoin d'excitation séparée, ni même d'un champ intense produit par un aimant spécial et coûteux; l'appareil peut être branché à la suite d'un poste récepteur ou même d'un amplificateur phonographique de puissance moyenne sans qu'il soit besoin d'utiliser un transformateur spécial à grand rapport. Il est seulement bon, en général, de ne pas faire traverser ses enroulements par un courant continu, et c'est pourquoi on utilise un transformateur rapport 1/1 ou encore un système de liaison bobine de choc capacité.

Le moteur fonctionne suivant un principe électromagnétique, et comporte un aimant unique dans les modèles réduits, ou un ensemble de deux aimants dans les modèles puissants, dont les pièces polaires Nord et Sud, N

et S, ont une forme spéciale à quatre dents obliques  $n_1$  et  $n_2$ ,  $s_1$  et  $s_2$ , de façon à produire deux concentrations de flux magnétique dans les entrefers (fig. 21).

Deux bobinages parcourus par les courants téléphoniques et montés en série sont disposés autour de ces pièces polaires  $s_1$  et  $n_2$ , et leur sens d'enroulement est tel que les champs créés par un courant continu soient de sens contraire.

Si un courant est envoyé de l'extrémité  $a$  de l'enroulement vers l'extrémité  $b$ , le champ dans l'entrefer  $n_1 s_2$  est diminué, et il est augmenté, au contraire, dans l'entrefer  $n_2 s_1$ . Le même phénomène se reproduit en sens inverse lorsqu'un courant traverse l'enroulement de  $b$  vers  $a$ .

Dans ces conditions, si un courant alternatif traverse l'enroulement, à chaque instant, lorsqu'un des champs d'entrefer augmente, l'autre diminue et inversement.

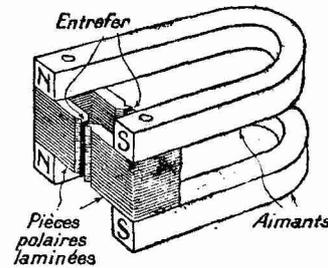


Fig. 22. — Construction d'un haut-parleur magnétodynamique à deux aimants (il en existe également des modèles simplifiés à un seul aimant) et forme de l'aimant avec ses pièces polaires.

Dans ces conditions, on place dans les entrefers deux armatures en fer doux  $A_1$  et  $A_2$  en forme de parallépipèdes fixés sur un axe rigide et déportées légèrement de part et d'autre des pièces polaires dans la position de repos, l'axe rigide étant maintenu par deux lames élastiques verticales (fig. 21 et 22).

Lorsqu'on envoie un courant dans les bobinages, si le flux augmente dans un entrefer, la masse correspondante est attirée, mais, en même temps, le flux diminue dans l'autre entrefer, et la deuxième masse est relâchée. Ainsi, la barre d'accouplement est sollicitée dans un sens unique, et, si le sens du courant change, l'équipage tout entier formé par les deux masses et la barre d'accouplement se déplace de l'autre côté.

Ainsi, les oscillations musicales de courant téléphonique traversant les bobinages se traduisent par des variations transversales correspondantes de tout l'équipage mobile, et ces vibrations peuvent être transmises à un diffuseur conique ordinaire, comme s'il s'agissait d'un moteur électromagnétique ou même électrodynamique.

Mais l'armature mobile, dans ses mouvements de translation, ne se rapproche pas des pièces polaires comme dans le moteur électromagnétique, puisque les petites masses en fer doux se déplacent transversalement dans les entrefers et parallèlement aux pièces polaires. N'exagérons rien pourtant, car, pratiquement, il y a variation

plus ou moins sensible de l'action magnétique lorsque l'équipage se déplace. Cet effet n'est pourtant marqué que par les très faibles intensités, et l'appareil est avant tout destiné à réaliser des réceptions ou auditions d'amateur de bonne qualité musicale, mais d'intensité moyenne.

Au repos, le système est en équilibre même sans qu'il soit besoin de ressort de rappel et l'action magnétique des pièces polaires suffirait à ramener les armatures à leur position d'équilibre. Ainsi, on peut employer des ressorts très flexibles de suspension, ce qui atténue les résonances.

La course de l'équipage mobile n'est pas étroitement limitée, comme dans les modèles électromagnétiques, et sur les modèles puissants, elle pourrait atteindre 2 à 3 millimètres. Sans risque de collage des armatures, on peut ainsi obtenir une audition intense et une reproduction convenable des notes graves.

Le poids de l'équipage étant seulement de quelques grammes, l'inertie est faible, ce qui permet de reproduire convenablement les notes aiguës. D'après les constructeurs la fréquence propre de résonance étant très basse et située au-dessous de la fréquence sera donc peu gênante.

Ce haut-parleur simple est plus sensible qu'un électrodynamique; il est monté, en général, avec un « cône flottant » de diamètre suffisant pour une reproduction correcte des notes graves, c'est-à-dire de l'ordre de 25 centimètres au moins.

### Le haut-parleur électrostatique et ses caractéristiques.

On commence seulement à voir apparaître en France des modèles pratiques de haut-parleurs électrostatiques, et leur emploi n'est pas encore répandu. Leurs particularités sont pourtant déjà fort intéressantes à connaître et à étudier.

Le haut-parleur électrostatique est sans doute le plus simple des haut-parleurs, puisque son système moteur et son diffuseur de sons sont confondus *en un seul organe*, un large diaphragme métallique vibrant, dont tous les points sont soumis à une action électrique en correspondance avec les variations du courant téléphonique transmis par un amplificateur ou un radio-récepteur.

A première vue, ce système est absolument idéal. Un grand défaut des haut-parleurs à diffuseurs coniques accouplés à des moteurs électromagnétiques ou même électrodynamiques provient justement de ce que la transmission des vibrations mécaniques s'effectue simplement au sommet du cône et que tous ses points ne vibrent pas en phase, comme pour une sorte de piston rigide qu'il devrait constituer en théorie.

La rigidité propre automatique du diffuseur *plan* du haut-parleur électrostatique serait assurée automatiquement par son entraînement total; la membrane vibrante

est très légère, malgré sa surface plane relativement étendue, qui peut être augmentée sans inconvénient, de manière à augmenter l'effet d'« ampleur sonore » et à atténuer l'effet directionnel. Ainsi, les fréquences de résonance propre sont très peu marquées.

Mais la réalisation mécanique et électrique du système est fort délicate; c'est ce qui a retardé l'apparition de

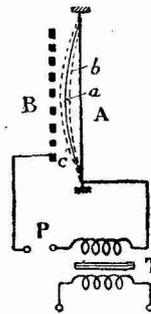


Fig. 23 (en haut). — Principe du condensateur chantant à une membrane.

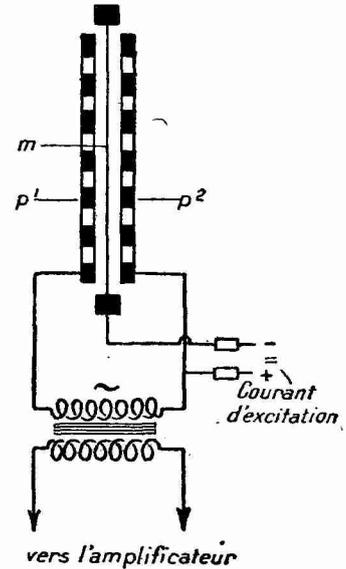


Fig. 24 (à droite). — Principe du haut-parleur électrostatique actuel à deux membranes.

modèles pratiques, et, de même, les modalités de leur emploi sont tout à fait différentes de celles des appareils électromagnétiques ou électrodynamiques, ce qui peut sembler souvent assez difficile pour des amateurs peu avertis.

Le fonctionnement des haut-parleurs électrostatiques est basé sur le principe des *condensateurs chantants*, bien connu depuis 1880 environ semble-t-il. Une membrane A est disposée à distance très faible d'une électrode B de même surface percée de trous pour empêcher que l'air séparant A et B n'exerce une action de freinage sur le mouvement de la membrane.

La membrane et l'électrode sont montées aux extrémités de l'enroulement secondaire d'un transformateur dont le primaire est traversé par des courants téléphoniques. Dans ces conditions, la membrane se met à osciller (fig. 23). Il se produit, en effet, entre l'électrode et la membrane une différence de potentiel variable suivant la tension du primaire, le rapport de transformation et la capacité du condensateur ainsi formé. Cette différence de potentiel détermine une attraction électrostatique de la membrane A vers l'électrode B, parce que seule la membrane est élastique, et il y a deux inflexions par période du courant modulé.

Pour éviter le doublement de fréquence en résultant, qui déformerait complètement l'audition, on polarise à haute tension la membrane par rapport à l'électrode

fixe, ce qui donne à la membrane une fonction asymétrique de repos et pendant son mouvement; c'est pour obtenir un fonctionnement symétrique qu'on a adopté en pratique le montage de la figure 24, avec une membrane  $m$  très mince montée entre deux plaques métalliques trouées  $f_1$  et  $f_2$ , auxquelles est appliquée la tension alternative du courant modulé. Les plaques jouent le rôle

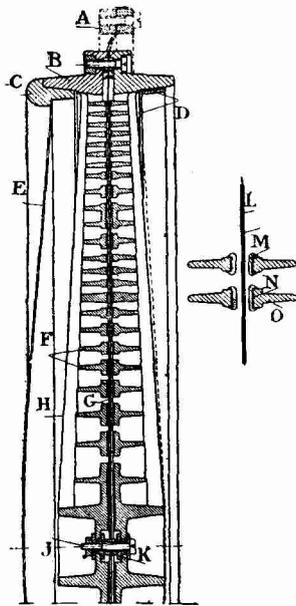


Fig. 25. — Coupe de l'« Oscilophone », le haut-parleur électrostatique le plus récent. — A, cadre tendeur de la membrane; B, bord de renforcement; C, anneau de fermeture; D, anneau de fixation de la tôle protectrice; E, tôle protectrice perforée; F, nervures annulaires; G, membrane; H, nervures radiales; J, vis de réglage; K, entretoise; L, feuille de métal; M, couche isolante; N, couche métallisée; O, support en bakélite.

d'armatures de condensateur et une différence de potentiel très élevée est appliquée entre la membrane et ces plaques.

Ainsi, on s'oppose à un inconvénient électrostatique comparable, en quelque sorte, à celui constaté sur les moteurs électromagnétiques asymétriques, la force d'attraction étant proportionnelle à la surface en regard, au carré de la tension, mais également inversement proportionnelle au carré de la distance.

Au contraire de ce qui se passe souvent avec les électrodynamiques, la puissance sonore d'un électrostatique augmente avec les fréquences, et on peut craindre ainsi une augmentation des notes aiguës d'autant plus que l'inertie de la membrane est très faible.

En dehors de l'emploi de grandes membranes et des combinaisons de plusieurs haut-parleurs, le moyen le plus efficace de suppression de cet inconvénient consiste à utiliser un amplificateur de puissance et un transformateur de liaison étudié en conséquence.

La construction d'un haut-parleur électrostatique soulève de très délicats problèmes mécaniques et électriques, malgré le nombre réduit des éléments qui le constituent; la figure 25 montre la coupe d'un modèle très récent qu'on peut maintenant trouver en France.

On utilise un haut-parleur électrostatique non seule-

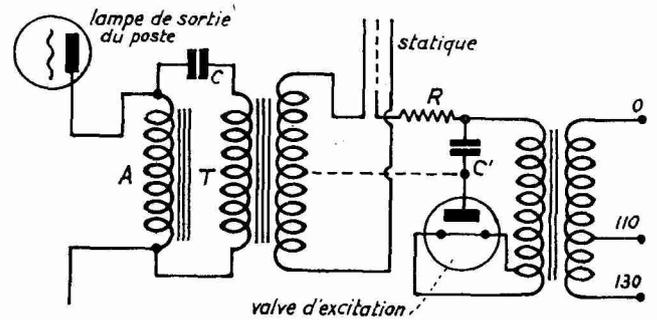


Fig. 26. — Un exemple de montage de haut-parleur électrostatique.

ment en adoptant de préférence un amplificateur étudié en conséquence, mais encore un système de liaison convenable. La figure 26 montre un système de liaison particulier avec séparation des circuits de l'amplification et du haut-parleur.

Le primaire du transformateur est couplé par self-induction et capacité au circuit plaque de la lampe de sortie et les courants modulés traversent seuls la capacité.

Le secondaire est à prises variables (un grand rapport avantage les notes basses) et les capacités du haut-parleur sont montées en série. Le dispositif de polarisation, enfin, est constitué par une valve à vide chargeant une capacité de  $0,1 \mu\text{F}$  avec une résistance de protection de 1 mégohm destinée à éviter toute sensation désagréable au cas où un opérateur toucherait une électrode sous tension.

P. HÉMARDINQUER.

# L'ÉVOLUTION DES HAUT-PARLEURS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

La question de la construction et de l'emploi des haut-parleurs d'amateurs a été modifiée assez profondément, depuis quelques années, et tout d'abord par la réalisation de haut-parleurs électrodynamiques efficaces, et de prix relativement modiques, et aussi plus récemment encore par l'apparition des postes récepteurs du genre « midget » monoblocs, dans lesquels le haut-parleur est monté une fois, pour toutes, et connecté à la sortie de l'amplificateur basse fréquence, ce qui évite à l'usager le soin de choisir et d'adapter un haut-parleur. Cependant, il ne suffit pas d'adopter, en principe, un haut-parleur électrodynamique. Il faut encore savoir le choisir et l'utiliser, c'est-à-dire l'adapter au mieux au poste récepteur. Beaucoup de postes midget pourraient même être améliorés, si l'on voulait bien se donner la peine de changer le type du haut-parleur ou

seulement son système d'adaptation.

D'un autre côté, les progrès du haut-parleur électrodynamique ne doivent pas nous faire oublier les qualités du haut-parleur électromagnétique, qui a, d'ailleurs, été également très perfectionné. L'amateur un peu averti ne devra pas négliger non plus l'étude d'autres systèmes de haut-parleurs électriques, peut-être, pour le moment, d'un intérêt moins immédiat, mais qui seront susceptibles sans doute d'améliorer encore par la suite la solution si délicate du problème de l'audition radiophonique ou de la reproduction phonographique.

## Qu'est-ce qu'un haut-parleur électrique ?

Un haut-parleur électrique n'est pas un amplificateur, comme certains peuvent se l'imaginer et, bien au contraire, il est nécessaire de lui fournir beaucoup plus d'énergie qu'il ne nous en rend ! C'est, en réalité, un transformateur d'énergie, et même, si l'on veut, un double

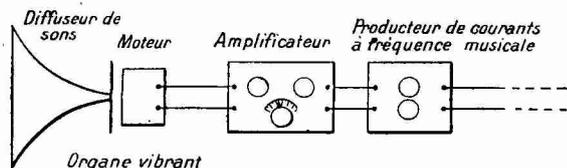


Fig. 1 — Le principe du haut-parleur électrique, c'est un double transformateur d'énergie.

transformateur. Il transforme, en effet, les courants alternatifs à fréquence musicale en vibrations mécaniques et, à leur tour, les vibrations mécaniques en ondes sonores d'une intensité assez forte pour être perçues à distance. L'organe qui permet cette première transformation d'énergie électrique en énergie mécanique s'appelle le *moteur*, et celui qui permet la transformation de l'énergie mécanique en énergie acoustique s'appelle le *diffuseur de sons*. Un haut-parleur électrique n'est, d'ailleurs souvent qu'un écouteur téléphonique puissant plus ou moins modifié (fig. 1).

Ce qui fait la difficulté du problème de la construction des haut-parleurs, c'est la gamme très étendue des sons perçus par l'oreille humaine... et l'extrême faiblesse du rendement acoustique du haut-parleur. Songeons, par exemple, que souvent pour une gamme de fréquences dé-

savantagée, elle n'est que de l'ordre de  $6/100.000^{\circ}$ , c'est-à-dire que si nous lui fournissons, par exemple, une énergie déjà très considérable de l'ordre de 5 watts modulés (et les récepteurs radiophoniques d'amateurs sont loin, en général, de produire une énergie à la sortie supérieure à  $1/2$  à 1 watt), nous n'obtiendrons pourtant en énergie acoustique que l'équivalent de 3 dix millièmes watts !

Ce qui importe, d'ailleurs, dans le problème du haut-parleur, avant même la question de son rendement absolu, c'est-à-dire de sa sensibilité, qui a pourtant son importance lorsqu'on ne dispose que d'une énergie électrique assez faible, c'est la régularité de ce rendement acoustique sur toute la gamme de fréquences.

S'il existe, en effet, des variations de sensibilité pour des fréquences déterminées, elles correspondent à des résonances plus ou moins accentuées dans les organes du haut-parleur, résonances qui amènent une déformation plus ou moins supportable.

Un haut-parleur de qualité ne doit pas non plus introduire dans la reproduction des ondes musicales parasites par suite d'un phénomène de multiplication des fréquences transmises; il devrait pouvoir, en outre, reproduire distinctement plusieurs notes de fréquences diverses sans produire aucun étouffement ou renforcement de ces fréquences. Ces caractéristiques sont les plus importantes puisque l'oreille est beaucoup plus sensible aux variations de fréquence qu'aux variations d'intensité des sons.

Il ne faut d'ailleurs pas confondre la *sensibilité* d'un haut-parleur avec sa *puissance*. Un haut-parleur est d'autant plus sensible qu'il peut opérer une meilleure transformation de l'énergie reçue, c'est-à-dire produire une intensité sonore plus grande à égalité

d'énergie électrique transmise, mais cela ne signifie pas que le volume des sons produits puisse atteindre un niveau élevé. Un haut-parleur puissant peut donc produire un volume de sons très grand sans

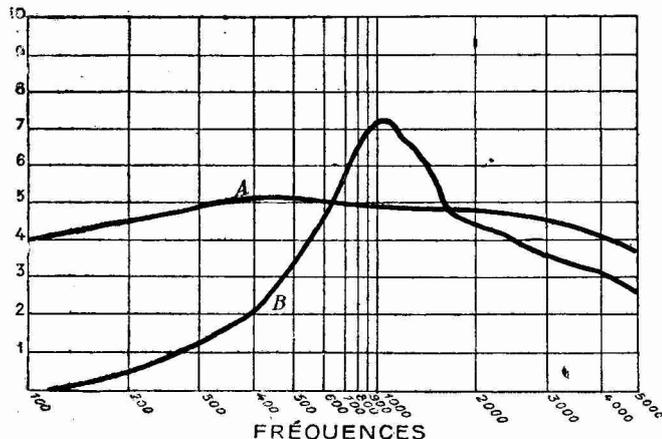


Fig. 2. — Les courbes de réponse d'un bon haut-parleur en A, et d'un haut-parleur médiocre en B, en fonction des fréquences musicales.

être sensible si on lui fournit une énergie électrique suffisante, et, inversement, un haut-parleur très sensible peut ne pas être puissant. Il est difficile de concilier ces deux qualités. On préfère soit l'une soit l'autre suivant les cas considérés, et on s'efforce souvent de trouver un compromis satisfaisant.

Pour étudier un haut-parleur, on réalise ce qu'on appelle une *courbe de réponse* en faisant agir sur le haut-parleur des oscillations à fréquence musicale variable. Les ondes sonores produites par le haut-parleur viennent frapper un microphone connecté à un amplificateur à fréquence musicale actionnant un appareil de mesure. On observe les variations des mesures obtenues suivant la fréquence des oscillations transmises, et on peut en déduire les variations du rendement du système suivant les différentes fréquences. Un haut-parleur idéal aurait une courbe de réponse représentée sur la figure 2 en A et un haut-parleur médiocre aurait une courbe du genre de celle de la figure B, avec une résonance très accentuée aux environs de la fréquence 1.000, les notes au-dessus de 400 périodes étant à peu près éliminées et au-dessus de 4.000 très mal rendues. Il faut pourtant se rendre compte que la qualité de l'audition ne dépend pas seulement du haut-parleur, mais bien de l'amplificateur et du système adaptateur, de sorte qu'on peut parfois remédier aux défauts du haut-parleur, ou inversement aux défauts de l'amplificateur, en associant convenablement le système de reproduction ou d'amplification musicales à un haut-parleur de caractéristiques déterminées. Ainsi, les notes aiguës sont généralement avantagées par les haut-parleurs

de type électromagnétique, alors que certains haut-parleurs de types électrodynamiques récents favorisent au contraire beaucoup trop les notes graves. Les systèmes de compensation de variation de la tonalité ont ainsi un intérêt de plus en plus grand.

### Les différents systèmes de moteurs téléphoniques.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, il existe de très nombreux systèmes permettant de transformer les oscillations électriques en vibrations mécaniques, et pouvant ainsi servir de moteurs de haut-parleurs. Nous sommes forcés de limiter notre étude à l'examen des systèmes pratiques actuels, c'est-à-dire des types électromagnétiques, magnétodynamiques, et enfin électrostatiques. Remarquons même, d'ailleurs, que ce dernier système n'est pas encore utilisé pratiquement par les amateurs malgré ses avantages électro-acoustiques, et qu'il demeure encore, sinon du domaine du laboratoire, du moins du domaine des essais.

D'autre part, les moteurs magnétodynamiques sont encore d'un emploi assez restreint, de sorte que les seuls systèmes utilisés par les amateurs sans-filistes sont d'une part les moteurs électromagnétiques, d'autre part, les moteurs électrodynamiques.

Ces deux types de moteurs peuvent être en théorie

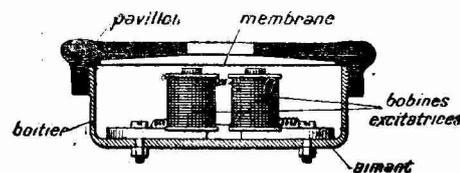


Fig. 3. — Principe du récepteur téléphonique.

combinés avec des systèmes diffuseurs de sons quelconques, cependant, du moins pour cet usage particulier, les moteurs électrodynamiques sont montés exclusivement avec des diffuseurs coniques à bords libres (moving cones). De même, si les moteurs électromagnétiques des premiers âges de la T. S. F. étaient adaptés à des pavillons métalliques de formes assez empiriques, on ne les emploie plus guère maintenant que combinés aussi avec des « moving cones ». On peut cependant obtenir encore d'excellents résultats, et nous le montrerons, en adaptant un moteur électromagnétique perfectionné à un diffuseur à bords fixes, pourvu que ce dernier soit d'assez grand diamètre.

### Les moteurs électromagnétiques. Leurs principes et leurs défauts.

Les premiers haut-parleurs de radiophonie étaient exclusivement du type électromagnétique, et étaient consti-

tués au moyen d'écouteurs téléphoniques puissants combinés avec un pavillon diffuseur de sons métallique, généralement plus ou moins conique.

Le moteur de ces haut-parleurs était donc constitué comme un récepteur téléphonique ordinaire. Il comportait un diaphragme vibrant, disque en fer doux, acier, ou autre alliage magnétique encastré sur ses bords, et placé en face des pièces polaires d'un aimant permanent. Un bobinage parcouru par les courants musicaux venant de l'amplificateur faisait varier le champ magnétique dans lequel se trouvait placée la membrane, et celle-ci entraînait alors en vibration (fig. 3).

