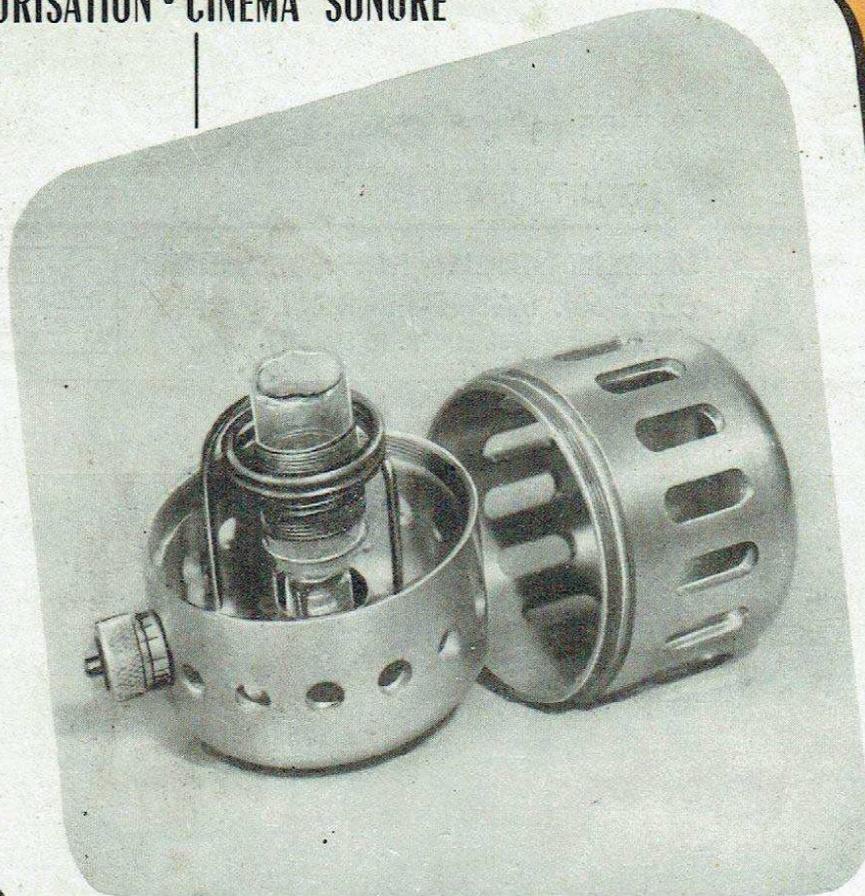


revue
du

SON

ENREGISTREMENT • REPRODUCTION
SONORISATION • CINÉMA SONORE



Cellule de l'ionophone, émetteur
sonore et ultra-sonore (AUDAX)

N°1 ——— Avril 1953
MENSUEL 180 FR.
EDITIONS CHIRON PARIS

la première revue française
d'électro-acoustique

LE PLUS ANCIEN CONSTRUCTEUR FRANÇAIS " DICTABEL "

présente ses nouveaux modèles

LES DERNIERS PERFECTIONNEMENTS

POUR

ENREGISTREMENT sur FIL



★ UNE GAMME INCOMPARABLE DE MICROPHONES :
DYNAMIQUES - PIEZO et RUBAN - D'UNE QUALITÉ
INTERNATIONALE - CONSTRUITS EN FRANCE.

- ★ AVANCE ET RETOUR
ULTRA-RAPIDE.
- ★ COMPTAGE PRÉCIS
à la seconde près,
avec remise à zéro.
- ★ TRÈS GRANDE SENSIBILITÉ POUR ENREGISTREMENT DE
CONFÉRENCES.
- ★ DEUX HEURES
d'ENREGISTREMENT.
- ★ COMMANDE A
DISTANCE.

SIMÉA

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE de MATÉRIEL ACOUSTIQUE

62, Boul. SAINT-MARCEL-PARIS

Tél. : POR. 15-80

REPRÉSENTATION
POUR CERTAINS PAYS
ENCORE DISPONIBLE

RELIEF MUSICAL
saisissant effet de présence
par la
CONQUE MUSICALE
" ELIPSON "

FILM ET RADIO 6, RUE DENIS-POISSON, PARIS
TÉLÉPHONE : ÉTOILE 24-62

ÉLECTROPHONES D'UNE TRÈS GRANDE FIDÉLITÉ ★ PLATINES TOURNE-DISQUES AVEC PICK-UP
A RÉLUCTANCE VARIABLE ★ PIÈCES DÉTACHÉES POUR ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE
MICROPHONES ★ TRANSFOS DE SORTIE 10 A 50.000 Hz, ETC.

revue du SON

PREMIÈRE REVUE FRANÇAISE D'ELECTRO-ACOUSTIQUE

N° 1

AVRIL 1953

SOMMAIRE

<i>Editorial :</i>	
La revue du SON est née.....	(M. J. DE CADENET) 3
<i>Interview :</i>	
La qualité du son diffusé par notre radio.....	5
<i>Problèmes de l'électro-acoustique :</i>	
Le canal sonore.....	(André MOLES) 8
<i>Acoustique :</i>	
Enseignement de l'acoustique.....	(J.-J. MATRAS) 13
<i>Prise de son :</i>	
Points de vue sur la technique moderne de prise de son..	(José BERNHART) 16
<i>Enregistrement :</i>	
Un centre d'enregistrement à la portée de tous :	
1 ^{re} partie : un amplificateur universel.....	(M.-J. DE CADENET) 21
Caractéristiques d'enregistrement électromécanique sur disque.....	20
Concours du meilleur enregistrement sonore.....	29
Normes d'enregistrement magnétique.....	32
Détermination de la longueur de bande magnétique sur une bobine.....	41
<i>Le son en télévision :</i>	
Considérations générales à la réception.....	(L. CHRÉTIEN) 30
<i>Le son au cinéma :</i>	
Le contrôle électro-acoustique au cinéma.....	(Jean VIVIÉ - Claude SOULÉ) 33
Le cinéma sonore d'amateur.....	(M.-J. DE CADENET) 37
<i>Sonorisation :</i>	
Le couplage des haut-parleurs.....	(Ph. FORESTIER) 42
Revue des Brevets	45
Revue des Revues Revue des Livres	47
Le Salon de la Pièce Détachée	48

Prix du N° : 180 F

Abonnements :

(Un an, onze numéros)

FRANCE.... 1800 F.

ÉTRANGER.... 2100 F.

Les abonnements peuvent partir de n'importe quel numéro

Tous les articles de la *Revue du SON* sont publiés sous la seule responsabilité de leurs auteurs. En particulier, la *Revue* n'accepte aucune responsabilité en ce qui concerne la protection éventuelle des schémas publiés par des brevets.

Rédacteur en chef : MAXIME DE CADENET

Directeur technique : LUCIEN CHRÉTIEN

Directeur d'édition : GEORGES GINIAUX

CONSEIL DE RÉDACTION :

MM. Jean-Jacques MATRAS, *Inq. général de la Radio-Télévision Française*; José BERNHART, *Inq. des Télécommunications, Chef du service "Prise de Son" à la R.T.F.*; André MOLES, *Docteur ès Sciences, Inq. I.E.G., Licencié en Psychologie, Acousticien*; François GALLET, *Inq. des Télécommunications, Chef du service "Enregistrement magnétique" à la R.T.F.*; Jean VIVIÉ, *Inq. civil des Mines, professeur à l'École Technique du Cinéma.*

CORRESPONDANCE :

Abonnements, vente, rédaction

EDITIONS CHIRON

40, r. de Seine - PARIS-VI^e

Tél. DAN 47-56

Publicité :

Revue du SON

Dépt. Publicité

40, r. de Seine - PARIS-VI^e

Tél. DAN. 47-56

*N*OUS sommes heureux de vous présenter
le premier numéro de la revue du SON.

Nous espérons que vous trouverez intérêt à son contenu, et que nous aurons le plaisir de vous compter parmi nos abonnés.

revue du SON

PREMIÈRE REVUE FRANÇAISE D'ÉLECTRO-ACOUSTIQUE

Recopiez sur lettre ou sur talon de mandat-carte les indications suivantes :

NOM Profession

Adresse

*Je déclare m'abonner pour un an (onze numéros) à la revue du SON, à dater du n° pour la somme de **

SIGNATURE :

* France : 1 800 F; étranger : 2 100 F.

Ces renseignements et la somme indiquée sont à adresser aux Editions CHIRON, département revue du SON, 40, rue de Seine, Paris-6°. Compte chèques postaux : PARIS 53-35.

La "revue du SON" est née

L'HOMME primitif, en même temps qu'il développait l'usage de la parole, a cherché, étant donné la portée limitée de sa voix, à produire des sons intenses destinés à appeler ses semblables ou à leur signaler un danger, réalisant ainsi, sans le savoir, la première transmission d'information à distance. La suite logique de ses efforts dans le domaine de la production des sons devait amener l'homme à grouper des bruits qui lui paraissaient harmonieux, créant ainsi une musique rudimentaire dont certaines peuplades dites sauvages nous donnent encore de nos jours des exemples instructifs.

Le désir d'obtenir des accords plus mélodieux et de faire entendre ceux-ci à un plus grand nombre d'auditeurs amena ainsi nos lointains ancêtres à faire leurs premières recherches en acoustique. Il semble que cette branche de la physique soit l'une des plus anciennes et l'étude des théâtres antiques, en particulier, nous révèle les connaissances étendues auxquelles les « ingénieurs du son » d'il y a des millénaires étaient parvenus.

Ce n'est toutefois qu'au cours du XIX^e siècle que l'Acoustique devait devenir une science, dans le sens où nous concevons aujourd'hui ce vocable; elle ne devait d'ailleurs prendre son plein essor qu'avec l'avènement de la Radio-électricité (on dit aujourd'hui l'Electronique) à laquelle elle allait emprunter un élément primordial: l'amplification électrique des signaux.

La réalisation de transmissions radio-électriques régulières amena à désigner l'ensemble des questions relatives au captage, à l'amplification électrique et à la reproduction des sons sous le nom de basse fréquence, par opposition au véhicule de la modulation sonore appelée haute fréquence. L'avènement de l'enregistrement électrique des disques et celui du cinéma sonore contribua pour une grande part à rendre périmée cette notion de basse fréquence à laquelle les Américains substituèrent celle de fréquence audible (ou audio fréquence), bien qu'en France, par tradition sans doute, la basse fréquence se soit jalousement maintenue. L'importance chaque jour plus grande prise dans la vie moderne par ces fréquences audibles auxquelles sont venues se joindre d'autres fréquences sonores inaudibles, les ultra-sons, fit qu'en raison de l'emprunt de plus en plus considérable fait par les techniques sonores à l'Electronique, il devint nécessaire de grouper tous les problèmes s'y rapportant sous le vocable d'Electro-Acoustique.

L'Electro-Acoustique englobe aujourd'hui des champs d'application extrêmement vastes qui touchent à la plupart des branches de l'activité humaine, qu'il s'agisse de faciliter notre travail, d'assurer notre bien-être, de nous distraire ou même de contribuer à notre sécurité. Si l'application la plus répandue reste la Radiodiffusion auditive à laquelle s'est ajouté depuis peu l'accompagnement sonore de la Radiodiffusion télévisuelle, le cinéma sonore arrive bon second, suivi de près par le phonographe, le son magnétique semblant d'ailleurs devoir dans tous les domaines, se tailler bientôt la part du lion.

D'autres domaines de l'Electro-Acoustique nous sont aussi familiers; nous rappelons pour mémoire le téléphone qui fut le premier dispositif électro-acoustique permettant la transmission du son à distance, les dictaphones (d'abord acoustiques, mais qui font tous aujourd'hui appel à l'électronique) les interphones qui sont des téléphones haut-parleurs. La Sonorisation a aussi conquis droit de cité dans la vie moderne et revêt les formes les plus diverses allant du renforcement sonore dans les églises et les salles de spectacle aux systèmes d'amplification de la parole des autocars et des avions.

D'autres applications de l'Electro-Acoustique sont moins connues: à côté des orgues électroniques et des carillons électro-acoustiques, il existe de véritables radars à ultra-sons qui constituent des altimètres absolus, des détecteurs d'obstacles (utilisés par les aveugles en particulier). Des commandes automatiques d'ouverture et de fermeture de portes sont actionnées par des sifflets ultra-sonores. Enfin, les transmissions téléphoniques par ultra-sons modulés semblent devoir prendre une part importante dans la technique des communications sans fil à courte distance.

Dans le domaine médical, l'Electro-Acoustique prend aussi une part importante. L'audiométrie et la prothèse auditive constituent une application non négligeable; les ultra-sons commencent à intéresser le médecin en raison de leur action destructive sur les bactéries, qui permet d'envisager des thérapeutiques nouvelles dans un avenir prochain.

Comme on le voit, l'Electro-Acoustique déborde très largement le cadre des publications consacrées à la Radioélectricité ou même à l'Electronique. C'est pourquoi, estimant que cette branche nouvelle de la science se devait de posséder ses moyens d'expression propres, nous avons décidé la création de cette Revue du SON qui sera ainsi la première publication de langue française exclusivement consacrée à l'Electro-Acoustique et à ses applications.

L'énumération faite ci-dessus des domaines touchés par l'Electro-Acoustique fixe le programme qui sera traité par la Revue du SON. Pour en faciliter la lecture, nous avons décidé de grouper les sujets abordés en diverses rubriques.

Eléments d'Acoustique (théorie et applications pratiques);

Acoustique architecturale et Insonorisation des locaux.

Prise de son (étude des microphones, de leur choix, de leur disposition; application à l'enregistrement, au cinéma, à la radiodiffusion, à la télévision, à la sonorisation);

Enregistrement sonore (étude théorique et pratique de tous les procédés connus, électromécanique, photographique, magnétique);

Reproduction sonore (étude théorique et pratique de la reproduction des enregistrements réalisés par tous les procédés connus. Etude des haut-parleurs et de leur dispositif d'adaptation acoustique, etc.).

Sonorisation (sous toutes ses formes et en tous lieux);

Circuits (description détaillée des organes constitutifs des amplificateurs);

Montages spéciaux (circuits correcteurs particuliers tels que supprimeurs de bruit de fond, compresseurs et extenseurs de volume, etc.);

Cinéma sonore (théorie et pratique; cinéma professionnel et cinéma d'amateur; problèmes communs à l'image et au son);

Ultra-sons (applications pratiques: transmission sans fil, détection des obstacles, biologie, médecine, etc.);

Générateurs de sons électroniques (instruments de musique, carillons, générateurs de bruits, etc.).

Une rubrique Construction donnera aux lecteurs tous les éléments nécessaires à la réalisation d'équipements électro-acoustique de qualité.

Qu'ils soient professionnels ou amateurs, techniciens chevronnés ou étudiants, tous ceux qui s'intéressent au Son, à quelque titre que ce soit, trouveront dans notre Revue les informations techniques et les conseils pratiques qu'ils attendaient. Notre but est simple à définir: mettre à la portée de chacun une documentation précise et complète couvrant l'ensemble des connaissances actuelles en électro-acoustique et permettant à tous ceux à qui se posent des problèmes d'ordre théorique ou pratique de trouver dans la Revue du SON la réponse à leurs préoccupations.

Une publication ne vaut que ce que valent ses rédacteurs; aussi nous sommes-nous assurés le concours de spécialistes éminents dont les avis font autorité et dont les noms constituent un véritable armorial de l'Electro-Acoustique, ce qui nous dispense de tout commentaire.

La revue du SON est née. Répond-elle à un besoin? c'est à vous, amis lecteurs, qu'il appartiendra de nous le dire.

M.-J. de CADENET.



LA QUALITÉ DU SON DIFFUSÉ PAR NOTRE RADIO...

M. le Général LESCHI, Directeur des Services Techniques de la Radiodiffusion-Télévision Française, a reçu la revue du SON

M. le Général LESCHI avait agréé, fort courtoisement, l'entretien sollicité par la revue du SON, représentée par son directeur d'édition.

Le Directeur des Services Techniques de la Radiodiffusion-Télévision Française a bien voulu nous accueillir en rappelant, dès l'abord, l'œuvre de Etienne CHIRON.

La fondation, il y a trente-trois ans, de *l'Onde Electrique* revue de la Société des Radio-électriciens, par le général FERRIÉ, avec le concours de M. CHIRON, est toujours présente à l'esprit du général LESCHI, l'un des plus illustres de ses lecteurs, Président pour 1951 de la Société des Radio-électriciens. Nous avons entendu avec émotion, en d'autres circonstances, le général s'enorgueillir de posséder la collection complète de *l'Onde Electrique* de 1921 à ce jour, sans qu'aucun numéro n'y manque.

Devant les plus éminents représentants de l'état-major technique de la Radiodiffusion-Télévision Française, M. le Général LESCHI a précisé cette fois :

« Je salue la création de la revue du SON, qui viendra heureusement compléter les publications des Editions CHIRON : *l'Onde Electrique*, plus belle que jamais sous ses magnifiques couvertures quadrichromes, la première des revues françaises de Radio-Electricité, est celle donc la haute tenue est appréciée par tous les ingénieurs français et étrangers.

« A côté d'elle, *T.S.F. et TV*, version actuelle de la vieille *T.S.F. pour Tous*, destinée aux agents techniques, poursuit son utile carrière.

« Et voici, troisième branche de l'éventail, la revue du SON, spécialisée dans l'Electro-Acoustique. »

Près du général, la présence de MM. CHEDEVILLE, ingénieur général, LAMOITIER, CHATENAY, MERCIER, ingénieurs en chef, témoignait de l'importance attachée par M. LESCHI aux questions qui avaient été proposées comme thème de l'entretien.

Nous avons été particulièrement sensibles à cet honneur fait à notre jeune Revue et nous remercions ici nos éminents interlocuteurs.

Pour chaque technique évoquée dans l'entretien, chacun d'eux se trouve être le chef responsable, et c'est avec bonne grâce et grande courtoisie que tous ont bien voulu répondre à la revue du SON.

LA QUALITÉ DU SON EN RADIODIFFUSION CLASSIQUE

L'amélioration de la qualité est certaine; les auditeurs, s'ils ont des récepteurs à peu près corrects et s'ils se souviennent des auditions d'avant-guerre, peuvent en témoigner.

Mais, M. CHEDEVILLE nous le rappelle, la chaîne de transmission entre le microphone et l'oreille de l'auditeur, oreille placée dans une salle d'écoute de qualités mal définies, devant un haut-parleur... plus ou moins quelconque, comporte des maillons de qualités fort dissemblables.

Nous convenons facilement que seule la chaîne d'émission jusqu'à l'antenne rayonnante peut être discutée dans l'entretien.

L'amélioration certaine de qualité du son « radio » se manifeste de deux façons :

1° doctrine affermie, précisée de la technique de la prise de son;

2° améliorations importantes du matériel utilisé.

I. -- La doctrine de la prise de son.

Il y a une école française de prise de son; les travaux du Studio d'essai, le concours d'éminents techniciens qui sont aussi de véritables artistes capables de « penser l'espace sonore », de le situer, de l'animer, a créé une vraie doctrine dont M. José BERNHART devient en ce moment chef d'école. Une doctrine d'expression, un usage « valable » des perspectives sonores, l'édification même de ces

perspectives, les essais de transmissions avec localisation du son dans l'espace créé dans l'esprit de l'auditeur..., la France est ici à l'avant-garde, dans le plus beau sens du mot (1).

II. — Amélioration du matériel.

Depuis la guerre, la reconstruction des grands centres émetteurs, tâche gigantesque, a été menée à bien par M. le général LESCHI et ses collaborateurs, puisque la France a retrouvé sur ses antennes la totalité de ses « kilowatts HF rayonnés », et que des émetteurs comme Allouis G.O., Strasbourg P.O., etc., font l'admiration des techniciens étrangers.

Mais ladite reconstruction n'a pas permis encore de renouveler tout le matériel, particulièrement dans les « débuts de chaîne », dans les centres « basse fréquence », ceux qui intéressent d'abord la revue du SON.

L'amélioration du matériel peut être considérée ainsi d'après M. l'Ingénieur général CHEDEVILLE :

a) *Amélioration des studios*, au fur et à mesure des constructions ou des aménagements. Le centre « Pierre-Bourdan » est ainsi un exemple remarquable de ce qu'a créé la R.T.F. en acoustique de salles. Il y a désormais, grâce aux équipes des acousticiens de la R.T.F. et aux architectes qui les ont compris, une véritable *technique française des studios*, qui a une réelle personnalité.

Cette technique a travaillé d'une part l'isolement des studios, d'autre part les qualités intrinsèques de chaque salle par des procédés nouveaux de revêtements poly cylindriques et polysphériques.

Les lecteurs de la revue du SON noteront surtout que chaque genre d'émission trouve une salle aux caractéristiques acoustiques adaptées; les studios ont une « couleur sonore différente ». Quand la « Maison de la Radio » sera..., mais nous en parlerons tout à l'heure...

b) *Amélioration du matériel proprement dit.*

c) *Amélioration des techniques de sécurité*, qui protègent aussi la qualité des transmissions.

Le matériel de prise de son.

M. l'Ingénieur en chef CHATENAY nous signale notamment la réapparition du *microphone électrostatique de haute qualité*. Après son apparition vers les années 1935, les microphones dynamiques des divers types l'avaient détrôné. Le microphone électrostatique ou « à condensateur » réapparaît, sa capsule grosse comme un œuf est portée par un flexible, le préamplificateur est logé dans le pied; autrefois l'ensemble capsule-préampli-alimentation donnait un boîtier cylindrique de dimensions imposantes.

La miniaturisation a facilité cette évolution; la prise de son TV où le micro doit être invisible est fort intéressée par le nouveau micro.

Le matériel d'enregistrement et de reproduction sonores fait appel surtout aux magnétophones de très haute qualité, appareils réalisés par l'industrie

(1) Nos lecteurs pourront, dans la revue du Son, rencontrer les promoteurs mêmes de cette technique, s'initier à leurs idées, suivre leurs efforts et, peut-être, guidés par leurs articles, s'orienter vers la profession magnifique de « preneur de son ».

française sur cahiers des charges R.T.F.; le magnétophone, avec toutes ses ressources de montage, découpage, etc..., est utilisé pour les productions propres de la R.T.F.; les disques microsillons sont utilisés pour diffuser la musique enregistrée.

Il est prévu, cependant, de passer les bandes mêmes des copies des fabricants d'enregistrements sur disques.

Les *cabines de son* qui avaient 3 amplis avant-guerre en ont vingt maintenant; « attention, précise M. le Général LESCHI, nous n'avons jamais recherché la multiplication des microphones; leur pluralité est nécessaire pour les émissions théâtrales, mais le concert est mieux traduit par un très petit nombre de capteurs, un seul même »...

Les chambres d'échos, les dispositifs de réverbération artificielle, les correcteurs sont à la disposition des producteurs d'émission (1).

M. le Général LESCHI nous précise : actuellement toute la chaîne de transmission est repensée, *de nouveaux matériels de chaîne seront mis en service à tous les stades*, M. l'Ingénieur en chef LAMOITIER dirige cette étude.

La « bande passante » sonore.

Actuellement, la chaîne globale d'émission transmet de 30 à 10 000 hertz, dans les meilleurs cas, car dans certaines liaisons Paris-Province on est encore obligé d'employer parfois des lignes « type téléphone » à bande passante limitée.

Les chaînes françaises vont laisser passer désormais une bande de 40 à 15 000 hertz, avec une réponse constante à $\pm 0,2$ dB près entre 80 et 7 000 c/s, et $+ 0,2$ dB et $- 0,8$ dB de 40 à 80 et de 7 000 à 15 000.

Les jonctions entre émetteurs sont déjà faites pour une part sans fil, par circuits radio. Les émetteurs ne tronquent pas la bande passante; ils transmettent toute la gamme, c'est le récepteur sélectif qui tronquera à l'arrivée pour sélectionner les stations.

Les distorsions.

Tous les amplificateurs bénéficient de systèmes de *contre-réaction* très étudiés. La *correction de la distorsion de phase* ayant été étudiée et menée à bien pour la « vidéo » en télévision, la R.T.F. applique ces techniques aux circuits « Son » radio. La transmission des transitoires (l'attaque, l'extinction des sons) en bénéficiera également. Hélas, à l'arrivée le trainage des haut-parleurs de réception, l'inertie de la membrane... laisseront bien des auditeurs ignorants de ces améliorations.

Les *distorsions harmoniques* : 0,5 % maximum entre 80 et 7 500, et 1,5 % maximum aux extrémités de la réponse globale...

L'amélioration de la sécurité.

Les émetteurs sont désormais protégés contre les surcharges, automatiquement, et sans coupure. Autrefois, un coup de cymbale trop près du micro, pour ne pas provoquer une tension de crête faisant claquer les circuits terminaux de l'émetteur, faisait

(1) Ils en usent... et en abusent parfois, certaines émissions ont paru trop « fabriquées »... (N.D.L.R.)

se déclencher une « sécurité » qui coupait toute émission. Désormais, sans coupure, les pointes inattendues sont jugulées et l'auditeur ne s'aperçoit de rien.

Une meilleure homogénéité des niveaux sonores à diffuser est obtenue. Se rend-on compte que jusqu'à six fois en une heure, on change d'origine, il faut enchaîner avec les sources sonores (studios et micros) les plus différentes, d'où mesures, appréciation des niveaux, etc.

Or le matériel de mesure fait de très gros progrès à la R.T.F. : plus stable, plus précis : plus sûr.

La dynamique.

Elle est beaucoup mieux respectée de nos jours, le dosage des niveaux suit la dynamique de l'orchestre. Mais le bruit de fond dans l'appartement de l'auditeur (les enfants, le chien, la conversation, les voisins, l'eau, le gaz, les bruits de la rue...) rend impossible déjà la dynamique réelle; qui entendrait le pianissimo? Nous touchons au problème social de l'écoute radio.

Le bruit de fond chez l'auditeur, est bien plus élevé que le bruit de fond de la transmission, que les théoriciens prendraient pour base de la dynamique...

La Maison de la Radio.

Les concours d'architectes sont en cours, les études techniques très poussées. Cinquante studios, dont un de 12 000 m³ (musique); il n'y avait encore en France aucun grand studio de concert. D'autres de 5 000 m³, 3 000, 1 000, de petits studios de musique de chambre, etc.

Les terrains sont acquis quai de Passy.

Sait-on les « tours de force » réalisés quotidiennement et l'extraordinaire chemin suivi, sans heurts et sans mutilations, par le son que vous captez, tout cela faute d'une « Maison de la Radio »...

Voici un exemple de la « dispersion » à travers Paris du canal sonore de notre radio.

Les micros sont au studio, place Rodin, par exemple; la modulation vient par fil souterrain à travers Paris au grand central de la rue des Archives; amplificateurs, correcteurs, etc... Mais la commutation ne peut y être logée, et le son retransverse Paris jusqu'à Montparnasse, où, rue Armand-Moisant, a lieu la commutation, l'enchaînement; et, tenez-vous bien, le son repart sur une autre ligne pour revenir rue des Archives où se trouve le « dispatching » qui l'envoie sur câbles aux émetteurs de la banlieue parisienne, et sur circuits longue distance aux plus lointaines provinces.

Les câbles urbains sont plus ou moins adaptés à la bande : d'où multiplication des amplis et des correcteurs, bande passante instable, risques de diaphonie, de bruit de fond, d'incidents, etc...

La modulation de fréquence.

L'émetteur expérimental, sur 99 Mc/s, fonctionne à Paris avec 200 watts de 14 à 18 heures, en une semaine seulement. MM. les Ingénieurs nous précisent que les industriels mettant au point les futurs récepteurs FM imploront le maintien devenu précaire de cette émission FM, mais il faut qu'elle fasse place à l'émetteur de 15 kW sur 99 ou 96 Mc/s, qui sera en service fin 53.

Actuellement, le « Son » est celui du Programme Paris-Inter, la modulation n'est donc pas encore spécialement adaptée. Dans les 200 000 disques de la discothèque R.T.F., il y a des enregistrements avec bruit de fond, il ne les faudra plus pour l'émetteur FM!...