Sans doute, un récepteur téléphonique permet d'entendre lorsqu'on l'applique sur son oreille les communications téléphoniques d'une manière à peu près satisfaisante, et, dans les débuts de la radiophonie, les auditeurs se contentaient fort bien de les utiliser.

Cependant, la gamme des fréquences musicales trans-

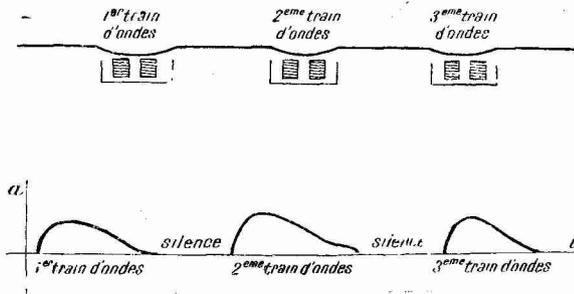


Fig. 6. — Attraction de la plaque vibrante dans l'écouteur téléphonique par des trains d'oscillations successifs.

mise le long des lignes téléphoniques, et suffisante pour une audition au moins compréhensible, est tout à fait restreinte, et ne s'étend guère au delà de 2.500 à 3.000 périodes au maximum. Si l'on examine la courbe de réponse acoustique d'un écouteur téléphonique, on trouve généralement qu'elle présente un point de résonance très accentuée, le plus souvent vers la fréquence 1.000 périodes-seconde. Souvent, on utilise d'ailleurs cette résonance pour obtenir un effet d'amplification sur une gamme de fréquence privilégiée comme on le faisait autrefois pour la réception des signaux radiotélégraphiques (Monotéléphones) (1).

Cependant, si les résultats obtenus avec un récepteur téléphonique ordinaire sont encore supportables tant qu'on se contente d'une intensité sonore très faible néces-

(1) La sensibilité du récepteur téléphonique, malgré son faible rendement acoustique, est, d'ailleurs, très grande puisqu'il peut être actionné normalement une puissance d'un centième de watt et que sa limite de sensibilité s'abaisserait jusqu'au voisinage de 10-8 watt!

saire pour l'audition à l'oreille, l'effet devient tout à fait désastreux dès qu'on veut constituer un haut-parleur produisant des sons perceptibles à distance, et les premiers haut-parleurs, qui nous semblaient si merveilleux à l'époque, n'émettaient que des sons nasillards, dus tout autant aux défauts du moteur qu'à ceux du pavillon et même de l'émission radiophonique d'alors.

Certes, le moteur électromagnétique du type le plus simple est extrêmement robuste et cette simplicité même diminue son prix de revient. Par contre, le principe même du système est défectueux et entraîne des déformations.

Le diaphragme vibrant exécute un mouvement perpendiculaire aux pièces polaires, se rapproche et s'éloigne d'elles continuellement. Comme l'action magnétique due aux variations du courant téléphonique qui traverse l'enroulement est inversement proportionnelle au carré de la distance, elle ne peut être uniforme et avoir un effet uniquement en rapport avec l'amplitude des oscillations électriques. D'autre part, lorsque le système est au repos, l'aimant permanent exerce toujours cependant une attraction sur la plaque vibrante; il en résulte une flexion sur cette membrane, et l'équilibre n'est assuré que par la rigidité relative de celle-ci. Cette action détermine la dissymétrie de l'attraction et de la répulsion successives durant chaque demi-période du courant modulé.

Ainsi, par suite de ces caractéristiques mécaniques et électriques, il n'y a pas proportionnalité entre les vibrations mécaniques de la membrane et l'amplitude des courants musicaux parcourant les bobinages.

Nous savons, d'autre part, que pour reproduire des notes graves, il est nécessaire de mettre en jeu une énergie relativement considérable qui correspond à l'action exercée par des vibrations mécaniques lentes et de grande amplitude du diaphragme.

Pour que ces vibrations de grande amplitude puissent avoir lieu, il faudrait que la plaque vibrante soit assez éloignée des pièces polaires pour qu'elle ne vienne pas les toucher durant son mouvement. Malheureusement, si on éloigne trop la membrane des pièces polaires, on diminue très rapidement la sensibilité du système. C'est pourquoi cette distance de la membrane aux pièces polaires est souvent très réduite, ce qui interdit toute vibration de grande amplitude, et, par conséquent, la production de notes graves.

En dehors des défauts acoustiques dus au principe même du système il en est d'autres qui proviennent de la membrane vibrante elle-même. Celle-ci vibre en effet d'une manière tout à fait irrégulière, de sorte qu'elle est une source de déformations, de résonances, et de bruits parasites nombreux et divers.

Elle est chargée en son centre par l'effet de l'attraction de l'aimant, et, au contraire, ses bords sont fixes puisqu'ils sont encastrés par leur pourtour.

Il se produit donc des ondes de flexion réparties irrégulièrement suivant les fréquences et une ou plusieurs

périodes de résonance avec leurs harmoniques. D'ailleurs, les oscillations de la plaque ne sont même pas synchrones des oscillations électriques. Le retour à la position d'équi-

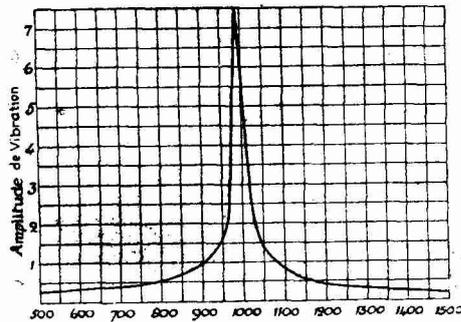


Fig. 5. — Une courbe de réponse caractéristique d'un diaphragme d'écouteur téléphonique.

libre ne se fait qu'après une série d'oscillations parasites plus ou moins marquées, de sorte que le résultat final est extrêmement défectueux. On voit, par exemple, sur la

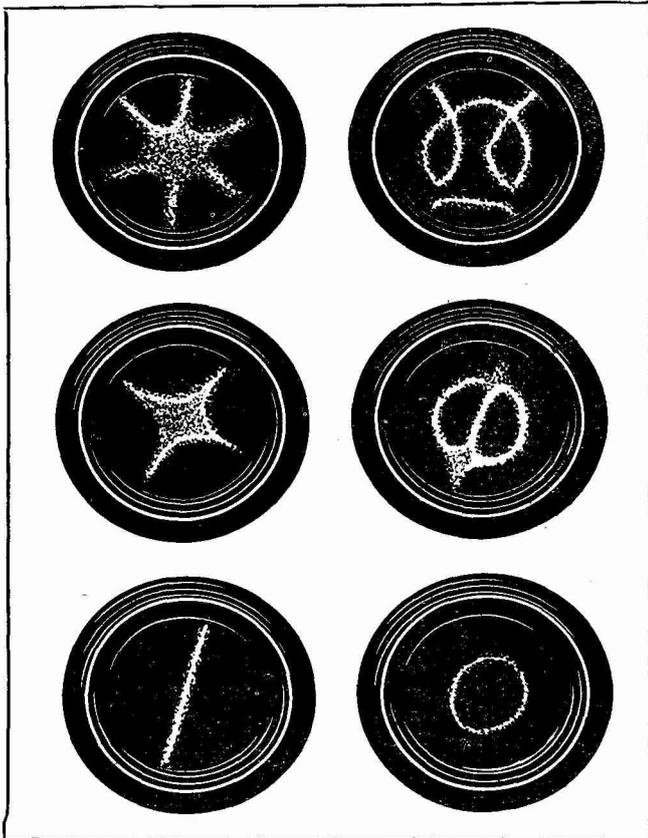


Fig. 6. — Comment on étudie les vibrations des diaphragmes ou des diffuseurs, à l'aide de sable tamisé qui se rassemble suivant des lignes nodales immobiles. La disposition de ces lignes varie, comme on le voit, suivant les fréquences musicales. (D'après le professeur Mac Gregor Morris.)

figure 5 une courbe de réponse d'un diaphragme de téléphone qui montre une résonance très marquée aux environs de la fréquence 1.000.

Fort heureusement, d'ailleurs, dans les récepteurs téléphoniques, les résonances sont partiellement amorties par la masse d'air contenue dans la cavité située entre le diaphragme et l'oreille de l'auditeur, et un amortissement analogue peut être produit dans le haut-parleur par la masse d'air contenue dans le pavillon diffuseur de sons.

On a pu, d'ailleurs, étudier expérimentalement les vibrations des membranes en répandant sur leur surface du sable tamisé ou de la poudre de lycopode. On détermine ainsi des lignes nodales, le long desquelles la membrane est stationnaire et la disposition de ces lignes varie suivant les fréquences (fig. 6).

Une forme assez curieuse, mais fréquente du profil que prend alors la membrane est schématisée par la figure 7. Une zone centrale suit à peu près exactement

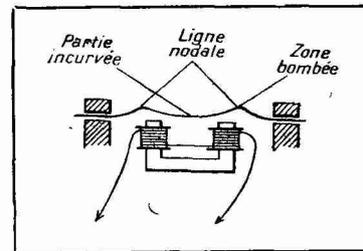


Fig. 7. — Un exemple de forme irrégulière (exagérée par le dessin) présentée par le diaphragme durant son fonctionnement.

les oscillations musicales, tandis qu'une zone annulaire a un retard de phase de  $180^\circ$ . Ainsi, cette zone centrale a une forme creuse tandis que la zone annulaire est bombée, ou inversement.

Le diaphragme ne peut produire de notes graves parce que ses déplacements sont trop limités, mais il ne peut pas non plus produire les notes aiguës qui correspondent à des oscillations rapides et de petite amplitude parce que son inertie est beaucoup trop grande.

Cette inertie est due à son épaisseur, nécessitée à son tour par le fait qu'il est nécessaire d'avoir une plaque épaisse pour qu'elle puisse résister au repos à l'attraction de l'aimant permanent.

### Les premiers perfectionnements du moteur électromagnétique.

Ainsi, le récepteur téléphonique primitif ne peut guère donner de résultats satisfaisants si on veut l'adapter à un système haut-parleur, et il a fallu le perfectionner pour construire des haut-parleurs électromagnétiques. Ce ne sont pas sans doute des appareils de qualité comparable aux modèles électrodynamiques, mais ils peuvent cependant, s'ils sont bien utilisés, rendre encore des services appréciables, et procurer des auditions agréables, même à des auditeurs musicomanes.

On a conservé, au début, le principe initial du système, dont le défaut est surtout marqué pour les grandes amplitudes de vibrations d'ailleurs, c'est-à-dire pour la reproduction des notes graves, mais on a, il y a déjà longtemps, amélioré les détails de construction.

Le fonctionnement dissymétrique du système est dû à l'emploi d'un aimant permanent, et l'on pourrait peut-être se demander pourquoi l'adoption de cet aimant est

plutôt à un diffuseur conique de grande surface. Les vibrations du système sont ainsi beaucoup plus régulières et l'on peut obtenir une fréquence propre de résonance beaucoup plus élevée, plus en dehors que la gamme habituelle considérée. On obtient ainsi une audition plus satisfaisante jusque vers 3.000 à 4.000 périodes-seconde. On peut même employer une armature vibrante formée de deux lamelles métalliques rectangulaires d'épaisseur

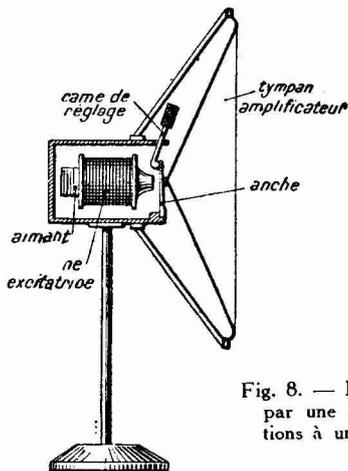


Fig. 8. — Remplacement du diaphragme par une anche transmettant ses vibrations à un diffuseur conique.

toujours indispensable, puisque les enroulements bobinés simplement sur du fer doux et traversés par des courants téléphoniques devraient provoquer des attractions et des répulsions de l'armature vibrante. Mais, dans ces conditions, la membrane serait attirée deux fois par période et le son obtenu aurait une fréquence double de celle du courant musical. Le résultat serait donc déplorable !

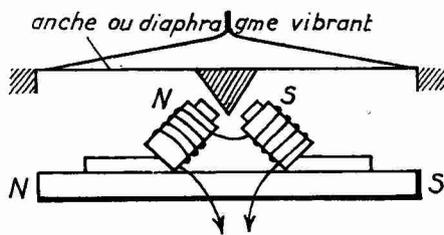


Fig. 10. — Emploi de pièces polaires inclinées et d'une armature vibrante de section triangulaire.

différente disposées en croix, afin d'atténuer encore la résonance et d'obtenir, en tout cas, une note fondamentale sur une gamme moins gênante (fig. 9).

D'un autre côté, afin de diminuer autant que possible la distance des pièces polaires à l'armature vibrante, de faire varier le moins possible les variations de position de cette armature par rapport aux pièces tout en permettant un déplacement assez grand dans le sens vertical de cette armature, on peut adopter une masse vibrante magnétique en forme de coin de section triangulaire, placée entre deux pièces polaires inclinées l'une sur l'autre (fig. 10).

Ce système a été adoptée depuis 1910 sur les récepteurs Brown bien connus des sans-filistes avertis. Grâce à lui, on peut augmenter la sensibilité en diminuant la largeur de l'entrefer, tout en atténuant les risques de collage de l'armature.

Depuis longtemps aussi, pour augmenter la sensibilité, et permettre de reproduire pourtant le mieux possible les notes graves, on a réalisé des systèmes dans lesquels le mouvement de l'anche vibrante n'était pas transmis directement au diffuseur de sons, mais amplifié auparavant par un système mécanique.

Dans l'écouteur Brown, et plus tard dans les haut-parleurs de ce constructeur, l'anche vibrante assez épaisse était fixée en un point sur une colonne métallique et son mouvement amplifié était transmis au sommet d'un diaphragme conique, très mince et très léger, en aluminium (fig. 11).

Grâce à ce dispositif, la sensibilité était augmentée à tel point qu'on pouvait réaliser des auditions en faible haut-parleur avec un simple détecteur à galène.

N'exagérons pas cependant les qualités acoustiques de ce système remarquable pour l'époque. Malgré la cons-

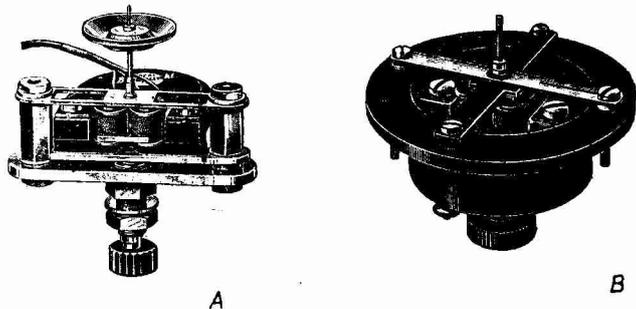


Fig. 9. — Deux modèles très simples de moteurs électromagnétiques pour haut-parleurs  
A, à anche rectangulaire évidée mais assez rigide.  
B, à deux anches disposées en croix d'épaisseurs différentes.

On peut tout d'abord, cependant, diminuer les inconvénients dus à l'emploi d'un diaphragme circulaire épais et rigide, en utilisant une anche vibrante de faible surface, légère et même évidée, tout en demeurant assez rigide (fig. 8). Les mouvements de cette armature peuvent être transmis alors à un diaphragme métallique ou

truction minutieuse de ce cône vibrant, qui, le plus souvent, était relié à la masse de l'écouteur par un anneau en parchemin afin d'éviter encore les résonances, il était bien difficile d'éviter les tonalités propres plus ou moins accentuées vers 800 et 1.600 périodes-seconde. Au-dessous de 400 périodes, les notes graves étaient à peu

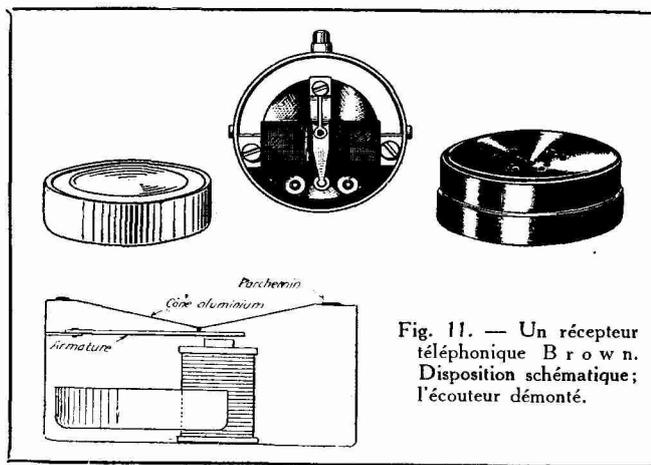


Fig. 11. — Un récepteur téléphonique Brown. Disposition schématique; l'écouteur démonté.

près supprimées. Malgré sa sensibilité, le système fut donc abandonné, et seuls les écouteurs de ce genre peuvent encore présenter de l'intérêt (fig. 12).

D'autres chercheurs tentèrent d'augmenter la sensibilité du système sans augmenter dans de trop grandes proportions les dimensions de l'aimant permanent et ont eu l'idée de remplacer ce dernier par un électro-aimant parcouru par le courant d'une batterie auxiliaire. Ce dispo-

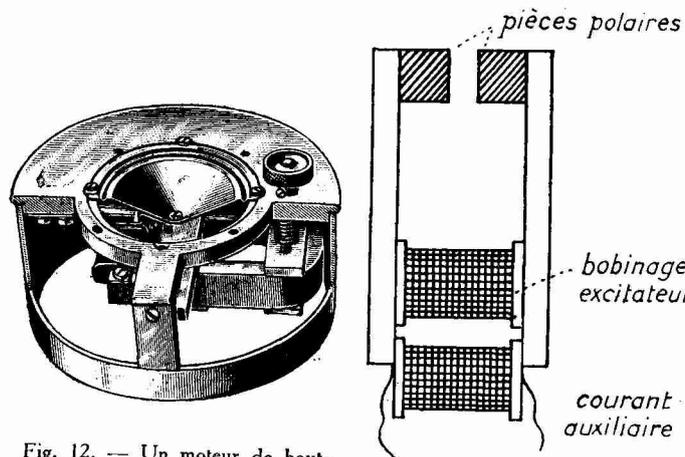


Fig. 12. — Un moteur de haut-parleur Brown avec diaphragme conique en aluminium.

Fig. 13. — Réalisation d'un électro-aimant à courant auxiliaire pour moteur électromagnétique.

sitif a été repris, d'ailleurs, dans des modèles récents de haut-parleurs électro-magnétiques plus perfectionnés, du type compensé, et réalisés en Amérique (fig. 13).

Pour atténuer les résonances du système vibrant, il existe d'autre part un procédé acoustique général qui consiste à amortir le mouvement de l'anche, et de nombreux dispositifs ont été imaginés dans ce but. Leur emploi est délicat parce qu'il faut obtenir une atténuation suffisante des vibrations sans diminuer la sensibilité du système et supprimer le naturel de l'audition. Ce sont, d'ailleurs, des systèmes amortisseurs de ce genre qui doivent encore être étudiés à l'heure actuelle pour la

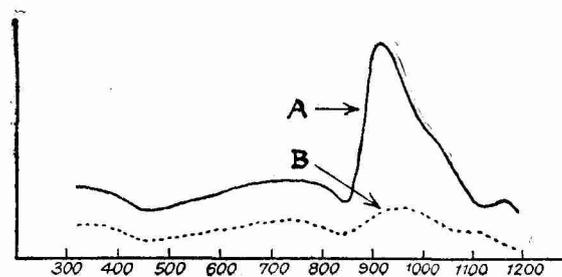


Fig. 14. — Comment un système avertisseur permet d'atténuer les résonances

construction des reproducteurs de sons électro-mécaniques, c'est-à-dire des pick-up.

On a proposé des systèmes très variés. La plupart comportent des réservoirs remplis d'huile et de glycérine. On peut également adopter du coton, du caoutchouc, de la bourre de laine, etc... et il y a évidemment intérêt, bien que le système soit plus complexe, à réaliser un amortissement réglable (fig. 14).

Un système plus complexe et aussi plus élégant consiste à utiliser un système d'amortissement électrique avec une capacité, une inductance et une résistance en série. On peut en réaliser de plus simples en caoutchouc avec des amortisseurs à récupération tendant à ramener rapidement les éléments vibrants à la position d'équilibre, tout en conservant les nuances indispensables de l'audition.

Cependant, le principal défaut du moteur électromagnétique consiste encore dans les variations de l'action du champ suivant la position de l'armature par rapport aux pièces polaires, c'est pourquoi un ingénieur anglais, avait proposé d'utiliser des plongeurs d'électro-aimant auxiliaires dont le mouvement aurait été ainsi parallèle à l'axe de l'électro-aimant et auraient produit un effet compensateur (fig. 15).

Dans les moteurs ordinaires à palettes, le point d'application A de la force d'attraction F est reporté vers la gauche lorsque celle-ci se rapproche des pièces polaires, d'où une augmentation de la force appliquée en B. Des techniciens anglais avaient donc proposé de déplacer convenablement ce point fixe B, afin de déplacer également le point d'application de la force, et d'obtenir une atténuation des variations de l'attraction (fig. 16).

L'application mécanique de ce principe est d'ailleurs

fort délicate; c'est pourquoi sans doute il n'a pas reçu longtemps d'utilisations pratiques.

Retenons seulement qu'en général, on obtient des résultats bien plus satisfaisants en théorie en employant une anche vibrante relativement longue, et dont le point

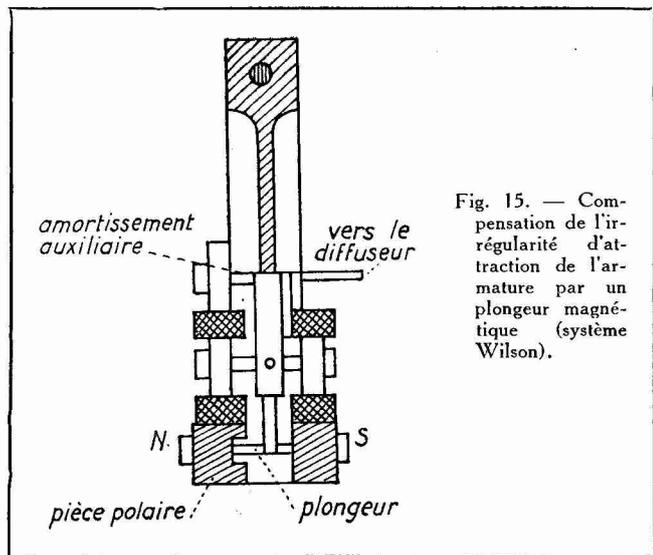


Fig. 15. — Compensation de l'irrégularité d'attraction de l'armature par un plongeur magnétique (système Wilson).

fixe de rotation est éloigné des masses polaires, de façon à obtenir un déplacement suffisant du diaphragme sans variations trop grandes de la position de cette armature par rapport aux pièces polaires. On a également quelquefois intérêt à choisir une armature assez épaisse de

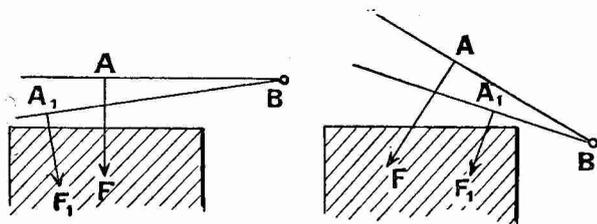


Fig. 16. — Déplacement du point de rotation de l'anche par rapport aux pièces polaires.

l'ordre de plusieurs millimètres, de manière à éviter les déformations permanentes, et à obtenir une fréquence de résonance propre en dehors de la gamme considérée normalement.

**Les moteurs compensés.**

Les progrès essentiels réalisés dans la fabrication des moteurs électromagnétiques ont consisté non pas seulement dans une modification de leurs détails de montage mécaniques ou électriques, mais encore dans une transformation plus ou moins nette de leur principe initial et ayant pour but :

1° d'obtenir au repos un équilibre de la palette vibrante ;

2° d'atténuer par des systèmes compensateurs les effets nuisibles dus à l'écartement variable au-dessus des masses polaires de la palette vibrante pendant le fonctionnement ;

Le système ordinaire d'électro-aimant à deux pôles a donc été modifié et la partie libre de la palette vibrante n'est plus placée en face des pièces polaires mais entre elles. Les principes de ces moteurs sont d'ailleurs, déjà anciens, puisqu'ils avaient été adoptés sur les récepteurs téléphoniques américains du type Baldwin, et sur les

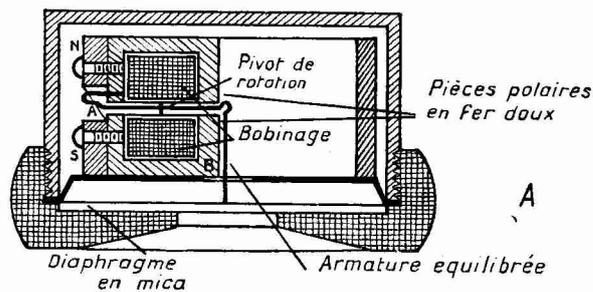


Fig. 17. — Les premiers moteurs électromagnétiques équilibrés. A, le récepteur téléphonique Baldwin; B, le haut-parleur Western Electric avec détails de son diaphragme ondulé.

moteurs de haut-parleurs Western-Electric (fig. 17).

On peut, d'ailleurs, distinguer plusieurs catégories de ces dispositifs, les moteurs bipolaires symétriques, et les moteurs à pôles multiples à 4 ou 6 pôles (il y a aussi des moteurs à 3 pôles, mais c'est là plutôt une distinction commerciale que technique).

La figure 18 A montre un schéma très simple de moteur bipolaire à palette polarisée. La lamelle vibrante en acier est placée entre les deux pôles de sens opposé d'un aimant permanent, et elle est entourée par une bobine parcourue par les courants téléphoniques.

Au repos, il y a équilibre, et lorsque les courants traversent la bobine, l'armature est soumise à une polarisation alternative ; elle est attirée ainsi en correspondance avec les alternances du courant par l'un ou l'autre des pôles de l'aimant permanent.

Lorsque la palette s'éloigne d'un pôle d'une certaine distance, elle se rapproche de l'autre d'une distance équivalente, d'où un effet de correction certain qui rend le fonctionnement plus symétrique.

L'équilibre de la palette est pourtant instable, et il faut que ses distances aux pièces polaires soient bien réglées. L'attraction magnétique varie comme le carré de

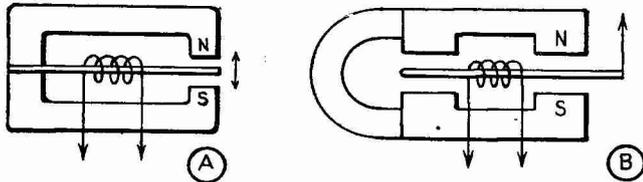


Fig. 18. — Principe du moteur bi-polaire à palette polarisée en A et du moteur à quatre pôles en B.

la distance; si peu que l'armature s'écarte de la position médiane idéale, l'attraction d'un des pôles croît, tandis que l'autre diminue; il y a dissymétrie accentuée, et même quelquefois « collage » de l'armature.

C'est pourquoi il est presque toujours indispensable d'utiliser une force élastique antagoniste produite par la rigidité de la palette elle-même, qui alors est assez épaisse, ou par un ressort de rappel réglable. On évite ainsi les déformations permanentes, mais il faut bien étudier la forme, les dimensions, et le montage de la palette pour ne pas introduire trop d'inertie.

C'est pourquoi aussi il est toujours préférable d'employer un système de sortie avec un haut-parleur de ce type, de façon à empêcher le courant continu de plaque de la dernière lampe de l'amplificateur de traverser les enroulements. Théoriquement, son action ne devrait provoquer aucun trouble puisque le champ est augmenté d'un côté et diminué de l'autre, mais il faut toujours compter, en pratique, sur les déséquilibres mécaniques possibles.

Le moteur à quatre pôles permet d'obtenir un équilibre encore plus parfait (fig. 18 B). L'armature est placée entre les quatre pôles d'un ou de deux aimants, de sorte que ses extrémités sont disposées entre des pièces polaires de même nom ou de noms contraires, et elle peut être entourée comme précédemment par un bobinage parcouru par les courants à fréquence musicale.

Au repos, l'attraction magnétique est nulle, et, d'ailleurs, s'il y avait un déséquilibre mécanique d'un côté, il serait plus ou moins compensé par un déséquilibre correspondant de l'autre. Dès que les oscillations traversent l'enroulement, la palette est polarisée, elle est attirée d'un côté et relâchée de l'autre, ou réciproquement. Mécaniquement et électriquement l'équilibre est meilleur, et les mouvements au centre de pivotement ont peu d'amplitude.

Il est généralement nécessaire alors d'avoir deux ré-

glages distincts, l'un agissant simultanément sur l'épaisseur des entrefers pour faire varier la sensibilité et la puissance, l'autre permettant de mettre l'armature dans une position d'équilibre exacte par rapport aux entrefers.

### La réalisation des moteurs équilibrés.

On peut établir des combinaisons assez diverses de moteurs équilibrés à deux ou quatre pôles, et la figure 19 indique les dispositifs les plus employés.

La combinaison 1, déjà indiquée, d'ailleurs, précédemment, constitue le modèle bipolaire le plus simple, à

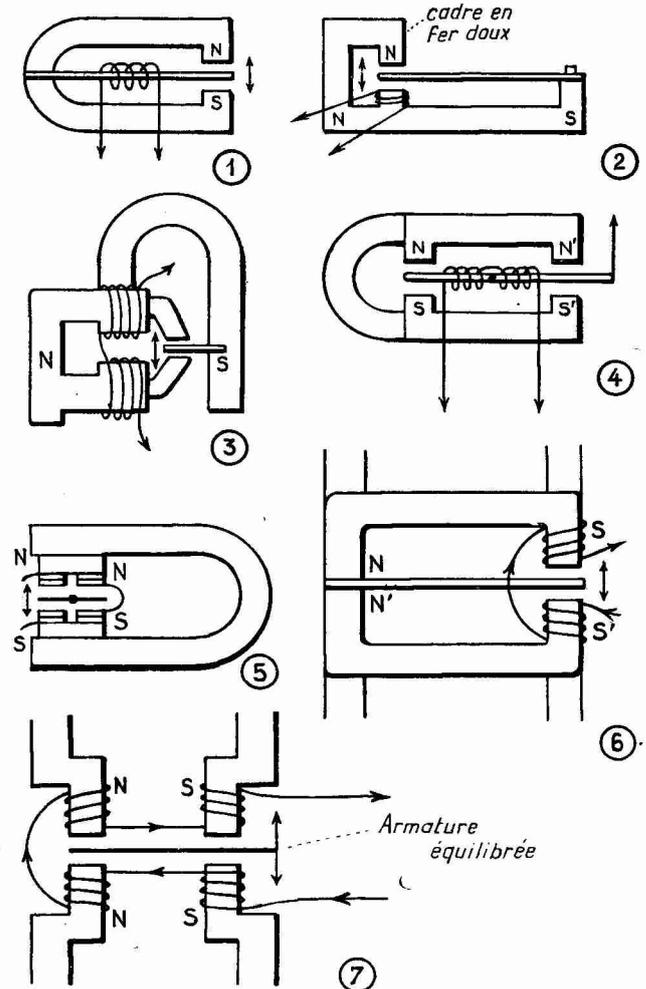


Fig. 19. — Quelques dispositifs schématiques électromagnétiques équilibrés : 1, bipolaire symétrique; 2 et 3, deux types à palette polarisée à une et à deux bobines; 4, modèle à quatre pôles à un seul bobinage et un seul aimant; 5, modèle à quatre pôles à quatre bobinages et à un seul aimant; 6, type à deux bobinages et à deux aimants; 7, modèles à deux aimants et quatre bobinages.

un aimant et à palette polarisée. Le courant musical qui traverse le bobinage fait naître à l'extrémité libre de la palette des pôles nord ou sud, suivant son sens, d'où il

résulte des attractions ou répulsions de la part des pièces polaires de noms contraires.

Dans la disposition 2, le bobinage n'est pas disposé autour de la palette, mais autour d'une pièce polaire. L'armature est assez longue. Une de ses extrémités est fixe, et l'autre oscille entre les deux pièces polaires d'un cadre en fer doux accolé à l'un des pôles d'un aimant permanent assez puissant. Quand le courant téléphonique passe dans la bobine, il modifie en sens contraire les deux pôles N, et la lame entre alors en vibration.

Le système 3 comporte aussi un seul aimant, mais deux bobinages entourant les pièces polaires d'un cadre en fer doux accolé à une branche d'un aimant. C'est, en réalité, un perfectionnement du système précédent.

Lorsqu'on envoie un courant musical dans les bobines, il se produit un renforcement ou une diminution du champ magnétique sur l'un ou l'autre des deux noyaux. Si, par exemple, le renforcement se fait sur le noyau correspondant à une polarité inverse de celle de la palette, celle-ci se trouve attirée de ce côté, puisque les pôles de noms contraires s'attirent, et réciproquement.

Dans tous ces modèles à palette polarisée, nous avons déjà fait remarquer que cette dernière doit être assez mince mais aussi assez rigide, de manière à éviter « le collage » sur l'une ou sur l'autre des masses polaires. Grâce à l'emploi de l'amplification mécanique du mouvement par un bras de levier, on peut se contenter d'un déplacement assez réduit de la palette, de quelques dixièmes de m/m, ce qui diminue les inconvénients de la période de vibration propre.

Le système 4 est le plus simple des dispositifs à quatre pôles réalisés avec un seul aimant, un seul bobinage, et avec palette polarisée.

La palette n'est plus fixée par une extrémité mais oscille autour d'un axe central; comme elle n'est pas encastrée, il n'y a plus que l'inertie qui importe et, en théorie, il n'y a plus de période vibration propre.

Lorsqu'un courant traverse la bobine d'excitation, la palette est polarisée, ses extrémités sont attirées par un pôle ou par l'autre. L'équilibre théorique est, d'ailleurs, difficile à obtenir sans l'aide d'un ressort de rappel antagoniste, et d'un système permettent d'écarter plus ou moins les pièces polaires en fer doux accolées aux deux branches de l'aimant permanent.

Sur la figure 5, le système est analogue, mais ce n'est plus la palette qui est polarisée. Quatre bobinages sont montés autour des quatre pièces polaires d'un cadre en fer doux accolé aux branches d'un aimant. Lorsque le courant traverse les bobinages, la palette est attirée par une armature d'un côté, et relâchée par l'autre, et réciproquement; l'équilibre est très bon.

La figure 6 montre un exemple de moteur équilibré à deux pôles encore, mais établi à l'aide de deux bobinages au lieu d'un seul, et avec deux aimants NS,

N' S', très puissants, ayant un pôle nord commun dans lequel est encastrée l'armature.

Celle-ci peut osciller entre des masses en fer doux prolongeant les pôles sud opposés. Les bobinages qui portent ces masses polaires sont disposés de telle sorte que le courant qui les parcourt augmente l'attraction magnétique d'un des aimants, tandis qu'il affaiblit celle de l'autre, les flux magnétiques produits par les enroulements étant de même sens pour le flux permanent pour une des bobines et de sens inverse pour l'autre.

L'armature est donc à l'état de repos dans une posi-

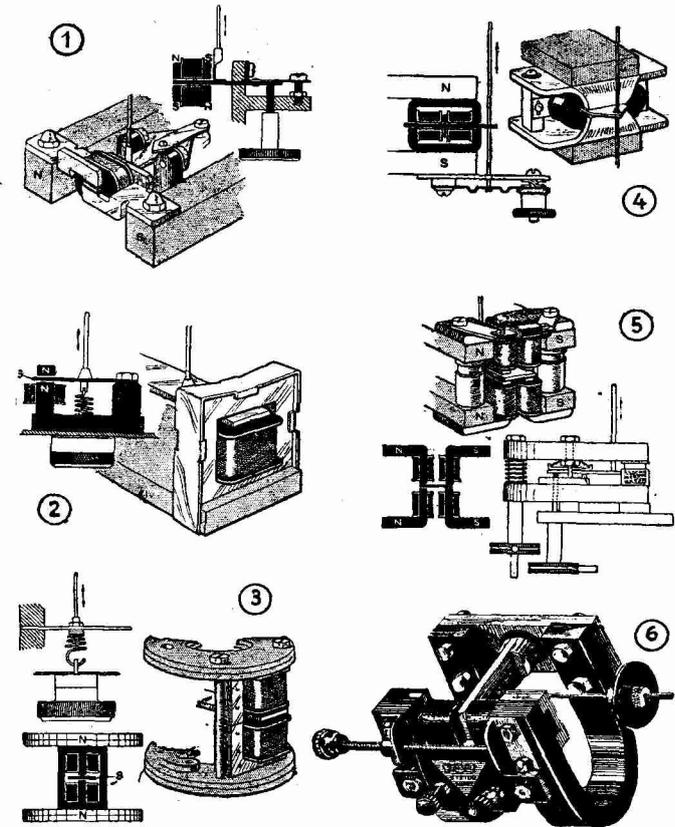


Fig. 20. — Quelques réalisations pratiques de moteurs électromagnétiques équilibrés. Les numéros correspondent à ceux des schémas de la figure 19.

tion d'équilibre, et le courant téléphonique a pour effet d'attirer l'armature alternativement d'un côté ou de l'autre suivant les alternances du courant.

Enfin, sur la figure 7, on voit la disposition schématique d'un moteur à quatre pôles à deux aimants séparés, et à quatre bobinages. Avec ce système, on peut utiliser, soit une anche vibrante oscillant autour d'un axe, soit encastrée en un point. Les actions doivent être évidemment concordantes.

Sur la figure, les bobinages sont disposés pour pa-

lette encastrée. Quand le courant passe dans un sens, la lamelle est attirée par les bobines inférieures et relâchée par les bobines supérieures. Les deux actions étant concordantes, la lamelle fléchit par le bas. Quand le courant passe en sens inverse, le fléchissement a lieu dans l'autre sens.

La réalisation mécanique des moteurs électromagnétiques équilibrés est au moins aussi importante que leurs détails de construction électrique, ou radioélectrique. Nous avons représenté sur la figure 20 quelques systèmes réalisés pratiquement, et dont la disposition correspond aux schémas précédents.

Il faut employer dans ces systèmes, en général, des

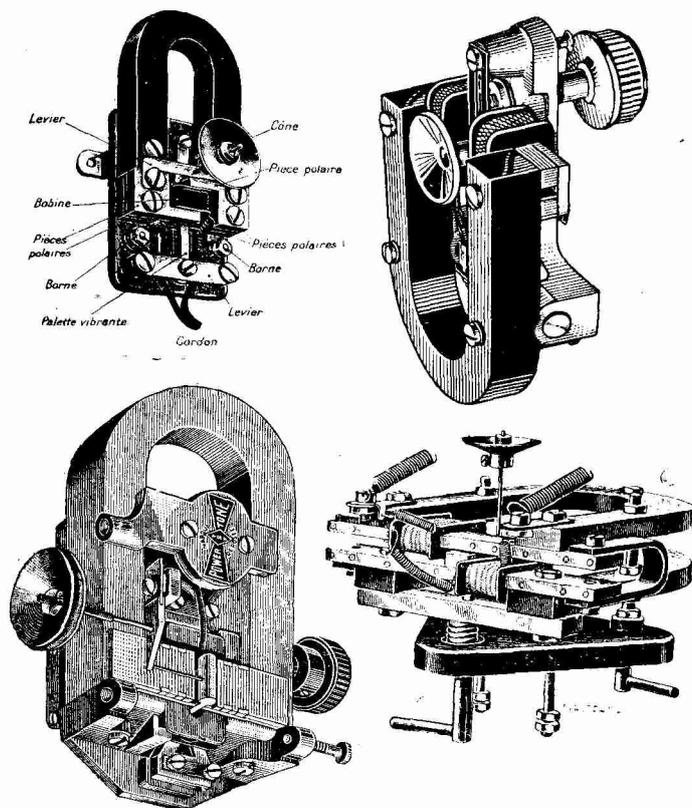


Fig. 21. — Quelques modèles de moteurs à quatre pôles vendus en France. Le modèle 4 présente la particularité d'avoir une palette vibrante feuilletée composée de lamelles ou fils métalliques noyés dans une lame en diélectrique.

masses magnétiques feuilletées en tôle au silicium prolongeant les pôles, afin d'éviter les pertes par courants de Foucault. Les aimants permanents sont massifs, de forte section et en acier spécial. Dans les modèles perfectionnés, le système d'équilibrage de la palette et de

réglage des dimensions des entrefers sont établis minutieusement, de manière à permettre un réglage précis à l'aide d'un bouton molleté de commande.

Deux principes peuvent être suivis pour l'établissement de l'armature, mais la majorité des moteurs sont équipés avec des palettes assez épaisses et assez rigides, quelquefois de l'ordre de 25/10 de m/m.

On utilise généralement, nous l'avons indiqué, un système d'amplification mécanique par levier, pour la transmission des vibrations au diffuseur, de sorte que la reproduction des notes graves est plus facile, malgré le déplacement réduit de l'armature vibrante, et on peut réaliser une reproduction assez satisfaisante des sons depuis 150 jusque vers 4.500 périodes-seconde.

La fréquence propre de résonance, qui varie suivant les types considérés demeure sans doute l'inconvénient le plus grave de ce genre de haut-parleurs, même si l'on considère les difficultés de reproduction des notes basses.

Sur certains modèles, elle est maintenue souvent aux environs de 400 périodes et elle est plutôt moins gênante, mais sur d'autres, elle est plus sensible sur une gamme aiguë, de 3.000 à 4.000 périodes. Il est bien évident, d'ailleurs, qu'il ne faut pas considérer le moteur seul, mais l'ensemble du moteur et du diffuseur, mais nous reviendrons sur cette question, car il faut faire entrer en ligne de compte l'amortissement du système qui permet d'atténuer les pointes de résonance, comme nous l'avons déjà indiqué plus haut. S'il n'y a qu'une période de résonance, le résultat est encore supportable, mais s'il y en a plusieurs, surtout vers la fréquence 1.000, le système devient tout à fait défectueux.

La puissance du haut-parleur monté avec ces différents moteurs varie évidemment suivant le déplacement possible de l'armature vibrante, et, dans certains modèles, on peut la faire varier par écartement des pièces polaires. Dans ces conditions, et en adaptant le système à un diffuseur bien construit, on peut maintenant établir des ensembles robustes et économiques, capables de supporter l'action d'un courant téléphonique assez intense de l'ordre de 1 à 3 watts modulés sans distorsion trop sensible, alors qu'un écouteur téléphonique est traversé par un courant de l'ordre du centième de watt.

Sans doute, un tel système n'a pas de qualités comparables à celles d'un moteur électrodynamique bien réalisé, mais n'oublions pas qu'il est très sensible et peu coûteux et, tout compte fait, si l'on ne dispose que d'un radio-récepteur de modèle réduit, et si l'on ne veut pas se procurer un appareil coûteux, il vaut encore mieux un bon moteur électromagnétique équilibré qu'un mauvais haut-parleur électrodynamique ou un modèle mal adapté aux caractéristiques du récepteur.

P. HÉMARDINQUER.

# LE TUBODYNE

## SUPERHÉTÉRODYNE A QUATRE LAMPES DE CONSTRUCTION TRÈS SIMPLE

La recette de la truite meunière est d'une enfantine simplicité. Rien d'inconnu dans sa réalisation.

Mais une truite meunière, parfaitement réussie est un met rare et délectable.

C'est qu'en effet, en cuisine, la recette n'est qu'un petit détail. Il y a le tour de main, le choix des éléments, leur judicieux dosage. Si bien que, parmi cent prétendus cuisiniers, vous en trouverez dix, peut-être, capables de vous présenter une truite meunière parfaite.

Pour étrange qu'il paraisse, ce préambule nous amène droit au cœur de notre sujet.

La recette de l'appareil changeur de fréquence à quatre lampes n'est pas une nouveauté. Tous les constructeurs de pièces détachées ont présenté des organes pour le réaliser... et cependant, bien peu d'amateurs savent exactement ce qu'on peut obtenir avec ce type de récepteur.

La grosse erreur, c'est de croire qu'il suffit d'associer, sur un panneau quelconque, une oscillatrice, quatre supports de lampes, deux transformateurs, etc... pour constituer un récepteur à quatre lampes de qualité.

Nous pouvons aller plus loin, l'oscillatrice, les transformateurs peuvent être excellents, chacun pris à part... et l'ensemble peut-être détestable...

C'est comme, dans la recette de la truite meunière, le choix du beurre et même de l'instrument dans lequel s'opère la cuisson... Tel poêlon, admirable pour faire des crêpes, ne vaut rien pour cuire une truite...

Nous allons examiner chacun des points dignes d'attention et montrer

comment il a été possible, dans le *Tubodyne IV* de pousser chaque qualité jusqu'à son maximum.

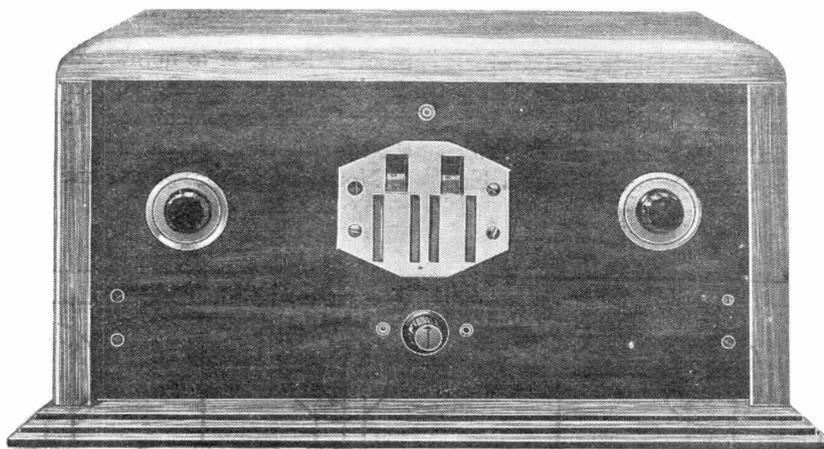
### Sélectivité

Aujourd'hui, la sélectivité est peut-être la plus importante des qualités que l'amateur puisse exiger d'un ap-

Remarquons immédiatement qu'il ne faut pas trop compter sur le circuit du cadre. La bigrille présente assez souvent un courant de grille, d'où amortissement du cadre.