En exploitation, il n'utilisera que le son « direct », le magnétophone ou le microsillon.

Une tranche de travaux est inscrite au budget : elle comprend, nous précise M. le Général LESCHI, l'émetteur de Paris et l'équipement des régions Est et Nord-Est de la France. La modulation de fréquence ira donc d'abord réjouir les mélomanes de ces provinces.

L'exploitation FM ne pose pas de problèmes techniques particuliers; mais la R.T.F. veut espérer que des récepteurs corrects seront mis sur le marché, tirant tous avantages d'un meilleur rapport signal/bruit (on lutte tant contre le niveau de bruit à l'émission!...) et équipés d'une excellente « basse fréquence ».

Le « Son » de la Télévision.

La prise de son en TV est plus difficile.

Premièrement et surtout : les personnages évoluent;

2° Les micros doivent être cachés;

3° Les studios sont mauvais intrinsèquement : grands, encombrés de passerelles, herses, décors, etc.

Les preneurs de son ont une très grande gymnastique de pensée et de geste à effectuer. Les sources sonores multiples sont nécessaires par les changements de lieu de l'action télévisée.

Les déplacements de câbles, de caméras, etc., amènent des bruits parasites. Tous ces problèmes seront évoqués dans la revue du SON, mais nos interlocuteurs veulent surtout nous dire :

— Le plus grand souci de la prise de son TV est l'éducation des acteurs. Les jeux de scène « visuels », les têtes qui se tournent, les dos qui viennent face au micro, etc.

Le cinéma, lui, travaille par tranches de quelques minutes, efface, recommence, sonorise après coup, réenregistre. Mais la télévision...

Le « Son » TV est bon.

Oui, le $\Delta F/F$ est très petit. Alors qu'en G.O. sur les 160 kc/s d'Allouis, les 10 kc/s de modulation « son » représentent 6 % de la valeur de la fréquence (!); que représentent les 10 kc/s par rapport aux 185 000 kc/s de Paris-TV? La modulation, en amplitude, est très bonne.

La revue du SON a dû prendre congé de ses cinq éminents interlocuteurs. Son premier numéro bénéficie déjà ainsi de documents intéressants sur la qualité du son radiodiffusé en France.

Dans l'avenir, des schémas de modulateurs, d'amplificateurs, de correcteurs montreront à nos lecteurs le détail d'équipements nouveaux.

Que la Radiodiffusion-Télévision Française et particulièrement M. le Directeur de ses Services Techniques reçoivent ici le témoignage de la confiance d'auditeurs soucieux de la qualité du message sonore porté par les ondes françaises.

G.-L. GINIAUX.

LE CANAL SONORE

par André MOLES *

La transmission des messages est un agrandissement des sens de l'homme jusqu'aux extrémités du monde.

The transmission of messages forwards an extension of the senses of the Man from one end of the world to another.

N. WIENER.

(" The human use of human beings. ")

Il est d'usage de classer les applications de l'électronique à la transmission des signaux en deux techniques distinctes : *haute fréquence* et *basse fréquence*. Cette distinction, qui correspondait au souci d'explorer le domaine des fréquences et à la course vers les fréquences élevées qui a caractérisé les progrès des techniques de transmission radio-électriques ou par câbles jusque vers 1945, n'est plus de mise aujourd'hui : le domaine des fréquences hertziennes est tout entier exploré et l'on voit, avec le changement des préoccupations dominantes des techniciens, se dessiner un nouveau type de distinction plus voisin du mode d'utilisation et du rendement de telle ou telle région de ce domaine.

C'est la nature du signal transmis qui fait émerger ainsi une classification en :

Techniques de transmission des ondes sinusoïdales ou technique des *bandes étroites* à laquelle appartiennent les circuits MF et HF des récepteurs, les circuits de lignes résonantes, les magnétons, etc.

Techniques de transmission des formes d'onde, qui coïncide avec la technique des *bandes larges*, dans laquelle entrent des phénomènes aussi divers que l'amplification des ondes carrées, des signaux de télévision, des signaux sonores et musicaux, de l'électrocardiographie, etc.

Ainsi, il y a peu de différences entre les préoccupations du technicien des amplificateurs vidéofréquence et celles du technicien des étages basse fréquence d'un récepteur alors qu'il y en a beaucoup entre ce dernier et celui qui étudie les étages HF et d'accord du même récepteur. Les problèmes qu'ils se posent sont différents

et formulés différemment; leurs vocabulaires eux-mêmes sont différents : là où l'un parle résonance, coefficient de surtension, de réglages d'accord, les autres parlent largeur de bande, taux signal/bruit de fond, etc.

Cette différence de point de vue a trouvé récemment sa justification théorique dans le corps de doctrine de la théorie des communications : le problème des techniques de bandes étroites étant d'assurer une communication et celui des techniques de bandes larges d'exploiter celle-ci.

Toute l'électro-acoustique appartient à la technique des larges bandes ou technique des formes : elle se propose explicitement de transporter à travers l'espace et le temps d'un point S (Source) à un point R (Récepteur) une *forme d'onde* la conservant, en principe identique à elle-même au cours de la transmission. C'est cette condition d'identité qu'on appelle fidélité.

Le but de la *Revue du Son* est d'étudier les propriétés du *canal sonore*, qui peut se schématiser ainsi (fig. 1) :

Un canal sonore est constitué de tout système de transmission des signaux acoustiques d'un point à un autre, que ce soit à travers l'espace (radio, téléphonie, radio-

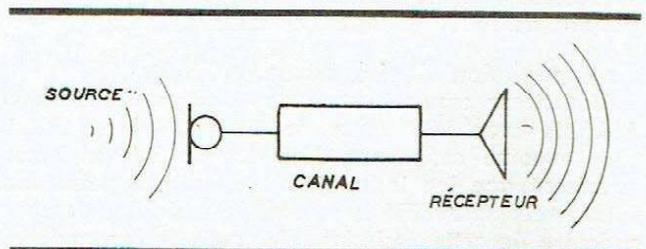


Fig. 1.

(*) Docteur ès Sciences, Ing. I.E.G.

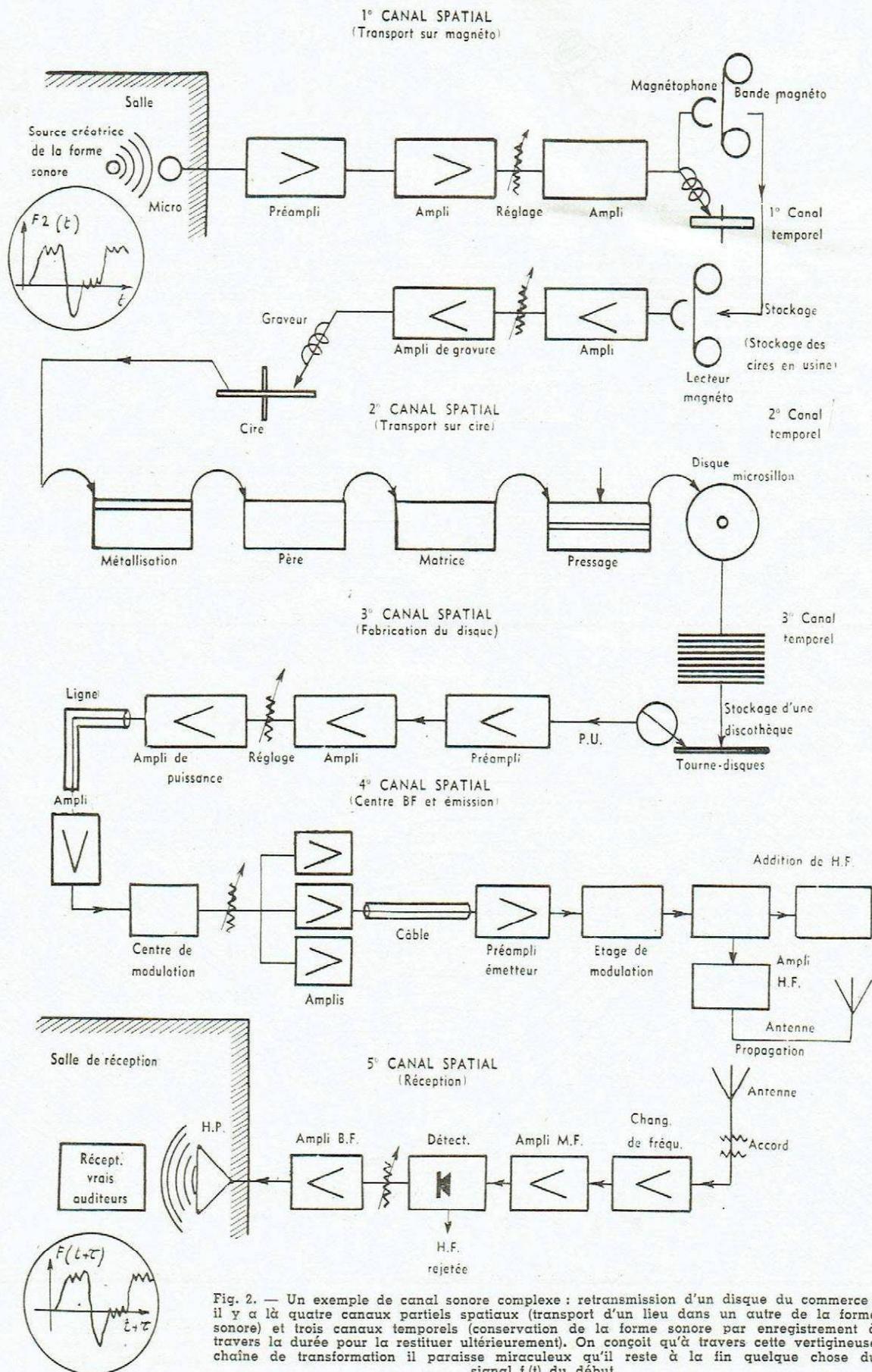


Fig. 2. — Un exemple de canal sonore complexe : retransmission d'un disque du commerce : il y a là quatre canaux spatiaux (transport d'un lieu dans un autre de la forme sonore) et trois canaux temporels (conservation de la forme sonore par enregistrement à travers la durée pour la restituer ultérieurement). On conçoit qu'à travers cette vertigineuse chaîne de transformation il paraisse miraculeux qu'il reste à la fin quelque chose du signal $f(t)$ du début.

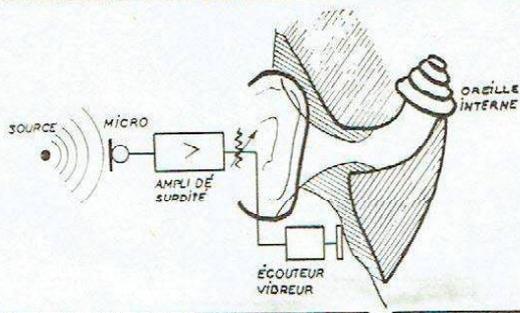


Fig. 3. — Un canal sonore simple : le canal de prothèse auditive (cas de l'audition mastoïde) : ce qui fait ici les difficultés propres au type de ce canal, c'est avec la condition impérieuse de simplicité du système, les nombreuses différences entre le récepteur (oreille défectueuse) et le récepteur normal (oreille saine) : on a ici un cas typique où la structure et les propriétés du récepteur déterminent impérativement celle du canal à réaliser.

diffusion, acoustique des salles) ou à travers le temps (disques, enregistrements, etc.) (fig. 2 et 3).

Le domaine sonore des signaux à transmettre est défini dans son principe par la structure du récepteur : l'oreille humaine, et, derrière elle, le cerveau, qui effectue une importante sélection dans les messages collectés par l'oreille, et il est régi par le théorème fondamental de Fourier, dont les diverses extensions peuvent être considérées comme la charte de la transmission des formes :

Toute forme temporelle $f(t)$ peut être considérée

comme la somme d'une série de formes sinusoïdales du temps :

$$f(t) = K \sum_1^n A_i(t, \omega_i) \sin(\omega_i t - \varphi_i)$$

Ainsi, les deux dimensions essentielles du domaine sonore conçu comme l'ensemble de toutes les formes temporelles perceptibles par l'oreille seront :

la dimension : amplitudes,

la dimension : fréquences.

susceptibles d'ailleurs d'évoluer, dans leur généralité, dans le temps, et le diagramme fondamental de l'Acoustique sera le système tridimensionnel : fréquences, amplitudes, temps.

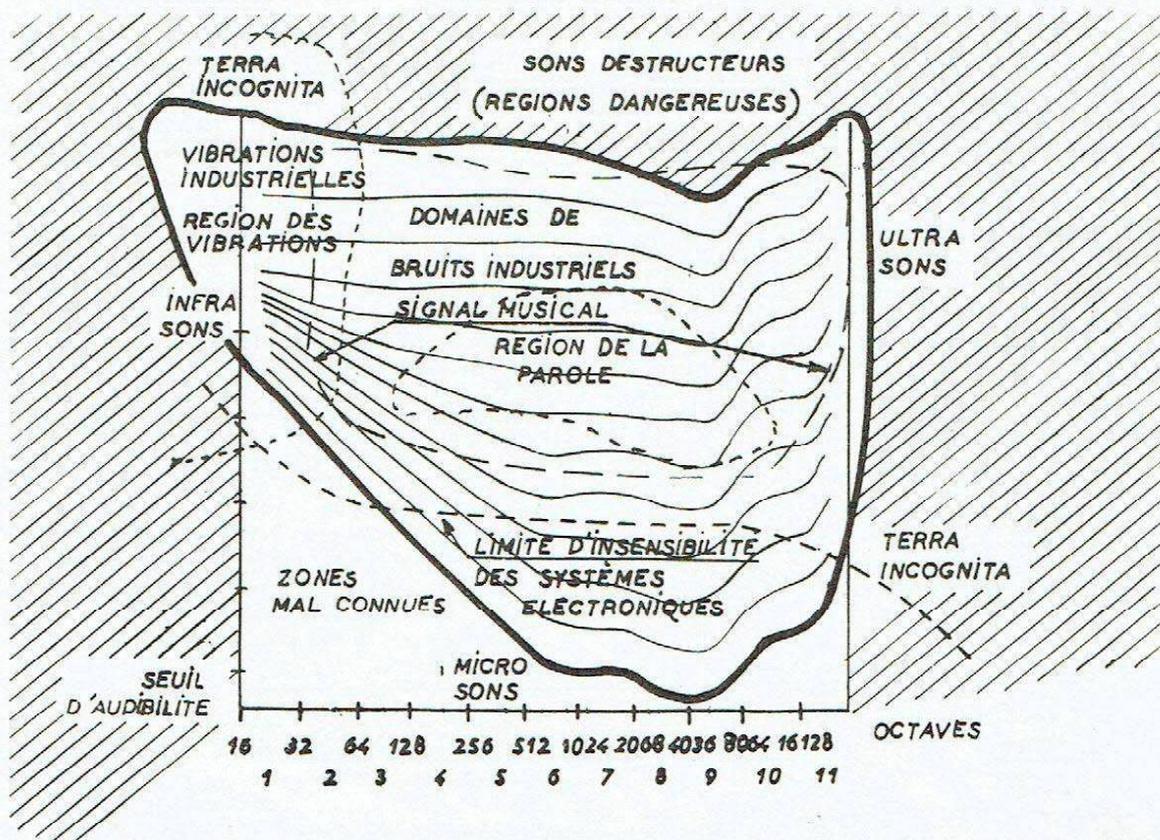
Il arrive assez souvent que le récepteur — en l'occurrence l'oreille — considère que ces formes temporelles restent stables en fonction du temps, c'est-à-dire que la fonction (1) dégénère en :

$$f(t) = K \sum_1^n A_i(\omega_i) \sin(\omega_i t - \varphi_i)$$

On dit qu'on a alors affaire à un phénomène entretenu : historiquement l'électro-acoustique s'est développée sur l'étude de ces phénomènes.

Les frontières de ce domaine sonore sont les frontières même de l'oreille (1) et ses lois seront celles de la sensi-

(1) Il est légitime d'étendre ce domaine aux organes sensoriels voisins, en particulier au sens du toucher, et à l'électro-biologie, qui participent des mêmes techniques.



CARTE DU DOMAINE SONORE

Fig. 4. — Ses coordonnées sont les hauteurs en octaves et les niveaux en décibels : on y remarquera, avec la présence de nombreux domaines inexplorés tels que ceux des micros sons et des infra-sons, les frontières techniques qui délimitent les zones actuellement explorables (bruits de fond des amplificateurs, etc.).

bilité de ce récepteur, qui est le type même des récepteurs sensoriels, puisque sa physiologie présente, avec des grandeurs très différentes, les mêmes lois qualitatives que tous les autres récepteurs psychophysiques.

Au premier rang de ces lois, nous mettrons — malgré son inexactitude — la loi de Fechner, que nous adjoindrons au théorème de Fourier comme règle fondamentale du domaine sonore, en lui prêtant un caractère dogmatique, c'est-à-dire en considérant les lois compliquées de la sensation comme des écarts par rapport à cette loi fondamentale :

La sensation est proportionnelle au logarithme de l'excitation.

Cette règle, appliquée aux deux dimensions amplitudes et fréquences définies précédemment, nous conduit à faire une transformation logarithmique et à considérer effectivement dans la pratique :

— au lieu des amplitudes, les *niveaux* :

$$I_{dh} = 20 \log_{10} \frac{A}{A_0}$$

mesurées en *décibels* par un rapport A/A_0 , et définissant une unité absolue si l'on fixe A_0 au seuil de sensibilité de l'oreille de : $2 \cdot 10^{-4}$ baryes

— au lieu des fréquences, les *hauteurs* :

$$H_0 = \frac{s}{0,301} \log_{10} \frac{f}{f_0}$$

mesurées en octaves, ou en leur sous-multiple, le savart, par la relation :

$$H_s = 1\,000 \log_{10} f/f_0$$

et définissant de même une unité absolue, si l'on fixe f_0 au seuil de sensation inférieur de fréquences $f_0 = 16$ Hz.

Si les frontières de ce domaine sont assez bien définies depuis les travaux classiques de FLETCHER et MUNSON (fig. 4), il faut constater, par contre, que l'exploration

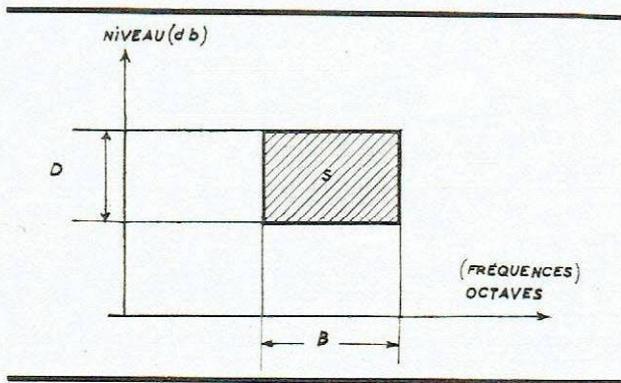


Fig. 5.

systematique de celui-ci est encore à son début et que, s'il est possible de mettre quelques noms sur diverses régions de cette carte, comme nous avons essayé de le faire ici sur la figure 4, la physique actuelle connaît encore bien mal la géographie économique, la population et la topographie des régions qui constituent cet immense domaine.

C'est l'un des buts que se propose la récente *théorie du signal*, dont nous indiquerons, dans la revue, les principaux résultats au fur et à mesure qu'ils seront

acquis. Notre propos particulier sera d'en développer les conséquences pratiques relatives à la prise ou l'enregistrement et à la reproduction du son, conséquences qui ne sont pas toujours vues immédiatement par l'utilisateur, non plus que par le physicien; c'est cette lacune entre théoricien et praticien de l'électro-acoustique que la revue du SON prétend combler.

De façon concrète, c'est donc chacun des éléments des canaux sonores tels que ceux que nous présentons dans la figure 2 et 3, que nous aurons l'occasion d'étudier dans ces pages.

Tout canal sonore transmettant des formes temporelles, périodiques ou non, doit, d'après le théorème de Fourier, transmettre lui-même un domaine, une certaine aire de la carte figure 4, que nous appellerons la « capacité du canal C », qui peut être exprimée numériquement par le produit « largeur en octaves », appelée « bande passante B » par la hauteur en décibels, appelée « dynamique ».

C'est la formule de HARTLEY :

$$C = k B \log_2 \left(1 + \frac{N}{M} \right)$$

et le principe du calcul des systèmes de transmission actuels est de déterminer ces deux dimensions du canal par les dimensions correspondantes du signal que le récepteur veut recevoir — ou que le transmetteur a l'intention de lui envoyer.

On notera cependant qu'il n'est pas impossible d'imaginer théoriquement des canaux à capacité variable, dont la largeur de bande et la dynamique seraient variables au cours de la transmission; et les progrès de la théorie récente de l'autocorrélation permettent de concevoir des canaux dont la largeur de bande serait à chaque instant proportionnelle à la largeur du domaine qu'explore le signal à l'instant $t + \tau$.

Or, avec les canaux actuels à dimensions constantes, il est facile de montrer que la *difficulté de réalisation d'un canal (chaîne d'amplification, transducteur électro-acoustique, etc.) est proportionnelle à la capacité du canal, c'est-à-dire à l'aire du domaine : bande passante \times dynamique* (fig. 5).

Cette règle, très générale, permet d'apprécier les difficultés relatives des techniques électro-acoustiques. Elle montre, par exemple, qu'on peut, sensiblement pour le même prix et avec le même travail d'étude, réaliser à volonté un amplificateur à large bande passante ou un amplificateur à dynamique élevée.

Elle montre aussi combien la « fidélité totale », vieux rêve caressé pendant des années par d'innombrables techniciens de l'amplification, est un idéal utopique, le domaine sonore dans lequel s'étend le signal acoustique étant un des plus larges que l'on connaisse, puisqu'il recouvre, sur la carte sonore de la figure 4, une aire voisine de $110 \text{ db} \times 10 \text{ octaves}$.

Comme l'a fait très pertinemment remarquer Vivié, la technique basse fréquence est une des plus difficiles qui soient, contrairement à ce qu'ont cru beaucoup de bricoleurs de la première heure.

La première règle à laquelle s'astreindra le technicien de l'électro-acoustique sera donc de mesurer son effort non à ses ambitions, mais à ce qui lui est demandé. Nous retrouvons ici les *exigences du récepteur* comme facteur dominant; ce qui fait une très large place à la *psycho-acoustique* : science des mécanismes auditifs et de la perception sonore comme guide dans l'expression de nos désirs relativement à un système de transmission.

Dans cet ordre d'idées, rien n'est plus caractéristique que le problème classique de la *haute fidélité*, que nous nous efforcerons de traiter à fond sous l'angle de la transmission du message sonore, en nous basant sur les plus récents résultats de la théorie de l'information, et qui est resté longtemps un des problèmes les plus mal

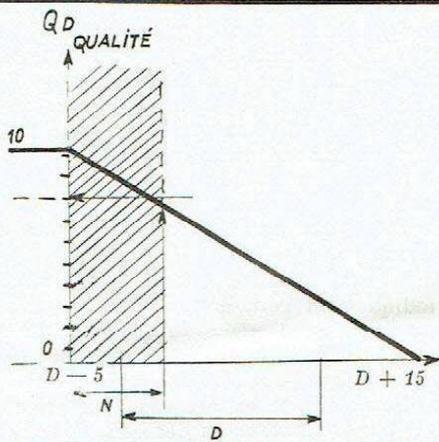


Fig. 6. — Définition de la qualité d'un canal sonore à largeur de bande constante vis-à-vis d'une transmission de dynamique D. On porte un signal de largeur proportionnelle à D_{bd} et on y ajoute 5 db à gauche (indiquant le niveau de bruit de fond imperceptible) (qualité maximum) et +15 db à droite (indiquant le niveau de bruits qui détruiront l'enregistrement et l'intelligibilité du signal (qualité nulle)). On place alors le niveau effectif N du bruit de fond, une proportion donne la qualité Q_D de la transmission.

posés de la technique, puisqu'on chercha pendant des années à étendre démesurément en largeur le domaine sonore transmis, sans se rendre compte qu'on en réduisait corrélativement la dynamique d'après la théorie même du bruit de fond.

Là encore, c'est la psychologie du récepteur qui posera correctement le problème : la fidélité d'un canal n'est pas une notion intrinsèque, c'est l'absence d'infidélités perceptibles, et le problème est ramené à celui-ci : quelles sont les « distorsions perceptibles » ?

Sans entrer dans cette longue étude, que nous reprendrons plus tard dans le détail, disons simplement que la loi essentielle est celle-ci :

Le récepteur humain est plus sensible aux déformations d'un signal par addition que par soustraction.

Ainsi, les distorsions par additions telles que les parasites, le bruit de fond, les distorsions linéaires créant des harmoniques, etc., seront systématiquement plus gênantes que les distorsions par soustraction : réponse en fréquence déficiente, effacements de parties du signal, silences, etc.

Les applications de cette remarque sont innombrables : notions de Klirrfaktor et transmodulation, système antiparasite de Lamb, découpage de signaux dans les canaux téléphoniques multivoies, etc.

Parmi les phénomènes additifs les plus gênants, nous mettrons au premier rang le *bruit de fond* sous ses mul-

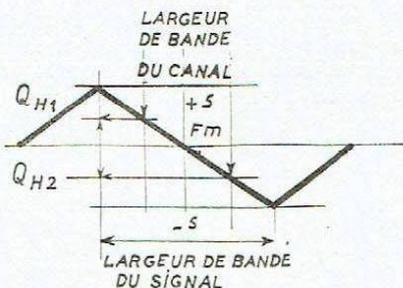


Fig. 7. — Définition de la qualité d'un canal à dynamique constante : on porte autour de la moitié de la distance $Q_{H1} - Q_{H2}$ définit la qualité Q_H du canal.

$$\frac{\log f \text{ max.} - \log f \text{ min.}}{2} = f$$

du domaine à transmettre, la largeur de bande du canal $Q_{H1} - Q_{H2}$ définit la qualité Q_H du canal.

tiples formes : souffle, flicker effect, bruit d'aiguille constant ennemi du technicien des transmissions, car il vient réduire la dynamique et mesure véritablement la qualité d'un canal non parasité (fig. 6 et 7). Ainsi, la qualité globale Q d'un canal sera le produit de deux indices de qualité, relatifs : l'un à la dynamique effective, l'autre à la largeur de la bande transmise.

$$Q = Q_h Q_d$$

Les canaux temporels ou d'enregistrement, qui conservent le signal sonore à travers la durée, seraient justiciables, eux aussi, de règles analogues, que nous étudierons plus tard, ainsi, celle de la dégradation du signal par vieillissement, bien connue des utilisateurs de bandes magnétophoniques. En réalité, leur étude nous est facilitée par le principe même de l'enregistrement, qui est une application du temps sur l'espace et fait participer le temps des propriétés spatiales : permanence, reproductibilité, divisibilité, inversabilité, toutes propriétés qui n'ont pas toujours été, jusqu'à présent, bien vues par les utilisateurs, et que ce sera notre tâche de mettre en évidence.

L'enregistrement fait ainsi émerger de la notion de signal sonore celle de *matière sonore*, constituée d'objets

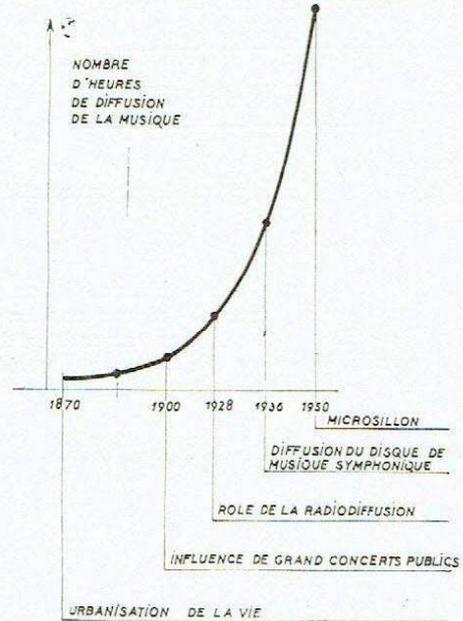


Fig. 8.

sonores matériels assemblés comme le fait un montage sur bande magnétique pour une émission radiophonique, et cette technique du montage peut être poussée très loin, donnant lieu à un nouvel art : *l'art du son concret*, dont la musique concrète n'est qu'un aspect.

Plus de 90 % de la musique du monde est actuellement tributaire du canal sonore : l'avènement de la radio, et surtout du disque, a provoqué en quelques années une prodigieuse expansion de la musique dans le monde (fig. 8), expansion qui exige des techniciens de plus en plus nombreux. Magnétophone, microsillon, télévision, cinéma total vont accélérer encore cette expansion dans les années qui viennent : *Le merveilleux est dans le commerce*, disait VALÉRY. Les conséquences en seront innombrables, le caractère d'unicité que l'on attachait autrefois par erreur à l'œuvre d'art disparaît avec la matérialisation de la musique, de la parole, du signal sonore dans l'enregistrement.

Il faut les étudier. Tel sera notre but dans cette revue.

ENSEIGNEMENT DE L'ACOUSTIQUE

par J.-J. MATRAS *

Il n'est pas mauvais que les techniciens et les savants se préoccupent de temps en temps de l'opinion qu'on se forme de leur spécialité.

Or, nous devons le dire franchement : l'Acoustique a mauvaise presse. Je n'en veux pour preuve que la petite histoire qui m'est arrivée récemment : une jeune et jolie femme, d'ailleurs intelligente et cultivée, examinait l'autre jour d'un œil critique les quelques ouvrages de ma bibliothèque; elle les classait en deux groupes : ceux dignes d'intérêt à son sens, et les autres. Parmi ces derniers, elle en désigna un, sur qui lui paraissaient accumulées toutes les montagnes d'ennui possible et dont le titre même excluait toute envie de le lire : c'était un livre d'Acoustique. L'anecdote manquerait de piquant si je n'avouais que j'en étais l'auteur.

Quand la malheureuse, cruellement éclairée par son mari, fut revenue de sa confusion, j'essayais de connaître les raisons d'une critique aussi sévère a priori.

Disons-le tout net : tant dans l'enseignement secondaire que dans l'enseignement supérieur, l'Acoustique est plus que négligée, elle est presque sabotée. Les programmes n'en font mention qu'occasionnellement et dans des conditions qui donnent l'impression que c'est un domaine non seulement secondaire, mais tant soit peu ridicule.

Quelques expériences de physique amusantes, bonnes tout au plus à réjouir les badauds, confirment les étudiants dans l'impression que l'Acoustique n'est qu'un vague reste de la science d'un autre âge, qu'aucun effort n'a été entrepris pour la réadapter à notre époque, et qu'il serait vain de s'appesantir sur des sujets qui ne peuvent avoir, tout au plus, qu'un intérêt historique.

On ne saurait leur donner tort : telles qu'elles leur sont présentées, les matières qui constituent l'Acoustique classique ne peuvent que les conduire à des idées vagues et confuses, presque toujours inexactes. Leur instinct les en éloigne à juste titre.

Veut-on quelques exemples? Amusez-vous à lire dans un ouvrage de math.-élém., ce qu'on dit sur les gammes. Vous apprendrez peut-être certains mots : harmoniques, accord consonant, accord dissonant; vous saurez qu'il existe une gamme de Pythagore et une gamme de Zarlino, peut-être même, dans certains cas, une gamme chromatique tempérée. Mais, répondez-moi franchement : aurez-vous la moindre idée des raisons pour lesquelles les musiciens et les physiciens, pendant des siècles, se sont battus avec ardeur pour ou contre telle gamme? C'est peu probable. Et ne croyez pas que la question soit d'ordre essentiellement artistique; bien au contraire, comme nous le montrerons dans un prochain article, elle a un caractère technique accentué; c'est pour des raisons

physiques qu'a été adoptée finalement la gamme tempérée, qui est d'ailleurs de définition purement mathématique — et qui paraît, à en lire des ouvrages classiques, n'avoir pas de rapport avec les autres.

Il n'en est rien, vous vous en doutez bien.

Mais si c'est pour faire le silence sur l'élément le plus intéressant du problème « gammes », à quoi bon, je vous le demande, donner aux étudiants des renseignements qui ne peuvent avoir pour eux aucun intérêt pratique ou théorique?

Autre exemple : les cordes vibrantes, les fuseaux, les expériences de Melde, etc.

Vous lirez, vous apprendrez ces notions très particulières; mais aurez-vous une idée de ce qu'est un état de vibration, de la façon dont il est utilisé en pratique, dont on peut l'étendre à d'autres domaines qui couvrent l'essentiel de la production des sons? Ce serait bien étonnant.

A cette carence quasi totale de l'enseignement public, il est facile d'opposer le rôle que joue le son dans le monde contemporain.

Cinéma parlant, radio et télévision, enregistrement et reproduction sont mis actuellement à la portée de foules considérables et intéressent de nombreuses équipes de professionnels et de bien plus nombreuses équipes d'amateurs.

Et que dire des problèmes que pose la protection contre les perturbations phoniques?

On ne peut envisager de nos jours d'édifier un immeuble tant soit peu important sans déterminer les conditions dans lesquelles les différents appartements sont isolés les uns des autres et des bruits extérieurs.

Et quelle pénible ambiance auraient à supporter les passagers des avions et des trains, si aucune précaution n'était prise en faveur de leurs délicates oreilles?

Qu'on ne s'étonne donc pas des développements de l'Acoustique moderne — technique solide qui touche à peu près à tous les domaines de la science; technique qui se mêle chaque jour un peu plus de notre vie privée, de façon pas toujours agréable d'ailleurs, mais qui la pénètre avec une permanence et une richesse qui n'ont rien de comparable avec l'influence que peuvent avoir sur nous, par exemple, l'Astronomie ou l'Atomistique auprès desquelles elle fait pourtant figure de parente pauvre; technique qui entraîne des études théoriques que les savants les plus distingués commencent à regarder d'un œil intéressé —, l'Acoustique n'est-elle pas partie prenante dans la théorie des communications, dans la théorie de l'information, dans cette science encore aussi mystérieuse par son nom que par son contenu, la Cybernétique?

(*) Ingénieur général de la Radiodiffusion Française.

Cette multiplicité d'applications n'a, on le conçoit, pas laissé indifférentes certaines grandes écoles d'application et diverses écoles techniques dont les directeurs ont pris l'initiative de réserver dans leur enseignement une part plus ou moins importante à l'Acoustique : écoles des Télécommunications, écoles de cinéma, écoles de radio-électricité.

On doit signaler ici une regrettable lacune : à ma connaissance — que je souhaite erronée —, l'Acoustique ne fait l'objet d'aucune étude spéciale dans les écoles françaises d'architecture. Je précise « françaises », car à l'étranger, il n'en est, en général, pas de même.

Soyons sûrs que cette lacune se comblera à bref délai.

Nous ne pouvons terminer ce bref exposé sans appeler l'attention sur le rôle et l'importance que doivent jouer les laboratoires d'enseignement d'Acoustique.

Il en existe très peu : ce qu'expliquent à la fois leur prix de revient élevé, la place étendue qu'il faut leur réserver. Ils n'en sont que plus précieux.

Soyons optimistes dans nos vues d'avenir : il ne fait aucun doute que le développement des sciences et des techniques fera subir à plus ou moins brève échéance,

aux études classiques, de profondes modifications qui conduiront à rajeunir les aspects sous lesquels seront enseignées les sciences.

La Radio-électricité — grâce à de brillantes équipes de jeunes professeurs — prend peu à peu sa place dans les Universités.

L'Acoustique suivra, soyons-en certains : elle sera présentée aux jeunes générations sous une forme à la fois plus attrayante et plus pratique.

En attendant la réalisation de ce vœu et de cet espoir, nous voulons profiter de la place qui nous est si aimablement offerte dans cette revue du SON — à qui nous présentons, ici, nos vœux chaleureux et confiants de succès — pour essayer de dégager quelques idées simples sur l'intérêt que peuvent présenter dans tous les domaines, l'Acoustique théorique et l'Acoustique appliquée.

Nous examinerons d'abord l'aspect sous lequel il convient d'examiner cette science, en nous rappelant que, si les résultats acquis dans le passé ne doivent pas être négligés, il est bon de les « moduler » fortement pour tenir compte du prodigieux développement de la Science contemporaine.

Quelques dates marquantes en électro-acoustique

A. — Enregistrement du son (précurseurs)

- 1807. — YOUNG inscrit des vibrations sonores sur une palette enduite de noir de fumée.
- 1856. — SCOTT inscrit sur un cylindre enduit de noir de fumée une modulation vocale.
- 1877. — CROS décrit un système permettant l'enregistrement et la reproduction du son.
- 1877. — EDISON parvient pour la première fois dans l'histoire du son à reproduire un enregistrement réalisé par lui.

B. — Enregistrement mécanique sur cylindre et sur disque (réalisations commerciales)

- 1877. — EDISON réalise le premier enregistreur à cylindre.
- 1878. — BERLINER réalise le premier enregistrement sur disque.
- 1897. — La fabrication industrielle des disques commence.
- 1925. — R.C.A. présente le premier phonographe électrique commercial utilisant un « pick-up » et un haut-parleur dynamique.
- 1926. — MAXFIELD et HARRISON réalisent le premier enregistrement électrique de disques.
- 1936. — Les premiers disques à sillonnage serré sont réalisés en France (à l'usage des aveugles).
- 1949. — Columbia présente le disque microsillon.

C. — Enregistrement photographique sur film

- 1906. — L'inventeur français LAUSTE enregistre photographiquement le son d'accompagnement d'un film à côté de l'image, inventant ainsi le procédé d'enregistrement du son sur film.
- 1928. — CASE réalise le tube à lueur qui sera le premier modulateur de lumière employé commercialement.
- 1928. — WENTE réalise la valve de lumière qui permettra les premiers enregistrements photographiques à haute fidélité.

D. — Enregistrement magnétique

- 1898. — POULSEN découvre le principe de l'enregistrement magnétique.

- 1921. — CARLSON et CARPENTER découvrent le principe de la polarisation supersonique appliquée à l'enregistrement magnétique.
- 1930. — STILLE réalise un enregistreur commercial sur ruban d'acier.
- 1935. — A.E.G. présente son magnétophone à bande.

E. — Cinématographe sonore commercial

- 1898. — Premiers essais de chronophonographie à l'Olympia de Paris.
- 1902. — Premiers essais de GAUMONT employant le son sur disque avec amplification par l'air comprimé.
- 1927. — Apparition du premier film sonore à son sur disque à enregistrement électrique (Warner Bros et Vitaphone).
- 1927. — Apparition du premier film sonore à son sur film enregistré par procédé électrophotographique (Fox Movietone).
- 1947. — Apparition de l'enregistrement magnétique sur film.

F. — Microphones

- 1876. — BELL et GRAY réalisent le premier microphone électromagnétique.
- 1877. — HUGHES réalise le microphone à charbon.
- 1917. — WENTE réalise le microphone à condensateur (dont le principe date de 1881).
- 1924. — MARCONI et SYKES réalisent le microphone à ruban.
- 1930. — BRUSH présente le premier microphone piezo-électrique.

G. — Ecouteurs et haut-parleurs

- 1876. — HUGHES réalise le premier écouteur téléphonique.
- 1910. — BROWN réalise le haut-parleur magnétique.
- 1924. — GERLACH et SCHOTTKY réalisent le haut-parleur à ruban.
- 1925. — RICE et KELLOG réalisent le haut-parleur à bobine mobile à membrane, dit dynamique.
- 1946. — KLEIN réalise le haut-parleur ionique.

DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ RÉELLE D'ENTRÉE D'UN TUBE AMPLIFICATEUR

La capacité d'entrée d'un tube électronique, donnée dans les caractéristiques fournies par le constructeur, est une capacité théorique correspondant à un tube froid. Dès que la cathode du tube chauffe, la capacité d'entrée varie dans des proportions non négligeables, puisque l'écart avec la capacité théorique va de 20 à 40 % suivant les types de tube. On peut admettre une valeur moyenne de 30 % qui correspond à une bonne approximation pour la plupart des tubes d'usage courant. La capacité d'entrée C_{gc} sera alors : $C_{gc} = 1,3 C_{et}$, C_{et} étant la capacité donnée par le constructeur.

Cette capacité grille-cathode ainsi calculée, on constate expérimentalement que la capacité mesurée ne possède la valeur théorique que si la résistance de charge d'anode est nulle. Dans le cas habituel d'utilisation d'un tube attaqué par la grille, la sortie se faisant par l'anode, on constate que la capacité d'entrée du tube est supérieure à la valeur calculée. La raison de cet état de chose est que le circuit de sortie exerce une influence sur les caractéristiques du circuit d'entrée. Cet effet a été découvert par MILLER qui lui a donné son nom.

Sans entrer dans des considérations théoriques qui dépasseraient le cadre de cet exposé, qui veut être seulement pratique, nous allons voir dans quelle proportion cet effet augmente la capacité d'entrée d'un tube, ce qui nous permettra de déterminer si cette augmentation est de nature à amener des perturbations dans le fonctionnement de circuits amplificateurs à fréquence vocale.

Dans le cas habituel, pour l'amplification de tension où la charge du tube est constituée par une résistance pure, on constate que l'impédance d'entrée reste purement capacitive. Le calcul de celle-ci est facile; il est donné par la relation :

$$C_e = C_{gc} + (1 + k) C_{ga}$$

dans laquelle :

- C_e = Capacité d'entrée.
- C_{gc} = Capacité grille-cathode réelle = 1,3 C_e théorique.
- C_{ga} = Capacité grille-anode.
- k = Coefficient d'amplification dans les conditions d'utilisation.

Si l'impédance de charge du tube était purement réactive, cas qui ne se produit jamais dans la pratique, on aurait :

$$C_e = C_{gc} + C_{ga}$$

et l'impédance d'entrée resterait purement capacitive.

Dans le cas où le tube débite sur une inductance ou un transformateur, c'est-à-dire dans le cas où la charge est constituée par un élément réactif en série avec un élément résistif, la capacité d'entrée devient :

$$C_e = C_{gc} + (1 + k \cos \theta) C_{ga}$$

θ étant l'angle de déphasage entre la tension et le courant dans l'impédance de charge. L'impédance d'entrée est alors constituée par C_e en parallèle sur laquelle se trouve une résistance :

$$R_e = \frac{1}{2\pi f C_{ga} k \sin \theta}$$

De ce qui précède, il ressort que l'effet Miller sera particulièrement important dans le cas des triodes, pour devenir à peu près négligeable dans le cas des pentodes. Cet effet peut d'ailleurs se compenser par la simple omission du condensateur de découplage de cathode, la résistance de cathode conservant sa valeur habituelle. Toutefois, cette façon d'opérer amène une dégénération qui réduit considérablement le gain. C'est pourquoi dans beaucoup d'applications, il ne sera pas possible d'employer cette solution. Il sera alors indispensable dans la plupart des cas de tenir compte de l'augmentation de capacité due à l'effet Miller, en modifiant en conséquence les valeurs des circuits associés. Ces considérations sont particulièrement importantes dans le cas où l'on connecte sur la grille d'un tube une source à haute impédance; elles peuvent devenir primordiales pour la réalisation de certains types de correcteurs de réponse dans lesquelles la capacité parasite introduite peut détruire l'effet correctif théoriquement possible.

Nous donnerons, à titre d'exemple, les valeurs de capacité réelle due à l'effet Miller, calculées, en tenant compte d'une augmentation de capacité due au chauffage, pour un certain nombre de tubes courants montés en amplificateurs de tension, avec une charge d'anode purement résistive, d'une valeur de 100.000 ohms (sauf pour les tubes 6F5 et 6SL7, pour lesquels cette résistance est de 250.000 ohms), la tension anodique appliquée étant de 250 volts.

Type de tube		6AU6				6F5	6J5	6J7		6SL7 GT	6SN7 GT	ECC40	ECC81
		Triode	Pentode	Triode	Pentode								
Capacité d'entrée en pF	Théorique	3,1	5,5	5,5	3,4	5	7	3	2,8	2,9	2,2		
	Réelle	92	9	124	69	45	9,6	147	65	74	85		

N. B. — La réactance de 100 pF à 10.000 c/s est de 159.000 ohms.

POINTS DE VUE SUR LA TECHNIQUE MODERNE DE PRISE DE SON

par José BERNHART *

Il nous a semblé nécessaire de réserver dans cette Revue une large part à la technique de la « Prise de son ». Une grande importance a toujours été attachée à l'étude et à la réalisation du matériel électro-acoustique, voire même aux problèmes acoustiques du traitement des studios, des salles de réception. Mais, à l'origine de l'âge microphonique, la prise de son n'avait même pas droit de cité. Les techniciens considéraient avec un certain scepticisme les metteurs ondes, qui venaient faire intrusion dans leur « salle technique », leur demandaient de placer les micros à tel ou tel endroit et leur parlaient un langage que ceux-ci se refusaient de comprendre. L'opérateur de la salle technique appliquait une seule consigne : transmettre un texte avec le maximum d'intelligibilité et de qualité électro-acoustique. Le metteur en ondes, voyait d'abord : le spectacle, avec son décor sonore et la traduction du jeu et de l'interprétation du texte.

Côté musique, nous avons connu les premiers musiciens-mélangeurs. Au nom du respect des nuances musicales, ceux-ci s'efforçaient d'abord d'éviter toute intervention des techniciens au potentiomètre alors que les notions même de bruit de fond, de distorsion de la chaîne leur échappaient totalement, sans même parler d'une connaissance approfondie du microphone. Les uns appelaient modulation les variations d'amplitude du courant modulé ; les autres ne pouvaient comprendre que l'on puisse se permettre d'utiliser un mot aussi sacré : moduler signifie dans le langage musical changer de ton. Il restait à briser la glace qui séparait l'artistique de la technique : la prise de son a pris naissance le jour où l'on a bien voulu faire (dans le cadre de l'exploitation technique) une distinction entre la fonction programme et la fonction transmission et commutation.

Actuellement des techniciens compétents s'occupent de l'une ou de l'autre de ces fonctions mais en aucune manière une confusion de langage sur ce principe de base ne peut être admise.

Formation de base du preneur de son

De nos jours encore, la question reste cependant entière : un bon preneur de son doit-il être issu d'un

(*) Ingénieur E.S.E., I.C.A.M., Chef du service « Prise de Son » à la Radiodiffusion-Télévision Française.

cadre technique avec une solide formation technique à la base, étant bien entendu qu'il sera doué d'une excellente oreille et possèdera une formation artistique complémentaire, ou bien vaut-il mieux confier la mise en ondes musicale à des élèves sortant des classes de composition du Conservatoire, par exemple, après leur avoir fait suivre un cours de perfectionnement technique ? Les jeunes gens qui voudraient se consacrer à cette carrière nous posent souvent cette question.

À la Radiodiffusion Française, la majeure partie des preneurs de son ont une formation purement technique. Plusieurs d'entre eux ont suivi des cours de perfectionnement musical et sont particulièrement doués dans ce domaine. Les grandes formations symphoniques sont confiées à des musiciens purs, mais les meilleurs parmi ces derniers ont, à leur tour, acquis une formation technique très approfondie ; certains même possèdent une solide formation scientifique.

Nous demanderons, dans un prochain article, à Michel PHILIPPOU, compositeur, licencié ès Sciences, et à M. VERNÈRE, technicien du Club d'Essai et réalisateur du dernier Prix Italia, de confronter leur point de vue à ce sujet.

Evolution de la technique de prise de son

Vingt ans nous séparent seulement des anciens studios d'enregistrement. Beaucoup d'entre nous gardent encore le souvenir de ces studios entièrement garnis de tentures, de rideaux. Depuis, nous avons connu successivement la mode des studios rectangulaires, traités avec des matériaux poreux.

L'apparition des premiers diaphragmes, avec des éléments de contreplaqué placés à une certaine distance du mur pour absorber les basses, a permis, il y a une quinzaine d'années, d'améliorer singulièrement l'acoustique sur les basses fréquences.

Ce fut ensuite la vogue des plaques perforées en celotex pour apporter une absorption sélective sur les fréquences moyennes et sur certaines fréquences élevées.

Puis, il y a cinq ans, celle des studios construits en polycylindres, mode qui nous est venue d'Amérique et fait fureur en ce moment en Italie. Elle a trouvé une large application dans les derniers studios construits au Centre Rodin de la Radiodiffusion Française et dans cer-

tains studios d'enregistrement de disques du commerce, à Paris (Decca par exemple).

Le type des résonateurs à air, utilisés dans quelques studios de la R.T.F., définit une autre méthode d'absorption et de traitement acoustique. En Allemagne, nous assistons à un certain retour vers des éléments de résonateurs en diaphragme disposés en quinconce sur les murs, avec des parties nettement réfléchissantes en plâtre. Tous ces modes de traitement, vous les trouverez dans les studios actuels. Que faut-il en penser ?

Il est évident que la répartition des sons réfléchis est très différente dans chaque cas. Les acousticiens nous ont souvent donné des comptes rendus dans des revues scientifiques avec de très belles courbes de temps de réverbération, de considérations sur la diffraction des polycylindres, sur la répartition directionnelle des sons dans l'espace. Mais pratiquement, le technicien chargé de faire une mise en ondes dans un studio, avec un type de microphone donné, peut-il *a priori* connaître les réactions de ce studio du point de vue acoustique et se faire une opinion des méthodes simples de prise de son sur la base de ces considérations théoriques ?

Nous vous proposerons prochainement une comparaison pratique d'une formation enregistrée au Studio 57 Rodin (un studio d'expériences entièrement revêtu d'éléments polycylindriques et de calottes sphériques) et d'un ensemble disposé au studio 26 du Centre Devèze (ce studio est traité avec des éléments de diaphragme au mur complétés d'éléments poreux pour l'absorption des aigus et de surfaces réfléchissantes).

Nous profiterons également de cette comparaison pratique pour transcrire dans un langage de prise de son les résultats théoriques indiqués par les acousticiens. Le technicien du son recherche une couleur sonore, une ambiance acoustique, un certain relief. Les expressions qu'il emploie à ce sujet telles que : couleur aérée, chaude, vivante, des aigus frais et des basses rondes, etc., semblent purement subjectives pour un acousticien et ne correspondent pour ce dernier à aucune base solide. Le preneur de son connaît la définition d'un temps de réverbération mais cette dernière notion ne lui apporte rien de concret lorsqu'il se trouve sur un plateau avec un micro à la main. Un parallèle entre ces deux langages apparemment très divers s'impose.

Chambre d'échos et réverbération réglable

Tout studio de prise de son moderne dispose également d'un équipement de réverbération réglable avec une chambre d'écho pour faire varier à volonté le taux de réverbération ainsi que sa couleur au moyen d'un réseau de filtres pouvant ainsi créer artificiellement des effets d'ambiance acoustique les plus divers.

Il est bon de rappeler les toutes premières réalisations faites en France en 1936 par Bernard Roux, Gamson et SOLIMA. Ces installations se sont beaucoup simplifiées de nos jours. D'autres essais sont actuellement en cours avec un principe un peu différent : on utilise un magnétophone avec plusieurs têtes de lecture décalées. La superposition de ces différentes modulations permet ainsi de recréer artificiellement les décroissances du son direct avec cet avantage en plus : c'est que l'on est maître de l'allure de la courbe de décroissance du son.

Quel sera le microphone d'avenir ?

Il semble que, ces derniers temps, nous assistions à une véritable révolution dans le domaine des microphones. Rappelons que les Américains ont utilisé surtout, jusqu'à ces derniers temps, des micros du type

ruban et bobine mobile (Western 618 et 630 et RCA 44 B, 77 A). Les Anglais ont toujours fait preuve d'une fidélité touchante pour le microphone à ruban Marconi alors que les Allemands, au contraire, préféraient le microphone à condensateur (type Neumann, Telefunken).

Notre politique en France a été plus souple : nous avons pensé que chacun de ces types de micros — nous parlons des microphones anciens — présentait des avantages dans chaque domaine mais qu'il n'existait pas un seul type de microphone idéal. Dans les studios de cinéma, on préfère le microphone à bobine mobile pour sa robustesse et son poids.

Les studios d'enregistrement de disques du commerce étaient avant guerre liés par des contrats d'exclusivité qui leur imposaient un type de matériel unique. Par contre, la Radiodiffusion employait les trois types de micros en donnant tout de même une préférence au micro à bobine mobile pour les émissions de reportage, les micros à ruban pour les prises de son musicales dans les studios et les micros à capacité dans les salles qui demandaient une grande netteté de définition.

Depuis un an, une orientation semble se dessiner vers l'emploi presque exclusif du micro à capacité, étant donné les progrès prodigieux réalisés sur ce modèle. La bande passante a été singulièrement élargie. On trouve très couramment maintenant des micros à capacité passant de 25 à 15 000 pps, d'une façon presque linéaire et sans aucune distorsion apparente, même pour des surcharges acoustiques assez importantes avec un niveau de bruit de fond négligeable. Est-il logique de prévoir une utilisation presque exclusive de ce nouveau microphone dans l'avenir ? Tel est le but des essais qui sont en cours depuis un an à la Radiodiffusion Française.

Microphone unique ou microphone multiple ?

Autre divergence de doctrine : est-il préférable d'utiliser un seul microphone pour la prise de son d'un orchestre ou bien vaut-il mieux se rallier à la solution de plusieurs microphones conjugués ? Là également, il y a des méthodes et des traditions. Les Allemands ont presque toujours défendu la première thèse. Les Anglais — il faut reconnaître la haute musicalité des émissions de la B.B.C. — ont toujours utilisé plusieurs microphones : un groupe de microphones d'ambiance et quelques microphones d'appoint. Nous nous proposons de faire le point des procédés utilisés dans les studios français à ce sujet.

Bande passante élargie ou rétrécie ?

Le général LESCHI, directeur des Services Techniques de la R.T.F., a bien voulu donner ici même les caractéristiques acoustiques du matériel futur prévu pour la Maison de la Radio en cours d'études. Au mois d'octobre, un nouvel émetteur de modulation de fréquence transmettra un programme à large bande passante. La qualité des programmes reçus par les auditeurs montrera d'une façon directe l'intérêt — et nous dirons même la nécessité vitale — de normaliser dans un assez proche avenir toutes nos chaînes en vue d'une bande passante très large et avec un équipement exempt de défaut de régime transitoire. Déjà la diffusion du microsillon a fait connaître les avantages de cette technique.

Il faut bien dire qu'il est assez décevant après avoir écouté chez soi un des récents disques de microsillon haute fidélité, de passer à l'écoute d'un système de transmission radio par modulation d'amplitude, avec une bande très rétrécie. Et pourtant, il y a cinq ans seulement, en Amérique, des statisticiens s'étaient livrés à un

travail de prospection géant prouvant que l'auditeur moyen préfère une bande passante rétrécie.

Le problème de la haute qualité reste intégral. Notre ami MOLES le pose sous un autre point de vue théorique des plus intéressants en se basant sur les récents résultats de la théorie de l'information. Nous voudrions demander à plusieurs techniciens du son qui ont pu juger eux-mêmes de la qualité de la modulation de fréquence à l'étranger et qui, de par leur profession, ont eu la chance de pouvoir manipuler quelques-unes des rares chaînes de reproduction à très large bande passante, quels sont, à leur avis, les avantages et les inconvénients de cette nouvelle technique.

D'ores et déjà, nous pouvons donner un conseil à nos lecteurs : l'émetteur-son actuel de la Télévision couvre déjà une bande passante presque similaire à celle que nous pouvons attendre du prochain équipement de modulation de fréquence. Certes la prise de son à la Télévision est tellement complexe et se trouve gênée par de multiples servitudes qu'il n'est guère possible de transmettre à tout moment une reproduction intégrale.