Il ne faut donc plus compter que sur la partie moyenne fréquence du récepteur...

Pour une raison analogue à la pré-



Le Tubodyne vu de face.

pareil. Le nombre des stations augmente sans cesse et, modestement, de nombreuses stations européennes passent de 3 à 60 kilowatts par exemple.

Or, rien n'est plus désagréable que d'entendre la marche funèbre de Siegfried transmise par Francfort, avec un accompagnement d'accordéon sussuré en sourdine, par Radio-Toulouse.

Dans un changeur de fréquence à quatre lampes, les circuits oscillants sélecteurs sont : le cadre où le circuit d'accord, le Tesla de liaison, le transformateur moyenne fréquence.

cédente, le Tesla est souvent quelque peu amorti. Reste donc uniquement le transformateur moyenne fréquence.

Beaucoup de constructeurs ont remarqué cela. Pour que la sélectivité demeure acceptable on a donc souvent recours à la réaction. Mais cela ne va pas sans quelques difficultés.

On peut songer, par exemple, à une réaction électromagnétique. On introduit un bobinage en série dans le circuit de plaque de la lampe détectrice. On règle la réaction en approchant plus ou moins ce bobinage du secondaire (fig. 1).

En principe tout va bien. En pratique... rien ne va plus.

Il y a, d'abord, la commande mécanique de la réaction; problème délicat à résoudre avec élégance. Cela ne serait rien encore.

Le Tesla est accordé sur une lon-

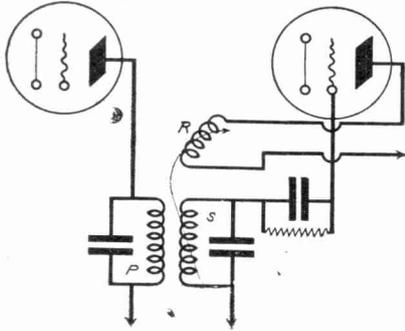


Fig. 1. — Système de réaction par bobine mobile

gueur d'onde déterminée, le transformateur moyenne fréquence est accordé sur la même longueur d'onde... Mais le fait d'approcher ou d'écarter R modifie cette longueur d'onde. En

teur (fig. 2). Le mal est atténué, il n'est pas supprimé...

### Fidélité de reproduction

Mettons les choses au mieux. Supposons qu'en choisissant judicieuse-

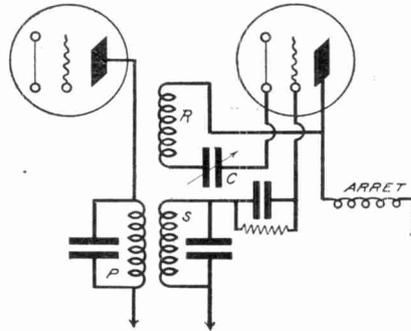


Fig. 2. — Système de réaction par condensateur variable

ment la forme et le nombre de spires des bobinages P, S, R, on puisse éviter le changement de longueur d'onde du transformateur.

Nous obtiendrons alors, une excel-

en résultera que la courbe d'atténuation de ce circuit sera extrêmement pointue et, pour s'exprimer en termes moins hermétiques, les notes aiguës seront pratiquement éliminées...

Or, il ne faut pas perdre de vue que le but recherché n'est point la reproduction du bruit, mais celle de la musique.

Nos lecteurs comprennent maintenant pourquoi la « recette » du changeur de fréquence à quatre lampes demande à être « interprétée ».

### Comment « répartir » la sélectivité

Dans la *Tubodyne IV*, nous employerons des liaisons avec primaire et secondaire accordés. D'aucuns diraient : des filtres de bande. Pour beaucoup, en effet, il suffit d'accorder primaire et secondaire pour obtenir un filtre de bande. Il y aurait beaucoup à dire là-dessus...

Un résultat obtenu par le système

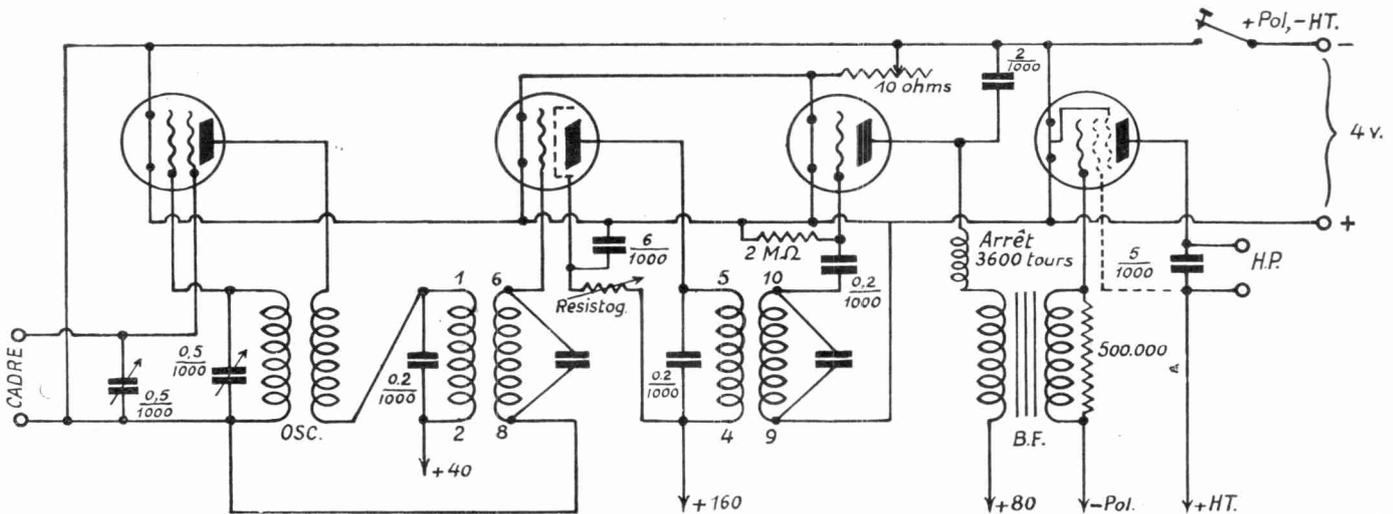


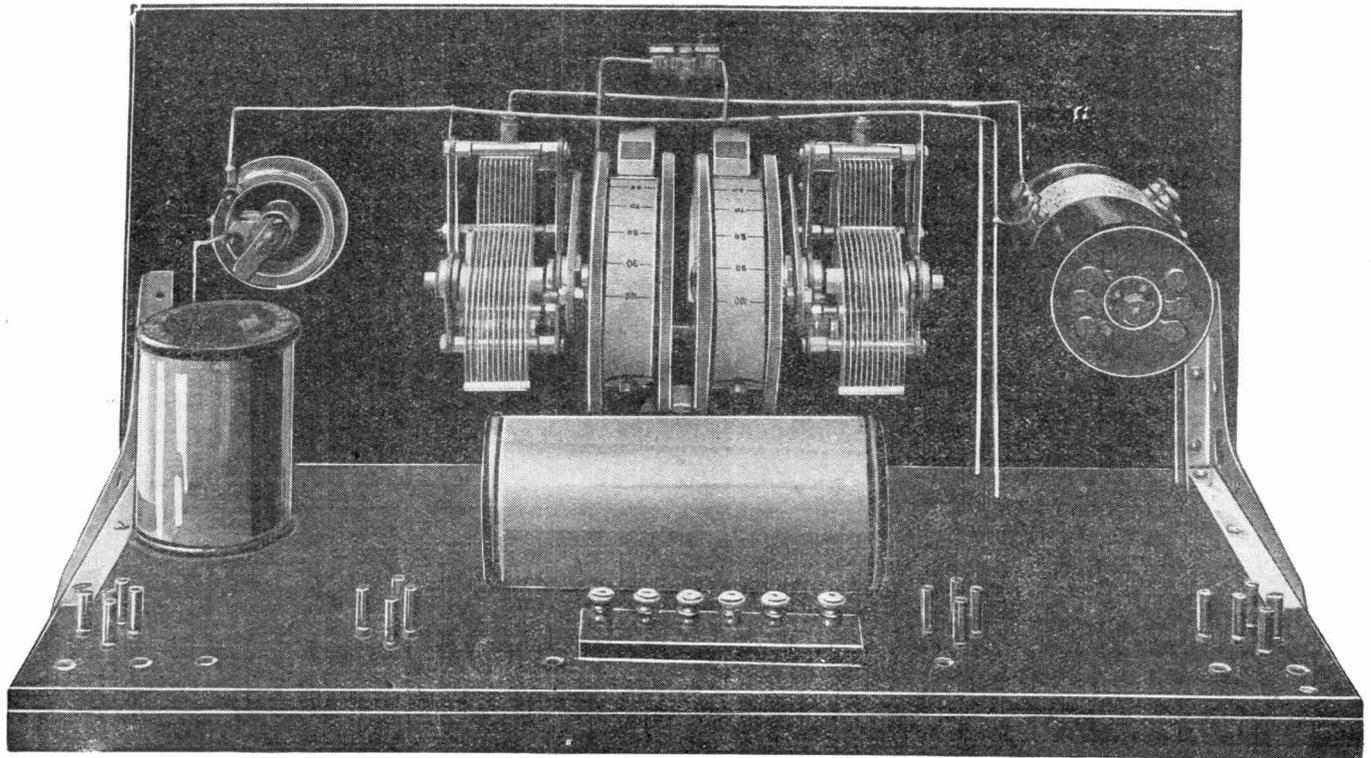
Fig. 3. — Schéma de principe du Tubodyne. — Les condensateurs fixes accordant les secondaires du Tesla et du transformateur M. F. sont compris dans le boîtier du tubécran IV. Les numéros correspondent à ceux du plan de réalisation.

poussant plus ou moins la réaction on désaccorde donc le récepteur.

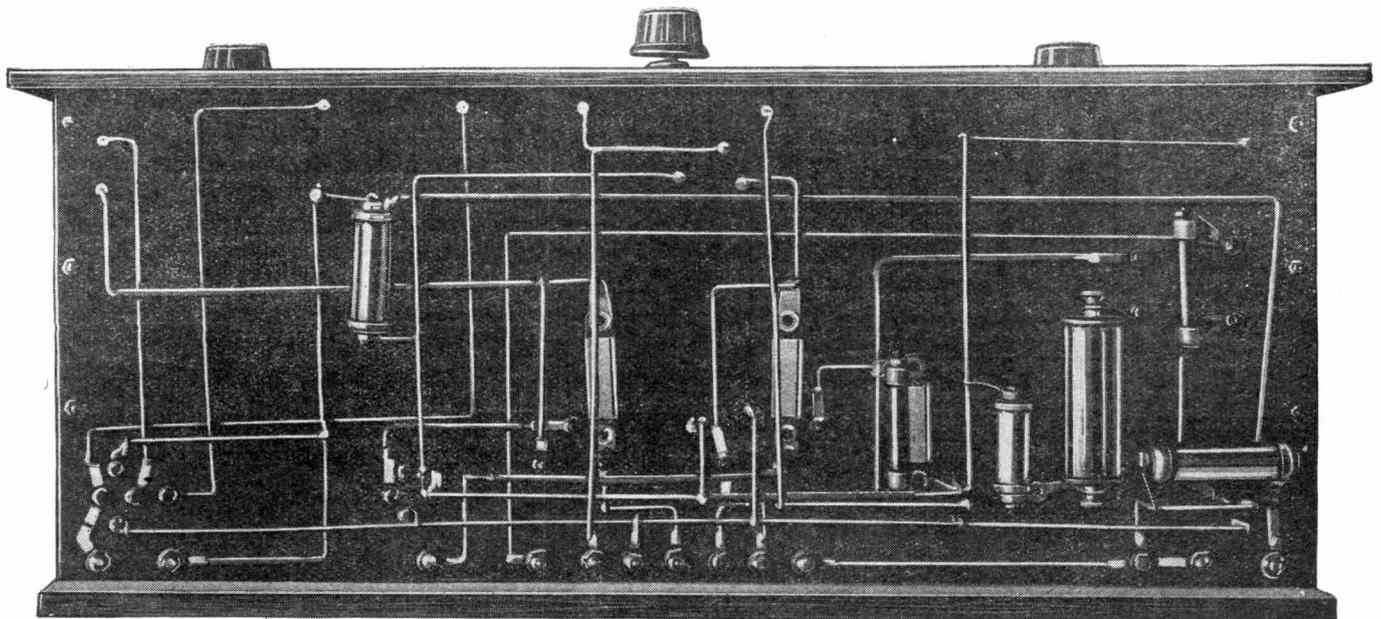
On évite cela en partie, mais en partie seulement, en fixant R et en dosant la réaction avec un condensa-

lente sélectivité. Trop excellente sans doute. Toute la sélectivité du récepteur sera, si l'on peut s'exprimer ainsi, concentrée dans le seul secondaire du transformateur moyenne fréquence. Il

c'est que la sélectivité est, cette fois, obtenue par quatre circuits accordés successifs et non plus par deux. La courbe de transmission est nettement améliorée.



Le Tubodyne vu par derrière. Remarquer l'élégant aspect du montage.



Vue par dessus du Tubodyne. Comparer cette photographie au plan de réalisation du panneau horizontal.

Et la réaction, direz-vous? Nous y voilà.

Si nous appliquons brutalement la réaction sur le dernier secondaire, nous tomberons dans le défaut signalé plus haut.

Introduisons une bobine de choc dans le circuit anodique de la détectrice, déterminé de telle sorte que les différentes capacités de ce circuit lui donnent une résonance correspondant à la longueur d'onde moyenne fréquence choisie.

Nous aurons alors un couplage réactif à travers la capacité interne de la détectrice.

Une disposition judicieuse des éléments nous permettra de transmettre cette réaction jusqu'au *Tesla de liaison*.

Nous pourrons contrôler la grandeur de cette réaction en agissant sur la tension écran de la lampe moyenne fréquence.

Ainsi, à cause des capacités de couplage extrêmement faibles, la réaction n'apportera aucun dérèglement et elle sera également appliquée sur tous les circuits oscillants de l'amplificateur moyenne fréquence.

Et, par ce moyen simple, nous pourrons obtenir à la fois sélectivité et fidélité de réception.

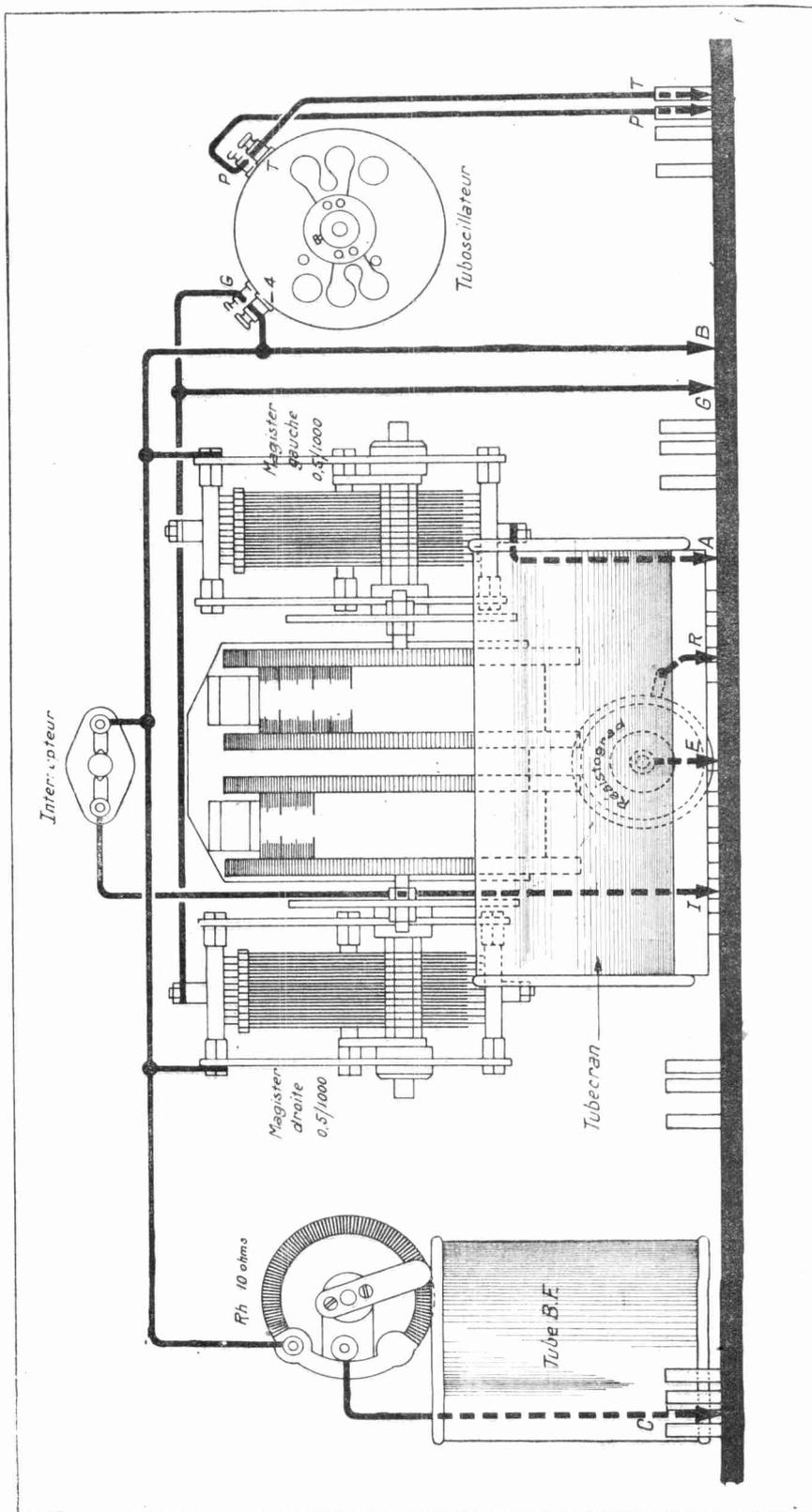
### La sensibilité

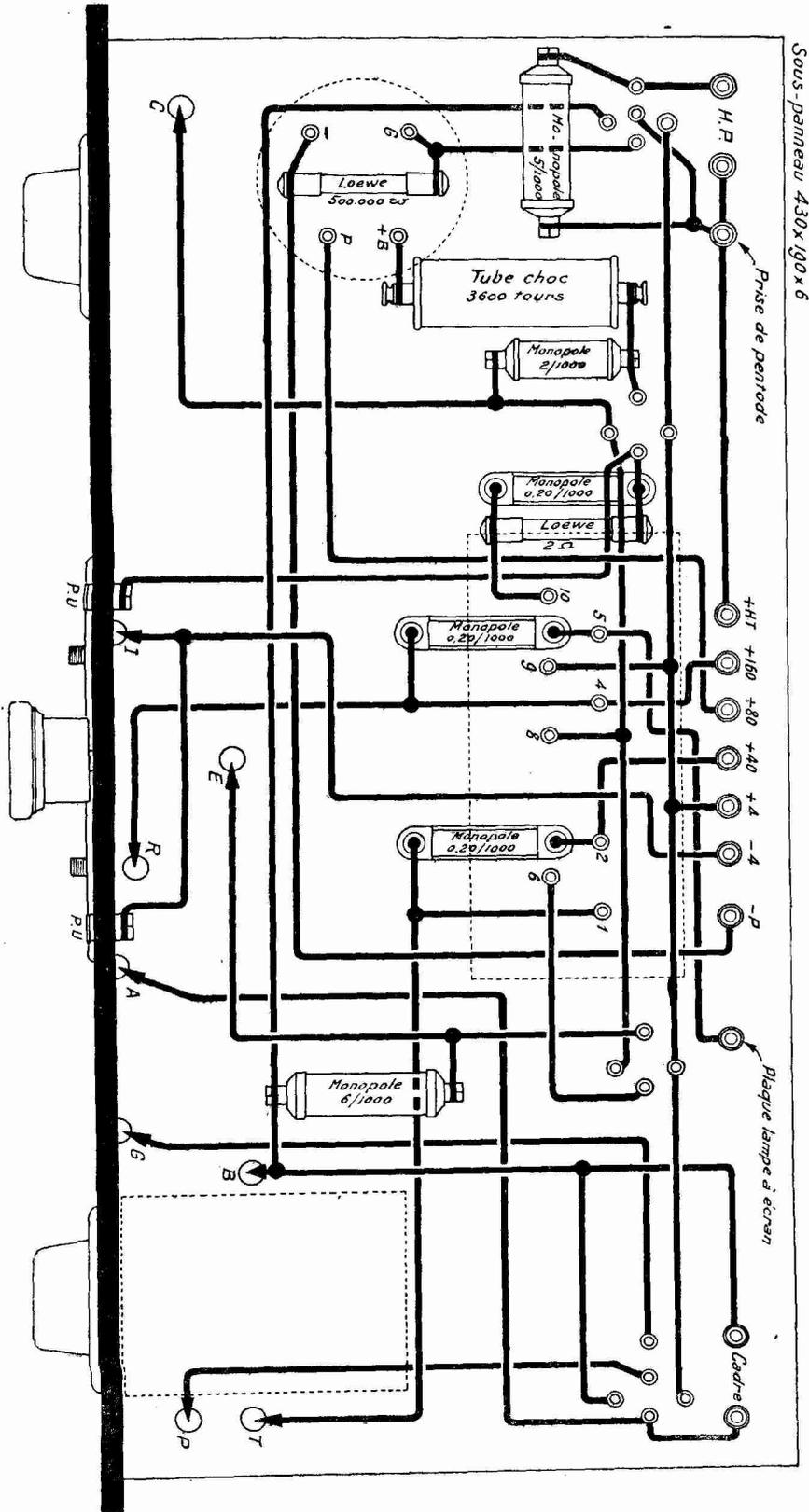
Lorsqu'il s'agit d'une lampe à écran, on réalise les meilleures conditions de sensibilité lorsque l'impédance d'utilisation est aussi grande que possible.

Cela veut dire, dans notre cas particulier, que les circuits doivent être rigoureusement accordés. Cela veut dire aussi que les bobinages doivent être réalisés avec grand soin.

Il faut employer un fil de section relativement élevée, isolé à l'émail et à la soie. Il faut que le bobinage soit parfaitement régulier et éviter tout glissement des spires.

Toutes ces conditions se trouvent remplies dans les bobinages utilisés.





### Un mot sur l'oscillatrice

On a souvent tendance à négliger, dans un montage, l'influence de l'oscillatrice. Elle est cependant d'importance.

L'oscillatrice doit être telle que le changement de fréquence s'opère avec le meilleur rendement aussi bien en bas qu'en haut de l'échelle. Cela n'est pas facile à réaliser.