Quelques exemples pratiques de prise de son

Nous nous proposons de donner dans les numéros à venir une série de reportages des prises de son les plus typiques. Sont prévues entre autres :

— La diffusion de l'Orchestre Wal-Berg, depuis le studio 31 Erard;

— Les prises de son de l'Orchestre National au théâtre des Champs-Élysées;

— Les dispositions microphoniques utilisées au cours des transmissions de l'Opéra;

— Le principe de la prise de son du dernier prix Italia le *Joueur de flûte*, avec les procédés de décalage de voix filtrées et l'emploi d'une double piste de magnétophone.

On a beaucoup parlé ces derniers temps de musique concrète. Avec l'autorisation de Pierre SCHAEFFER, son créateur, nous demanderons à Jacques POUILLIN de nous montrer un des aspects les plus vivants de la musique concrète : comment peut-on, en partant d'un bruit tout à fait anodin tel le roulement d'une casserole, décomposer ce bruit, le disséquer, le transformer, en le passant par des chambres d'échos, par des filtres en utilisant le procédé du sillon fermé, créer ainsi des rythmes périodiques, des tonalités de bruits dont on est parfaitement maître pour en créer une synthèse qui prend un caractère musical.

Technique d'enregistrement et de montage des éléments sonores des disques du commerce

L'industrie des disques a récemment édité plusieurs disques de variétés réalisés au moyen de procédés de prise de son tout à fait nouveaux, il en est un très populaire : la chanson *Echo-Echo*. L'édition française est une véritable réussite de prise de son et de montage technique. Telefunken a édité quelques disques de variétés en se servant également du procédé d'accélération, de ralenti, d'un fragment de musique enregistrée préalablement (de la guitare ou de l'orgue électrique, par exemple).

L'utilisation de la bande de magnétophone, comme premier support de la modulation des disques du commerce, présente des facilités de manipulation et de mon-

tage ouvrant ainsi le champ à des réalisations absolument prodigieuses. La technique de montage permet de corriger et de rattraper les fautes d'interprétation de l'artiste au moment de l'enregistrement. Cette facilité de correction atteint à présent un degré tel que l'on peut, en toute honnêteté, se demander où commence et où s'arrête la propriété et la qualité de l'interprétation artistique. La technique a largement dépassé son stade d'éléments de transmission passif. L'ingénieur peut apporter des éléments créateurs nouveaux sur le plan purement artistique.

La prise de son à la Télévision

On a beaucoup critiqué la qualité de la reproduction du son à la Télévision. On a dit, à tort ou à raison, que le son en est le parent pauvre. Certes, il y a encore des faiblesses, dans ce domaine, mais il faut dire également que des progrès très nets ont pu être réalisés. De plus, les metteurs en scène ont à présent compris le rôle primordial du son. Des exemples concrets leur ont prouvé à quel point le son peut apporter un élément expressif qui dépasse largement sa simple fonction de transmission du texte parlé.

La prise de son sur un plateau de télévision est certainement le problème le plus difficile et le plus délicat que l'on puisse envisager dans ce domaine. Aussi longtemps que l'enregistrement Video sur kinescope ne sera pas mis au point (ce qui veut dire possibilité d'enregistrement préalable par séquences) les preneurs de son se verront obligés d'employer des procédés les plus invraisemblables pour capter le son dans les situations les plus diverses du point de vue acoustique, sans être parfaitement maîtres des trois paramètres qui déterminent une prise de son correcte, à savoir :

— la directivité de la source sonore par rapport au micro;

— la distance source-micro;

— enfin l'emplacement et la directivité du microphone, et bien entendu, sans pouvoir agir sur les conditions acoustiques de la zone comprenant l'ensemble du couple source-micro.

Une émission dramatique d'une heure et demie télédiffusée actuellement le mardi soir correspond à la réalisation d'un grand film de cinéma. Pratiquement le preneur de son dispose d'une seule répétition, rarement de deux. Il peut, tout au plus, placer 24 micros sur le plateau et, en cours d'émission, se verra dans l'obligation de procéder à des commutations dangereuses puisque son pupitre de mélange ne comporte que 12 potentiomètres alors que l'ensemble de l'action se passe sur un plateau de 15 x 35 m sur lequel des acteurs évoluent sans cesse dans toutes les directions.

Les anciens microphones sont-ils indiqués pour ce type de travail dans une ambiance surchauffée? Peut-on réaliser toutes les prises de son avec des micros sur perche? Quels sont les avantages des grues girafes? Enfin, n'est-il pas plus simple de suspendre un grand nombre de micros dans tous les points où se situe l'action?

Ce sont quelques aspects du problème de la prise de son à la Télévision que nous nous proposons d'étudier en détail.

Le son en relief

La stéréophonie a dépassé largement le stade du laboratoire et la France, avec le procédé de « stéréophonie dirigée » ne semble pas être en retard dans ce domaine. Nous ne pensons pas qu'il existe déjà à l'étranger des

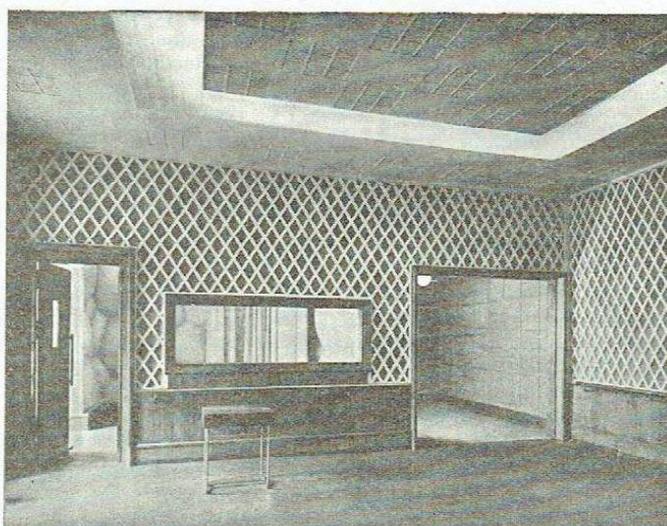
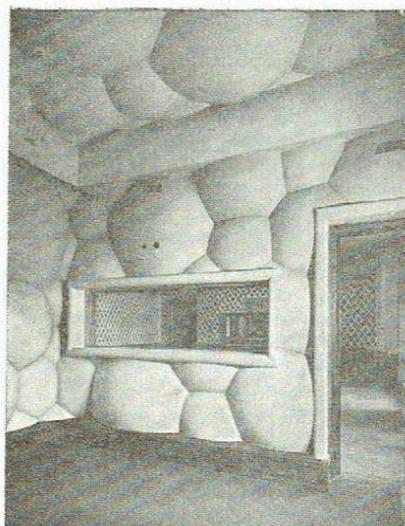
reproductions stéréophoniques sur un théâtre d'opérations aussi vaste que celui de Chambord où l'année dernière, chaque soir, au cours de la saison touristique, un spectacle lumineux et sonore retraçait en stéréophonie devant des milliers de spectateurs « les Très Riches Heures de Chambord ».

Le Ministère des Beaux-Arts se propose de réaliser cette année un spectacle semblable dans le Parc de Versailles. Une installation du même ordre existe déjà dans la grande salle du Palais de Chaillot et a servi pour des représentations de la pièce *Nuclea*. On pense également réaliser dans l'avenir des enregistrements stéréophoniques sur disques, ce qui apportera une amélioration nouvelle à la qualité de la reproduction à domicile.

Il est prouvé que les transmissions par modulation de

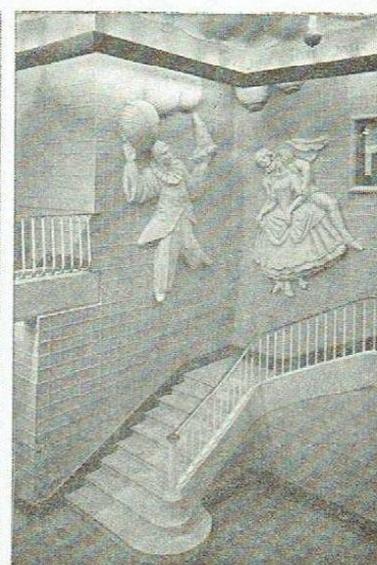
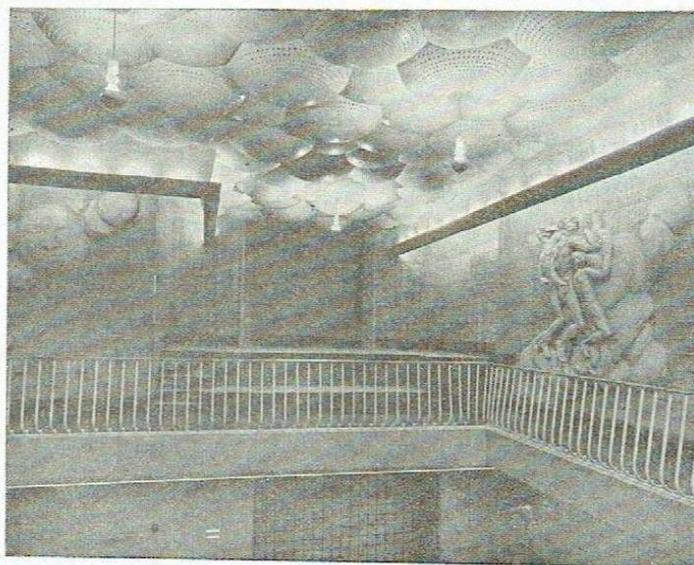
fréquence pourraient être facilement dotées d'un dispositif à double canal, ce qui résoudrait d'une façon très pratique le problème de la réception stéréophonique par voie radio. Nous nous proposons de décrire les installations de prise de son utilisées actuellement pour ce genre d'enregistrement et de reproduction stéréophonique.

Si nous jetons un regard en arrière sur ces vingt-cinq dernières années, nous sommes non seulement frappés par l'ampleur des progrès et par l'évolution prodigieuse de la technique électro-acoustique et de la technique de prise de son, nous ne pouvons nous empêcher également de faire une extrapolation, et d'envisager l'avenir avec confiance : il reste encore beaucoup de progrès à faire car l'horizon se présente devant nous, techniciens, plus large et plus dégagé que jamais



CENTRE P.-BOURDAN
de la
Radiodiffusion
Française :
Studio 4,
multirésonant,
composé
de trois éléments
de résonances
échelonnées.

CENTRE P.-BOURDAN
de la
Radiodiffusion
Française :
Studio 6,
studio à effets.



CARACTÉRISTIQUES MONDIALES D'ENREGISTREMENT ÉLECTROMÉCANIQUE SUR DISQUE

Nous pensons intéresser nos lecteurs qui s'occupent d'enregistrement de disques en groupant à leur intention une série de renseignements couvrant de façon complète les caractéristiques des enregistrements dits instantanés ou de transcription, généralement réalisés sur une laque à base de nitrate de cellulose. Ces renseignements doivent permettre la réalisation d'enregistrements conformes aux normes en usage dans la plupart des studios d'enregistrement du monde entier.

A. — Caractéristiques mécaniques du système d'entraînement du disque :

a) Standard à 78 tours/minute :

Vitesse de rotation : 78,26 t/m. Tolérance : $\pm 0,3 \%$.
Variations instantanées de vitesse (pleurage) : inférieures à 0,1 % de la vitesse moyenne.
Voile admissible du disque posé sur le plateau (écart maximum par rapport à un plan idéal) : maximum 1,6 mm pour la bordure d'un disque de 40 cm.
Temps de récupération du plateau (temps nécessaire après la libération du disque empêché de tourner pour que le pleurage tombe à 120 % de sa valeur en régime permanent) : 3 secondes maximum.

b) Standard à 33 tours/minute :

Caractéristiques identiques au standard à 78 tours, sauf :
Vitesse de rotation : 33,33 t/m. Tolérance : $\pm 0,3 \%$.

B. — Dimensions physiques des disques utilisés :

Diamètre du trou central : 7,25 mm \pm 25 microns.
Diamètre extérieur des disques :
250,8 \pm 0,8 mm, disques dits de 25 cm
301,6 \pm 0,8 mm, — — — 30 —
404,2 \pm 2,4 mm, — — — 40 —

C. — Normalisation des plages enregistrées :

Diamètre du sillon extérieur :
241,3 \pm 0,5 mm, disques de 25 cm à départ extérieur.
292,1 \pm 0,5 mm, — 30 cm — —
393,7 \pm 1,6 mm, — 40 cm — —
395,3 pour le disque de 40 cm à départ intérieur.
Diamètre du sillon intérieur (minimum) :
95,3 mm pour la vitesse de 78 tours sillonnage normal.
190,5 mm — 33 tours —
Séparation entre plages adjacentes : de 3 à 5 mm.
Spirale de départ : de l'ordre de 3 sillons par cm.
Sillons non enregistrés au début d'un disque : de 2 à 4, spirale de départ exclue.
Spirale d'arrêt, dite escargot final, constituée sur les enregistrements professionnels par un élément de spi-

rale raccordée sur la fin du dernier sillon enregistré et se terminant sur un anneau fermé parfois excentré. Cette spirale d'arrêt peut être obtenue tout simplement par un pas rapide suivi d'un blocage du mécanisme de translation du graveur. Diamètre minimum de l'anneau : 82 mm.

D. — Enchaînements (données pratiques) :

Procédé : décalage d'une spire au cours de l'enregistrement.

Recouvrement (enregistrement simultané sur disque enchaîné et disque enchaîné) : 10 mm environ.

Diamètre de la spire d'enchaînement :

disque enchaîné 120 à 130 mm.

disque enchaîné :

270 à 280 mm (disque de 30 cm)

370 à 380 mm (— — 30 cm)

Décalage amené par la spire d'enchaînement : 1 à 2 mm.

E. — Sillonnage :

Pas pour enregistrement normal :

de 38 à 54 sillons par cm par échelons de 3 sillons.

Pas pour enregistrement à sillonnage serré :

de 80 à 120 sillons par cm.

Uniformité d'espacement des sillons :

Ecart maximum à partir de la valeur moyenne : 5 %.

F. — Sillon :

Sillonnage standard :

Angle : 88° \pm 5°.

Largeur du sillon : 100 à 130 microns (valeur habituelle 130).

Sillonnage serré :

Angle : 87° à 90°.

Largeur du sillon : 60 microns.

G. — Niveau d'enregistrement et bruit de fond :

Niveau standardisé mesuré à 1.000 c/s correspondant à :
22 mm de largeur de faisceau réfléchi (France).

Vélocité de 7 cm par seconde (Etats-Unis).

Ces valeurs conviennent pour un enregistrement normal à 78 tours; elles sont à réduire de 6 db pour un enregistrement normal à 33 tours et de 4 db pour un enregistrement à sillonnage serré à 33 tours.

Marge entre niveau en régime sinusoïdal et niveau de programme : minimum 10 db.

Rapport signal/bruit :

35 db (France), enregistrements normaux

40 db (Etats-Unis) — — —

60 db, enregistrement à sillonnage serré.

CONSULTATIONS TECHNIQUES

Nous sommes heureux d'informer nos lecteurs que nous avons créé au sein de la **Revue du SON** un service de consultations techniques qui est en mesure de répondre à toutes demandes de renseignements concernant, non seulement les sujets traités dans la Revue, mais tout problème particulier d'électro-acoustique ou de cinématographie sonore qui pourrait se poser à nos lecteurs.

Le tarif de base de ces consultations est le suivant :

300 francs pour toute demande de renseignement n'entraînant pas la fourniture d'un schéma.

Il reste entendu qu'un montant plus élevé pourra être demandé dans le cas où l'importance des renseignements désirés dépasserait le cadre d'une simple consultation technique. Dans ce cas, l'accord du

lecteur sera demandé avant l'exécution du travail.

Pour la fourniture de schémas ou calculs, une proposition tarifée sera également soumise au lecteur.

Les demandes de renseignements techniques sont à adresser à :

Revue du SON
Consultations Techniques

40, rue de Seine — Paris (6^e)

UN CENTRE D'ENREGISTREMENT A LA PORTÉE DE TOUS

Première partie : AMPLIFICATEUR UNIVERSEL

par M.-J. de CADENET *

Considérant qu'il n'y a pas de limites définies du point de vue technique entre le professionnel, le semi-professionnel et l'amateur, la délimitation réelle étant, hélas, souvent plus financière que technique, nous avons cherché une formule qui permette à toutes les catégories de lecteurs de s'intéresser à chacune de nos réalisations. La méthode à laquelle nous nous sommes arrêtés sera la suivante : chaque pièce d'équipement, qu'il s'agisse d'un amplificateur, d'une machine d'enregistrement, d'un système de signalisation de studio ou de tout autre appareil, donnera tout d'abord lieu à la description d'une réalisation de classe professionnelle dont la construction sera toutefois exposée avec assez de détail pour pouvoir être entreprise par tous ceux pour lesquels le prix de revient n'est pas un obstacle. A partir de cette réalisation, nous décrirons des modifications du schéma de base qui, tout en maintenant les possibilités essentielles du montage original permettront une réduction des dépenses mettant la construction d'un équipement de qualité à la portée du plus grand nombre de lecteurs. Cette réalisation dite semi professionnelle sera décrite avec assez de détails pour que sa construction puisse être abordée avec toutes chances de succès par le lecteur disposant d'un minimum de connaissances techniques.

Enfin nous n'oublierons pas les lecteurs dont les possibilités financières sont réduites (et ici nous pensons plus spécialement aux jeunes dont nous fûmes, il y a longtemps, hélas), c'est pour eux que nous décrirons, chaque fois que cela sera possible, une version « amateur », qui, tout en retenant les grandes lignes de la réalisation professionnelle de base simplifiera celle-ci à la limite compatible avec l'obtention d'une qualité acceptable.

Un Centre d'enregistrement à la portée de tous.

Pour inaugurer cette rubrique de construction, nous avons pensé intéresser un maximum de lecteurs en décrivant une série d'éléments de base qui, rassemblés, constitueront un centre d'enregistrement (et aussi naturellement de reproduction de très haute qualité); nous décrirons tout à tour tous les constituants d'un tel centre : amplificateurs, unités d'adaptation d'entrée et de sortie pour tous types d'enregistrements (mécanique, photographique, magnétique), filtres, correcteurs de fréquence, supprimeurs de bruits de fond, dispositifs d'inter-communication, systèmes de signalisation, régies sonores, etc., et, puisque la pièce maîtresse de tous centres d'enregistrement est l'amplificateur, c'est par lui que nous commencerons :

(*) Ingénieur E.S.M.E.

Un amplificateur universel d'enregistrement

Un amplificateur d'enregistrement à usage professionnel se compose des éléments suivants :

- 1° un ou plusieurs pré-amplificateurs;
- 2° un dispositif de mélange;
- 3° un amplificateur dit de ligne;
- 4° un ou plusieurs dispositifs de correction de la courbe de réponse;
- 5° un amplificateur de puissance;
- 6° les alimentations nécessaires,

auxquels il convient naturellement d'ajouter des dispositifs de commutation des entrées et des sorties, des appareils de mesure et un appareil de contrôle du niveau.

Notre amplificateur devant être vraiment universel sera naturellement prévu, pour pouvoir attaquer tout dispositif d'enregistrement qu'il s'agisse de procédé mécanique (disque ou bande), de procédé photographique (film cinématographique) ou de procédé magnétique (fil),

bande ou film cinématographique). Bien entendu, la lecture des enregistrements réalisés devra être possible, quel que soit le procédé employé et, le cas échéant, la puissance modulée disponible devra être suffisante pour alimenter un haut-parleur placé dans le studio d'enregistrement, tout en conservant une qualité excellente.

Les problèmes à résoudre étaient donc les suivants : entrées de modulation devant pouvoir accepter les signaux provenant de : microphones, lecteurs phonographiques pour sillonnage normal et microsillons, lecteurs de son photographique de cinéma 16 ou 35 m/m, lecteurs de son magnétique provenant d'un fil, d'un disque ou d'une bande, bloc récepteur de radiodiffusion et, éventuellement, ligne téléphonique; sorties de modulation pouvant attaquer : enregistreurs de disques, enregistreurs magnétiques (fil, bande, film ou disque); haut-parleurs d'écoute ou d'auditorium, casque téléphonique.

La plupart de ces utilisations nécessitant des corrections de la courbe de réponse, difficiles à introduire dans l'amplificateur sans commutations compliquées, la solution que nous avons adoptée consiste à incorporer à chaque appareil fournissant une modulation à l'amplificateur (ou en recevant de celui-ci), une unité d'adaptation telle que les corrections de fréquence nécessaires soient apportées par cette unité, l'amplificateur devant avoir une courbe absolument droite, des correcteurs de réponse étant prévus sur celui-ci seulement pour des égalisations éventuelles des défauts acoustiques, tant du studio que de l'auditorium. Ces unités d'adaptation, que nous décrirons en détail dans le prochain numéro de la revue, comportent des réglages permettant une adaptation parfaite au type d'enregistrement réalisé (par exemple : modification de la courbe de réponse en fonction des caractéristiques d'enregistrement des disques du commerce), et de fournir un niveau de sortie (ou d'accepter un niveau d'entrée), comparable pour toutes les unités d'adaptation. La figure 1 donne comme exemple le schéma d'une unité d'adaptation prévue pour la lecture des disques de phonographe, l'étage de sortie de cette unité ayant toutefois été modifiée dans la réalisation définitive comme nous le verrons par la suite.

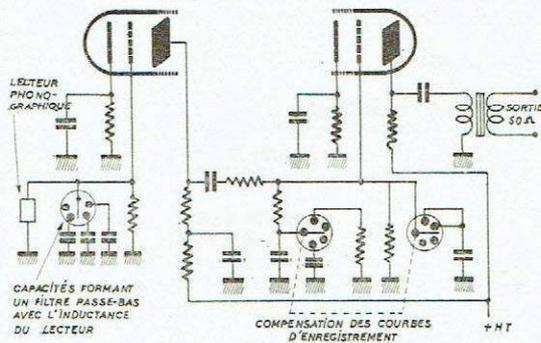


Fig. 1. — Exemple d'unité d'adaptation pour lecteur phonographique. (Les éléments de calcul des valeurs des condensateurs et des résistances seront donnés en détail dans le prochain numéro.)

Le problème du mélange de modulation.

La question des corrections de fréquence nécessaires à chaque utilisation étant ainsi réglée, le premier élément à considérer pour la réalisation d'un amplificateur susceptible de mélanger des modulations en provenance de plusieurs sources est le problème du mélange pour lequel diverses solutions sont possibles, amenant chacune des variations considérables dans la structure des étages d'entrée de l'amplificateur.

Le mélange peut se faire à faible niveau ou à niveau élevé; il peut s'effectuer à haute ou à basse impédance, ce qui nous offre quatre possibilités. Le mélange à basse impédance exige l'utilisation d'atténuateurs coûteux, le mélange en haute impédance pouvant, sous certaines ré-

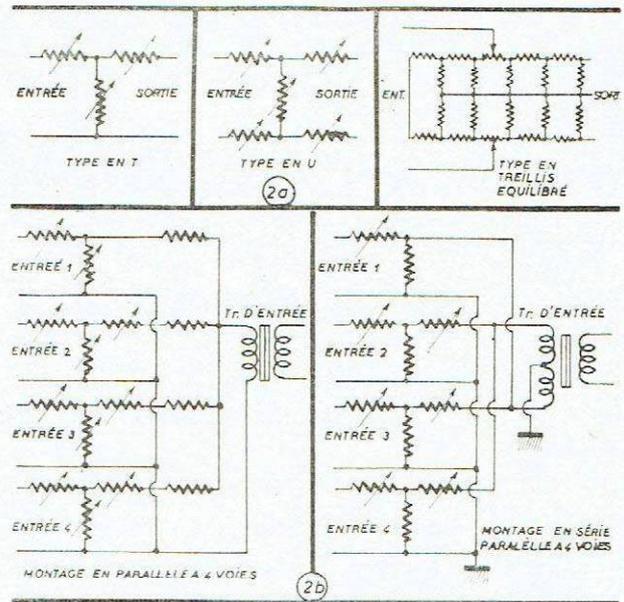


Fig. 2 a. — Exemple d'éléments de mélangeur.
Fig. 2 b. — Exemple de mélangeurs utilisant des atténuateurs en T.

serve, se faire à l'aide de potentiomètres de prix plus abordable; le mélange à faible niveau a l'avantage de n'exiger qu'un seul circuit d'entrée, le mélange à niveau élevé amenant l'emploi d'autant d'étages pré-amplificateurs qu'il y a de voies à mélanger. Cependant le mélange à niveau élevé présente l'avantage important de réduire le bruit de fond propre au tube pré-amplificateur dans les mêmes proportions que le gain quand on agit sur l'atténuateur, alors que ce bruit reste constant dans le cas du mélange à faible niveau.

De façon générale, le mélange à faible niveau n'est plus guère employé que pour les équipements de reportage dans lesquels l'encombrement est primordial, bien que la tendance actuelle soit, dans ce cas, d'effectuer un mélange à haut niveau et à haute impédance, chaque voie possédant son pré-amplificateur utilisant un tube miniature, ce qui permet de ne pas augmenter exagérément le poids et les dimensions de l'amplificateur.

Dans la presque totalité des équipements de studio, chaque voie possède son pré-amplificateur propre à basse impédance, attaquant un mélangeur à basse impédance et à niveau élevé; un dispositif d'interconnexion relativement compliqué permet d'entrer sur chaque voie du mélangeur avec chaque source de modulation ou d'utiliser un groupe de sources sur un mélangeur, un second groupe attaquant un deuxième mélangeur qui peut correspondre à un second programme, les commutations nécessaires s'accomplissant presque toujours à l'aide de relais. Pour éviter des modifications de la courbe de réponse des sources connectées, les dispositifs de mélange doivent être du type à impédance constante; la structure en T est encore très employée, ainsi que celle en H dans le cas où l'on veut maintenir la symétrie (voir figure 2a), bien que la tendance moderne soit de plus en plus à l'utilisation de la structure en treillis qui assure une variation d'impédance pratiquement négligeable, tout en maintenant la symétrie. Il est, d'autre part, indispensable de prévoir des résistances d'isolement pour éviter l'interréaction des réglages du

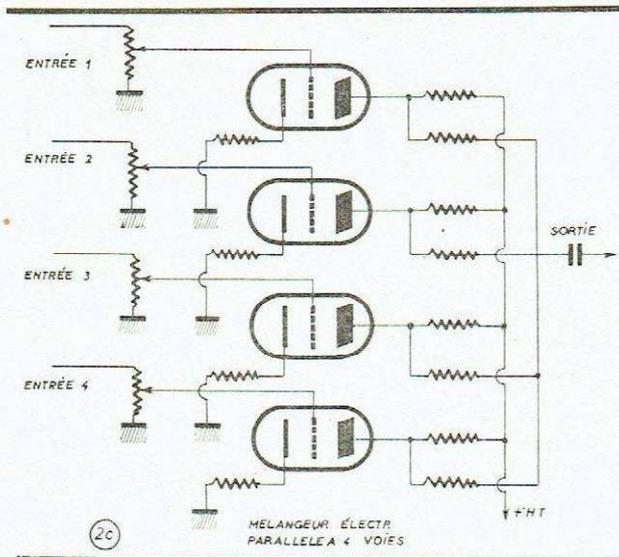


Fig. 2 c. — Exemple de mélangeur électronique.

niveau de chaque voie sur le niveau général. Nous donnons sur la figure 2b quelques types de montage de mélangeurs à basse impédance pouvant fonctionner à faible niveau ou à niveau élevé. Ce sont des dispositifs de ce genre qui sont utilisés pour la radiodiffusion et le cinéma sonore, pour des raisons qui dépasseraient largement le cadre de cette rubrique. Ces dispositifs sont, sans doute, excellents, mais en raison du prix élevé des atténuateurs, ils ne sont guère employés que pour des installations particulièrement importantes. Il est toutefois possible de réaliser un dispositif de mélange électronique simple qui, en pratique, donne des résultats sensiblement équivalents à ceux fournis par les montages de la figure 2b. C'est un dispositif de ce genre que nous avons choisi pour notre réalisation, dont le but n'est pas de permettre la construction d'une console de prise de son de radiodiffusion mais celle d'un équipement correspondant à des besoins plus limités. La figure 2c donne le schéma de ce mélangeur dont les valeurs pratiques seront fournies avec le schéma du bloc préamplificateur-mélangeur. On notera les résistances d'isolement prévues pour chaque tube de l'étage mélangeur; ces résistances placées entre la plaque de chaque tube et le condensateur de liaison ont pour but principal d'empêcher que la charge de chacun des tubes ne tombe à une valeur trop basse pour assurer un niveau de sortie convenable sans distorsion, l'autre rôle de ces résistances étant d'empêcher l'interréaction des contrôles de niveau d'une voie sur le niveau des autres voies.

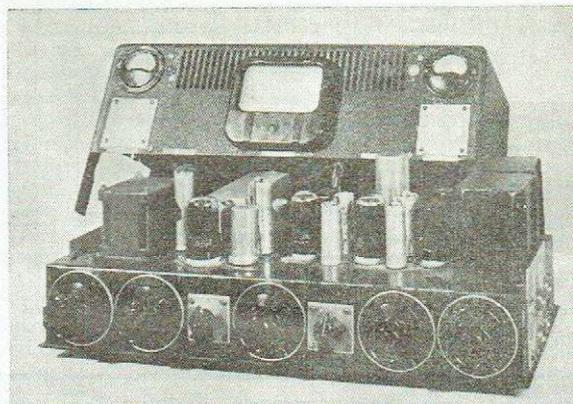


Fig. 3. — Préamplificateur.

Bloc préamplificateur-mélangeur.

Nous avons groupé en un premier élément dont la figure 3 donne l'apparence extérieure les pré-amplificateurs d'entrée, le mélangeur et l'amplificateur de ligne, qui a pour but de relever suffisamment le niveau avant envoi de la modulation sur la ligne assurant la liaison avec l'amplificateur de puissance. Nous avons tout d'abord réalisé quatre voies absolument identiques comportant chacune un commutateur à deux directions, ce qui permettait l'utilisation de 8 entrées, 4 par 4, les sources de modulation connectables sur chacune de ces entrées comportant toutes un transformateur abaisseur d'impédance permettant d'effectuer la liaison en 50 ohms. Cette solution présentait l'avantage important de ne pas spécialiser les entrées et correspondait d'ailleurs à la technique habituelle en matière d'enregistrement professionnel. Cependant, comme dans la plupart des cas, les sources de modulation (à l'exception toutefois des microphones) peuvent être groupées dans le voisinage du mélangeur, qu'il s'agisse de tourne-disques, de magnétophones ou de blocs récepteurs radiophoniques, il devenait possible de supprimer les liaisons par transformateur des unités d'adaptation aux pré-amplificateurs; toutefois, une liaison à haute impédance était totalement à déconseiller, en raison des risques d'affaiblissement des hautes fréquences qui en résulterait dès que la distance dépasserait 3 à 4 mètres. La méthode à laquelle nous nous sommes raliés est directement inspirée d'un montage bien connu des spécialistes de la télévision (étage d'entrée H.F. à couplage cathodique): si, dans la figure 4a qui représente une double triode montée suivant le dispositif précité, nous remplaçons la double triode par deux triodes indépendantes et la résistance commune de cathode par deux résistances de valeur double de la résistance d'origine, placée chacune direc-

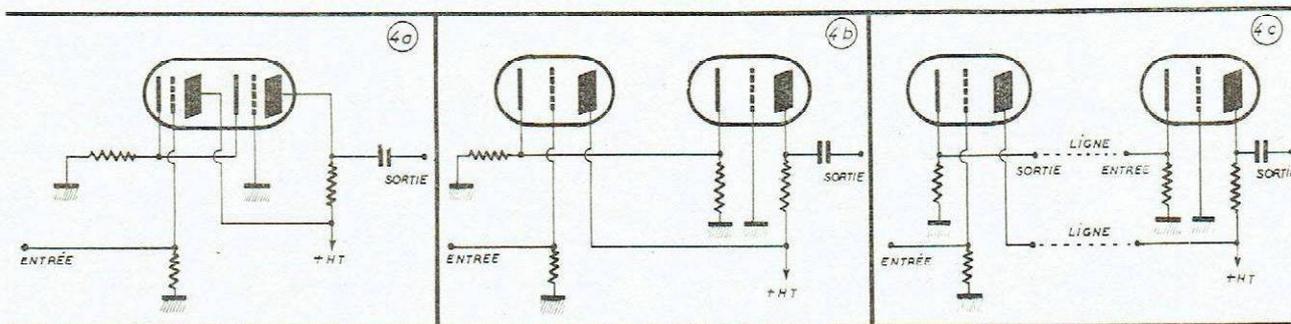


Fig. 4. — Dispositif de liaison à basse impédance.

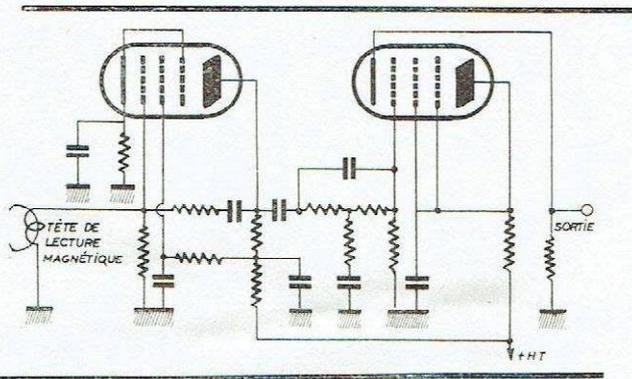


Fig. 5. — Exemple d'unité d'adaptation pour lecture de bandes magnétiques. (Les éléments de calcul des valeurs des condensateurs et des résistances seront donnés dans le prochain numéro.)

tement sur la cathode de chaque tube, rien n'est changé au montage (figure 4b). Si nous éloignons maintenant nos deux triodes, l'une de l'autre en laissant les cathodes réunies par un fil qui peut être très long, rien n'est encore changé et c'est là pour notre amplificateur (figure 4c). Bien entendu, le transformateur de sortie de

chaque unité d'adaptation telle que celle de la figure 1, sera remplacé par un tube à sortie cathodique, ce qui nous donnera un montage tel que celui de la figure 5, qui représente une unité d'adaptation pour lecteur de son magnétique. Le schéma de notre bloc pré-amplificateur mélangeur sera alors celui de la figure 6. On voit que les transformateurs d'entrée ont été conservés pour les voies 1 et 2 auxquelles sont normalement raccordés des microphones. S'il est possible de supprimer ces transformateurs, en réalisant le montage de la figure 7, dans lequel on a raccordé directement sur la cathode du tube d'entrée, dont la grille est mise à la masse, un microphone d'impédance de sortie de l'ordre de 500 ohms, on constate que, dès que la longueur des câbles dépasse quelques dizaines de mètres, les ronflements induits sont en général tels, en raison de la dissymétrie de la liaison, que le système n'est plus guère applicable.

Ceux de nos lecteurs qui le préféreraient peuvent évidemment conserver la disposition originale à quatre voies identiques. Cependant, ce n'est qu'après de nombreux essais que nous nous sommes décidés à la modification indiquée ci-dessus, la qualité obtenue par les procédés de liaison à couplage cathodique étant supérieure à celle que procure la liaison par transformateur, sauf si l'on emploie des transformateurs de très haute qualité (et par suite très coûteux), auquel cas les résultats

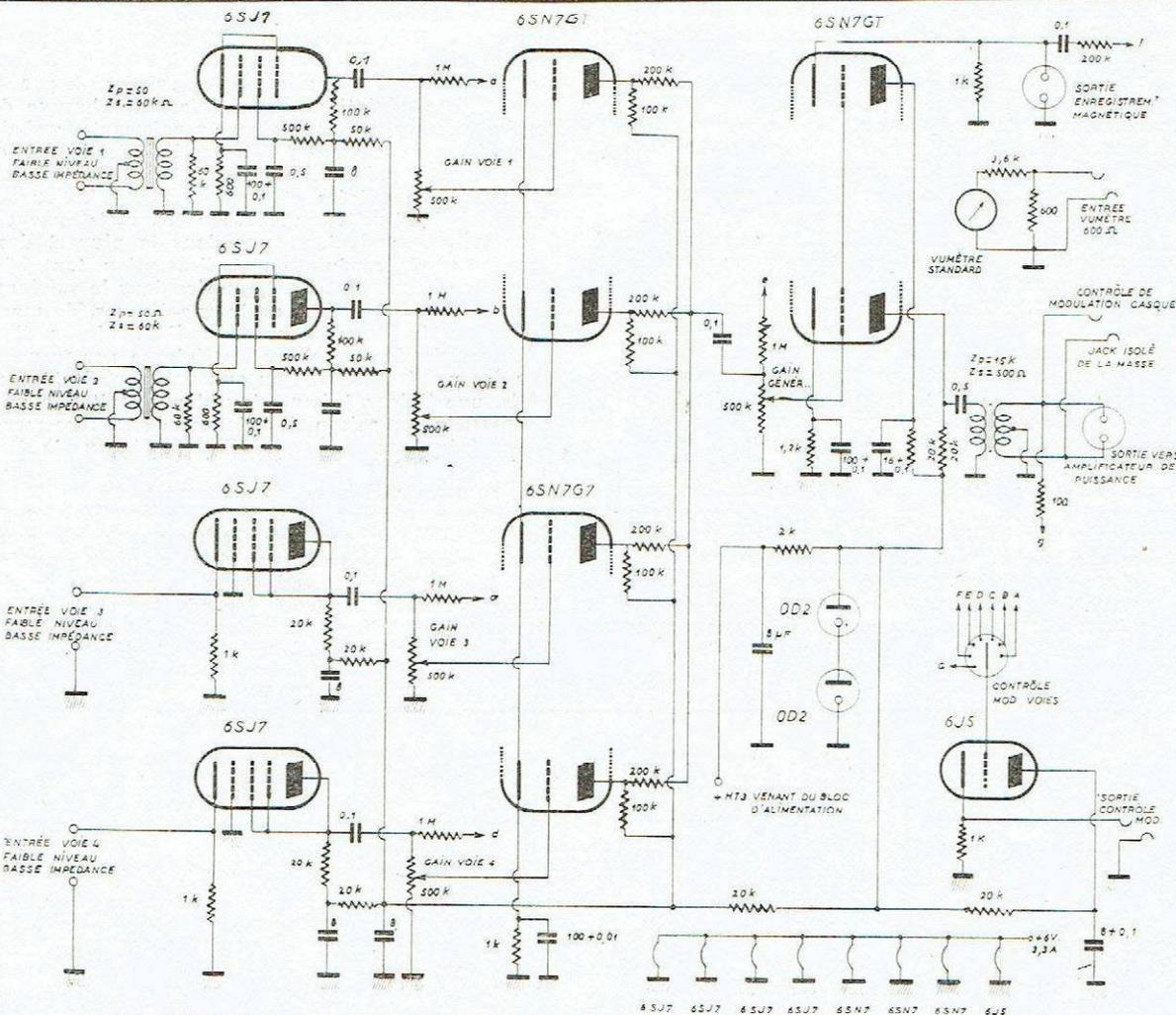


Fig. 6. — Préamplificateur-mélangeur. -- Erratum : au lieu de tubes OD2 lire OA2.

obtenus par les deux méthodes sont exactement comparables.

Nous avons toutefois conservé une sortie de pré-amplificateur mélangeur par transformateur en raison du fait que nous envisagions l'utilisation de circuits correcteurs du type symétrique sur la liaison amplificateur de ligne-amplificateur de puissance, mais il est évident que dans le cas où l'on prévoirait une liaison directe

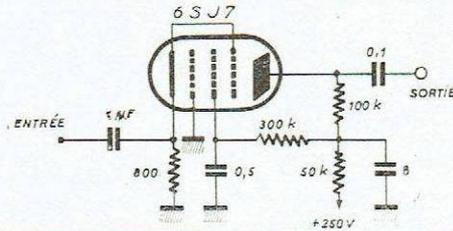


Fig. 7. — Entrée microphonique à basse impédance sans transformateur.

avec l'amplificateur de puissance (ou même une insertion de filtres dissymétriques), rien ne s'opposerait à l'emploi d'une sortie cathodique. Nous verrons ultérieurement que c'est cette disposition qui a été adoptée pour l'amplificateur semi-professionnel que nous décrirons à la suite de celui-ci.

Il ne semble peut-être pas très utile *a priori* d'effectuer en basse impédance la liaison entre l'amplificateur de ligne et l'amplificateur de puissance, ceux-ci pouvant fort bien se trouver à une courte distance l'un de l'autre. La liaison à basse impédance a pour intérêt principal de permettre justement de disposer le bloc pré-amplificateur-mélangeur là où il est le plus utile, le bloc amplificateur de puissance ayant tout intérêt à être rapproché des machines d'enregistrement; d'autre part, il est habituel, en travail professionnel, de produire les courbes de réponse dont on a besoin tant en enregistrement qu'en reproduction à l'aide de filtres intercalés sur une liaison à basse impédance, la courbe de réponse de l'amplificateur de puissance étant alors droite.

Enfin, la liaison à basse impédance contribue pour beaucoup à l'élimination des accrochages qui pourraient se produire entre les circuits d'entrée des pré-amplificateurs et la sortie, étant donné le gain considérable. On remarquera, sur la figure 3, la présence d'un modulateur (dit VUmètre), placé au milieu de la face avant du capot. Cet indicateur de niveau a été placé à cet endroit pour permettre le réglage du niveau d'enregistrement à partir du bloc pré-amplificateur mélangeur, le gain de l'amplificateur de puissance étant réglé une fois pour toutes avant l'enregistrement. Les deux appareils de mesure visibles à droite et à gauche sur l'avant du capot ont pour but de contrôler le courant anodique total absorbé par le bloc ainsi que la tension appliquée aux filaments. Ces instruments sont raccordés au châssis grâce à un connecteur, de façon à permettre l'enlèvement facile du capot. Nous avons adopté pour le montage des trois blocs qui constituent l'amplificateur décrit, des châssis et des coffrets que nous avons sous la main. Comme on le voit, leur montage représente un important travail de découpage que nos lecteurs pourront éviter en se procurant dans le commerce des coffrets tout préparés.

Pour en terminer avec ce premier bloc, nous dirons en deux mots la raison qui nous a amené à prévoir un deuxième étage de sortie (par la cathode celui-là) en plus de celui qui assure la liaison avec l'amplificateur de puissance. Cet étage a pour but de permettre l'attaque directe d'une unité d'adaptation pour enregistrement magnétique, le faible niveau nécessaire ne justifiant pas

le passage de la modulation à travers l'amplificateur de puissance. On remarquera aussi un commutateur d'écoute permettant de raccorder chacune des voies avant mélange ou la sortie du mélangeur à un tube à sortie cathodique. Ce tube est destiné à l'attaque d'un amplificateur d'écoute dont le rôle est de permettre un contrôle individuel des modulations avant leur mélange ou le contrôle du mélange avant l'ouverture de l'atténuateur général. Ce système s'est révélé très utile à l'usage pour diverses raisons sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement en détail.

Aucune modification de la courbe de réponse n'a été prévue sur ce pré-amplificateur dont la réponse en fréquence ne dépend pratiquement que de la qualité des transformateurs employés. Avec des transformateurs de haute qualité, la variation de niveau est inférieure à 1 décibel de 20 à 20.000 c-s, la distorsion d'intermodulation n'atteignant pas 1 % pour un niveau de sortie de 0 décibel(1), qui est le niveau normal prévu pour la sortie de l'amplificateur de ligne, un niveau de +12 décibels étant toutefois possible. La distorsion harmonique n'est pratiquement pas mesurable. La réserve de gain sur chaque entrée est suffisante pour permettre l'obtention du niveau normal de sortie pour des niveaux d'entrée de l'ordre de -90 décibels pour les entrées 1 et 2 et de -60 décibels pour les entrées 3 et 4; le rapport signal-bruit atteint 70 décibels.

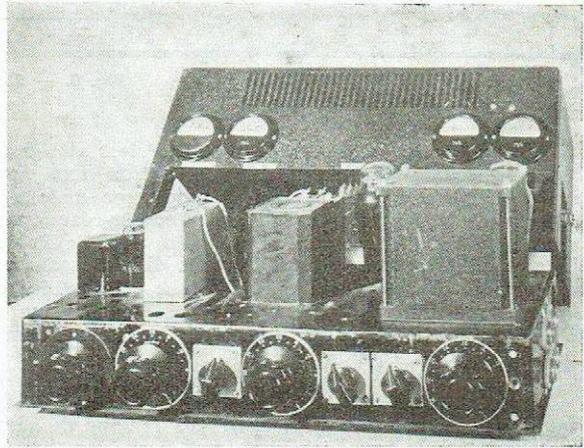


Fig. 8. — Amplificateur.

Bloc amplificateur de puissance

Passons maintenant au bloc amplificateur de puissance dont l'apparence extérieure est celle de la figure 8. Nous n'ouvrons pas ici une controverse sur les mérites respectifs des triodes et des pentodes pour la constitution de l'étage final(2). Nous dirons simplement que la plupart des amplificateurs professionnels d'enregistrement comportent des triodes (ou, ce qui revient au même, des tétrodes ou des pentodes montées en triodes); nous avons estimé logique de continuer dans cette voie. Il fallait à choisir les tubes de sortie. Nos premiers essais ont été effectués avec des 6B4G américaines (équivalentes au 2A3, 6A3 et 6A5). Nous nous sommes heurtés à des difficultés importantes pour moduler à fond une paire de ces tubes, la tension de signal à appliquer aux grilles de ceux-ci atteignant 125 volts, ce qui nous obligeait à faire fonctionner le tube d'attaque sous une tension effective mesurée entre anode et cathode de 250 volts correspondant à une tension d'alimentation voisine de 500 volts. La puissance obtenue avec une polarisation

(1) Le niveau 0 db est égal à 1 milliwatt sur 600 ohms.

(2) Cette question sera traitée à fond par la *Revue du Son* (N.D.L.R.).

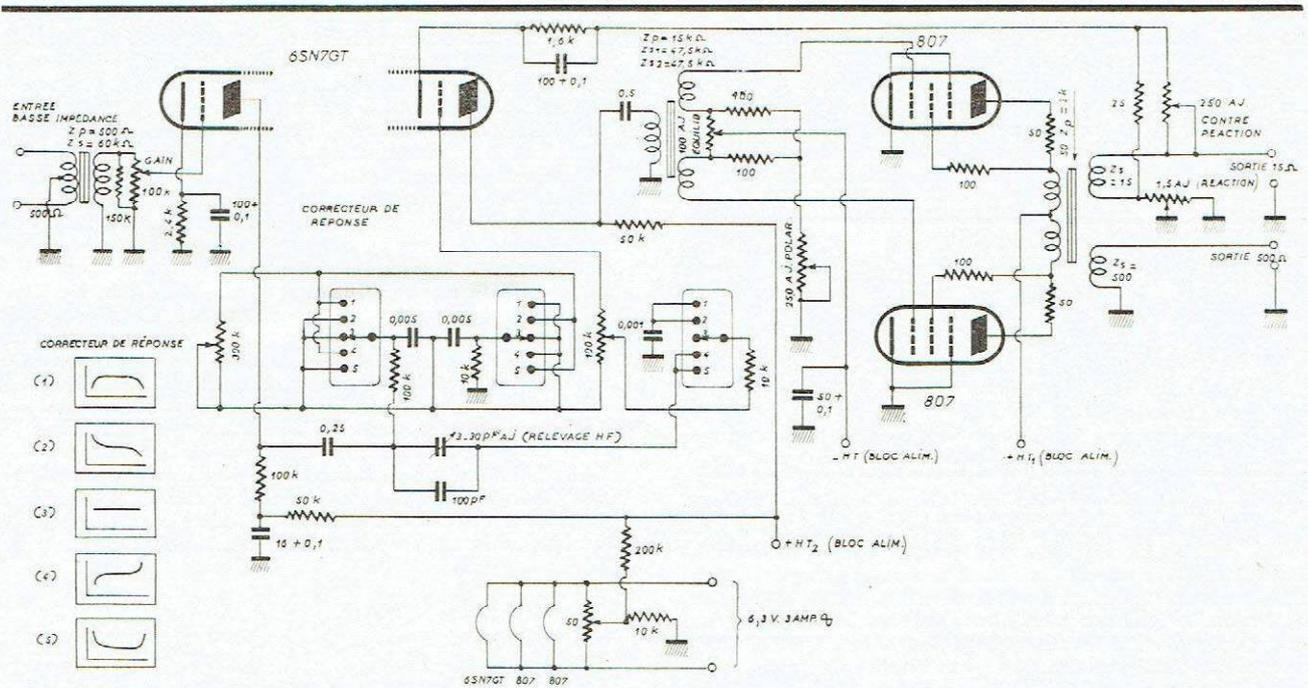


Fig. 9. — Amplificateur de puissance.

automatique était de 10 watts, la distorsion atteignant 5 % sans contre-réaction. Une polarisation fixe nous permet d'obtenir 15 watts modulés pour une distorsion de l'ordre de 3 %, l'application d'une contre-réaction se révélant délicate étant donné le gain très faible de l'étage de sortie. C'est pourquoi, après divers essais qui durent tenir compte des types de tube disponibles en France nous avons décidé d'utiliser des 807 montées en triodes et polarisées automatiquement. En fait des essais faits avec des 6L6G n'ont révélé aucune différence avec les 807 pendant une centaine d'heures de fonctionnement (ce sont d'ailleurs ces 6L6G qui figurent sur la photographie de la figure 8) mais, pour des raisons de sécurité d'emploi, nous conseillons de préférence les 807 qui peuvent fonctionner sans danger sous des tensions supérieures à celles autorisées pour les 6L6. Un dispositif d'équilibrage permet l'ajustage précis de l'étage final, la tension de polarisation étant également réglable comme nous le verrons plus loin.

Le schéma adopté est indiqué sur la figure 9. L'attaque de l'étage final se fait à l'aide d'un transformateur de haute qualité, cette façon de faire permettant d'assurer une symétrie parfaite des tensions d'attaque des grilles de sortie, symétrie qui ne dépend pas ainsi de la variation éventuelle de valeur de résistance ou de caractéristiques de tubes. Toutefois, pour ceux de nos lecteurs qui préféreraient une méthode de déphasage électronique, nous donnerons lors de la description de la version semi professionnelle de cet amplificateur, un montage qui répondra à leur désir. Le transformateur est alimenté par un élément de 6SN7GT sur la résistance de charge duquel on appliquera la haute tension totale, soit 400 volts

Bien qu'il ne soit pas habituel dans une réalisation professionnelle de prévoir directement sur l'amplificateur des dispositifs de correction de la courbe de réponse, nous avons estimé intéressant d'en incorporer un à notre montage dans le but de permettre l'utilisation directe de l'ensemble décrit sans qu'il soit besoin, dans la plupart des cas, d'intercaler des filtres correcteurs de réponse

entre le bloc pré-amplificateur mélangeur et le bloc amplificateur de puissance. Le correcteur adopté diffère des contrôles de tonalité habituels en ce que la position qui correspond à une réponse droite est parfaitement définie contrairement à ce qui a lieu pour les contrôles classiques dans lesquels la réponse droite est obtenue dans le voisinage du milieu de la course d'un potentiomètre et varie par suite avec l'usure souvent irrégulière de celui-ci. Dans le système que nous préconisons, on revient toujours en position droite quand les potentiomètres de contrôle sont tournés à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Un commutateur à cinq positions fournit cinq catégories d'égalisation qui sont les suivantes :

1. Atténuation des fréquences basses et des fréquences élevées;
2. Relevage des fréquences basses et atténuation des fréquences élevées;
3. Réponse droite;
4. Atténuation des fréquences basses et relevage des fréquences élevées;
5. Relevage des fréquences basses et des fréquences élevées.

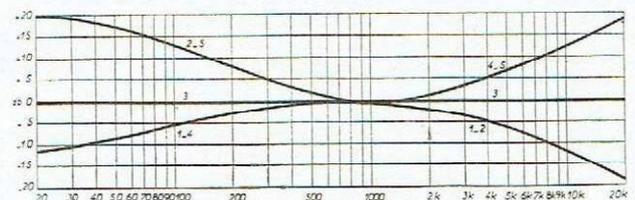


Fig. 10. — Courbes de réponse du correcteur.

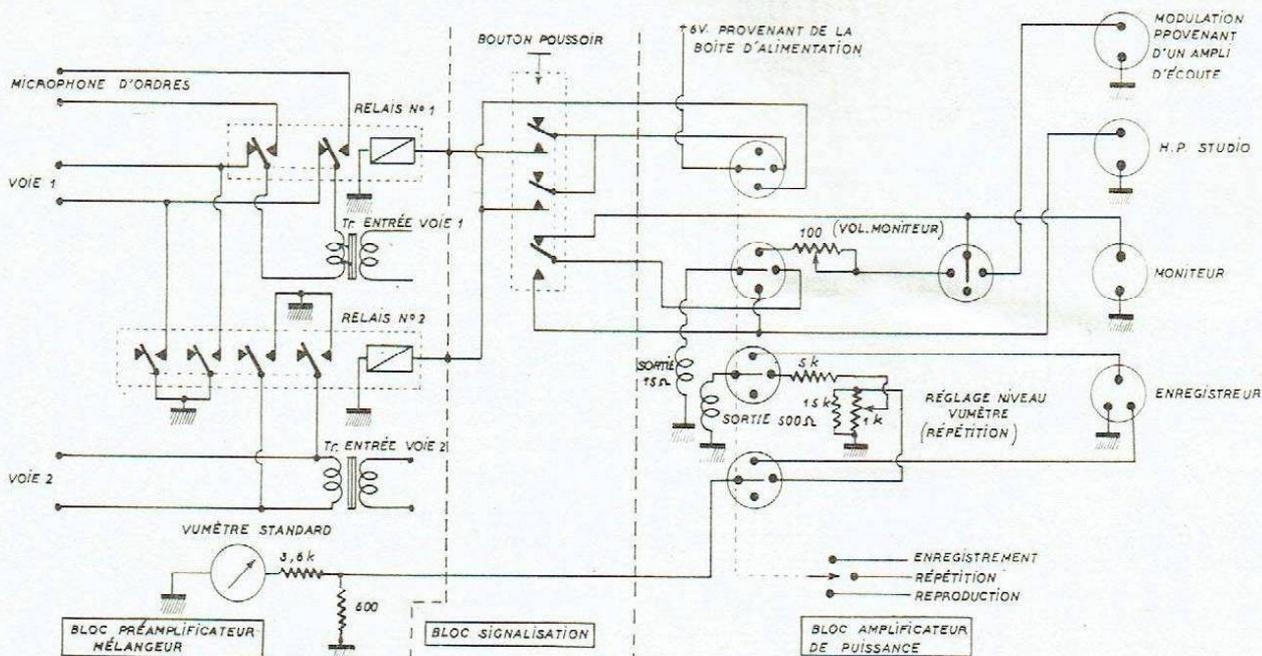


Fig. 11 a. — Dispositif de commutation.

Pour chacune de ces positions (sauf la troisième évidemment), deux potentiomètres permettent de régler séparément le taux d'atténuation (ou de relevage) des fréquences basses et des fréquences élevées. La figure 10 donne les variations maxima de réponses obtenues pour les diverses positions du commutateur, toute les courbes intermédiaires pouvant naturellement être obtenues.

L'élément triode restant de la 6SN7GT alimente le correcteur de fréquence à un niveau suffisant, en recevant lui-même sa modulation d'un transformateur d'entrée sur le secondaire duquel se trouve un potentiomètre de réglage du niveau.