Si le couplage est déterminé pour que le rendement soit bon dans la zone 450-600 on constatera généralement que la réaction est trop violente dans la zone 200-450 mètres. Le circuit du cadre entre lui-même en oscillation. C'est ce qu'en terme sans-filiste on nomme : le blocage.

Si on diminue la réaction pour éviter le fameux blocage, on constate que l'oscillatrice décroche, au delà de 500 m. ou que la sensibilité baisse énormément.

On ne peut pallier à ces défauts qu'en étudiant minutieusement la forme à donner aux bobinages, leur couplage, le fil à utiliser.

Le tuboscillateur, employé dans le *Tubodyne IV* donne une sensibilité pratiquement constante pour toute la gamme. C'est un fait assez rare pour que nous pensions devoir le signaler.

### Réalisation

Les organes de liaison moyenne fréquence sont blindés, et sont enclos dans un tube métallique (le tubécran IV) qu'il suffit de relier conformément à notre schéma. L'oscillateur comporte son commutateur et se branche simplement par quatre bornes.

Cela simplifie énormément le câblage. Nous conseillons cependant à nos lecteurs de se conformer très exactement au plan des connexions.

En opérant ainsi, il n'y a aucune mise au point; l'appareil doit fonctionner du premier coup.

LUCIEN CHRÉTIEN,  
Ing.-conseil.

# L'ACOUSTIQUE ET

---

---

# LES HAUT-PARLEURS

*Pour pouvoir étudier la construction et le fonctionnement des haut-parleurs, les choisir d'une manière rationnelle suivant l'usage auquel on les destine, les adapter de la meilleure façon possible à un récepteur radiophonique ou à un amplificateur phonographique, les essayer ou les améliorer s'il est besoin, il est bon de connaître tout d'abord quelques notions d'acoustique très simples. Ce sont ces notions qui sont indiquées le plus sommairement possible dans l'article ci-dessous.*

*La lecture de cet article peut être intéressante, d'ailleurs, non seulement pour ceux qui veulent étudier les haut-parleurs, mais encore pour tous les amateurs qui s'intéressent aux questions d'acoustique ou plutôt d'électro-acoustique. Elle permet même de faire quelques remarques curieuses ou amusantes sur les illusions acoustiques, dont parfois nous sommes trop souvent les auditeurs inconscients et abusés.*

## Définition et généralités.

Un haut-parleur électrique est, en réalité, un transformateur d'énergie qui transforme des courants alternatifs à fréquence musicale en ondes sonores d'une intensité assez forte pour être perçue à distance plus ou moins grande, et par un certain nombre d'auditeurs.

C'est ainsi un traducteur de courants électriques en sons, de même qu'un écouteur téléphonique; ce n'est, d'ailleurs, qu'un écouteur téléphonique puissant plus ou moins modifié.

Notons, dès à présent, que, dès l'invention du téléphone, on chercha à construire des récepteurs puissants, et à les adapter à des cornets acoustiques, de façon à obtenir une audition à distance. Cependant, les sons produits par ces dispositifs étaient généralement assez désagréables, et surtout on ne pouvait alors produire des courants musicaux assez intenses et assez fidèles pour obtenir des résultats intéressants au point de vue acoustique. Les applications pratiques du haut-parleur avant l'apparition de la radiophonie se réduisaient donc à l'équipement de quelques transmetteurs avec microphone à grand débit muni d'une large plaque vibrante, associé à des récepteurs à grand pavillon.

## Les applications musicales de la radiotechnique et les haut-parleurs électriques.

Parmi les applications si diverses de la radiotechnique, les plus importantes sans contredit, et celles aussi qui intéressent le plus spécialement les amateurs de T. S. F., sont les applications musicales. La radiotechnique permet aujourd'hui de transmettre sans support matériel et de recevoir les sons à distance, grâce à la radiophonie; elle permet de les amplifier et de les trans-

mettre par fil au moyen d'un système d'amplification microphonique; c'est à elle que sont dus les progrès du cinématographe sonore, et du phonographe, c'est-à-dire de l'enregistrement et de la reproduction des sons synchronisés ou non avec la reproduction des images.

Enfin, elle rend possible la synthèse des sons musicaux, grâce à la construction et à l'emploi des appareils à lampes à vide ou à cellules photoélectriques produisant directement ou par interférence des courants musicaux de fréquence et de timbre variables, et dont on peut régler l'intensité presque à volonté.

Si nous considérons pourtant tous ces appareils de transmission, de réception, d'enregistrement, de production, et de reproduction des sons, nous pouvons constater qu'ils comportent des organes communs (Fig. 1).

Pour recevoir les émissions radiophoniques, on emploie un radio-récepteur comportant presque toujours des étages d'amplification basse fréquence, et agissant sur un haut-parleur; pour la reproduction phonographique ou la reproduction des films sonores, il faut, de même, adopter un pick-up ou une cellule photoélectrique relié à un amplificateur pour courants musicaux agissant sur le haut-parleur. Enfin, dans les appareils de musique radioélectrique, le dispositif générateur de courants musicaux, est relié aussi à un amplificateur de puissance relié à des haut-parleurs.

Les amplificateurs à fréquence musicale et les haut-parleurs, sont donc des organes communs à tous les appareils musicaux radiotechniques; sans doute, existe-t-il pourtant de notables différences dans les caractéristiques de ces organes, suivant leurs conditions d'utilisation.

Les haut-parleurs disposés derrière les écrans de cinéma sonore sont assez différents, du moins par leurs dimensions et leur puissance, des modèles employés pour la réception radiophonique d'amateur; on peut égale-

ment remarquer qu'en théorie, les haut-parleurs utilisés avec les appareils de musique radioélectrique n'ont pas du tout le même rôle à jouer que ceux qui sont adoptés dans les appareils radiophoniques ou de reproduction

radioélectrique, on ne reproduit pas des sons musicaux, on en effectue la synthèse; seul, le résultat final importe donc, même si sa qualité est acquise en réalité grâce à des distorsions produites par les haut-parleurs.

Il est pourtant évident qu'en principe les haut-parleurs utilisés dans toutes les applications musicales de la radiotechnique présentent des principes et même des détails de construction communs, aussi le rôle et l'emploi des haut-parleurs prend une importance de plus en plus grande; c'est grâce à leur perfectionnement constant qu'ont été rendus possible la plupart des progrès de ces procédés musicaux radioélectriques.

### L'ouïe et les applications musicales de la radiotechnique.

Pour pouvoir bien étudier les difficultés de la construction des haut-parleurs, comme d'ailleurs de tous les appareils de musique électrique, entreprendre rationnellement cette construction, ou même simplement s'intéresser à son évolution, il est presque indispensable de posséder quelques notions d'acoustique assez élémentaires mais assez précises, qu'il nous semble donc utile de rappeler ici.

Pour pouvoir déterminer les caractéristiques de ces appareils de musique particuliers, et apprécier la qualité des résultats obtenus, amateurs et techniciens ont très souvent l'habitude de se fier simplement aux indications de leurs oreilles et, sans doute, est-il difficile quelquefois de faire comprendre à un musicien que ces indications sont peut-être souvent inexactes, mais peuvent aussi manquer absolument de précision.

Avant d'étudier les problèmes acoustiques que pose la réalisation des haut-parleurs, il convient donc d'abord d'étudier rationnellement l'ouïe, de montrer les caractéristiques du phénomène de la réception des sons par notre oreille et de la transformation des vibrations sonores en perceptions acoustiques.

Ainsi le technicien ou même l'amateur de T. S. F. ou le « discophile » devraient avoir des notions assez précises sur les phénomènes de l'ouïe, ses caractéristiques et ses anomalies.

Toutes les recherches effectuées en radiophonie, en phonographie, ou en cinématographie sonore, ont pour but final une transmission, une reproduction, ou une réception sonore fidèle. Mais il faut savoir déterminer cette fidélité d'une manière précise et, pour qu'elle soit appréciée des auditeurs, il faut d'abord que l'ouïe de ces derniers soit normale!

Une étude générale du fonctionnement de l'oreille et un examen particulier de son ouïe enlèveront souvent au technicien, à l'amateur de T. S. F., ou au discophile, une confiance exagérée dans les indications de ses propres oreilles et l'inciteront à avoir recours à des moyens de contrôle plus scientifiques dans tous les pro-

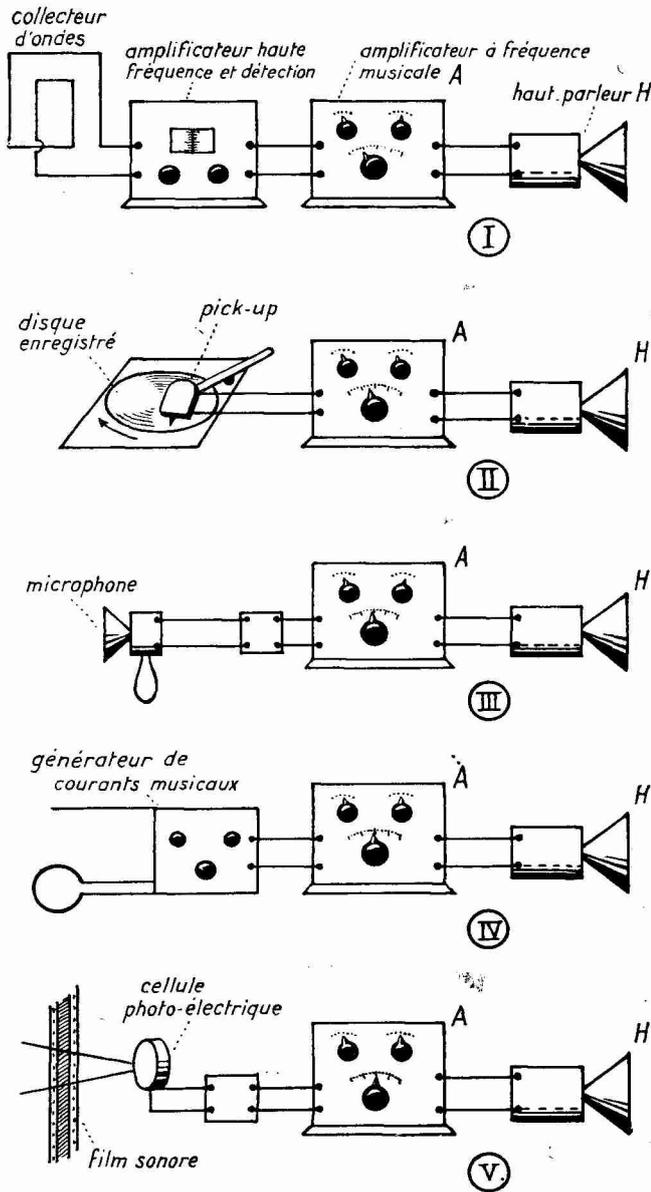


Fig. 1. — Qu'il s'agisse de réaliser un récepteur radiophonique (I), un appareil électrique de reproduction phonographique (II), un dispositif d'amplification microphonique (III), un appareil de musique radioélectrique (IV), un traducteur phonique de film sonore (V). On emploiera toujours un amplificateur à fréquence musicale A et un ou plusieurs haut-parleurs H.

phonographique. Dans le premier cas, il faut, en effet, reproduire le plus fidèlement possible toutes les fréquences musicales; au contraire, avec un appareil de musique

blèmes acoustiques, et surtout lorsqu'il s'agira de déterminer la qualité d'une audition quelconque produite par un haut-parleur.

Une telle étude pourrait même permettre d'établir des *barèmes compensateurs*, en quelque sorte, des indications physiologiques fournies par un opérateur déterminé, dont on connaît les imperfections auditives.

### Les illusions d'acoustique et les haut-parleurs

Nous avons déjà noté qu'une bonne audition n'est jamais une audition trop intense. La reproduction de la voix doit être, en effet, effectuée correctement, *non seulement en hauteur, mais encore en intensité*. Si l'intensité de l'audition est trop grande, il se produit un phénomène très curieux dû à ce que le tympan trop tendu ne peut plus vibrer pour des fréquences élevées; l'auditeur entend alors fort bien les notes graves très intenses, mais ne peut entendre en même temps les notes aiguës, même si elles sont réellement reproduites, d'où une déformation *apparente* très marquée.

C'est là une raison supplémentaire pour ne pas augmenter outre mesure le *volume sonore*, et ce phénomène déjà connu empiriquement depuis longtemps augmente encore la difficulté de construction des haut-parleurs puissants, par exemple du type électrodynamique, qui produisent alors des *sons de tonneau* si désagréables.

En réalité, la voix ne devrait jamais être reproduite avec une intensité plus grande qu'elle n'a été enregistrée ou transmise; il était ridicule, par exemple, d'entendre dans les premiers essais de cinématographie sonore, une parole considérablement amplifiée, même si les personnages projetés sur l'écran étaient à peu près de grandeur naturelle; il est bien rare de même que les haut-parleurs puissants pour diffusion en plein air conservent à la voix son timbre réel, du moins si l'auditeur est placé à trop peu de distance de leur pavillon.

D'autre part, un autre phénomène étudié par les ingénieurs américains des Laboratoires Bell, et par le physicien anglais Beatty, facilite au contraire l'établissement d'un haut-parleur satisfaisant l'« auditeur moyen », tandis que, d'un autre côté, il rend plus difficile la construction d'un appareil parfait.

Il y a des cas où nous croyons entendre des notes d'une hauteur déterminée, alors que nous n'entendons nullement ces notes en réalité. Ainsi l'oreille engendre des sons et elle peut tout d'abord créer des harmoniques d'un son fondamental. Une hypothèse ingénieuse attribue ce fait à la constitution de la membrane basilaire dont nous avons noté plus haut les caractéristiques.

On a émis l'hypothèse que cette membrane basilaire se comporterait comme un résonateur dissymétrique. Les fibres qui la composent fonctionneraient en quelque sorte comme les cordes d'un piano.

Dans cet instrument, comme d'ailleurs dans tout résonateur dissymétrique, si l'on produit des sons de fréquence  $N$  et  $N'$ , on produira en même temps par interférence, un son de fréquence  $N - N'$ . Par exemple, si l'on frappe simultanément le sol 3 et le do 3 d'un piano, on entendra le do 2 de l'octave inférieure parce, qu'en réalité, la corde do 2 vibrera réellement par un effet d'interférence.

Le même résultat serait obtenu avec notre propre oreille en utilisant deux diapasons placés sur des tables

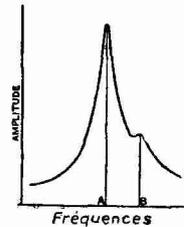


Fig. 2. — Pour qu'un son pur B soit perçu en même temps qu'un autre A de fréquence différente, il faut qu'il ait une intensité minimum.

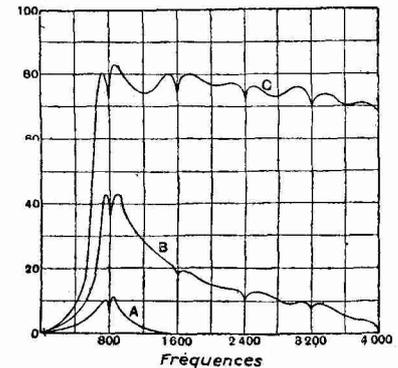


Fig. 3. — Courbes démontrant le fonctionnement dissymétrique de l'oreille et la formation d'harmoniques à partir de sons purs.

différentes, et on a pu démontrer ce fait avec précision, d'après l'expérience effectuée en 1923 par le physicien américain Fletcher.

Ce dernier mesura l'amplitude d'un *son pur* à peine audible lorsqu'il était émis seul, et chercha dans quelle proportion il fallait augmenter cette amplitude pour rendre le son encore perceptible en présence d'un autre plus intense de hauteur différente (fig. 2).

Tant que le deuxième son est trop faible, il est complètement couvert par le premier, puis son intensité devient assez grande pour produire une pointe supplémentaire dans la courbe de résonance de l'ouïe.

Cet effet est d'autant plus net que les deux notes sont de hauteurs plus voisines; on a ainsi pu déterminer des courbes donnant la valeur approximative de ce facteur de multiplication pour une oreille donnée (fig. 3). Pour la courbe A, par exemple, un son pur de fréquence 800 était émis de manière continue avec une intensité minimum, et cette courbe est *sensiblement* symétrique.

Mais si l'on rend l'intensité quatre fois plus grande comme on le voit sur la courbe B ou huit fois plus forte (courbe C), la courbe résultante devient dissymétrique, et s'étale largement du côté des fréquences croissantes, c'est-à-dire des sons aigus. Cela prouve donc que l'oreille perçoit la note résultante comme un véritable *spectre sonore* et se comporte comme un résonateur dissymétrique (fig. 4).

De plus, on remarque dans ces courbes des creux avec

maxima latéraux situés aux fréquences harmoniques du son initial : 1.600, 2.400, 3.200, etc. Le son initial étant parfaitement pur, on peut en conclure que *l'oreille seule a engendré des harmoniques*; elle n'est nullement un instrument parfait.

Ainsi, à partir d'un son fondamental, l'oreille peut créer des harmoniques mais inversement, à *partir des harmoniques, l'oreille peut créer le son fondamental trop faible* si celui-ci fait défaut dans un son complexe, à condition que les harmoniques pairs et impairs soient en-

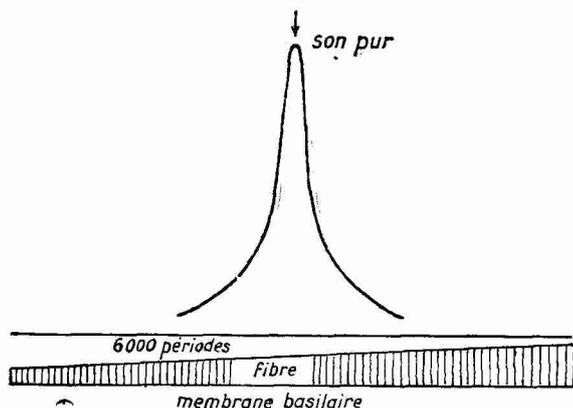


Fig. 4. — Lorsqu'un son pur vient frapper l'oreille, on suppose que c'est une région plus ou moins étendue de la membrane basilaire qui entre en vibrations.

tendus avec une intensité suffisante. Si, par exemple, nous entendons des notes de fréquence 300 et 450 avec une intensité suffisante, nous croyons entendre la note grave fondamentale de fréquence 150 ( $450 - 300 = 150$ ).

Le physicien Beatty a rapporté à ce propos une expérience démonstrative. Si l'on chante la voyelle A (*ah* en anglais) sur le ré de la troisième octave du piano, il se produit en plus de ce son une série de sons additionnels dont l'intensité est représentée par la figure 6.

On peut analyser ces sons au moyen d'un oscillographe, et on peut également en effectuer la synthèse au moyen d'hétérodynes musicales et de haut-parleurs; en conservant les proportions d'intensité, on retrouve bien le son original.

Si l'on retranche alors la note fondamentale, l'oreille ne perçoit pourtant aucune différence; on peut même supprimer le premier harmonique, la hauteur du son complexe semble demeurer inchangée, seul le timbre est légèrement altéré.

Ce phénomène explique comment on peut entendre, ou plutôt croire entendre, des notes basses de violoncelle, de contrebasse, de tambour avec un haut-parleur de type ordinaire ne pouvant produire de sons d'une fréquence inférieure à 250 périodes-seconde.

Encore, faut-il pourtant que les sons produits par le haut-parleur avec une intensité suffisante soient vraiment

les harmoniques du son fondamental; s'il en était autrement, comme il arrive par exemple avec les sons des cymbales ou des xylophones, le timbre de l'instrument est déformé avec un haut-parleur imparfait, ne pouvant reproduire réellement les notes très graves.

Enfin, on peut même remarquer que l'oreille peut créer des sons par le même mécanisme d'interférence, à partir de deux vibrations de fréquence élevée inaudibles séparément. Pour des vibrations de 30.000 périodes par seconde, par exemple, et de 30.500 périodes-seconde absolument inaudibles, nous pouvons entendre un son de 500 périodes-seconde ( $30.500 - 30.000 = 500$ ).

Les amateurs de T. S. F. remarqueront à ce propos que l'oreille joue le rôle d'un détecteur à lampe qui produit des courants basse fréquence par interférence de deux ondes de haute fréquence.

Il y a, d'ailleurs, fort longtemps que lord Rayleigh avait montré que nous pouvions entendre un son audible lorsque deux appels d'oiseaux très aigus inaudibles séparément étaient émis simultanément.

Ainsi, l'oreille peut ajouter des sons parasites à un son pur, de deux sons en faire un troisième, et même créer des sons fantômes qui n'ont d'existence que grâce à nos illusions sensorielles.

Nous pouvons constater, d'autre part, un autre phénomène très curieux, c'est l'accommodation de l'oreille pour une certaine gamme de fréquences restreinte, et son peu de sensibilité au bout d'un certain temps pour un genre de déformations en quelque sorte constantes. Certains amateurs possédant depuis longtemps un poste récepteur ou un phonographe électrique et un haut-parleur déterminé, s'habituent peu à peu aux défauts de cette audition. Cette accoutumance est telle que lorsqu'ils entendent un autre haut-parleur même beaucoup plus perfectionné, et produisant, en réalité, des sons infiniment plus fidèles et plus harmonieux, il leur semble, au contraire, que cette audition est bien inférieure à celle qu'ils obtiennent.

Une personne qui a l'oreille juste peut en théorie, reproduire ou, du moins, discerner exactement une note musicale d'une hauteur et d'un timbre déterminés. Il doit y avoir sans doute parmi les sans-filistes et les amateurs cinématographiques une bien petite proportion d'auditeurs ayant l'oreille juste, parce que l'on peut constater chaque jour, en comparant les jugements des auditeurs, et les résultats indiscutables des mesures effectuées expérimentalement, que bien peu d'entre eux savent discerner la qualité acoustique réelle des appareils qui leur sont présentés !