Le réglage de l'étage final s'opère comme suit, en l'absence de tout signal : on s'assurera tout d'abord en connectant, si besoin est, une résistance de saignée sur l'alimentation, que la tension effective entre anode et cathode de chaque 807 est de 400 volts; le potentiomètre d'équilibrage étant exactement au milieu de sa course, on réglera la résistance de polarisation commune aux deux tubes pour que le courant anodique total des deux tubes soit exactement de 60 milliampères, la tension anodique étant naturellement maintenue à 400 volts. Ceci fait, on retouchera légèrement le réglage du potentiomètre d'équilibrage de façon que les courants anodiques des deux tubes soient identiques. Dans le cas où l'amplificateur est destiné à un usage professionnel, pour lequel les pannes peuvent avoir des conséquences financières regrettables, il sera bon de disposer un appareil de mesure en série dans chaque anode, afin de contrôler le bon fonctionnement de l'étage de sortie. C'est ce que nous avons fait pour la réalisation de la figure 8 dans laquelle nous avons également ajouté un milliampèremètre mesurant le débit anodique des deux premiers tubes ainsi qu'un voltmètre de contrôle de la haute tension; ces appareils n'ont d'ailleurs pas besoin d'être de précision, un étalonnage marqué par des traits rouges devant permettre de repérer les points de fonctionnement normal, ce qui assure un contrôle rigoureux avec un minimum de dépense. Bien entendu, tous les filaments des tubes de l'amplificateur de puissance sont alimentés en alternatif brut.

Commutation des sorties du bloc amplificateur.

Pour ne pas surcharger le schéma de la figure 9, on n'a pas fait figurer sur celui-ci le branchement des sorties de l'amplificateur de puissance. Ce branchement fait l'objet des schémas de la figure 11a. On remarquera l'existence d'un commutateur enregistrement-répétition-reproduction dont le fonctionnement est le suivant :

A. — En position enregistrement, le commutateur connecte la sortie 500 ohms du transformateur au connecteur assurant la liaison avec l'enregistreur, le VU-mètre étant également branché sur ce connecteur, le ni-

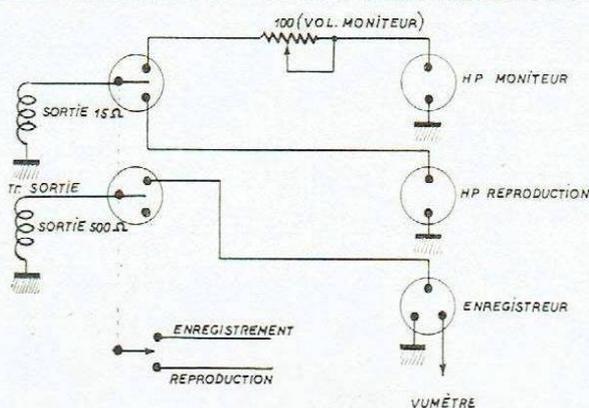


Fig. 11 b. — Commutation simplifiée.

veau correct de modulation étant automatiquement fourni au VUmètre, grâce à des corrections apportées par chaque unité d'adaptation de sortie, comme nous le verrons dans le prochain numéro. Le commutateur permet également de dériver une partie de la modulation vers un haut-parleur d'écoute ou un casque téléphonique.

B. — La position répétition (qui s'est révélée des plus

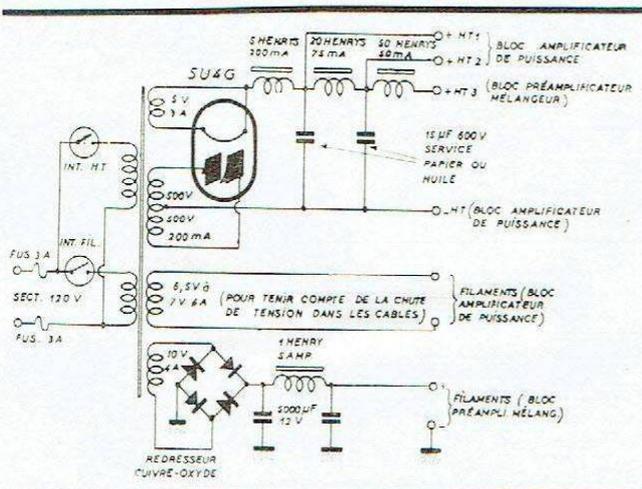


Fig. 12. — Bloc d'alimentation.

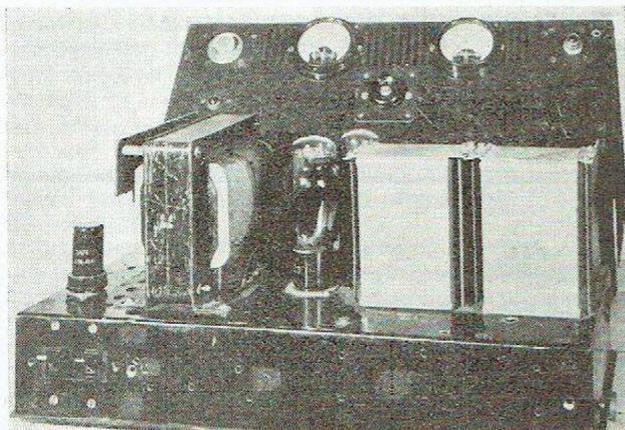
utiles à l'usage) connecte, vers le haut-parleur d'écoute, la modulation amplifiée provenant des diverses sources de modulation. Elle permet un réglage précis des niveaux, le VUmètre fonctionnant dans cette position en passant par l'intermédiaire d'un atténuateur réglable. La position répétition permet aussi, grâce à un bouton poussoir qui fait partie d'une unité de signalisation que nous décrirons ultérieurement, de parler avec le studio, une pression sur ce bouton amenant, grâce à des relais, le court-circuit des microphones du studio, la mise en circuit d'un microphone d'ordre, la coupure du haut-parleur de contrôle et le branchement du haut-parleur du studio, ce qui permet de faire fonctionner l'équipement en interphone sans l'intervention d'aucun amplificateur supplémentaire, ce qui s'est révélé des plus intéressants.

C. — La position reproduction, enfin, permet d'envoyer la modulation provenant des voies 3 et 4 du bloc pré-amplificateur mélangeur vers le haut-parleur du studio, les voies 1 et 2 qui correspondent aux microphones placés dans le studio étant court-circuitées à l'aide de relais pour éviter l'effet de Larsen, le haut-parleur d'écoute permettant un contrôle de la modulation envoyée.

On remarquera enfin dans ce schéma un inverseur placé sur le circuit du haut-parleur d'écoute et qui a pour but de permettre le branchement éventuel de ce haut-parleur sur un amplificateur séparé dit amplificateur d'écoute, dont le rôle est de permettre le contrôle des modulations des diverses voies comme on a vu plus haut.

Ceux de nos lecteurs qui estimeraient trop compliqué le dispositif de commutation ci-dessus pourront réaliser simplement le schéma de la figure 11b, dans lequel seules des positions enregistrement et reproduction ont été prévues pour le contacteur de sortie, les relais de

Fig. 13. — Alimentation



court-circuits des voies 1 et 2 étant supprimés, ainsi que la faculté d'utiliser l'ampli en intercommunication.

Une réalimentation négative (contre-réaction) non sélective a été prévue dans le but de réduire l'impédance de sortie de l'amplificateur. Par ailleurs, on notera également l'existence d'une réalimentation positive (réaction), mise en circuit dans la position reproduction, dans le but de compenser dans une certaine mesure certains défauts propres au haut-parleur et à son coffret. Cette réaction est réglable, le réglage devant s'effectuer à l'oreille pour un résultat optimum (2).

La courbe de réponse de l'amplificateur est fonction de la qualité des transformateurs employés. Pour des transformateurs de très haute qualité, on peut obtenir une variation de l'ordre de 1 décibel entre 30 et 20.000 c/s, l'amplificateur étant en position enregistrement chargé sur 500 ohms, le correcteur de réponse étant en position droite, la puissance de sortie étant de 6 watts modulés, ce qui correspond au niveau normal d'enregistrement de +30 db. La distorsion d'intermodulation est alors de 0,5 %, la puissance maxima que l'on peut obtenir en position reproduction atteint 15 watts, pour une distorsion harmonique de 2 %.

Bloc d'alimentation.

L'alimentation primitivement prévue comportait deux blocs séparés pour l'alimentation individuelle des blocs pré-amplificateur-mélangeur et amplificateur de puissance. Nous avons décidé de grouper tout le dispositif d'alimentation en un seul bloc, l'ensemble décrit n'étant pas appelé à fonctionner de façon fractionnée. Après avoir tout d'abord alimenté le pré-amplificateur-mélangeur par l'intermédiaire d'un régulateur de tension électronique, comportant un tube 6L6 contrôlé par une cellule de filtrage supplémentaire associée à deux régulateurs à gaz OA2, montées en série, placées à l'entrée de la haute tension alimentant le bloc pré-amplificateur-mélangeur, comme on peut le voir sur la figure 6. L'alimentation des filaments de ce bloc se fait, par ailleurs, en courant redressé et filtré, cette façon d'opérer ayant pour but principal d'éviter des inductions du câble d'alimentation sur les câbles de microphone dans le cas où le pré-amplificateur fonctionne à une distance importante de l'alimentation, l'expérience nous ayant toutefois montré que l'alimentation en alternatif brut des filaments des tubes du pré-amplificateur n'amenait pas de ronflement perceptible quand on observe certaines précautions sur lesquelles nous reviendrons dans le cours de cette rubrique. L'alimentation des filaments est faite en parallèle sous 6 volts, dans le but d'éviter un arrêt de fonctionnement de l'ensemble des voies du pré-amplificateur-mélangeur, dans le cas de la rupture d'un filament. Le schéma du bloc alimentation est donné par la figure 12, l'apparence extérieure de ce bloc étant celle de la figure 13. Les appareils de mesure visibles sur le capot comportent un voltmètre mesurant la tension du secteur et un ampèremètre contrôlant la consommation de l'ensemble, ces deux appareils étant simplement du type à fer mobile. Des voyants lumineux et un tube au néon assurent le contrôle des divers éléments de la boîte.

Dans notre prochain article, nous continuerons la description des éléments constitutifs du centre d'enregistrement. Nous donnerons en détail le schéma des diverses unités d'adaptation prévues pour les entrées et les sorties de notre amplificateur et nous aborderons la réalisation d'un amplificateur semi professionnel qui, dérivé de l'appareil décrit dans ce numéro, nous permettra tout en obtenant des performances sensiblement comparables de réduire de façon importante le prix de revient.

(2) La Revue du Son traitera ce problème des réalimentations positives et négatives combinées dans un de ses prochains numéros (N.D.L.R.).

CONCOURS DU MEILLEUR ENREGISTREMENT SONORE

Le « Concours du Meilleur Enregistrement Sonore », qui est annuel depuis 1950, date de sa fondation en France, n'a pas cessé de prendre de l'extension.

Devenu international l'an dernier, sous l'égide de la France et de la Suisse, cette année il associe quatre pays : la France, la Suisse, la Belgique et l'Allemagne.

Son siège, pour 1953, a été fixé à Paris, où le jury international se réunira en mai prochain.

Pour la France, il est placé sous le patronage de la Radiodiffusion-Télévision Française, de la Direction Générale de la Jeunesse et des Sports (Ministère de l'Éducation Nationale), de la Fédération Nationale des Syndicats des Industries Radio-électriques et Electroniques et de l'Association des Amateurs de l'Enregistrement Sonore 19, rue des Bernardins, Paris-5^e).

La compétition est dotée de très nombreux prix, en espèces et en nature, offerts soit par des organismes publics, soit par l'industrie privée, principalement l'industrie radio-électrique, dont la valeur globale — alors que la liste n'en est pas encore close — dépasse déjà un million de francs français.

Pour obtenir cette liste et le règlement détaillé du concours, écrire (en joignant un timbre pour la réponse) à l'adresse suivante : Concours International du Meilleur Enregistrement Sonore, Radiodiffusion - Télévision Française, 107, rue de Grenelle, Paris (7^e), en ce qui concerne la France.

C'est à cette même adresse que les concurrents devront envoyer leurs enregistrements *avant le 1^{er} mai 1953*.

Les concurrents sont libres du choix de leur sujet. Ils peuvent, à leur gré, concourir dans une ou plusieurs des quatre catégories ou même dans les quatre simultanément, *mais ne sont*

autorisés à ne présenter dans chacune qu'un seul enregistrement.

Les copies d'émissions radiophoniques, même enregistrées à la réception à domicile, et les copies d'enregistrement du commerce ne sont pas admises (sauf comme éléments de montage, de bruitage ou de fond sonore). Sont également exclus les enregistrements du commerce tirés d'un enregistrement d'amateur.

Les classifications prévues sont les suivantes :

GROUPE I

CONCOURS PROPREMENT DIT. — Réalisations d'amateurs de l'enregistrement sonore entrant dans les catégories suivantes :

a) *Montage* (évoquant radiophonique, radio-drame, sketch, etc.). — Durée maxima : 20 minutes;

b) *Documentaire et reportage*. — Durée maxima : 10 minutes;

c) *Prise de son musicale ou parlée* (solistes, orchestres, chorales, chansons, monologues, poèmes, imitations, etc.). — Durée maxima : 4 minutes;

d) *Instantané ou document sonore* (scènes prises sur le vif, voix rares, témoignages exceptionnels, etc.). — Durée maxima : 4 minutes

GROUPE II

HORS CONCOURS. — Réalisations des professionnels de l'enregistrement sonore (à l'exclusion des studios de radiodiffusion et des maisons d'édition d'enregistrements du commerce) sur un des deux thèmes suivants ou sur les deux, à leur choix :

a) *Évocation de l'histoire et du développement de l'enregistrement sonore*. — Durée maxima : 20 minutes;

b) *Enregistrement d'un événement de la vie familiale* (baptême, mariage,

anniversaire, etc.). — Durée maxima : 15 minutes.

Le C.I.M.E.S. met en compétition les amateurs de l'enregistrement sonore et non les chanteurs, musiciens, acteurs, etc. Les enregistrements présentés, à l'exception de ceux qui seront destinés au groupe II (hors concours), devront par conséquent avoir été techniquement réalisés par des amateurs (fût-ce avec le concours d'artistes professionnels).

Les concurrents sont libres du choix de leur sujet. Ils peuvent, à leur gré, concourir dans un ou plusieurs des quatre catégories du groupe I, ou même dans les quatre simultanément, mais ne sont autorisés à présenter *dans chacune qu'un seul enregistrement*. Il n'est pas indispensable que celui-ci soit inédit, il peut avoir été déjà diffusé dans l'une ou l'autre des émissions de l'enregistrement sonore d'amateur. Sont exclus les enregistrements présentés, et *a fortiori* ceux primés dans un concours précédent.

Chaque enregistrement devra être présenté isolément (un seul enregistrement par support, bobine ou disque, et être placé *au début* dans le cas d'une bobine envoyée entière et non entièrement enregistrée.

Adresses pour les envois de nos lecteurs étrangers

SUISSE : Concours international du meilleur enregistrement sonore, « Chasseurs de Sons », case 1251, Berne-transit.

ALLEMAGNE : International Wettbewerb der besten Tonaufnahmen Deutscher Tonjäger Verband, Frauentergaben 67, Nuremberg.

BELGIQUE : Concours international du meilleur enregistrement sonore, groupement des Amateurs belges de l'enregistrement sonore, Argenteuil Ohain (Brabant).

G.A.L.F.

La prochaine réunion du Groupement des Acousticiens de Langue Française aura lieu le 30 avril 1953, à 14 h. 30, dans la salle de conférence du Laboratoire Central des Industries Électriques, 15, rue de Staël. Au programme :

- 1^o Quelques expériences sur les structures musicales et phonétiques, par A. MOLES, avec illustrations sonores ;
- 2^o Influence des sons et ultra-sons sur les animaux, par R. FRINGS, avec projections.

LE SON EN TÉLÉVISION

Considérations générales

par L. CHRÉTIEN *

Les téléviseurs deviennent de plus en plus majestueux. Le tube de 31 centimètres, considéré comme le « summum » l'an dernier, a dû céder la place aux tubes de 36, 43 ou même 54 centimètres. Il en résulte tout naturellement une augmentation de volume du meuble.

Il est tout naturel de supposer que le « ramage » d'un tel appareil doit ressembler à son « plumage ». Il doit, logiquement, parler avec une voix stentorienne. Or, on a souvent la surprise de constater qu'il n'en est rien et que, de ce vaste coffre, sort une petite voix de polichinelle. Un coup d'œil indiscret, derrière l'appareil, révèle que la partie « son » du téléviseur est équipée avec un haut-parleur de 12 centimètres.

Devant une telle aberration, il nous a semblé intéressant d'examiner d'un peu plus près cette question du « son » dans le téléviseur.

La prise de son

Ce serait une erreur de croire que la prise de son en télévision ne pose pas de problèmes plus difficiles qu'en radiodiffusion. La télévision, c'est le mouvement et le mouvement, c'est l'ennemi n° 1 du « preneur de son ». La solution française actuelle, d'ailleurs discutable, est la multiplication des microphones. Nous aurons sans doute l'occasion de revenir sur cette question. Nous ne le soulevons ici que pour expliquer pourquoi le son est si souvent défaillant ou critiquable.

Les variations de niveau souvent constatées proviennent généralement d'une erreur de « mélange ». Mais l'homme chargé de ce mélange doit être excusé car il a fort à faire... Ne jetez pas la pierre à l'opérateur si, de temps en temps, au beau milieu d'une scène pathétique, vous entendez les propos des machinistes sur le temps probable du lendemain. Pensez que l'opérateur chargé de la prise de son doit, dans certaines émissions, choisir parmi plus de 20 microphones (j'écris bien 20...).

La transmission du son

En France, la transmission du son est faite en modulation d'amplitude, avec un émetteur complètement séparé de l'émetteur « vision ». C'est une transmission normale avec onde porteuse intégralement conservée et deux bandes latérales symétriques.

L'onde porteuse « son » des émetteurs français est séparée de l'onde porteuse « vision », par une bande de fréquence, large de 11,15 megacycles (fig. 1). Il y a 0,1 megahertz entre la porteuse-son et l'extrémité de la gamme. Il en résulte que rien n'empêche théoriquement de moduler l'émetteur « son » jusqu'à une fréquence de 100.000 hertz!

Peut-être n'est-il pas inutile de rappeler, en passant, que les stations de radiodiffusion disposent, tout au plus, d'une bande de 9 ou même 7 kilohertz., ce qui limite théoriquement les fréquences acoustiques à 4.500 ou même 3.500 hertz.

Enfin, le canal utilisé actuellement pour la télévision à haute définition (185 megahertz) ignore totalement les perturbations atmosphériques.

La fréquence porteuse « son » correspond à 174,1 mégahertz, la fréquence porteuse « image » est de 185,26 mégahertz.

(*) Ingénieur E.S.E.

La propagation est à peu près régulière. Elle ne subit pratiquement pas les effets d'évanouissement, même à grande distance (85 km, par exemple). Il y a assurément des variations journalières, mais celles-ci ne sont pas considérables. Elles sont très lentes et ne peuvent amener aucun changement dans les rapports d'intensité ou la « dynamique » d'une œuvre musicale.

Ces quelques observations nous donnent la certitude que le son de la télévision peut être excellent. Sa qualité peut être incomparablement supérieure à celle des stations de radiodiffusion classiques travaillant sur ondes moyennes ou courtes qui ne disposent que d'une largeur de bande notablement insuffisante.

Transmissions actuelles

Il est certain que l'actuel émetteur n'exploite pas toutes les possibilités de la bande de fréquences dont il peut disposer. Sa qualité de modulation, sans être excellente, est généralement bonne. La transmission des composantes très aiguës donne aux voix un caractère de réalité qui frappe les habitués de la radiodiffusion.

Mais pour qu'il en soit ainsi, il faut naturellement que tous les éléments constituant les circuits « son » du téléviseur soient de bonne qualité et bien adaptés.

Le circuit « son » des téléviseurs

En général, les circuits de haute fréquence et de changement de fréquence sont communs aux canaux « vision » et « son ». La séparation s'effectue parfois derrière le tube changeur de fréquence, parfois après un ou deux étages d'amplification de fréquence intermédiaire.

Les composantes « son » sont alors amplifiées séparément par un étage de fréquence intermédiaire plus sélectif, puis détectées. Notons d'ailleurs que cette disposition n'a rien d'obligatoire.

C'est ainsi que l'appareil personnel de l'auteur ne comporte aucun étage d'amplification intermédiaire « son ». Un simple transformateur couple la deuxième lampe amplificatrice au détecteur « son ». Les résultats sont excellents, malgré la distance considérable (85 kilomètres).

La détection « son » est assurée soit par un diode au germanium, soit par un diode à cathode chaude. Nous arrivons ainsi à l'amplificateur dit « de basse fréquence ».

L'amplificateur

Jusqu'à cet amplificateur, les circuits peuvent parfaitement convenir pour assurer une excellente reproduction. Mais c'est à partir du détecteur qu'on éprouve l'impression que le « son » est sacrifié.

On cherche visiblement à faire un amplificateur aussi simple que possible et, par conséquent, d'un très bas prix. Il y a généralement un étage à grand gain, équipé avec une penthode et une penthode finale — pouvant fournir 2 ou 3 watts de courant modulé, c'est-à-dire dissipant environ 9 watts. Très souvent, pour économiser du courant anodique, cette penthode est alimentée à tension réduite.

Il n'y a généralement point de contre-réaction d'aucune sorte pour la raison bien simple que le gain est déjà à peine suffisant et que l'emploi d'un dispositif correcteur aurait pour conséquence une réduction de ce gain.

Il va sans dire qu'en utilisant un tel amplificateur, l'utilisateur ne peut absolument pas profiter des possibilités intéressantes offertes par le cas particulier d'une émission à large bande, faite dans la gamme des ondes métriques...

Economie de courant

Les constructeurs de téléviseurs cherchent à réaliser une économie de courant anodique et une économie de prix de revient. C'est, en grande partie, pour la première raison que l'amplificateur de basse fréquence est réduit à sa plus simple expression.

La consommation du tube préamplificateur est négligeable, mais il n'en est pas de même pour le tube de puissance.

L'ensemble des lampes d'un téléviseur consomme souvent plus de 200 milliampères. Avec l'amplificateur

« son » équipé d'une penthode de 9 watts, on dépasse 250 milliampères.

Or, les valves redresseuses du commerce peuvent fournir 125, 180, 250 milliampères suivant les modèles.

Il faut donc réduire légèrement la consommation pour que l'alimentation soit possible, sans surcharge, avec une seule valve type 250 mA. C'est l'amplificateur de basse fréquence qui fait les frais de l'opération au prix d'une réduction de puissance utile et d'une augmentation de la distorsion.

Une solution

Notons, en passant, qu'on peut concilier qualité et rendement. Il suffit d'adopter un étage final en classe AB.

L'auteur utilise un étage final constitué par deux tubes EL41 — montage triode (1). La consommation anodique est de 36 milliampères sous 300 volts, alors qu'un seul tube monté en penthode et utilisé en classe A consommerait 40 milliampères.

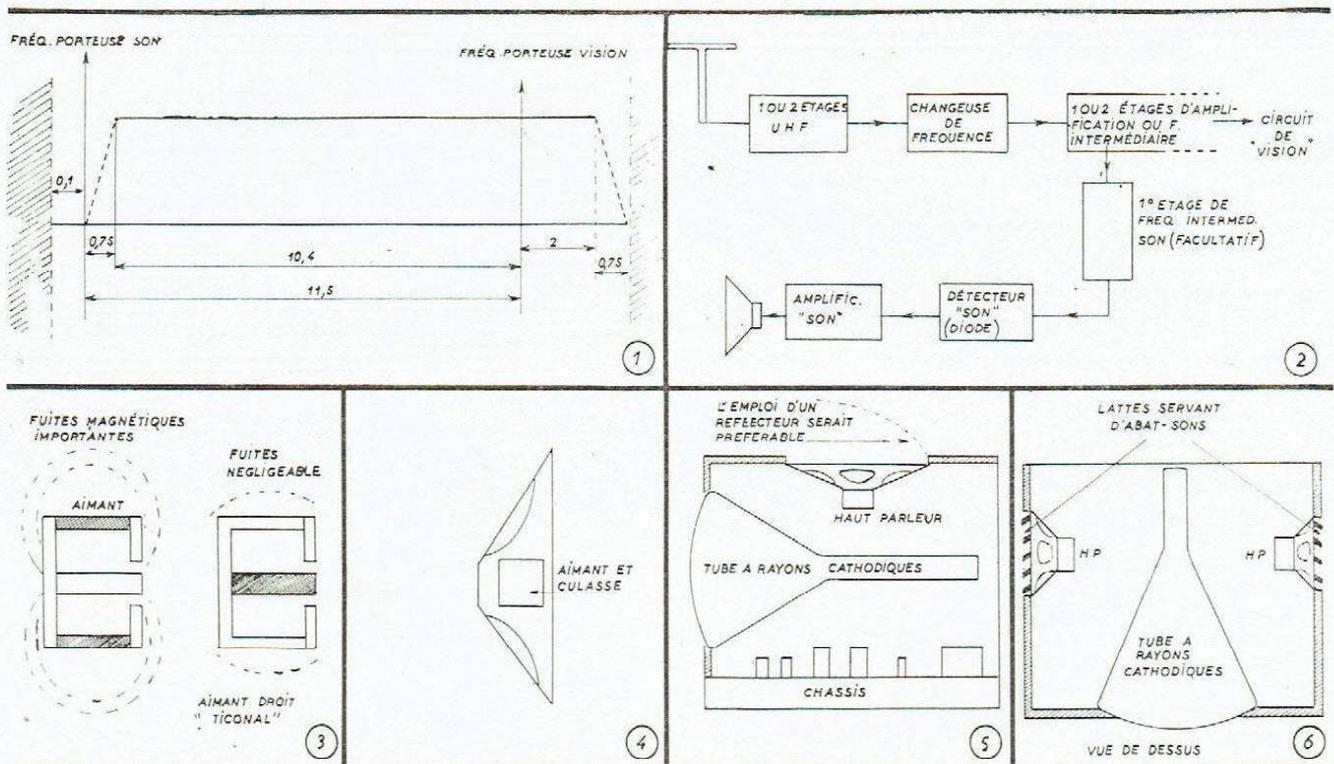
La distorsion est inférieure à 1 % avec une puissance de sortie de 2,5 watts, amplement suffisante pour alimenter les deux haut-parleurs qui équipent le téléviseur.

LE HAUT-PARLEUR

Dans un récepteur de radiodiffusion, le haut-parleur peut, sans inconvénient être séparé des autres éléments. Certes, son emplacement n'est pas indifférent, mais il peut être déterminé sans tenir aucunement compte de l'emplacement du récepteur.

Il n'en est pas de même du téléviseur. Vous éprouverez une sensation désagréable si la voix du personnage que vous voyez sur l'écran semble provenir d'un tout autre endroit...

(1) Cet amplificateur sera décrit dans le prochain numéro.



Dans les appareils de table, la face avant de l'appareil est totalement occupée par l'écran. Il ne peut en être autrement avec la tendance actuelle à utiliser des écrans de plus en plus grands...

Il faut donc disposer le ou les haut-parleurs au voisinage immédiat de l'écran. Mais il surgit alors un redoutable problème : *le champ magnétique*.

Beaucoup de haut-parleurs ont un champ de fuite qui s'étend largement dans l'espace. Si les électrons du faisceau cathodique coupent les lignes de force il en résulte une distorsion de l'image.

Il faut donc choisir des haut-parleurs présentant un minimum de fuites magnétiques et étudier leur emplacement en tenant compte à la fois des considérations acoustiques et magnétiques.

Choix des haut-parleurs

Les haut-parleurs équipés d'anciens aimants en anneau ne conviennent généralement pas. L'emploi des nouveaux matériaux comme le *Ticonal* permet des fuites assez faibles pour être négligées. De plus ces aimants sont beaucoup plus légers — ce qui est particulièrement avantageux dans le cas qui nous occupe (fig. 3).

Enfin, l'aimant peut être placé dans la concavité du cône (fig. 4) ce qui réduit encore les fuites, tout spécialement dans la direction dangereuse.

Si l'on veut obtenir une reproduction correcte des fréquences basses, il faut adopter un cône d'assez grand diamètre : 24 centimètres, par exemple.

Disposition

Le haut-parleur peut être placé horizontalement, au-dessus du tube à rayons cathodiques. Dans ces conditions, les lignes de fuite sont parallèles au faisceau élec-

tronique dans la région dangereuse. Le champ magnétique est sans action sur les électrons (fig. 5).

Mais il faut prévoir un dispositif quelconque pour rabattre horizontalement les rayons sonores. On peut employer une série de lattes inclinées.

On pourrait aussi utiliser un réflecteur en forme de « conque ».

Les objections qu'on peut opposer à cette disposition sont d'ordre esthétique. Il est certain que l'apparence présentée par la partie supérieure n'est pas particulièrement plaisante.

Une autre solution consiste à placer le haut-parleur sur un panneau latéral. Le panneau symétrique présente également une ouverture pour le passage des « ondes arrière ». En somme, l'ébénisterie sert alors de labyrinthe acoustique.

Toutefois, une telle disposition est un peu boiteuse. Le flux sonore qui s'échappe des deux ouvertures n'est pas le même. Il y a un moyen d'arranger les choses, ce qui constitue une troisième solution : mettre deux haut-parleurs (fig. 6).

C'est, assurément, la meilleure solution. On choisira deux haut-parleurs dont la fréquence de résonance est légèrement différente.

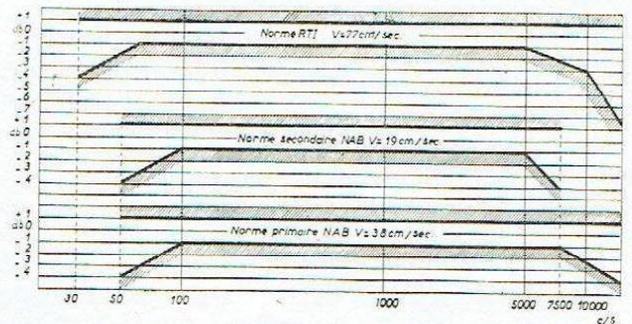
Les deux bobines mobiles choisies d'égale impédance seront alimentées en parallèle au moyen du même transformateur d'adaptation, ainsi on atténuera considérablement l'effet des résonances.

Conclusion

Ces considérations générales nous ont permis de prendre note des différents problèmes. Les solutions n'ont été indiquées qu'en passant. Notre intention est de reprendre par la suite, chacune des questions importantes et d'en faire le sujet d'une étude complète.

En particulier, nous décrirons prochainement deux amplificateurs « son » spéciaux pour téléviseurs...

NORMES D'ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE



La courbe de réponse doit être comprise entre les limites hachurées.

Bande - Normes NAB (Etats-Unis) :

- A. — Dimensions physiques du support :
Épaisseur maximum : 56 microns.
Largeur : de 6,2 à 6,35 mm.
- B. — Vitesse de défilement :
Norme primaire : 38 cm/s.
Norme secondaire : 19 cm/s.
Norme supplémentaire : 76 cm/s.
- Pour ces trois normes, le coefficient de variation instantané de vitesse devra être inférieur à 0,2 % de la vitesse moyenne, l'enregistrement et la reproduction s'effectuant sur le même équipement.
- C. — Caractéristique de fréquence :

(Voir courbes ci-jointes.)

Bande - Normes RTI (Allemagne)

- A. — Dimensions physiques du support :
Épaisseur : 50 microns.
Largeur : 6,5 mm.
- B. — Vitesse de défilement :
77 cm par seconde (0,3 %).
Coefficient de variation instantanée de vitesse au plus égal à 0,1 %.
- C. — Distorsion harmonique à 1.000 c/s à plein niveau :
2,5 % maximum.
- D. — Dynamique : supérieure à 65 db.
- E. — Niveau de bourdonnement sans bande, moteur en marche :
54 db en dessous du niveau normal.
- F. — Caractéristique de fréquence :
(Voir courbe ci-jointe.)

LE CONTROLE ÉLECTRO-ACOUSTIQUE AU CINÉMA

par Claude SOULÉ (*)

Les techniques du son occupent au cinéma une place importante depuis que leur introduction en 1928 a changé radicalement l'aspect du spectacle filmique.

On sait quels sont les différents stades que présente cette technique : d'abord l'enregistrement direct synchrone au cours du tournage des scènes soit en studio soit en extérieurs puis les opérations photo-chimiques qui aboutissent à la bande « son » positive, ensuite les diverses opérations de mélange et de réenregistrement qui permettent de constituer le négatif « son » définitif; enfin, après une autre étape de transformation photo-chimique, l'exploration de la « trace acoustique » et la restitution des sons dans la salle de projection.

On comprend par le simple énoncé de cette chaîne de transformations combien les conditions de mise en œuvre des divers processus doivent être correctement réglées et coordonnées pour garantir un niveau de qualité certain jusqu'à l'étape finale de l'audition par le spectateur.

Le contrôle électro-acoustique revêt donc une importance particulière en cinéma et constitue un bel exemple d'application des techniques de mesure les plus diverses, comme on s'en rendra compte au cours de l'exposé qu'a bien voulu rédiger pour la revue du Son notre adjoint M. Soulé, ingénieur au Contrôle Technique du Cinéma (C.S.T.). Son exposé a été basé en grande partie sur les principes de la normalisation que nous avons établie et qui fixe les règles d'essai applicables aux diverses catégories d'équipements sonores. Nous pensons d'ailleurs que ces règles trouveront bientôt une nouvelle concrétisation dans le cadre du Label « Qualité - Cinéma » que la Commission Supérieure Technique a décidé d'instaurer.

Si de nombreux fervents du Cinéma ont pu parfois récriminer à juste titre contre les déficiences de la restitution sonore des films, qu'ils sachent au moins que nous avons non seulement mis sur pied l'outillage technique nécessaire pour le contrôle des appareils, des installations et des films; mais encore que nous avons rassemblé dans une camionnette-laboratoire des plus modernes l'appareillage de mesure propre à effectuer le contrôle dans les meilleures conditions de rapidité et de simplicité.

Jean VIVIÉ,
Ingénieur Civil des Mines,
Professeur à l'École Technique Photo-Cinéma.

1. Contrôle des équipements d'enregistrement sonore.

Le contrôle des équipements d'enregistrement sonore peut être entrepris sur la base d'essais électriques et d'essais sur film.

A. — Essais électriques

1° LES CONDITIONS GÉNÉRALES que doivent respecter les systèmes d'amplification à tubes électroniques en-

trant dans la composition de l'équipement d'enregistrement ont été extraites des spécifications de la Radio-diffusion : elles définissent les vérifications à effectuer avant la mise en œuvre des essais proprement dits :

Induction parasite. — On vérifie que les systèmes d'amplification ont été réalisés de façon à être soustraits à l'influence perturbatrice des champs extérieurs en plaçant l'amplificateur dans un champ magnétique alternatif sinusoïdal de 50 Hz d'une intensité uniforme de 0,6 gauss efficace, ses circuits d'entrée et de sortie étant fermés sur leurs impédances normales de travail. Dans ces conditions, et quelle que soit l'orientation de l'amplificateur, la tension recueillie à la sortie doit être inférieure à la tension de bruit définie ci-après.

Microphonicité. — On alimente par l'amplificateur essayé un amplificateur à gain réglable alimentant un

(*) Ingénieur au Contrôle Technique du Cinéma.

(1) Ceux de nos lecteurs qui désireraient des précisions complémentaires pourront consulter la norme S 28 001 qui a pour objet de définir les caractéristiques principales et les règles d'essai des équipements d'enregistrement du son sur film par procédé photographique.

haut-parleur de puissance 1 watt monté sur un écran séparateur de 1 m² et placé à 1 m en face de l'amplificateur en essai.

La microphonicité doit être aussi réduite que possible.

Déséquilibre. — Tout montage utilisant un système « push-pull » doit être essayé :

- avec les courants plaque équilibrés,
- avec un déséquilibre de $\pm 10\%$ des courants plaque des lampes montées en opposition; le déséquilibre est défini par le rapport :

$$\frac{\Delta i}{i_1 + i_2}$$

Δi : différence des courants plaque;

i_1, i_2 : courants plaque des deux lampes

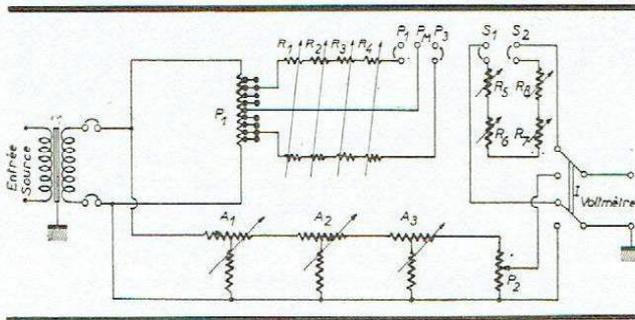


Fig. 1. — Schéma de l'hypsomètre.

2° CARACTÉRISTIQUES DE TRANSFERT. — Les impédances d'entrée et de sortie ayant été mesurées soit par comparaison, soit sur un pont d'impédance entre 30 Hz et 10.000 Hz, il est alors procédé aux relevés des caractéristiques de transfert de la chaîne (quelquefois appelées courbes de distorsion d'affaiblissement) pour les diverses positions des organes correcteurs éventuels et pour les fréquences : 30, 60, 120, 250, 500, 1 000, 2 000, 3 000, 4 000, 5 000, 6 000, 7 000, 8 000, 9 000, 10 000 Hz.

S'il est possible, pour de rapides essais, de procéder au relevé direct de ces caractéristiques par la méthode bien connue de l'« output-mètre » (la résistance de

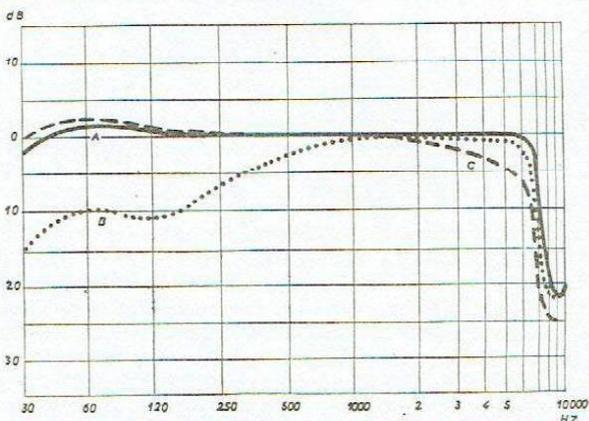


Fig. 2. — Caractéristiques de transfert. Entrée micro (1). Filtre de galvanomètre d'enregistrement hors-circuit. Sortie 500 ohms. A : correcteurs « hors-circuit »; B : correcteur 250 Hz sur 10; C : correcteur 10 kHz sur 10.

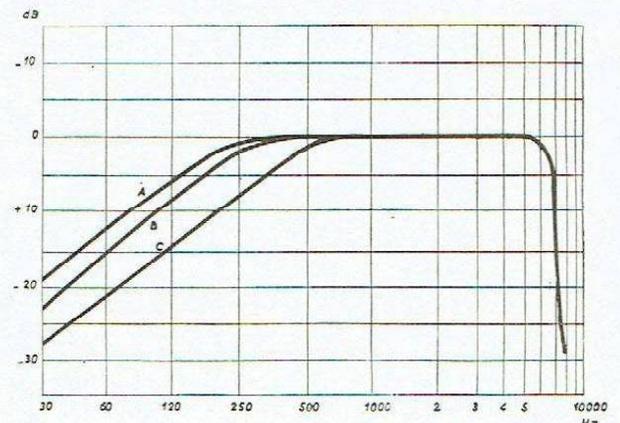


Fig. 3. — Caractéristiques de transfert. Entrée micro (1). Filtre de « light valve » hors circuit. Sortie 500 ohms. Influence des corrections « basses ». A : position 100; B : position 175; C : position 250.

charge étant égale à l'impédance de sortie), par contre pour les essais sérieux il est indispensable de faire appel au principe de l'hypsomètre dont nous connaissons deux excellentes réalisations chez L.I.E. et chez S.A.C.M.

Il s'agit en effet d'une méthode de comparaison : on compare l'affaiblissement du quadripole à étudier avec l'affaiblissement d'un circuit étalon. Dans le cas de mesure de gain (affaiblissement négatif), on insère en série avec le quadripole à étudier un affaiblissement connu de manière à ce que l'ensemble représente un affaiblissement positif qu'on compare avec l'affaiblissement du circuit étalon.

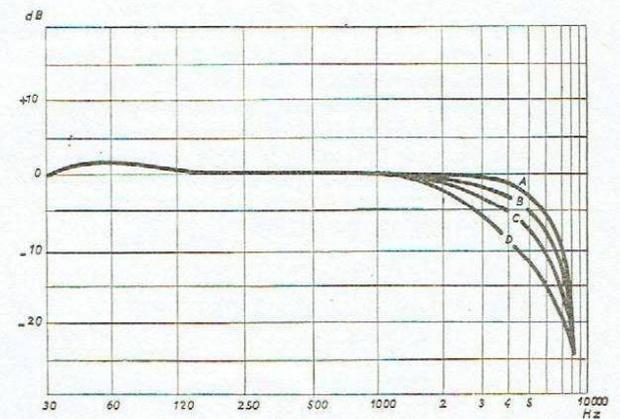


Fig. 4. — Caractéristiques de transfert. Entrée micro (1). Filtre de « light valve » hors circuit. Sortie 500 ohms. Influence des corrections « aiguës ». A : position 10 kHz; B : position 8 kHz; C : position 6 kHz; D : position 4 kHz.

L'appareil comprend donc deux circuits : dans l'un on insère le quadripole constitué par le système d'amplification de la chaîne d'enregistrement; le deuxième sert de circuit de comparaison.

— Le premier circuit (circuit du haut de la figure 1) comprend un potentiomètre permettant d'introduire un affaiblissement connu et deux boîtes de résistances qui servent à fermer l'entrée micro et la sortie sur leurs impédances de travail.

— Le deuxième est constitué par une ligne d'affaiblissement étalonnée.

Un transformateur à écran permet d'attaquer à l'entrée les deux circuits mis en parallèle. Les sorties de ces circuits sont indépendantes. Un inverseur permet de les brancher successivement aux bornes de sortie de l'appareil. Le générateur basse fréquence attaque les bornes d'entrée de l'appareil; aux bornes de sortie on branche un voltmètre à lampe qui permet de constater l'égalité des tensions.

Les figures 2, 3, 4, 5 montrent à titre d'exemple les caractéristiques de transfert relevées sur un équipement d'enregistrement correctement adapté aux conditions d'utilisation en fonction des possibilités des corrections sur les registres « grave » et « aigu », compte tenu de l'efficacité du filtre du galvanomètre d'enregistrement dont les caractéristiques sont mises en évidence par comparaison des diagrammes 4 et 5.

3° DISTORSION HARMONIQUE. — La détermination du taux de distorsion harmonique s'effectue au moyen d'un classique pont de distorsion ou d'un analyseur dont la précision soit au moins $\pm 5\%$ de la valeur de la mesure.

Nous en connaissons deux réalisations très correctes chez C.R.C. et chez L.E.A. Le distorsiomètre utilisé pour

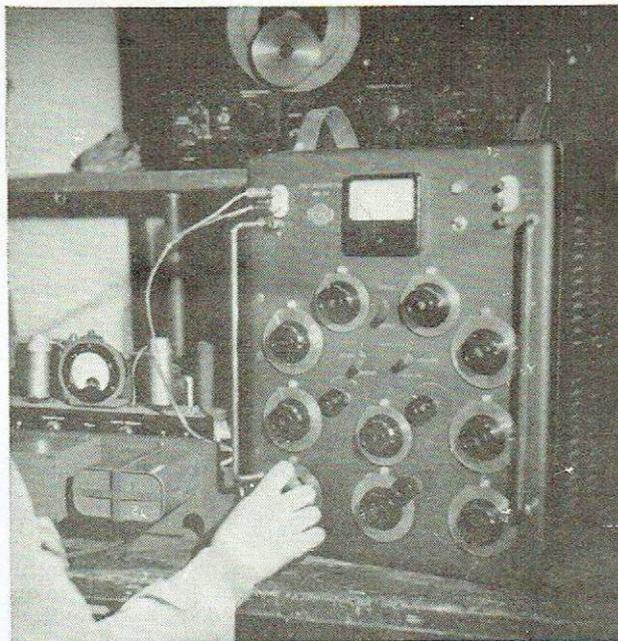


Fig. 6. — Installation de mesure du taux de distorsion harmonique.

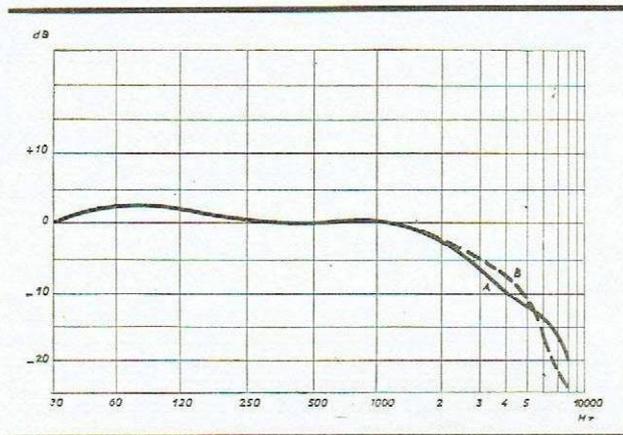


Fig. 5. — Caractéristiques de transfert. Entrée micro (1). Filtre de « light valve » connecté. Sortie 500 ohms. Influence des corrections « aiguës ».
A : position 4 khz; B : position 6 khz.

les mesures du taux global de distorsion harmonique dont la ligne 6 donne l'apparence extérieure (2) comprend :

a) Une entrée haute impédance sur condensateur et résistance.

b) Un potentiomètre d'entrée gradué en décibels et introduisant un affaiblissement compris entre 0 et 80 décibels.

c) Une clé de commutation envoyant la tension de sortie du potentiomètre, soit sur l'amplificateur pour mesurer le niveau, soit sur la lampe d'entrée pour la mise en service de l'appareil.

d) Un étage d'entrée équipé d'une 6C6, suivi de deux clés permettant les neuf possibilités suivantes :

Commuter la sortie de l'étage d'entrée :

1° directement ou à travers l'un ou l'autre des filtres passe-bas sur l'entrée de l'amplificateur;

2° directement ou à travers l'un ou l'autre des filtres

passe-bas sur l'entrée du système sélectif dont la sortie est alors connectée sur l'entrée de l'amplificateur;

3° directement ou à travers l'un ou l'autre des filtres sur l'entrée du potentiomètre de comparaison dont la sortie est alors connectée sur l'entrée de l'amplificateur

e) Deux filtres passe-bas constitués chacun par trois cellules en T.

f) Un système sélectif schématisé comme indiqué sur la figure 7.

La résistance R est composée de deux résistances variables en série; les condensateurs γ_1 et γ_2 sont constitués par trois décades de condensateurs et par un condensateur variable. L'inductance est choisie suivant la fréquence étudiée au moyen d'un commutateur de gamme.

g) Un potentiomètre de comparaison constitué par

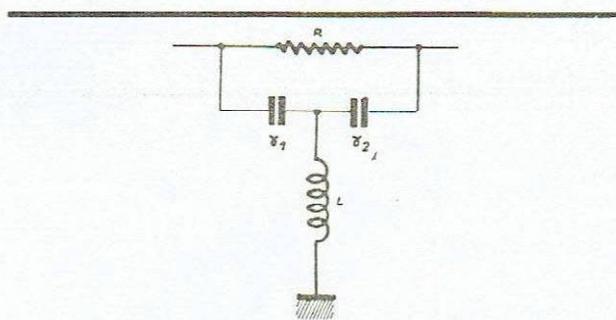


Fig. 7. — Schéma du système sélectif du distorsiomètre.

(2) Il s'agit du distorsiomètre DH50 des Constructions Radiophoniques du Centre (Saint-Etienne).

trois décades de résistances. Le cadran de la première decade est gradué de 0 à 0,9 %, celui de la deuxième de 0 à 9 % et enfin celui de la troisième de 0 à 40 %.

h) Un amplificateur à haut gain à trois étages équipés avec des 6C6; le gain de cet amplificateur est variable grâce à un potentiomètre placé entre le premier et le deuxième étage et gradué de 0 à 80 db en affaiblissement introduit.

i) Une sortie à haute impédance destinée à être branchée sur l'entrée d'un oscillographe

j) Une 6H6 montée en écréteuse pour éviter la surcharge de l'appareil de mesure.

k) Un voltmètre composé d'une lampe séparatrice 6J7 et d'un pont de cellule.

l) Une alimentation stabilisée par stabilivolt avec cellule de filtrage.

Indiquons en outre qu'au moyen de deux filtres passe-haut ajustés à 300 Hz et 3 000 Hz on a la possibilité de ne pas inclure le bruit de fond de l'équipement dans la mesure de la distorsion harmonique.

Les mesures effectuées au moyen de cet équipement sont très précises car elles utilisent le repérage d'un passage au minimum de l'aiguille d'un microampère-mètre.

Toutefois il convient de signaler que pour des taux de distorsions supérieurs à 5 %, il est nécessaire de faire une correction : en effet, si l'on désigne par $\Sigma V_{\text{eff H}}^2$ la somme des carrés des valeurs efficaces des harmoniques et par $V_{\text{eff F}}$ la valeur efficace de la fondamentale, la graduation du potentiomètre de comparai-

Fig. 8. — Distorsion harmonique de la chaîne totale.

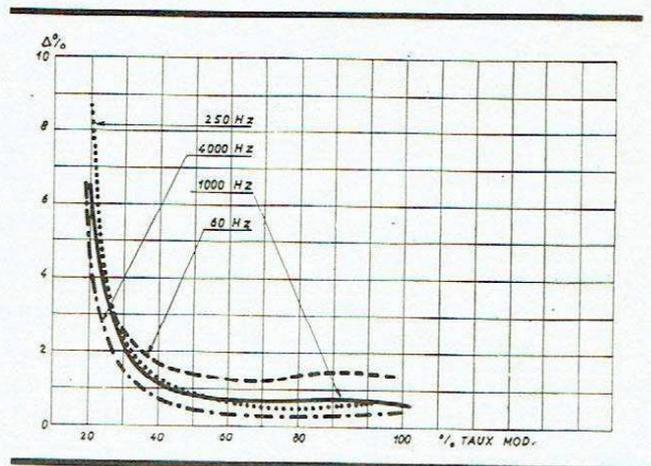
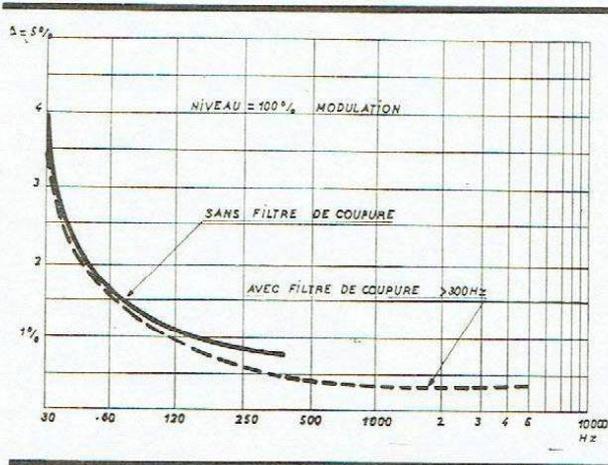


Fig. 9. — Distorsion harmonique. Influence de la fréquence sur la caractéristique de distorsion en fonction du taux de modulation.

son, proportionnelle à la résistance introduite par celui-ci, correspond à :

$$k' = \frac{\sqrt{\Sigma V_{\text{eff H}}^2}}{\sqrt{\Sigma V_{\text{eff H}}^2 + V_{\text{eff F}}^2}}$$

or, le coefficient de distorsion harmonique est défini par :

$$k = \frac{\sqrt{\Sigma V_{\text{eff H}}^2}}{V_{\text{eff F}}}$$

Donc, si k' est valeur du coefficient lue sur le distorsiomètre, on obtient la valeur correcte au moyen de la formule :

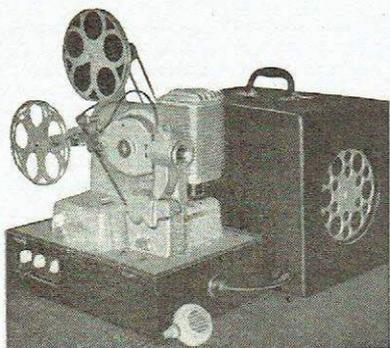
$$k = \frac{k'}{\sqrt{1 - k'^2}}$$

Les mesures de distorsion harmonique doivent être entreprises pour les fréquences 30, 60, 250, 1 000, 4 000 Hz à partir d'un générateur basse fréquence ayant un taux de distorsion harmonique maximum de 0,3 %.

Le schéma de la figure 8 traduit les résultats des mesures de la distorsion harmonique d'un équipement d'enregistrement : les essais ont été effectués entre 30 et 5 000 Hz au niveau de modulation de 100 % : les valeurs figurées par la courbe en trait interrompu concernent le cas d'utilisation du filtre de coupe au-delà de 300 Hz, dont il est fait mention plus haut.

Le schéma de la figure 9 rassemble les résultats des mesures entreprises sur un autre équipement d'enregistrement sonore entre 30 et 6 000 Hz à divers niveaux de modulation entre 10 % et 100 %.

(A suivre au prochain numéro.)



LE CINÉMA SONORE D'AMATEUR

par M.-J. de CADENET *

Avant-propos.

Avant d'aborder ce sujet complexe qu'est le cinéma sonore d'amateur, nous voudrions définir ce que représenté à nos yeux un « amateur ».

L'amateur, pour beaucoup, c'est celui qui exécute un travail auquel il n'a pas été préparé par une formation professionnelle. De là à en déduire que ce travail sera fait sans soin, entraînant un résultat non comparable à celui qu'aurait obtenu un spécialiste, il n'y a qu'un pas, vite franchi par certains pour lesquels amateur devient ainsi synonyme de touche-à-tout.

Pour nous, dont le cinéma sonore a été pendant de longues années l'occupation professionnelle principale, l'amateur, c'est tout autre chose. Le Larousse, cette source inépuisable de renseignements quasi officielle sur la langue française, nous apprend que l'amateur c'est celui qui a du goût, du penchant pour quelque chose; Larousse ajoute aussi : qui aime la poésie, les beaux-arts, sans en faire profession. Or, qu'est-ce que le bon cinéma, sinon un bel art? Pour nous donc, l'amateur cinéaste c'est celui qui fait du cinéma, non pas pour en vivre, comme le professionnel, mais parce que, tout simplement, il aime le cinéma et c'est dans cet esprit que tout au long de cet exposé nous parlerons de l'amateur.

Un peu d'histoire.

L'idée d'ajouter le son à l'image est à peu près aussi vieille que le cinématographe lui-même. En dehors des gens du métier, comme Gaumont, qui eut le premier l'idée d'associer le phonographe au film, certains essais d'enregistrement du son à l'aide d'une antique phonographe enregistreur à cylindre furent effectués par des amateurs (qui, d'ailleurs, tournaient leurs productions en 35 mm, les formats sub-standards n'étant pas encore de ce monde); toutefois, il fallut attendre l'apparition de films en format réduit, d'une part, et de l'enregistrement électrique du disque, d'autre part, pour que cette sonorisation devienne autre chose qu'une expérience de laboratoire.

Les premiers amateurs qui firent du cinéma sonore en format réduit utilisaient des projecteurs dont les moteurs du type universel ne se maintenaient qu'accidentellement en synchronisme avec les moteurs des tourne-disques, eux-mêmes le plus souvent du type universel; la synchronisation de ces films laissait particulièrement à désirer et les réalisations entreprises à l'époque (il n'y a à vrai dire guère plus de vingt-cinq ans de cela) n'offrent plus qu'un intérêt documentaire. Ces expériences étaient d'ailleurs l'exception et il fallut attendre que le cinéma sonore professionnel 35 mm à piste sonore fasse partie intégrante de la bande image prenne le développement que l'on sait pour que l'intérêt des amateurs se porte sur la production de films sonores personnels.