Que peut-on conclure pratiquement de ces études si intéressantes qui nous réservent sans doute encore bien ses surprises ? Tout d'abord (et nous le savions !) que la réalisation d'un bon haut-parleur est une opération bien délicate puisqu'il s'agit de produire un résultat par-

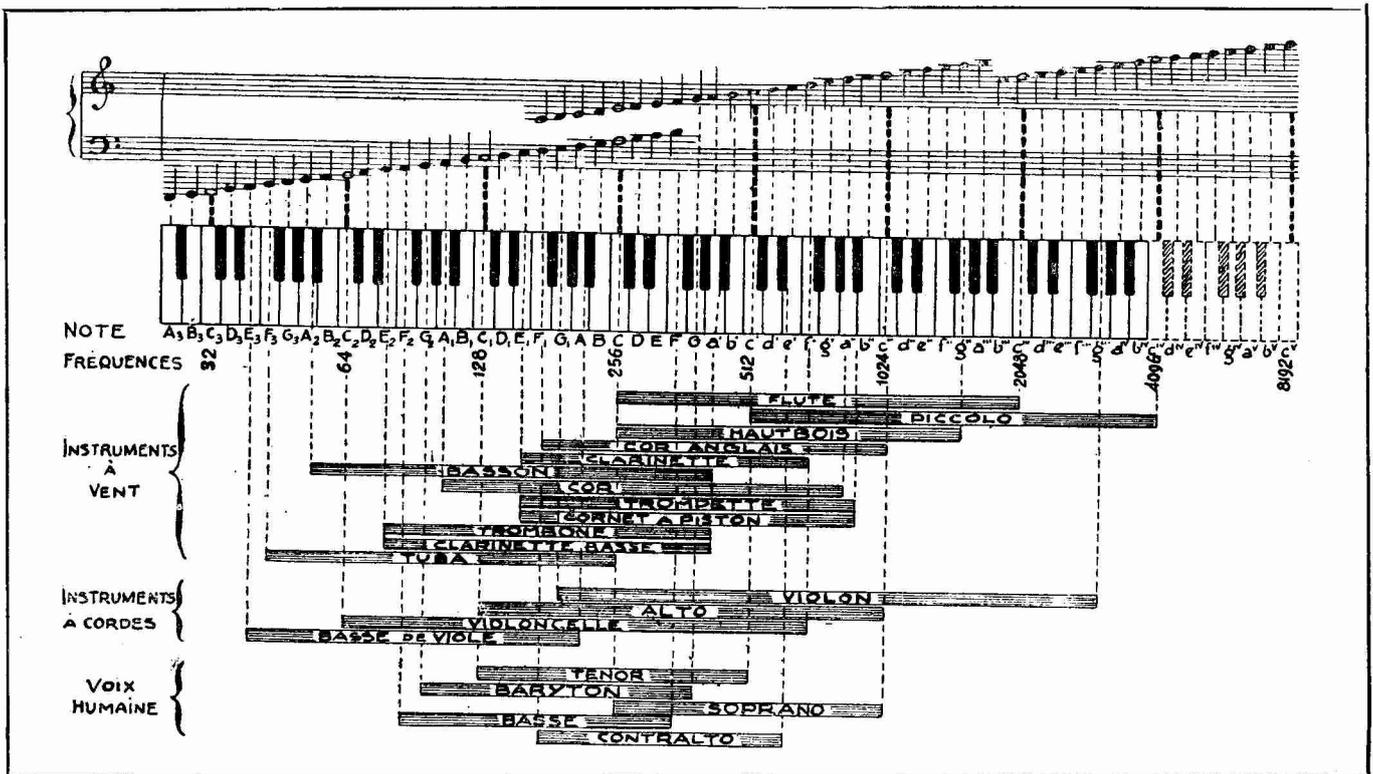


Fig. 5. — Cette figure permet de se rendre compte de la position des octaves musicales, des différentes bandes de fréquences fondamentales des sons produits par les instruments de musique ou les chanteurs, grâce au clavier courant de piano représenté. Les notations sont anglaises et la correspondance avec les notations françaises est la suivante :

A	B	C	D	E	F	G
la	si	ut	ré	mi	fa	sol

Les différentes octaves ut1 ut2 ut3 ut4 ut5 donneront par exemple :

C<sub>2</sub> C<sub>2</sub> C<sub>1</sub> C C<sup>1</sup> C<sup>2</sup> C<sup>2</sup> C<sup>1</sup> C<sup>2</sup> ou C<sub>2</sub> C<sub>2</sub> C<sub>1</sub> C c' c'' c''' c<sup>iv</sup> c<sup>v</sup> (comme indiqué sur la figure).

fait qui sera uniquement apprécié finalement par l'instrument capricieux et imparfait qu'est notre oreille.

Ensuite, dans la plupart des cas, il est, en réalité, bien

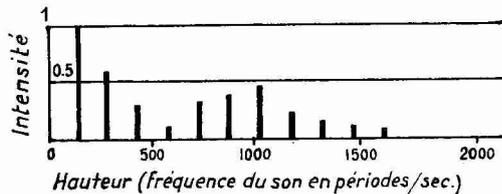


Fig. 6. — Analyse de la voyelle a chantée en ré sur la 3<sup>e</sup> octave du piano

inutile d'avoir un haut-parleur qui reproduise les notes basses au-dessous de la fréquence 150 ou même 200;

d'abord, parce que nous transmettons rarement à notre haut-parleur des courants musicaux d'une fréquence inférieure, et ensuite parce que notre oreille est généralement incapable de reconnaître l'absence de ces notes.

Il n'en est pas moins vrai qu'il est nécessaire d'avoir un appareil qui transmette les notes graves et même les renforce légèrement puisque ce sont celles qui sont perçues le plus difficilement, et dont l'émission met en jeu le plus d'énergie.

Enfin, toutes les distorsions et introductions de sons parasites sont accentuées par une augmentation de l'intensité sonore, d'où l'absolue nécessité de réduire cette dernière au minimum, pour obtenir des résultats vraiment musicaux.

P. HÉMARDINQUER.

# LE CATHODYNE

## AMPLIFICATEUR A COUPLAGE DIRECT



CET AMPLIFICATEUR N'EST PAS ENCOMBRANT!...

### Principe

Frappés par la musicalité d'un amplificateur « Loftin-White », n'avez-vous jamais éprouvé le désir d'en construire un vous-mêmes ? Mais quand vous étudiez le schéma d'un

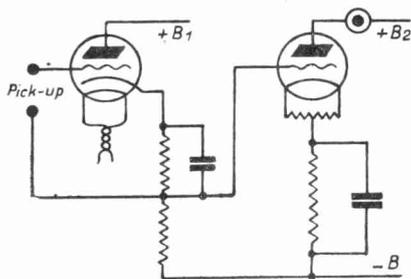


Fig. 1. — Schéma simplifié du Cathodyne.

tel montage vous le considérez bientôt comme irréalisable pour l'amateur à cause des tensions élevées qu'on applique sur l'ensemble, tensions qui varient entre 500 et 700 volts.

Et pourtant, on peut obtenir le même résultat avec une tension de

l'ordre de 300 volts, grâce au montage que nous décrivons aujourd'hui et qui peut être considéré comme vraiment nouveau. Il se distingue extérieurement des montages actuels par le fait que le matériel employé se compose seulement de 4 résistances et de 3 condensateurs.

Le schéma de principe ressemble à celui du Loftin-White. L'avantage de notre amplificateur réside dans l'alimentation parallèle, permettant ainsi d'utiliser une tension anodique relativement basse.

Comme l'amplificateur est destiné pour le « home » nous l'avons équipé avec deux lampes seulement, ce qui n'empêche pas que sa puissance maximum atteigne facilement 1,5 watt à 2 watts modulés.

La première lampe, à chauffage indirect, attaque la lampe finale par un couplage à résistance, mais au lieu de connecter cette résistance dans le circuit de plaque, nous l'avons insérée dans le circuit catho-

L'amplificateur décrit ci-dessous appartient à la catégorie des amplificateurs à couplage direct, c'est-à-dire dispositifs dans lesquels la liaison entre les lampes est réalisée sans intermédiaire de condensateur. Grâce à cette particularité, l'efficacité de l'amplificateur est tout à fait indépendante de la fréquence des courants à amplifier. Ainsi, toutes les notes, des plus graves aux plus aiguës, sont-elles fidèlement amplifiées dans la même proportion.

Prochainement, nous consacrerons un article spécial à l'étude des amplificateurs à couplage direct (amplificateurs à courant continu, Loftin-White, etc), en en faisant ressortir les avantages et les inconvénients. Les lecteurs pourront, à cette occasion, apprécier les avantages particuliers du Cathodyne, dont l'idée nous a été inspirée par un petit article paru dans les pages de notre excellent confrère italien Radio per Tutti.

dique, là où l'on branche généralement la résistance de polarisation. Relions maintenant la grille de la lampe finale à une des deux extrémités de cette résistance.

Le courant va d'abord polariser positivement la grille, si cette dernière

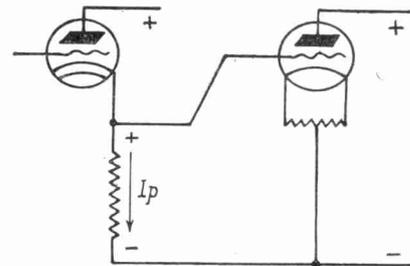


Fig. 2. — Le principe du couplage direct par la cathode.

se trouve connectée à l'extrémité côté cathode. Cette polarisation peut être rendue correcte (c'est-à-dire négative) en insérant une seconde résistance, cette fois dans le circuit cathodique de la lampe finale, ce qui a pour but d'annuler la polarisation

de la lampe précédente et même de la rendre négative, étant donné le sens du courant qui passe dans cette résistance et qui crée une chute de tension de signe contraire. Si, par

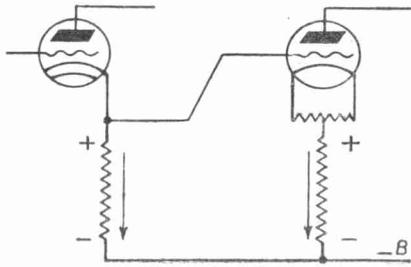


Fig. 3. — Polarisation de la lampe de sortie.

exemple, la tension aux bornes de la résistance de la première lampe est de 30 volts et celle aux bornes de la seconde de 50 volts, la grille de la lampe finale serait polarisée à moins vingt volts.

D'autre part, la grille de la pre-

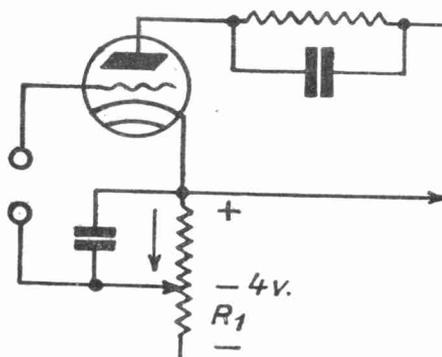


Fig. 4. — Polarisation de la lampe d'attaque.

mière lampe sera polarisée en la reliant par intermédiaire du pick-up à un point de la résistance R, où le potentiel sera égal à la valeur nécessaire à sa polarisation correcte.

Afin que cette lampe fonctionne sous une tension anodique normale une autre résistance (la quatrième et la dernière) est intercalée dans son circuit de plaque et a comme but d'abaisser la tension d'alimentation anodique.

L'amplificateur ainsi conçu fonctionnera de la manière suivante :

La tension alternative du pick-up est appliquée sur la grille de la première lampe. Il en résulte des variations du courant de plaque et, — ceci nous intéresse particulièrement, — des variations de potentiel aux bornes de la résistance cathodique, transmises directement à la grille de la lampe finale pour être utilisées après amplification dans la lampe. Le calcul des deux résistances de polarisation se fait aisément en appliquant la loi d'Ohm.

Supposons que la première lampe ait un courant anodique de 4 milliampères et une résistance interne de

plaque soit de 20 mA, la résistance sera

$$R = 100 : 0,02 = 5.000 \text{ ohms}$$

La troisième résistance dont le but est d'abaisser la tension de plaque de la première lampe se calcule de la même façon. Comme nous admettons que l'amplificateur est alimenté par une tension anodique de 300 volts et comme d'autre part la première lampe fonctionne convenablement sous 100 volts, supprimons la différence

$$300 - 100 = 200 \text{ volts}$$

La résistance cathodique produi-

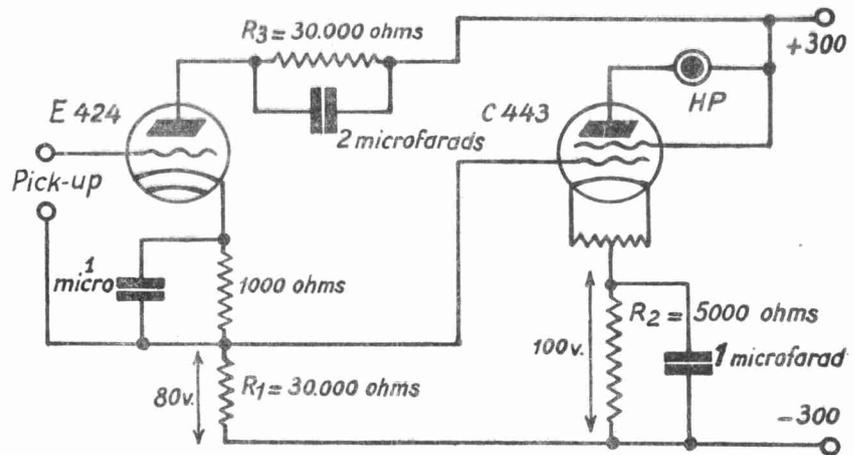


Fig. 5. — Schéma complet avec indication des valeurs et des tensions. Dans la réalisation pratique, on a adopté pour la résistance  $R_3$  une valeur de 50.000 ohms.

8.000 ohms. Pour qu'une telle lampe travaille convenablement avec un couplage à résistance, cette dernière aura une valeur de 20.000 ohms environ. La chute de tension aux bornes de cette résistance sera par conséquent :

$$U = 20.000 \times 0,004 = 80 \text{ volts}$$

Si d'autre part nous utilisons une lampe finale nécessitant une polarisation de grille de - 20 volts, la résistance cathodique R 2 de cette lampe doit être calculée de telle sorte que la chute de tension à ses bornes soit de 100 volts. Car

$$\begin{aligned} + 80 - X &= - 20 \text{ volts} \\ X &= 100 \text{ volts} \end{aligned}$$

En admettant que le courant de

sant déjà une chute de tension de 80 volts, il y aura lieu d'abaisser seulement la tension totale de

$$200 - 80 = 120 \text{ volts}$$

D'où nous trouvons la résistance  $R_3 = 120 : 0,004 = 30.000 \text{ ohms}$

Nous avons adopté dans notre réalisation pratique une valeur de 50.000 ohms.

### Réalisation.

Les photographies vous montrent que la réalisation est d'une enfantine simplicité. Il s'agit, en effet, de placer simplement 4 résistances « Givrite » et trois condensateurs dans un coffret qui a les dimensions d'une boîte à cigares. Le montage réalisé

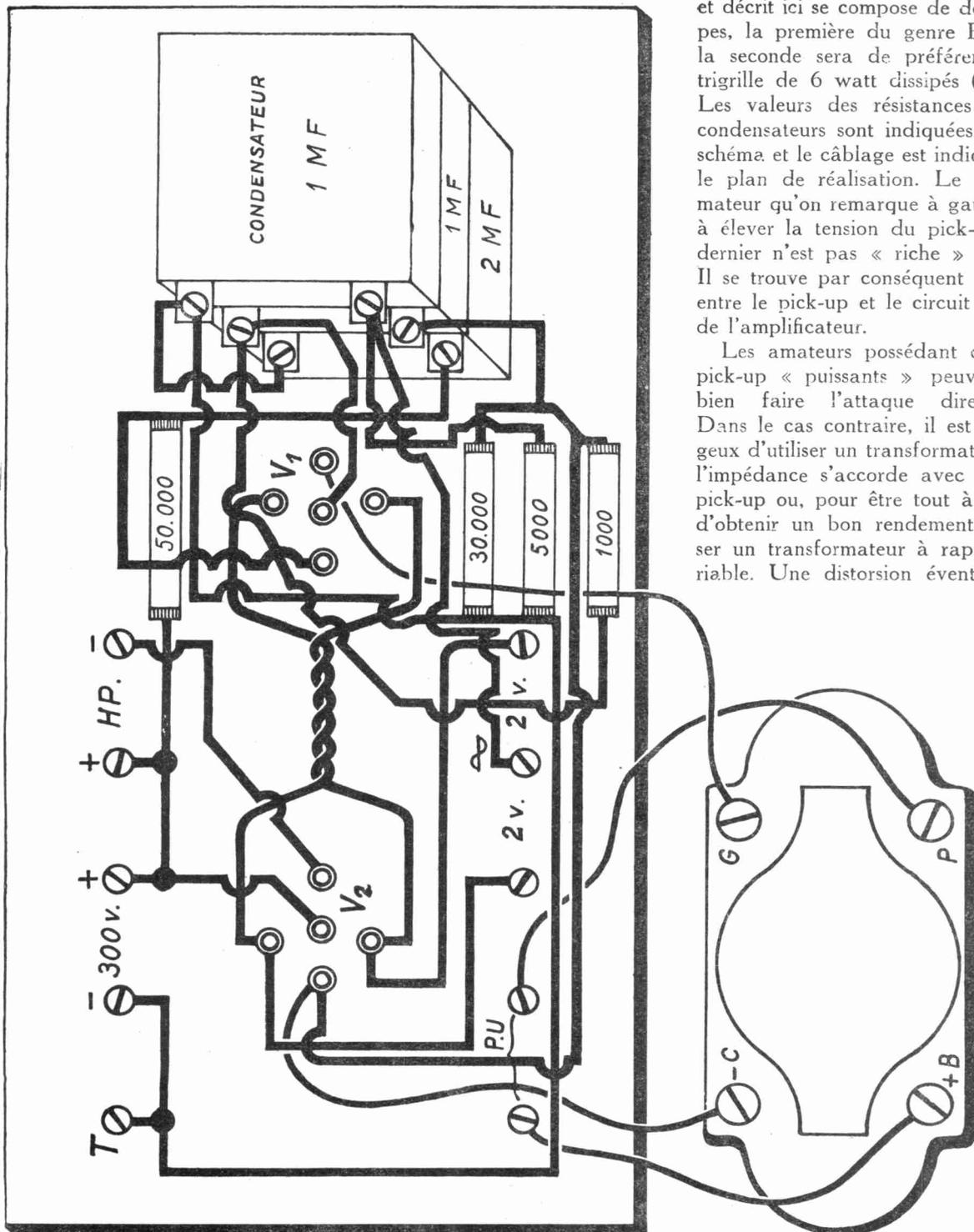


Fig. 6. — Plan de réalisation du Cathodyne en *grandeur nature*. Le transformateur d'entrée indiqué à droite est placé dans le fond de l'ébénisterie et relié à la plaque supérieure par quatre fils souples.

et décrit ici se compose de deux lampes, la première du genre E 424 et la seconde sera de préférence une trigrille de 6 watt dissipés (C 443). Les valeurs des résistances et des condensateurs sont indiquées dans le schéma et le câblage est indiqué dans le plan de réalisation. Le transformateur qu'on remarque à gauche sert à élever la tension du pick-up si ce dernier n'est pas « riche » en volts. Il se trouve par conséquent connecté entre le pick-up et le circuit d'entrée de l'amplificateur.

Les amateurs possédant déjà des pick-up « puissants » peuvent très bien faire l'attaque directement. Dans le cas contraire, il est avantageux d'utiliser un transformateur dont l'impédance s'accorde avec celle du pick-up ou, pour être tout à fait sûr d'obtenir un bon rendement, d'utiliser un transformateur à rapport variable. Une distorsion éventuelle ne

pourrait guère être produite par un tel transformateur étant donné l'absence du courant permanent.

A titre documentaire, signalons que nous employons le nouveau pick-up Philips (4075) avec le transformateur basse fréquence de la même marque.

Les 3 condensateurs, fixés à droite de la lampe d'entrée sont isolés à 600 volts (tension d'essais continu).

Sur le même panneau nous avons placé 10 bornes dont cinq sur chaque côté. Sur l'un des deux côtés se trouvent les bornes pour le haut-parleur, l'alimentation haute tension et la terre, tandis que les bornes de l'autre côté correspondent aux connexions du chauffage des lampes ainsi qu'aux fils d'entrée du pick-up. L'alimentation de cet amplificateur miniature se compose d'une tension anodique de 300 volts, 30 milliampères et d'une source de chauffage de  $2 \times 2$  volts, 2 ampères, qui est généralement prise sur un enroulement spécial du transformateur de la tension anodique.

Nous ne décrivons pas la réalisation d'une telle alimentation que la plupart des amateurs possèdent déjà, soit pour alimenter un récepteur ou même un autre amplificateur.

Nous avons employé le *Dynogène* décrit dans le n° 82 de *La T. S. F. pour Tous* ; cette boîte d'alimentation s'adapte d'une façon parfaite à notre amplificateur.

L'appareil décrit ici fait partie de la catégorie des amplificateurs à courant continu ; une déformation n'est donc guère possible si l'ensemble est correctement monté.

Son utilisation pour les essais de cellules photo-électriques et même pour la télévision est par conséquent tout indiqué. Nous aurons le plaisir de vous entretenir ultérieurement de l'emploi de cet amplificateur en télévision.

R. ASCHEN,  
*Ingénieur électricien.*

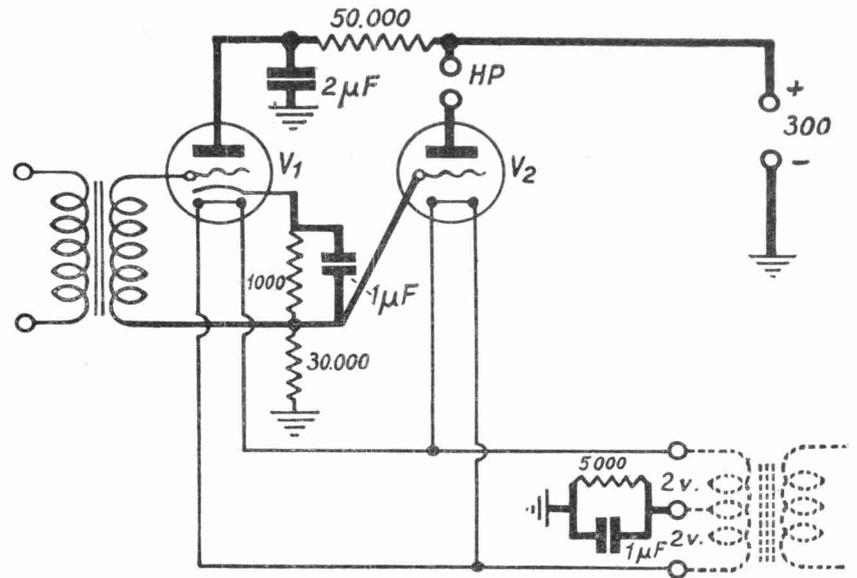


Fig. 7. — Schéma de principe complet du *Cathodyne* avec son transformateur d'entrée.

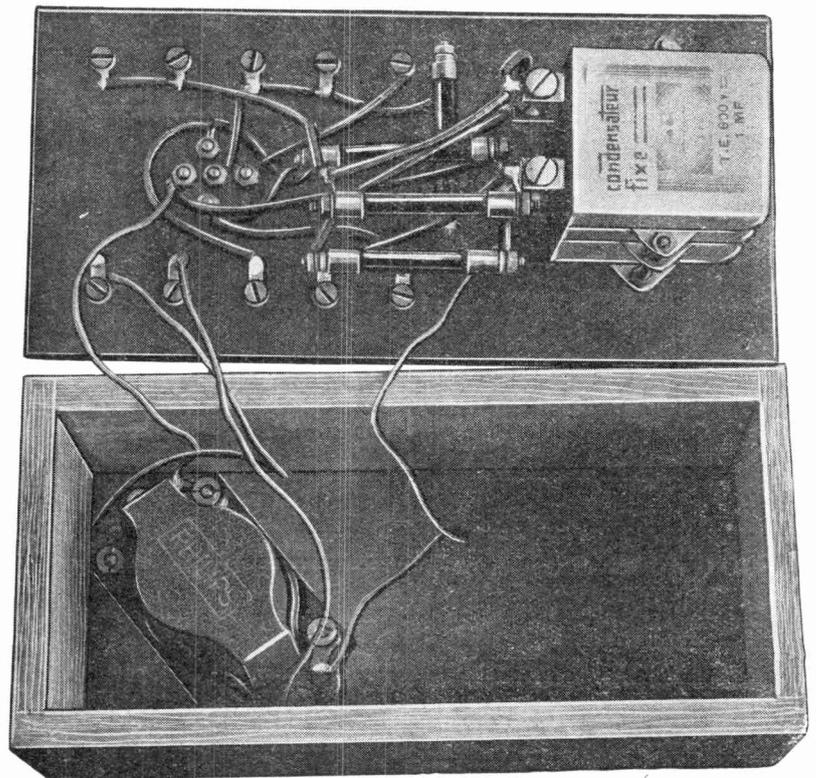


Fig. 8. — Vue intérieure du *Cathodyne*, le panneau supérieur étant rabattu et vu par dessous.

# LA FIDÉLITÉ DE LA REPRODUCTION

## Les exigences des amateurs.

Il est un genre d'auditeur qui, croyons-nous, tend graduellement à disparaître. C'est l'amateur des records de distance qui cherche à recevoir autant de postes que possible, surtout les plus éloignés, sans s'inquiéter de la valeur musicale de sa réception. Ce genre d'amateur s'oriente tôt ou tard vers les ondes courtes, qui lui fournissent un champ d'expériences beaucoup plus vaste. Cela ne veut pas dire que les auditeurs se contentent en général de l'écoute de quelques stations rapprochées, au contraire presque tous exigent de leur appareil la réception des principales stations européennes, mais ils exigent aussi que la reproduction soit telle que ces émissions aient une valeur musicale, ou tout au moins récréative, et non pas uniquement un intérêt sportif...

Les récents progrès de la technique de la réception, et les grandes puissances employées à l'émission rendent possible ce résultat dans la plupart des cas, et l'on peut dire que la reproduction qui peut être obtenue aujourd'hui d'une station éloignée de cinq cents ou mille kilomètres est meilleure que celle d'une émission locale il y a quelques années, si l'on ne tient pas compte, bien entendu, des parasites et brouillages extérieurs qui sont, malheureusement, difficiles à éliminer.

## La perfection n'est pas possible.

Avant d'aller plus loin il serait peut-être utile de déterminer ce qu'il faudrait entendre par une reproduction parfaite. Il est évident que la perfection absolue ne sera jamais atteinte, mais puisque c'est par l'oreille que se fait le jugement définitif, toute

reproduction qui donne l'illusion exacte de l'original peut être considérée comme une perfection relative et suffisante. Pour la même raison l'élément personnel y joue un rôle important et c'est ce qui rend difficile toute définition de ce qui constitue un degré de perfection vraiment satisfaisant.

Nous écartons ici toute question de distorsion d'amplitude due à une lampe surchargée (détectrice ou basse fréquence) ou à la mauvaise qualité de l'amplificateur. Ce genre de distorsion est inadmissible et ne doit jamais avoir lieu dans un appareil bien établi. La distorsion de fréquence, par contre, est toujours présente dans une mesure plus ou moins grande, et il est bon de se demander jusqu'à quel point elle peut être tolérée.

## Les limites d'audibilité.

La gamme des sons audibles s'étend, pratiquement, de 20 périodes par seconde jusqu'à une limite supérieure de 20.000 périodes environ; cette limite varie d'ailleurs beaucoup suivant les personnes, et n'atteint souvent pas cette valeur.

La limite supérieure de fréquences acoustiques reproduites par un récepteur se rattache de près à la sélectivité de l'appareil, et les deux questions dépendent, en somme, l'une de l'autre. Nous reviendrons tout à l'heure sur cet aspect de la reproduction.

La qualité musicale de l'audition dépend des limites entre lesquelles l'ensemble récepteur reproduit toutes les fréquences dans leurs proportions correctes. Disons tout de suite qu'un récepteur capable de rendre avec une fidélité parfaite toutes les fréquences comprises entre 40 et 15.000 périodes serait d'une qualité musicale rarement atteinte, et ce n'est pourtant

pas difficile d'établir un amplificateur et un haut-parleur capables de couvrir cette gamme.

## Les notes graves.

En ce qui concerne la limite inférieure des fréquences reproduites, celle-ci dépend essentiellement du haut-parleur et, dans une mesure moins grande, de l'amplificateur basse fréquence. Les haut-parleurs magnétiques sont les moins bons à ce point de vue et ne rendent pas en général les fréquences inférieures à 100, environ. Les haut-parleurs magnéto-dynamiques et dynamiques descendent jusqu'à 50 périodes et même en dessous, et en pratique ce résultat est déjà excellent. La plupart des récepteurs modernes munis de ce genre de haut-parleur sont donc satisfaisants au point de vue des notes graves, mais il n'en est pas toujours de même des notes aiguës qui perdent souvent leur timbre naturel par la suppression d'une partie plus ou moins grande de leurs harmoniques.

Il y a là d'ailleurs une question de proportion, et tel récepteur qui pour une raison ou pour une autre manque de notes graves paraîtra d'autant plus grêle que les notes aiguës sont plus accentuées. L'auditeur mettra alors souvent un « filtre de tonalité » (simple condensateur) sur son haut-parleur pour atténuer les notes aiguës, et il se félicitera peut-être d'obtenir par ce moyen un son « moelleux ». Ce n'est là qu'un pis-aller et la reproduction n'aura pas la vie et l'ampleur qu'elle pourrait avoir en conservant les fréquences élevées et en cherchant à améliorer le rendement pour les notes graves.

Il faut dire aussi que l'oreille s'accoutume assez facilement d'une certaine distorsion de fréquence (si elle n'est pas trop grande) et par habi-

tude on préférera en général le récepteur qu'on est accoutumé à entendre plutôt qu'un autre dont la reproduction est en vérité meilleure. C'est ainsi qu'on entend quelquefois dire par un amateur qu'il préfère son diffuseur 1925 au plus récent des dynamiques. Son oreille est tellement habituée à la distorsion de son haut-parleur qu'une reproduction naturelle lui paraît, par comparaison, déformée. Mais qu'il mette de côté son diffuseur et qu'il n'écoute pendant une semaine que le meilleur des dynamiques; qu'il reprenne ensuite son ancien haut-parleur et il se demandera comment il lui fut jamais possible d'en être satisfait.

### L'importance de l'intensité sonore.

Il y a une autre considération qui a une grande influence sur le naturel de la reproduction radiophonique ou phonographique. C'est le niveau de l'intensité, dont l'importance est plus grande qu'il n'est généralement admis. Prenons par exemple le cas de la transmission d'un orchestre symphonique; admettons que l'émission soit parfaite et que le récepteur puisse reproduire d'une façon naturelle toutes les fréquences musicales. Même dans ce cas la reproduction ne donnera pas l'illusion de la réalité si le niveau d'intensité à la réception ne se rapproche pas de l'intensité sonore dans la salle de concert, car la sensibilité relative de l'oreille aux diverses fréquences varie suivant l'intensité du son. Pour les faibles intensités sa sensibilité décroît beaucoup plus rapidement aux basses fréquences et aux très hautes fréquences que vers le milieu de la gamme. Par conséquent, toute réduction du volume à la réception modifiera l'intensité relative aux différentes fréquences et aura un effet fâcheux sur la reproduction.

Malheureusement il n'est pas toujours possible d'avoir une audition dont l'intensité est égale à celle de

l'original car, même si la lampe de sortie est prévue dans ce but, les dimensions et l'acoustique de la chambre limitent l'intensité qu'il est possible de supporter confortablement.

### Les inconvénients de la polarisation automatique.

Avant de quitter les basses fréquences nous voulons signaler une cause fréquente de perte des notes graves qui provient de la polarisation automatique de grille de la lampe de sortie. Considérons le schéma de la figure 1. Si le condensateur C a une trop faible valeur, sa réactance aux plus basses fréquences sera grande par rapport à la résistance de polarisation R. Les variations de tension aux bornes de cette résistance dues aux courants de basse fréquence seront donc appliquées sur la grille de la lampe et seront en opposition à celles qui arrivent par le transformateur de liaison, et l'amplification sera ainsi diminuée. Il faut que le condensateur C soit assez

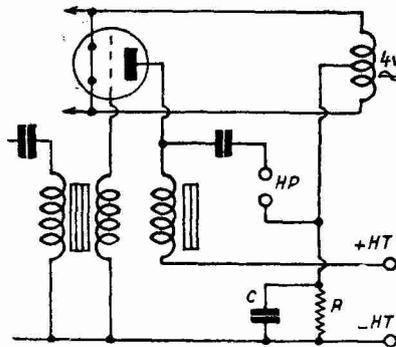


Fig. 1. — Mauvaise méthode de polarisation par résistance R; il est nécessaire d'adopter une valeur élevée pour le condensateur C.

grand pour court-circuiter virtuellement la résistance au point de vue des courants alternatifs de basse fréquence. Mais on emploie souvent un condensateur de 1 ou 2 microfarads seulement. Or, un condensateur de  $1 \mu\text{F}$  a une réactance de 3.000 ohms, environ, à 50 périodes, et cette valeur est par conséquent très insuffi-

sante. Même avec une capacité de  $8 \mu\text{F}$  une perte appréciable des notes graves peut avoir lieu, si le haut-parleur permet la reproduction des plus basses fréquences.

Pour éviter la dépense supplémentaire qu'entraîne un condensateur de grande capacité on emploie souvent le montage de la figure 2. Ici, le circuit de grille est découplé par la résistance  $R_1$  de quelques dizaines de milliers d'ohms, et par rapport à cette valeur la réactance du condensateur  $C_1$  de  $1 \mu\text{F}$  est faible. Cependant ce montage n'est efficace que lorsque les circuits primaire et secondaire du transformateur de liaison sont indépendants. Si l'on emploie le montage à auto-transformateur à alimentation parallèle le circuit formé par le primaire du transformateur, le condensateur de couplage et l'espace cathode-plaque de la lampe précédente se trouve en dérivation sur la résistance de découplage et réduit son efficacité. Il peut même se produire, dans ce cas, des effets de réaction à basse fréquence (fig. 3).

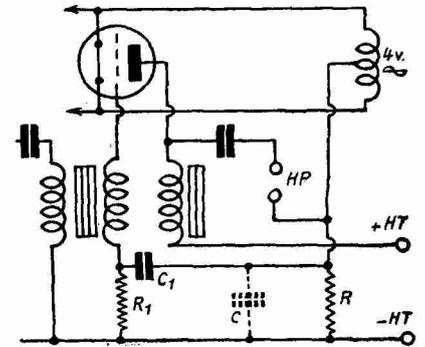


Fig. 2. — Avec le schéma ci-dessus, en découplant le circuit de grille par une résistance  $R_1$ , on peut se contenter d'une petite valeur pour le condensateur C.

Ajoutons encore que dans la figure 2 le condensateur C dessiné en pointillé doit subsister si le retour du haut-parleur se fait sur le positif ou le négatif de la haute tension, mais il n'est pas nécessaire si le haut-parleur revient directement sur la cathode, comme c'est le cas dans la figure.

**Note fondamentale et harmonique.**

Considérons à présent l'autre extrémité de la gamme musicale, c'est-à-dire les notes aiguës. Il n'est pas nécessaire, heureusement, d'étendre jusqu'à 20.000 périodes les fréquences reproduites par le récepteur pour

me, troisième, quatrième, etc., qui sont elles-mêmes des vibrations de fréquence double, triple, quadruple, etc., de la fréquence de l'onde fondamentale (voir figure 4). Les ondes fondamentales des notes les plus aiguës de la musique ne dépassent guère 4.000 périodes (exception faite de l'orgue), mais les harmoniques de ces

instruments sont de toute importance même jusqu'à la cinquième et s'étendent par conséquent jusqu'à 20.000 périodes.

Un récepteur qui ne rend pas les fréquences supérieures à 3.000, par exemple, ne permettrait pas de distinguer entre le violon et la flûte, et puisque les harmoniques du violon sont les plus importantes cet instrument donnera à peu près la même impression que la flûte.

Nous avons dit que les fréquences aussi élevées que 20.000 ne sont pas indispensables à une reproduction presque parfaite, car l'oreille elle-même est peu sensible à cet ordre de fréquences. Mais une reproduction vraiment satisfaisante au point de vue musical ne peut être obtenue si la gamme de fréquences du récepteur n'atteint pas au moins 10.000, ou mieux 12.000 périodes. Avec cette limite, les principaux instruments d'un orchestre peuvent être reproduits sans distorsion dans les proportions suivantes : cinq sixièmes du piano et de la harpe, deux tiers de la viole, la moitié du violon, un tiers du hautbois,

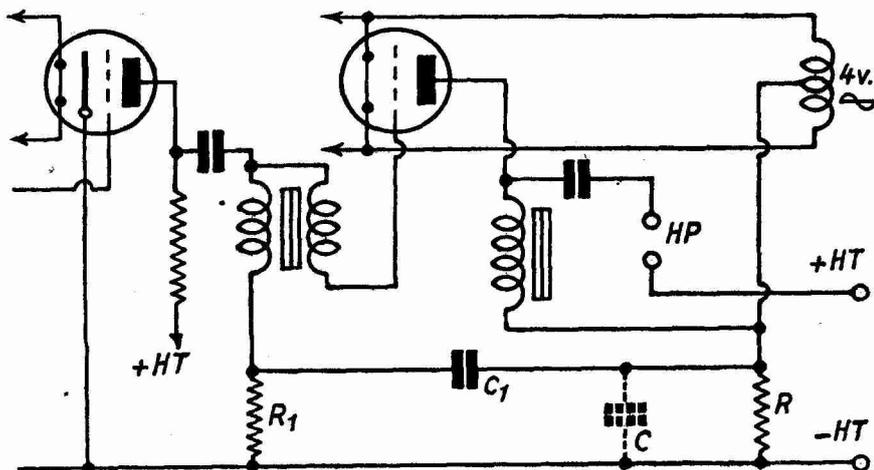


Fig. 3. — Circuit de liaison par auto-transformateur rendant moins efficace le système de découplage de la figure 2

avoir l'illusion de la réalité. Nous disons heureusement, car la plupart des amplificateurs et haut-parleurs sont loin d'atteindre ce résultat, et les postes de T. S. F., pour autant qu'ils soient quelque peu sélectifs, ne reproduisent en général pas, ou du moins d'une façon très atténuée, les fréquences supérieures à 5.000 environ. Or, cette limite de 5.000 périodes est franchement insuffisante pour la reproduction des harmoniques élevées de la musique, qui sont essentielles pour conserver le timbre de certains instruments.

On sait, en effet, que les ondes sonores produites par les divers instruments musicaux ne sont pas des ondes sinusoïdales pures, mais une résultante de la superposition de la vibration fondamentale (qui détermine la note) et, dans une proportion plus ou moins grande suivant les instruments, les harmoniques deuxiè-

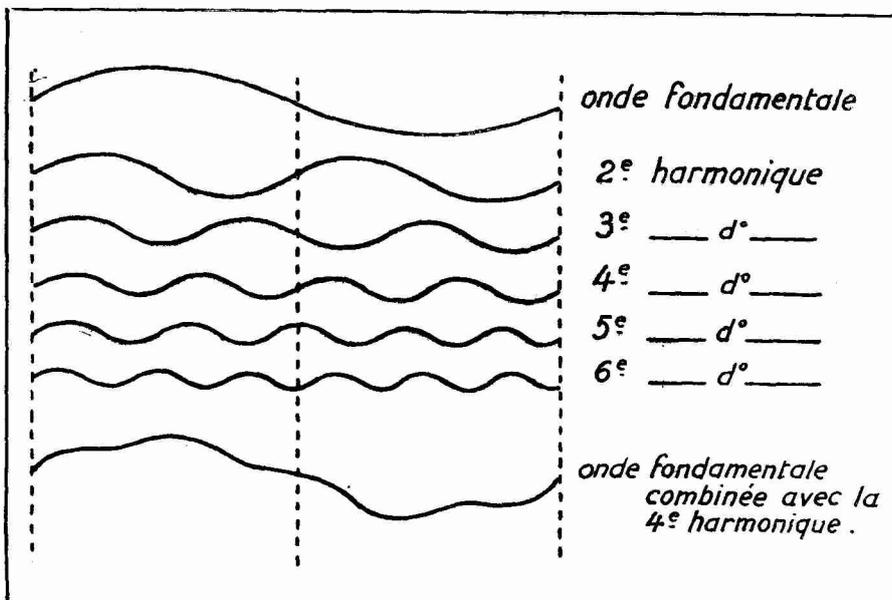


Fig. 4. — Fréquences fondamentale et harmoniques d'une onde musicale. L'onde résultante est un mouvement vibratoire de même période que la fondamentale, mais elle est, en quelque sorte, modulée par les harmoniques. En bas, à titre d'exemple, l'onde fondamentale modulée par la 4<sup>e</sup> harmonique.

deux tiers du cor anglais et de la clarinette. La petite distorsion qui subsiste est alors imperceptible en pratique, et le résultat serait déjà très supérieur à celui de la plupart des récepteurs actuellement en usage.

### Les notes aiguës et la sélectivité.

Malheureusement, il est très rare qu'il soit possible de profiter d'une gamme de fréquences aussi large, même quand le haut-parleur le permet, car la séparation des stations n'est que de 9 kilocycles et, à moins d'émettre une émission locale assez puissante, il résultera fatalement un brouillage par modulation et un sifflement d'interférence à 9.000 périodes (hétérodynage des ondes porteuses). Si l'on supprime donc les fréquences élevées à partir de 9.000 périodes afin d'éviter le brouillage, la reproduction sera en théorie moins bonne, quoique encore assez satisfaisante en pratique. Si enfin la bande de fréquence reproduite est limitée à 5.000 cycles, le rendement au point de vue musical est sensiblement moins bon. Dans ces conditions, l'atténuation des harmoniques aura un effet nuisible pour un tiers de la gamme du piano, de la harpe et du trombone, cinq sixièmes du violon, deux tiers de la clarinette, la moitié du violoncelle et une grande proportion du hautbois.

On voit donc qu'il est difficile d'obtenir une sélectivité suffisante avec une fidélité de reproduction musicalement satisfaisante. Il fallait jus-

qu'à présent faire un compromis, et il faut dire qu'en général, c'est la qualité musicale de l'appareil qui en souffrait le plus.

### Le contrôle et la correction de la tonalité.

Il semblerait que pour avoir toujours et dans des conditions très variables la plus grande fidélité compatible avec le degré de sélectivité nécessaire, il faudrait pouvoir modifier à volonté la limite des fréquences reproduites. Le récepteur serait établi,

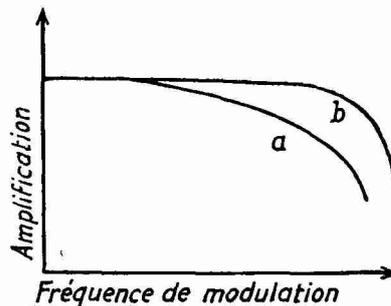


Fig. 5. — Atténuation des notes aiguës obtenue par un simple condensateur (courbe a), et par un filtre (courbe b).

par exemple, pour rendre normalement toutes les fréquences jusqu'à 12.000 et même au-dessus. On en profitera quand les conditions locales le permettent. D'autre part, le poste serait muni d'un filtre à deux réglages par lequel on supprimerait à volonté toutes les fréquences à partir de 9.000 (sélectivité moyenne) ou à partir de 5.000 (grande sélectivité), suivant l'importance du brouillage.

On obtient un résultat semblable par l'emploi d'un réglage de la tona-

lité formé par un condensateur en série avec une résistance variable, comme on en voit souvent sur les récepteurs américains. Mais ce genre de contrôle de la tonalité donne une atténuation graduelle des notes aiguës et non pas, comme c'est le cas d'un filtre (self et capacité), une atténuation brusque à partir d'une certaine fréquence bien déterminée, ce qui semble préférable (fig. 5).

On se demandera peut-être comment il serait possible d'établir un récepteur suffisamment sélectif pour recevoir dans les plus mauvaises conditions et sans brouillage les stations éloignées, mais qui permet, le cas échéant, la reproduction des fréquences de l'ordre de 12.000 périodes. Cela devient possible grâce à un procédé qui a été pendant longtemps négligé et qui permet, sinon la résolution complète du problème, du moins une amélioration considérable du rendement des notes aiguës dans un récepteur très sélectif. C'est la *correction de la tonalité*, dont nous avons exposé les principes dans le n° 89 de *La T. S. F. pour Tous*, et grâce à laquelle, nous le rappelons, les fréquences musicales élevées sont amplifiées davantage que les notes graves dans la partie basse fréquence du récepteur, afin de corriger la distorsion de fréquence amenée par la sélectivité des circuits d'accord.

Nous reviendrons dans un prochain article sur cette question, en donnant quelques schémas et des indications sur son application pratique.

O. MAUGHAM.



# Résultats du Concours des Fragments d'Annonces

Le concours annoncé dans les numéros 86 et 87 de *La T. S. F. pour Tous* nous a valu plusieurs milliers de réponses dont le dépouillement a pris un temps considérable.

Les fragments ont été découpés dans les annonces de telle sorte que leur identification exigeait de la part de nos lecteurs une solide dose de patience et de sagacité. Aussi, convient-il de féliciter tout particulièrement les concurrents qui ont pu vaincre toutes les difficultés et embûches pour déterminer les noms des douze annonces d'où ont été extraits les fragments publiés.

Que ceux qui n'ont pu trouver la solution juste se consolent en pensant que succomber dans une lutte trop difficile n'est point déshonorant... Nous ouvrirons bientôt un autre concours, moins difficile, dans lequel ils pourront tenter leur chance avec plus de succès.

Voici la solution juste du concours :

PHILIPS.  
RYVA.  
ORION-RADIO.  
OXYVOLT M. S. V.  
GIRESS-REXOR.  
MÉTAL-MAZDA-RADIO.  
ALSTHOM.  
CLÉBA-ALTER.  
RADIOFOTOS.  
MIKADO.  
VISSEAUX-RADIO.  
HEWITTIC.

Et voici la liste des heureux lauréats avec indication des primes qui leur sont décernées :

- MM.
1. Gaëtan Brand, à Paris ; lampe B. 442 Philips.
  2. A. Lerat, à Paris ; lampe B. 424 Philips.
  3. André Levreux, à Montrouge (Seine) ; lampe B. 443A Philips.
  4. Robert Duran, à Bordeaux ; lampe R. O. 4320 Visseaux.
  5. Dr Schmid, à Leysin (Suisse) ; lampe R. O. 4320 Visseaux.
  6. R. Guibert, à Fougères (I.-et-V.) ; lampe R. O. 4305 Visseaux.

7. E. Fourmilleau, à St-Gratien (S.-et-O.) ; lampe R. O. 4305 Visseaux.

8. L. Pech, à Lyon ; lampe R. O. 4181 Visseaux.

9. P. Fontaine, à Charleville ; lampe R. O. 4181 Visseaux.

10. R. Malétras, à Rouen ; valve Valvix 1204 Visseaux.

11. M<sup>lle</sup> Nicole Le Roy, à Annet-sur-Marne (S.-et-M.) ; une valve Valvix 1204 Visseaux.

12. Capitaine de Frégate Héret, à Lorient ; transf. B.F. marque M. C. B.

13. A. Bérart, à Paris ; potentiomètre Rexor 5.000 ohms.

14. M. Buvat, à Paris ; volume-contrôl Rexor de 50.000 ohms.

15. Châble, à Macé (Orne) ; volume-contrôl Rexor de 100.000 ohms.

16. L. Siame, à Villiers (P.-de-C.) ; rhéostat Rexor de 20 ohms.

17. Chartier, à Paris (XII<sup>e</sup>) ; potentiomètre Rexor de 500 ohms.

18. F. Page, à Tamines (Belgique) ; support de lampe-secteur Rexor.

19. R. Beaudoin, à Petit-Quevilly (S.-I.) ; support de lampe-secteur Rexor.

20. J. Samat, à La Croix-de-Bontar (Var) ; support de lampe-secteur Rexor.

21. A. Meylan-Chamouton, à Brassus (Suisse) ; support de lampe-secteur Rexor.

22. L. Labarre, à Marseille ; support de lampe-secteur Rexor.

23. J. Bérodièr, à Hussein-Dey (Alger) ; support de lampe-secteur Rexor.

24. M. Igout, à Arques-la-Bataille (S.-I.) ; bouchon-intercept Mikado.

25. M. Dyer, à Viroflay (S.-et-O.) ; bouchon-intercept Mikado.

26. R. Renaud, à Caudéran (Gironde) ; bouchon-intercept Mikado.

27. A. Brunot, à Marseille ; bouchon-intercept Mikado.

28. G. Moyse, à Bordeaux ; bouchon-intercept Mikado.

29. A. Lopès, à Nanterre (Seine) ; bouchon-intercept Mikado.

30. R. Belle, à Ste-Radegonde (I.-et-L.) ; bouchon-intercept Mikado.

31. J. Dumortier, à Tourcoing (Nord) ; bouchon-intercept Mikado.

32. F. Chagnon, à Groslay (S.-et-O.) ; bouchon-intercept Mikado.

33. M<sup>me</sup> Jeanne Persillet, à Groslay (S.-et-O.) ; bouchon-intercept Mikado.  
 34. R. Poulin, à Vincennes ; bouchon-intercept Mikado.  
 35. Pargny, à Paris, bouchon-intercept Mikado.  
 36. A. Laplace, à Oloron-Ste-Marie (B.-P.) ; bouchon-intercept Mikado.  
 37. S. Mihat, à Lille ; bouchon-intercept Mikado.  
 38. J. Galinotti, au Perreux (Seine) ; bouchon-intercept Mikado.  
 39. R. Demesmay, à Besançon ; bouchon-intercept Mikado.  
 40. A. Collard, à Villeurbanne (Rhône) ; bouchon-intercept Mikado.  
 41. A. Joly, à St-Dié (Vosges) ; bouchon-intercept Mikado.  
 42. P. Hamel, à St-Germain-de-Tallevende (Calvados) ; bouchon-intercept Mikado.  
 43. R. Hébiard, à Montpellier ; bouchon-intercept Mikado.  
 44. M. Mahias, à Petit-Quevilly (S.-I.) ; volume-contrôl V. Alter 50.000 ohms.  
 45. L. Castel, à Roubaix ; résistance pour pick-up V. Alter.  
 46. A. Charles, à Caudéran (Gironde) ; résistance C V Alter de 30.000 ohms à 4 colliers.  
 47. G. Cledasson, à Limoges ; résistance V. Alter de 2 mégohms.  
 48. R. Pradeau, à Limoges ; résistance V. Alter de 3 mégohms.  
 49. P. Meyer, à Algrange (Moselle) ; condensateur D de 0,25/1.000 V. Alter.

50. G. Lignon, à Coudekerque-Branche (Nord) ; résistance N 40 de 5.000 ohms V. Alter.  
 51. L. Bos, à Rouen ; résistance N 40 de 5.000 ohms V. Alter.  
 52. R. Sabourin, à Pas-de-Jeu (Deux-Sèvres) ; condensateur de 1/1.000 V. Alter.  
 53. M. Titimal, à Annœullin (Nord) ; condensateur de 1/1.000 V. Alter.  
 54. M<sup>me</sup> Louise Deleuze-Nougaret, à Murviel-les-Montpellier (Hérault) ; résistance bobinée BB de 1.000 ohms V. Alter.  
 55. Othon Réfond, à Kembs-Lœchle (H.-R.) ; résistance de 2 mégohms V. Alter.  
 56. P. Croizier, à Rioux (Ch.-I.) ; résistance sous émail de 15.000 ohms, 35 mA V. Alter.  
 57. J. Margouirès, à Tarascon (B.-du-R.) ; condensateur de 5/1.000 V. Alter.  
 58. M. Fernet, à Epinay (Seine) ; résistance de 3 mégohms V. Alter.  
 59. F. Lobry, à Beaudignies (Nord) ; résistance C 40 de 20.000 ohms V. Alter.  
 60. H. Porrat, à Lyon ; résistance C 40 de 20.000 ohms V. Alter.  
 61. M<sup>me</sup> Lucienne Arniaud, à Marseille ; résistance BC de 1.000 ohms à curseur V. Alter.  
 62. C. Rabatel, à Lyon ; résistance sous émail de 1.000 ohms, 90 mA V. Alter.  
 63. Le Gras de Marillac, à Amiens (Somme) ; un vol. « Les Progrès des Superhétérodynes », par P. Hemardiquer.

*Les 60 personnes désignées dans la liste ci-dessous gagnent chacune une résistance Stabilité (modèle 2) dont ils peuvent choisir la valeur entre 1.000 ohms et 3 mégohms. Pour recevoir la résistance, écrire, en indiquant la valeur choisie, aux Etablissements Radio-Vicco, 40, rue Denfert-Rochereau, Paris (V<sup>e</sup>).*

64. Pierre Feuillerat, à Bordeaux. — 65. Paul Pautier, à Paris. — 66. H. Allais, à Château-Thierry (Aisne). — 67. R. Couturand, à Colombes (Seine). — 68. A. Sauvol, à Vernon (Eure). — 69. J. Coudreau, à La Chapelle-St-Laurent (Deux-Sèvres). — 70. E. Barbieux, à Maiscron (Belgique). — 71. R. Ducoulombier, à Marseille. — 72. A. Hubert, à Clichy-sous-Bois (S.-et-O.). — 73. L. Chapuis, à Pont-de-Chéruy (Isère). — 74. Pittorino, à Philippeville (Algérie). — 75. Collinet, à Cirey-s.-Vezouze (M.-et-M.). — 76. J. Gilly, à Miramar (B.-du-R.). — 77. E. Gillet, à St-Maurice-de-Beynost (Ain). — 78. H. Volkart, à Lunéville (M.-et-M.). — 79. R. Pirotte, à Verviers (Belgique). — 80. M. Turpin, à Ksara (Liban). — 81. G. Sawann, à Beyrouth (Liban). — 82. M. Nez, à Noyon (Oise). — 83. M. Taugeron, à Pont-Rousseau (L.-I.). — 84. J. Maurin, à Gentilly (Seine). — 85. H. Bourdon, à Bully-les-Mines (P.-de-C.). — 86. M. Alix, à Isle-Adam (S.-et-O.). — 87. J. Chambat, à Pont-du-Château (P.-de-D.). — 88. M. van Grembergh, à Marchienne-au-Pont (Belgique). — 89. E. Penders, à Verviers (Belgique). — 90. A. Chouquet, à Asnières (Seine). — 91. G. Bagdat, à Bucarest (Roumanie). — 92. N. Ber-

- trand, à Marseille. — 93. Chara Saraf, à Stamboul (Turquie). — 94. L. Fauque, à Marseille. — 95. F. Gloux, à Paris. — 96. E. Fournier, à Roubaix (Nord). — 97. Ch. Boéri, à Toulon (Var). — 98. H. Guivalot, à St-Etienne-de-Rouvray (S.-I.). — 99. A. Nyssen, à St-Quentin (Aisne). — 100. M. Albinet, à Marseille. — 101. Paul Lefèvre, au Vésinet (S.-et-O.). — 102. W. Nicolaeff, à Paris. — 103. F. Helbert, à Segré (M.-et-L.). — 104. A. Le Restif, à la Croix-de-Bermy (Seine). — 105. A. Pastorel, à Monte-Carlo (Monaco). — 106. de Douhot, à Dunkerque. — 107. A. Fouché, à Vincennes (Seine). — 108. E. Toanen, à Bourbriac (C.-du-N.). — 109. Marignac-Drompt, à Nice (A.-M.). — 110. R. Guillaume, à Marcoing (Nord). — 111. M. Braconnier, à Aubry (Nord). — 112. A. Werly, à Louvie-Juzon (B.-P.). — 113. Challiot, à Meaux (S.-et-M.). — 114. A. Loyez, à Paris. — 115. H. Baents, à Tervueren (Belgique). — 116. Sanois, à Paris (XX<sup>e</sup>). — 117. H. Fabre, à Douai (Nord). — 118. R. Heitzler, à Romilly-sur-Seine (Aube). — 119. J. Bouteloup, à Avignon (Vaucluse). — 120. — J.-L. Mezquita, à Madrid (Espagne). — 121. Ph. Roy, à Alger. — 122. G. Lainé, à Paris (XVIII<sup>e</sup>). — 123. J. Mouret, à Limoges (H.-V.).

## CHEZ LES CONSTRUCTEURS

### **Les nouvelles lampes « Série T »**

La « Radiotechnique » vient de lancer sur le marché une série de nouvelles lampes, la série « T », qui sont munies des derniers perfectionnements réalisés à l'heure actuelle. Ces lampes sont caractérisées en général par une pente très élevée et une faible capacité interne, il en résulte un gros gain d'amplification par étage qui permet d'améliorer considérablement le rendement des récepteurs. L'utilisation de ces nouvelles lampes facilite la modernisation des anciens appareils et donne aux usagers la faculté de bénéficier, au maximum, des avantages de la radiodiffusion.

En haute fréquence, la T. E. 52 se recommande particulièrement ; c'est une lampe à grille écran, destinée à être alimentée par le secteur alternatif ; elle est établie suivant le principe du chauffage indirect. Sa cathode a un grand pouvoir émissif, ce qui permet un flux électronique intense, son inclinaison est

extrêmement élevée (3 mA. par volt), il en résulte un gain considérable d'amplification, ce qui permet d'augmenter la sélectivité en facilitant le découplage des circuits. Un autre avantage de cette lampe est d'être métallisée extérieurement, ce qui facilite le blindage.

La T. E. 24 est une lampe à capacité interne très réduite, sa pente atteint la valeur de 3,5 mA. par volt ; l'amortissement est réduit au minimum ; il a été possible de réduire la capacité à cette valeur en éloignant, au maximum, la plaque de la grille. La nouvelle lampe T. E. 24 donne un gain sérieux d'amplification et une grosse diminution du bruit de fond ; cette lampe est également à chauffage indirect ; elle a sa place tout indiquée en détection.

La T. C. 45 est une penthode à chauffage direct, destinée à équiper le dernier étage des postes de réception ; c'est une lampe à très

haut rendement qui assure le maximum de puissance dans le haut-parleur ; elle se recommande précédée de transformateurs du rapport 1/3, et suit avantageusement un étage équipé avec une T. C. 24. Grâce à sa conception, cette lampe élimine toute distorsion ; ses qualités musicales la recommandent à l'attention des amateurs. Elle convient pour les haut-parleurs électromagnétiques ; elle peut également servir à l'alimentation des dynamiques par l'intermédiaire d'un transformateur de sortie.

Les lampes de la série « T » peuvent s'alimenter avec la nouvelle valve V. 60 dont le débit est largement suffisant pour permettre de tirer le meilleur rendement d'un poste comprenant par exemple, en haute fréquence également, une T. E. 24 et en dernier étage une T. C. 43. On pourrait aussi avec cette valve prévoir un second étage haute fréquence équipé avec une T. E. 52.

---

## **ASSOCIATION FRANÇAISE DE TÉLÉVISION**

La prochaine séance de l'A. F. T. V. aura lieu le jeudi 30 juin à 20 h. 45 dans la salle de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, 44, rue de Rennes (Place Saint-Germain-des-Prés). Tous les lecteurs de « LA T. S. F. POUR TOUS » et de « LA TELEVISION » sont invités à assister à cette séance qui comprendra plusieurs communications avec démonstrations et projections. Ils seront admis dans la salle sur présentation du présent numéro qui tiendra lieu de carte d'invitation.

---

## **LA IV<sup>e</sup> EXPOSITION INTERNATIONALE DE T. S. F.**

Le Syndicat Professionnel des Industries Radio-Électriques de Lyon et de la Région renouvellera cette année encore son Exposition Internationale de T. S. F., Machines parlantes et Cinéma, qui connut, au cours des trois années précédentes, un si vif succès.

Cette manifestation, à laquelle la Foire de Lyon prêtera son concours habituel, se tiendra du 17 au 25 septembre au Palais de la Foire. Elle sera, comme par le passé, réservée aux constructeurs et agents exclusifs, ce qui garantit l'intérêt que les négociants et revendeurs auront à la visiter.

Une section de photographie, qui groupera les fabricants d'appareils, les photographes professionnels et les amateurs, viendra cette année accroître l'importance de l'Exposition et développer encore son caractère éducatif et artistique.

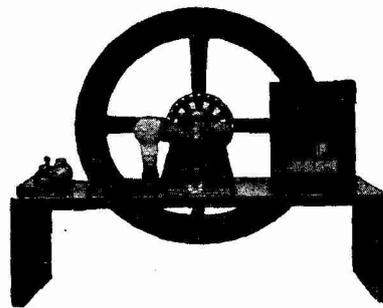
---

■ ■ ■

# OUVERTURE D'UN NOUVEAU RAYON DE TÉLÉVISION

RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION MONTÉ  
COMPLET, EN ORDRE DE MARCHÉ

LONGUEUR : 68 cm.  
LARGEUR : 25 cm.  
HAUTEUR : 62 cm.



PRIX :  
1.845 FRANCS

## PIÈCES DÉTACHÉES POUR TÉLÉVISION :

### Bâti support de l'appareil

En chêne massif, verni clair ou acajou verni tampon, bâti conçu spécialement pour supporter l'ensemble de réception sans vibrations parasites.

PRIX : 180 fr.

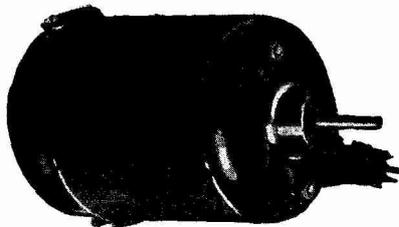
### Lampes au Néon

Philips. - Dimens. de la plaque 35×50 175 fr.  
Celsior. - » » » 20×40 125 fr.

**Disque de Nipkow**, Diamètre 51 cm. - Poids 75 grammes, d'où inertie minimum et synchronisation parfaite.

Centrage absolu garanti, découpé par bloc à colonnes, d'où LUMINOSITÉ MAXIMUM (découpe sans bavures).

Livré monté sur son moyeu en aluminium émaillé au four, noir mat . . . . . Prix : 145 fr.

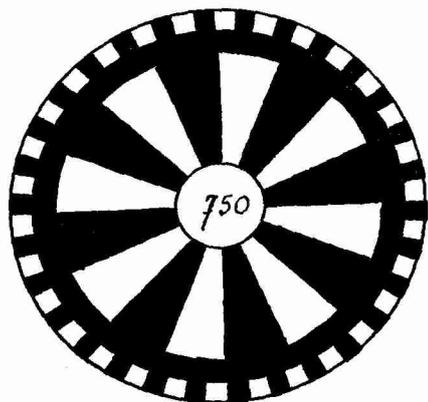


### Moteur spécial pour Télévision

Vitesse 750. - 1200 t/m, étudié spécialement, le seul monté sur roulement à billes et muni d'un dispositif ANTI-PARASITES breveté. Consommation 32 watts; livré émaillé noir et prêt à recevoir le dispositif SYNCHRONISEUR.  
PRIX : 550 fr.

Ets RADIO-AMATEURS, 46, rue Saint-André-des-Arts, PARIS (VI<sup>e</sup>)

# PIÈCES DÉTACHÉES POUR TÉLÉVISION



## Stroboscope pour réglage de vitesse.

Dispositif déposé permettant la synchronisation par la fréquence du secteur et par la fréquence d'analyse de l'image.

PRIX : 10 fr.

2 Lampes stroboscopiques avec supports. PRIX : 50 fr.

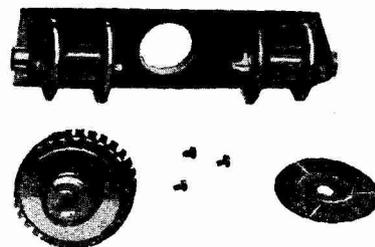
## Bâti support du Moteur.

Très robuste et ne vibrant pas, livré en tôle émaillée noire craquelée avec collier de serrage réglable. PRIX : 95 fr.

## Dispositif synchroniseur (Roue phonique LA COUR).

Servant à maintenir la vitesse du moteur rigoureusement en concordance avec celle du poste émetteur, roue de grande précision, feuilletée tôle silicium. Bobinage émaillé sous soie.

PRIX : 390 fr.

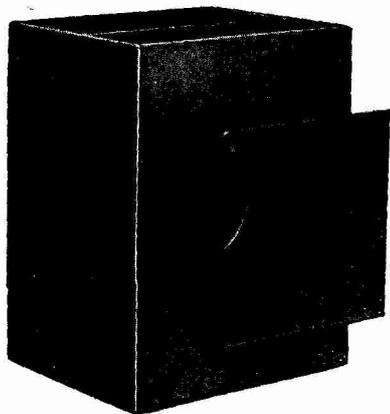


## Boîte optique (Modèle déposé).

La seule permettant la réception de toutes les émissions, chambre noire en tôle aluminium émaillée noir mat, très robuste, livrée avec CACHES AMOVIBLES, système optique à double lentille et pare-soleil.

Complet avec lentilles ..... PRIX : 240 fr.

2 Lentilles de rechange (bi-concave et plan convexe) . . . . . PRIX : 60 fr.



## Support de lampes au Néon

Support rigide avec écartement normal, hauteur du support permettant un centrage exact de la lampe.

PRIX : 10 fr.

## DÉMONSTRATIONS AUX HEURES DES ÉMISSIONS DE TÉLÉVISION

### Établissements **RADIO-AMATEURS**

46, Rue Saint-André-des-Arts - Paris (6<sup>e</sup>) - Métro : Saint-Michel

Compte chèques postaux Paris 67-27

Téléphone : Danton 48-26



La lampe à pente variable  
caractérise  
le récepteur moderne

# ◀ S. 4150 C ▶ **RADIOFOTOS**




---

**K = 500**  
**R = 500.000 ohms**  
**S = 1 mA/v**  
**Polar. = 1 à 15 v.**  
**Prix = 135 francs**

---

*Equiper un récepteur avec une ou plusieurs S. 4150 C c'est établir deux récepteurs en un seul : un récepteur pour les stations locales et un récepteur pour les stations éloignées.*

**Tous renseignements complémentaires gratuits sur demande**  
**Société des lampes FOTOS**  
**10, rue d'Uzès - PARIS**

*Lampes françaises, fabriquées en France, avec des capitaux français, par des ingénieurs et des ouvriers français*

*Qui'est-ce que le Pix?*



## **LE PIX ÉLIMINE TOUTE INTERFÉRENCE**

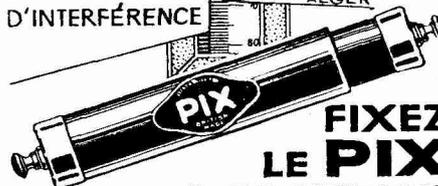
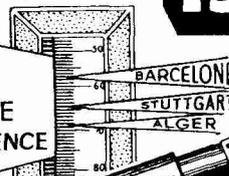
et donne à votre poste une sélectivité égale à celle d'un Super-Heterodyne.

**Aucun changement à faire à votre poste**  
Placez simplement LE PIX sur votre antenne. Réglez sur le Poste que vous désirez avec le PIX complètement fermé. Ensuite ouvrez progressivement jusqu'à élimination des stations trop puissantes qui vous gênent, puis réglez de nouveau sur le poste que vous désirez. Le PIX vous assure un réglage en pointe. Le PIX rend mieux qu'une lampe à grille supplémentaire et ne coûte que

**ÉLIMINEZ LES POSTES PARISIENS  
POUR ENTENDRE  
Barcelone, Stuttgart, Alger, etc.**

**15<sup>FS</sup>**

ZÔNE  
PARISIENNE  
D'INTERFÉRENCE



**FIXEZ  
LE PIX  
SUR VOTRE ANTENNE**

**ET LE  
GRIP-PIX  
A VOTRE  
POSTE**



qui vous facilitera un réglage minutieux. Base ébonite percée pour le montage par vis. } **PRIX... Frs 4. »**

**REMBOURSEMENT GARANTI SI VOUS N'ÊTES  
PAS ENTièrement SATISFAIT.**

**EN VENTE CHEZ TOUS LES ELECTRICIENS**

ou envoi franco contre chèques, mandats, ou remboursement adressés à

**ANTENOPIX 97, boul. Magenta, PARIS**  
(2<sup>e</sup> escalier, 2<sup>e</sup> étage à droite)

**Viennent de paraître :**

## **NOUVEAU MANUEL PRATIQUE de T. S. F.**

par H. GERARD

Ouvrage mis à jour  
des plus récents progrès de la radioélectricité

**|||** Cet ouvrage constitue, pour le débutant un guide précieux qui le mettra vite au courant de toute la théorie et de la pratique de la T. S. F.

Un volume de 204 pages illustrées de 150 schémas et croquis

Prix : 12 francs. Franco : 12 fr. 75

## **LES PROGRÈS des SUPERHÉTÉRODYNES**

par P. HEMARDINQUER

*L'évolution de ce montage, populaire par excellence parmi les Amateurs français, est exposée en détail. Tous les récents perfectionnements (utilisation des nouvelles lampes, montages modulateurs spéciaux, etc...) sont traités de manière à permettre à l'amateur leur application pratique.*

Un volume de 64 pages  
illustré de 47 schémas et croquis

Prix : 7 fr. 50 Franco : 8 fr.

**Etienne CHIRON, Edit., 40, rue de Seine - PARIS, 6<sup>e</sup>**

**Vient de paraître**

## **COMMENT PERFECTIONNER UN POSTE DE T. S. F.**

**Par P. HEMARDINQUER**

**Conseils pratiques pour améliorer la  
sélectivité, la sensibilité et la pureté  
- - d'un récepteur de T. S. F. - -**

**■** Quel que soit le poste récepteur considéré, soit qu'il soit d'un type très moderne ou déjà ancien, alimenté par des batteries ou par le courant d'un secteur, on peut toujours poser en principe qu'il est perfectible...

(Extrait de l'Avant-Propos).

Une brochure de 72 pages illustrées de 45 croquis et schémas  
**Prix : 5 francs. — Franco : 5 fr. 50.**