L'apparition de copies sonores 16 mm tirées par ré-

(*) Ingénieur E.S.M.E.

La photographie illustrant notre titre est celle du projecteur sonore 8 mm « le Chicago » (EMEL).

duction à partir de films de 35 mm rapidement suivie par celle de copies sonores 17,5 mm, puis 9,5 mm, mit pour la première fois entre les mains des amateurs disposant de ressources suffisantes, des films sonores en format réduit; elle devait rapidement inciter ceux-ci à s'essayer à la sonorisation de leur propre production muette. Comme à l'époque aucun enregistreur de son photographique n'existait encore pour les formats sub-standards et comme l'enregistrement magnétique n'avait pas dépassé le stade du laboratoire, seul le disque de phonographe était susceptible d'apporter une solution valable. Le procédé employé était le suivant; la bande image montée était découpée en sections correspondant exactement à la durée d'une face de disque de 30 cm, tournant à 78 tours/minute (la qualité obtenue à 33 tours 1/3 étant généralement jugée insuffisante). On procédait à l'enregistrement face par face du son d'accompagnement, la projection du film remonté s'effectuant en même temps que la reproduction de la série de disques plus ou moins convenablement enchaînés, à l'aide d'un tourne-disques à double plateau. Le synchronisme étant pratiquement impossible à maintenir, il s'ensuivait de véritables tours de force de la part de l'opérateur pour maintenir une projection acceptable.

La plupart des sonorisations de films d'amateur de ce que nous appellerons la « Belle Epoque » n'étaient d'ailleurs pas enregistrées mais consistaient, le plus souvent, en un montage de disques et de modulations provenant d'un microphone souvent de qualité médiocre (le microphone à charbon était roi en ce temps-là). Le montage était évidemment à refaire lors de chaque projection du film, la synchronisation des images et des sons relevait plus de l'acrobatie que de tout procédé technique. Cependant, la technique évoluant, certains amateurs cinéastes s'essayaient déjà à l'enregistrement du son à la façon des professionnels : l'apparition de caméras de prise de vues sonores 16 mm à son optique directement enregistré sur la bande image devait permettre à une catégorie très réduite de privilégiés de produire des films synchrones mais, en raison du coût particulièrement élevé de la caméra, du projecteur et des frais de laboratoire il ne semblait pas, lorsque débuta la guerre de 1939, qui devait mettre pour de nombreuses années un terme à l'activité de la majorité des cinéastes amateurs, que le cinéma sonore d'amateur soit voué à un brillant avenir, bien que de multiples dispositifs de synchronisation mécanique des projecteurs et des tourne-disques aient vu le jour.

Possibilités actuelles.

Les progrès considérables réalisés au cours de la guerre dans le domaine de l'enregistrement magnétique devaient susciter d'immenses espoirs dans le monde du cinéma d'amateur, espoirs cependant assez vite déçus, en raison des difficultés toujours les mêmes de synchronisation du dérouleur d'images et du dérouleur de son, difficulté qui devait faire réapparaître les dispositifs de synchronisation mécanique d'antan.

Des méthodes permettant une synchronisation à peu près rigoureuse entre la bande magnétique et le dérouleur d'images devaient faire leur apparition fournissant au problème une solution satisfaisante qui nécessitait toutefois un matériel coûteux et délicat à utiliser sans connaissances spéciales. Les progrès considérables réalisés dans le domaine de l'enregistrement magnétique et tout spécialement l'amélioration remarquable des enduits devaient permettre de réduire dans de telles proportions la vitesse de défilement, tout en maintenant une qualité suffisante, que l'on put envisager l'induction de films de 35 mm, défilant à la vitesse standard de 456 mm par seconde, et obtenir ainsi des résultats qui dépassaient en largeur de bande de fréquence et en dynamique, la qualité obtenue par les procédés photographiques. L'apparition de bandes cinématographiques de 17,5 mm (obtenues en coupant par le milieu une bande de 35 mm) portant une piste magnétique et relativement faciles à synchroniser avec le film image, en raison de la présence de perforations, devait simplifier le problème, tout en entraînant des dépenses en général hors de proportions avec les ressources limitées de l'amateur.

Cependant les laboratoires de la société américaine Armour Research Foundation avaient eu l'idée de déposer un enduit magnétique sur le bord d'un film cinématographique de 16 mm, à double rangée de perforations et, dès le début de 1947, après une mise au point délicate, ils publiaient des résultats : à la vitesse de 18 cm par seconde, correspondant à la cadence de projection de 24 images par seconde, la réponse était plate à ± 3 db près de 50 à 5.000 c/s après égalisation, la distorsion d'intermodulation étant de 5 % et le rapport signal/bruit de 35 à 40 db; ces résultats étaient en tous points comparables à ceux obtenus par le procédé photographique à son réenregistré, la dynamique étant

même supérieure de 10 db. Cette méthode nouvelle de sonorisation de films d'amateurs reçut une publicité importante dans la presse spécialisée américaine et les amateurs du monde entier se réjouirent à la pensée que, cette fois, le cinéma synchrone venait à eux. Malheureusement les premières réalisations industrielles se heurtèrent à des difficultés telles qu'il fallut attendre 1951 pour que les premiers équipements suffisamment au point pour être commerciaux voient le jour.

Les progrès réalisés dans ce domaine continuent et, selon toutes probabilités, dans un avenir très proche tous les films d'amateurs seront sonorisables magnétiquement, quel qu'en soit le format, avec une mise de fonds initiale très réduite. La revue du SON se propose d'ailleurs d'étudier à fond le problème de son magnétique et plus particulièrement la sonorisation magnétique des films d'amateurs. Nous espérons pouvoir publier dans un prochain numéro, la description d'un adaptateur pour son magnétique, réalisable à peu de frais par l'amateur et pouvant être utilisé avec tous les modèles de projecteurs du commerce, muets ou sonores, quel qu'en soit le format; l'induction des films 8 ou 16 mm pouvant, dès maintenant, être réalisée par la Société Pyral, pour un prix raisonnable, le 9,5 mm étant enduit par la Société Nouvelle Pathé-Cinéma, on voit que notre adaptateur mettra réellement le cinéma sonore d'amateurs à la portée de tous.

Toutefois, si la piste magnétique faisant partie intégrante de la bande image paraît devoir fournir la solution la plus à la portée de l'amateur, techniquement parlant, les autres procédés ont toujours leurs partisans convaincus (dont certains obtiennent d'ailleurs des résultats en tous points excellents). C'est pourquoi il nous a paru intéressant de résumer dans le tableau A,

TABLEAU A

1. SON FAISANT PARTIE INTÉGRANTE DE LA BANDE IMAGE												
			SON PHOTOGRAPHIQUE						SON MAGNÉTIQUE			
Largeur du film	Cadence de projection	Vitesse correspondante	Largeur piste sonore	Fréquence supérieure reproduite			Dynamique		Largeur piste sonore			Dynamique
				Limite obtenue en laboratoire	Copie comm. de qualité	Reproduction théâtrale courante	Maximum	Pratique		Réalisations courantes	Limite obtenue en laboratoire		Pratique
mm	cm/sec	cm/sec	mm	Kc/s	Kc/s	Kc/s	db	db	mm	Kc/s	Kc/s	db
35	24	45,6	2,13	15	8	7	60	40	2,13	18	10	60
16	24	18,24	1,65	10	6	5 | Réenreg.	45	25	1,65	12	7,5	50
						4 | Réduct.			0,762			40
16	16	12,16	1,65	6,5	.....	.....	45	.....	1,65	8	5	50
									0,762			40
9,5	24	18,09	1,2	.....	6	4	45	25	1,2	.....	7,5	45
9,5	16	12,06	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1,2	.....	5	45
8	16	6,08	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0,635	.....	3	40

les caractéristiques techniques principales des divers procédés utilisables par l'amateur; le film de 35 mm à son photographique ou magnétique étant mentionné dans ce tableau comme élément de comparaison.

Procédés de sonorisation.

Avant de clore cet exposé qui, dans notre esprit, représente seulement une prise de contact avec nos lecteurs, nous examinerons rapidement les diverses méthodes qui s'offrent à l'amateur cinéaste désireux d'ajouter des sons aux images tournées par lui. Celles-ci peuvent se grouper en deux grandes catégories :

approche au problème de la sonorisation que peut faire tout amateur débutant. Un procédé qui découle immédiatement du précédent est l'accompagnement sonore non synchrone qui est identique au procédé d'accompagnement musical simple avec, en plus, l'addition de bruits d'effets ou bruits d'ambiance déclenchés au moment convenable.

L'échelon suivant nous amènera à l'accompagnement musical ou sonore commenté non-synchrone, qui se réalise de la même façon que les deux procédés décrits ci-dessus, mais en ajoutant un commentaire, parlé devant un microphone au cours de la projection, les sous-titres inutiles disparaissant, bien entendu. Ce procédé repré-

2. SON INDÉPENDANT DE LA BANDE IMAGE

Procédé	Matériau	Vitesse		Diamètre	Longueur	Durée				Dynamique	
						Équipement de haute qualité	Équipement moyen	par face			par bobine
								Sillonage normal	Sillonage serré			minutes	minutes
		t/m	cm/sec	cm	mètres	Kc/s	Kc/s	minutes	minutes	minutes	décibels
Mécanique	Disque	78		30		20*	10	4	9		40 à 70*
		33		40		15	10	.....	33*		40 à 50
		33		30		15	10	.....	22*		40 à 50
Magnétique	Bande		77		1.000	15	.....			20	50 à 60
			38		360	15	10 à 12			15	50 à 60
			19		360	15	7,5 à 9			30	50 à 60
			9,5		360	9	4,5			60	40 à 50
			4,75		180	5	2,5			60	40 à 50

* Avec burin de gravure chauffé et graveur à contre-réaction.
 + Pouvant varier entre 21 et 26 minutes suivant le pas.
 x Pouvant varier entre 31 et 40 minutes suivant le pas.

1° Méthodes exigeant un montage sonore lors de chaque présentation du film, c'est-à-dire méthodes n'employant pas l'enregistrement comme véhicule de la sonorisation;

2° Méthodes exigeant un montage sonore fait une fois pour toutes, enregistré et utilisable directement lors de chaque présentation du film.

Nous allons examiner sommairement les possibilités offertes par la première catégorie qui permet, dans beaucoup de cas, d'obtenir à peu de frais, une sonorisation très acceptable de films d'amateurs au prix naturellement d'un peu de travail lors de chaque projection, en ne mettant en jeu qu'un équipement simple, qui se trouve souvent déjà à la disposition du cinéaste amateur.

Le procédé le plus simple (qui est d'ailleurs directement inspiré du cinéma muet professionnel d'antan) est constitué par l'accompagnement musical simple réalisé à l'aide d'un enchaînement direct au moment approprié de modulations provenant de disques ou de bandes magnétiques et présentant, autant que possible, un caractère se rapportant à l'action projetée; cet accompagnement musical nécessite évidemment l'emploi de sous-titres dispensant de commentaire. C'est là la première

sente à peu près la limite que peut atteindre un amateur ne disposant pas de moyens d'enregistrement du son. Il est, répétons-le, susceptible de donner des résultats assez satisfaisants pour donner souvent l'illusion d'un montage enregistré.

Dès que le cinéaste amateur dispose d'un matériel d'enregistrement, il est évident que les méthodes que nous venons d'exposer peuvent également convenir pour des débuts dans l'art de la sonorisation enregistrée, la méthode d'accompagnement sonore commentée étant tout particulièrement à conseiller pour se faire la main.

Nous allons maintenant aborder les méthodes plus délicates qui constituent la deuxième catégorie qui fait appel à des procédés couramment employés par les professionnels. Cette catégorie qui rend l'enregistrement obligatoire groupe ce qu'il est convenu d'appeler les procédés d'accompagnement synchrone. Avant d'examiner les diverses méthodes employées pour l'enregistrement final (qui sera d'ailleurs obligatoirement un réenregistrement), nous allons étudier rapidement les trois procédés qui permettent d'enregistrer des sons synchrones, sons qui, dans le cas de l'amateur seront presque toujours des éléments de dialogue, la synchronisation parfaite de

bruits tels que coups de revolver, claquements de portes, bruits de gifles, etc., n'étant pratiquement pas à la portée de l'amateur qui ne dispose pas d'une caméra sonore.

1° Le son synchrone peut être enregistré directement lors de la prise de vues sur la bande image ou par une bande séparée, entraînée en synchronisme avec le film image. Cette solution, qui est évidemment la plus simple, est rarement employée par l'amateur car elle nécessite l'emploi, soit d'une caméra sonore, soit d'une caméra muette à moteur couplé électriquement (interlock) à celui d'un enregistreur de son et il est inutile de dire que la valeur financière du matériel nécessaire dépasse largement les possibilités de l'amateur même fortuné et même de la plupart des groupements de cinéastes.

2° Le son synchrone peut être enregistré avant la prise de vues, celle-ci s'effectuant en muet, les acteurs entendant le son enregistré par l'intermédiaire d'un haut-parleur et prononçant au fur et à mesure, les mots déjà enregistrés ou effectuant les gestes correspondant au jeu des instruments de musique enregistrés à l'avance. Cette solution qui constitue une pré-synchronisation (l'opéra-

de vues, qui s'effectue en muet, les acteurs devant, cela va de soi, prononcer au cours de la prise de vues les mots qu'ils répéteront ensuite au cours de l'enregistrement, qui aura lieu lors d'une projection du film, les acteurs parlant alors devant le microphone en suivant le mouvement de leurs lèvres sur l'écran. Cette solution, qui est celle employée par les professionnels du doublage, peut donner des résultats excellents si les moteurs du projecteur et de l'enregistreur de son sont synchrones et surtout si les acteurs n'ont pas omis de prononcer lors de la prise de vues les mêmes mots (ou de jouer le même air de musique), que pendant l'enregistrement. Ce sera en général la seule méthode à la portée de l'amateur quand il s'agira de sonoriser des films tournés en extérieurs.

Enregistrement final.

Ce problème de l'enregistrement synchrone étant résolu, tout au moins sur le papier, voyons comment on peut réaliser l'enregistrement final qui donnera naissance à la piste sonore de notre film, quel que soit d'ail-

TABLEAU B

Classe de sonorisation	Synchronisme	Désignation de la catégorie	Matériel indispensable, en plus du projecteur			
			Tournevisques non synchrones	Microphone	Enregistreur de sons	Lecteur de sons enregistrés
Non Enregistrée	Non synchrone	Accompagnement musical simple.	2			
		Accompagnement sonore.	3			
		Accompagnement musical commenté.	2	1		
		Accompagnement sonore commenté.	3	1		
Enregistrée	Non synchrone	Accompagnement musical simple.	2		1	
		Accompagnement sonore.	3		1	
		Accompagnement musical commenté.	2	1	1	
		Accompagnement sonore commenté.	3	1	1	
	Synchrone	Réenregistrement en 2 temps.	3	1	1	1
		Réenregistrement en 1 temps.	3	1	1	1

tion de prise de vue synchrone avec l'écoute du son s'appelant un *play-back*) est utilisée sur une échelle importante par le cinéaste professionnel, notamment dans le cas où un acteur chante ou des danseurs évoluent sur un plateau, le *play-back* étant le seul moyen d'assurer la continuité, puisque le film est constitué par une série de prises de vues faites sous des angles différents, parfois à des moments différents et raccordées au montage. Cette façon de procéder offre un gros intérêt pour l'amateur; elle assure une synchronisation satisfaisante si l'on prend la précaution d'utiliser sur le lecteur de son et la caméra image, des moteurs synchrones de qualité.

3° Le son synchrone peut être enregistré après la prise

leurs le procédé d'enregistrement employé. Le montage nécessaire peut s'effectuer de diverses façons :

La première méthode qui vient à l'esprit consiste à grouper toutes les sources de modulation qui serviront au mélange final (disques, bandes magnétiques, sons synchrones enregistrés, microphones du commentateur, le cas échéant, etc), et à effectuer directement l'enregistrement en une seule opération, le passage d'une source à l'autre s'effectuant au fur et à mesure que le film se déroule. Cette façon d'opérer représente un vrai tour de force pour l'amateur qui n'a pas à sa disposition les moyens du professionnel qui réenregistre sur film ou sur bande tous les sons dont il a besoin, en les

Catégorie d'enregistrement	Caractéristique du matériel nécessaire à l'enregistrement			
	Camera	Projecteur	Enregistreur de son	Lecteur de son
Direct (à la prise de vues)	Sonore		Inc. à caméra	
	Muette + Enreg. synchrone		Synchrone	
Pré-enregistrement	Muette Synchrone avec lecteur de sons			Synchrone
Post-synchronisation	Muette	Synchrone avec enreg. de sons	Synchrone	

montant sur des amorces de longueur convenable pour que les sons voulus soient disponibles dans le mélangeur juste au moment voulu et qui n'hésite pas à faire se dérouler 6 ou 8 bandes en parfait synchronisme pour le réenregistrement final. Cette méthode ne peut guère être conseillée à l'amateur que si le nombre de sources sonores à mélanger est réduit à deux ou trois.

Une deuxième méthode plus à la portée de l'amateur, bien que, techniquement parlant, elle donne des résultats inférieurs en raison des réenregistrements nécessaires, consiste en un montage en deux temps, comportant un enregistrement préalable de l'accompagnement sonore non synchrone et du commentaire s'il y a lieu, enregistrement qui est effectué par mélange des diverses modulations sans grosses difficultés, puisque aucun synchronisme rigoureux n'est nécessaire.

Ce premier enregistrement terminé, on montera les sons synchrones de façon que ceux-ci concordent exactement avec les parties correspondantes de l'image et on procédera au réenregistrement final, la bande d'accompagnement et la bande de son synchrone se déroulant en synchronisme avec le projecteur et l'enregistreur. On pourrait envisager d'enregistrer le son final en trois temps ou plus, mais la qualité obtenue n'est, en général, plus suffisante.

Matériel nécessaire.

Le matériel nécessaire varie évidemment de façon considérable avec les buts à atteindre à la méthode employée. Nous avons rappelé dans le tableau B, les diverses méthodes étudiées ci-dessus en donnant pour chacune, une liste de matériel strictement nécessaire à l'obtention d'un résultat satisfaisant. Cette liste n'est évidemment pas limitative, mais elle permettra de fixer sous une forme facile à consulter les possibilités offertes à l'amateur qui désire sonoriser ses propres films.

Au cours de nos prochains articles, nous reprendrons en détail les méthodes indiquées ci-dessus en fournissant des renseignements pratiques, accompagnés de dessins et de photographies qui devront permettre à l'amateur de réaliser des sonorisations de qualité par la méthode la plus appropriée à ses connaissances techniques et à ses disponibilités financières. Naturellement, une part très importante sera donnée à l'enregistrement magnétique, mais nous n'en oublierons pas pour autant les autres procédés d'enregistrement. Parallèlement à cette série d'articles, nous espérons pouvoir décrire divers équipements qui permettront à nos lecteurs de se tenir au courant des réalisations commerciales les plus intéressantes tant françaises qu'étrangères.

DÉTERMINATION DE LA LONGUEUR DE BANDE MAGNÉTIQUE CONTENUE SUR UNE BOBINE

Si *e* est l'épaisseur en mm de la bande contenue sur une bobine de diamètre extérieur utile *D* mm comportant un noyau central de diamètre *d* mm, la longueur de bande contenue sur la bobine est :

$$L = 0,785 \frac{(D - e)^2 - (d - e)^2}{1.000 e} \text{ m}$$

qui peut se simplifier dans le cas habituel où *e* est très petit devant *d* et *D* en :

$$L = 0,785 \frac{(D^2 - d^2)}{1.000 e} \text{ m}$$

On peut, à l'aide de la même formule, déterminer le diamètre extérieur utile *D* d'une bobine d'un diamètre de noyau central *d* destinée à contenir une longueur *L* m de bande d'épaisseur *e* :

$$D = e + \sqrt{(d - e)^2 + 1.273 Le} \text{ mm}$$

qui peut se simplifier en :

$$D = \sqrt{d^2 + 1.273 Le} \text{ mm}$$

Dans le cas habituel où *e* est très petit devant *d* et *D*.

LE COUPLAGE DES HAUT-PARLEURS

par Philippe FORESTIER

Le couplage des haut-parleurs à un amplificateur de puissance présente parfois des difficultés pour l'utilisateur. Si la question des divers groupements, série, parallèle ou mixte et le calcul de l'impédance équivalente ont été maintes fois traités dans les publications spécialisées le technicien chargé d'une sonorisation se trouve souvent embarrassé devant un lot de haut-parleurs d'impédances et de puissances quelconques devant être connectés à un amplificateur, chacun d'eux devant délivrer une puissance déterminée — qui peut ne pas être la puissance nominale — tout en conservant une adaptation de charge correcte.

Bien des solutions erronées ont été proposées. Celles qui sont correctes sont le plus souvent d'application difficile. C'est pourquoi nous proposons ici une solution correcte de mise en œuvre simple et pratique, dont des nomogrammes permettront de simplifier encore l'application.

Coupler correctement un haut-parleur unique à un amplificateur n'offre pas de difficultés, non plus qu'alimenter deux ou trois haut-parleurs identiques, ou calculer les impédances des haut-parleurs à brancher sur une ligne de caractéristiques données. Par contre, l'installation de plusieurs haut-parleurs de puissances différentes à des distances variables nécessite déjà des précautions. Lorsqu'il s'agit d'employer correctement un matériel hétéroclite — comme il l'est dans la majorité des cas — l'utilisateur peut rencontrer de sérieuses difficultés.

Dans les cas simples, l'application de règles, bien connues et immuables, conduit presque instinctivement le technicien à un résultat convenable. Dans les cas plus compliqués, on se fie trop souvent à une expérience qui peut alors se trouver en défaut et amener des branchements absolument incorrects avec leurs inévitables répercussions : répartition inexacte des puissances, distorsion, etc., alors qu'un peu de logique aurait suffi à aplanir les difficultés. Il n'est besoin que d'appliquer quelques règles simples pour qu'une solution correcte, valable dans tous les cas pouvant se poser en pratique, se dégage.

Ce sont ces règles simples que nous allons tenter d'établir.

Conditions d'une bonne adaptation

Pour qu'un ensemble quelconque de haut-parleurs soit couplé correctement à une source de modulation, il est nécessaire :

1° que les haut-parleurs reçoivent chacun la puissance¹ qu'on leur demande de traduire acoustiquement, quelle que soit leur impédance ;

2° que l'impédance de charge présentée à l'amplificateur soit bien celle pour laquelle il est établi ;

3° que les pertes de puissance dans les lignes de liaison soient insignifiantes.

Accessoirement, on doit noter :

a) qu'on ne doit appliquer à chaque haut-parleur qu'une puissance inférieure ou égale à celle qu'il peut supporter sans dommage ;

b) que l'amplificateur doit pouvoir délivrer la somme des puissances nécessaires² à chaque haut-parleur ;

c) que la puissance de l'amplificateur peut cependant être supérieure à celle que supportent les haut-parleurs, bien que cette circonstance doive demeurer absolument exceptionnelle. L'utilisateur ne devra y avoir recours que lorsqu'il est impossible de procéder autrement³, et à condition d'assurer lui-même le contrôle de l'installation ;

d) que certains branchements simples et corrects théoriquement (à basse impédance notamment), sont à rejeter, en raison des pertes importantes qu'ils provoquent.

1. On identifie « puissance » et « énergie ». Cette extension est si commune — et si commode! — qu'elle peut bien être faite ici sans que les puristes s'en offensent.

2. On considère que les puissances nécessaires sont des minima déterminés par des considérations électro-acoustiques.

3. En raison des disponibilités de matériel, par exemple.

Particularités de couplage des haut-parleurs. en sonorisation

Le couplage des haut-parleurs au ou aux tubes de sortie de l'amplificateur exige l'emploi d'un transformateur pour diverses raisons bien connues, dont deux seulement nous intéressent ici :

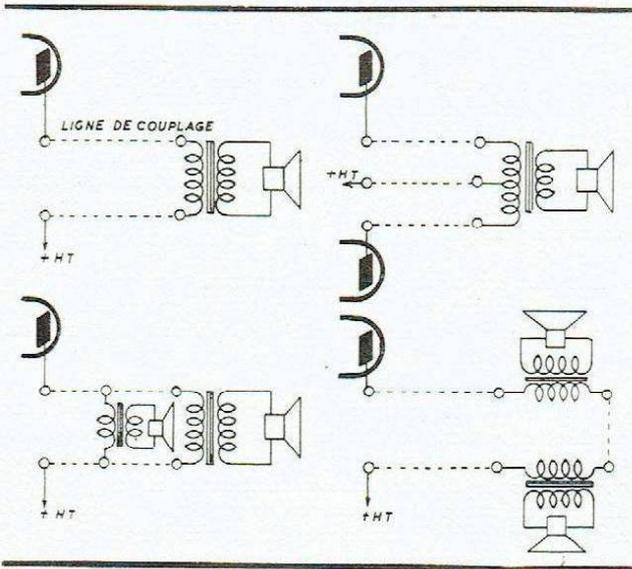


Fig. 1. — Modes de couplage du ou des haut-parleurs ne se rencontrant pas dans la pratique en sonorisation.

a) la diversité des impédances d'utilisation possibles, l'amplificateur devant pouvoir alimenter un ou plusieurs haut-parleurs quelconques;

b) l'isolement des circuits de couplage des haut-parleurs par rapport à la tension anodique des tubes de puissance.

Cette raison de sécurité est impérative pour des installations amovibles et provisoires, comme c'est le cas en sonorisation. Elle fait que le transformateur de sortie d'un amplificateur de puissance se trouve *obligatoirement* sur le châssis amplificateur, de sorte qu'aucune connexion accessible ne soit reliée à la haute tension, qui atteint souvent 600 V (807,4 Y 25). En conséquence,

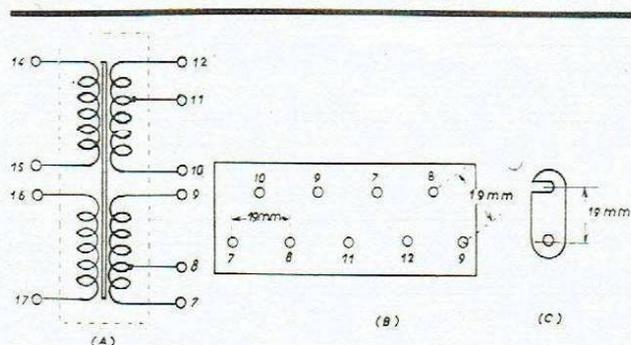


Fig. 2. — Disposition pratique des « sorties » d'un transformateur de haute qualité permettant le branchement facile des secondaires en série et en parallèle pour six combinaisons d'impédances et celui de haut-parleurs entre deux bornes distantes toujours de 19 mm. a) Schéma d'un transformateur LIE AM 351; b) Disposition des bornes de sortie; c) Barrette de connexion.

les modes de branchement des haut-parleurs faisant intervenir un couplage direct aux tubes de puissance n'ont pas à être envisagés ici, des conditions comme celles auxquelles répondent les circuits de la figure 1, qui concernent quelques cas typiques, ne se rencontrant pas en pratique.

On admettra donc, comme allant de soi, l'existence d'un transformateur de sortie comportant un ou plusieurs enroulements secondaires, avec des prises intermédiaires, pouvant être utilisés séparément ou connectés en série ou en parallèle⁴. Les impédances auxquelles correspondent les divers modes de connexion sont généralement données par le constructeur.

L'impédance de la bobine mobile des haut-parleurs utilisés en sonorisation, variable suivant les fabricants, est, en général, de l'ordre de quelques ohms, 2,8 à 7,5 ou 8, pouvant atteindre 15 Ω pour les haut-parleurs d'importation anglaise ou américaine, et même 40 Ω pour certains haut-parleurs hollandais.

Quand un seul haut-parleur est utilisé, il suffit, si la longueur des câbles de raccordement est assez courte, de le connecter aux prises du transformateur de sortie correspondant à son impédance par une ligne à deux conducteurs.

Il a été posé comme condition d'une bonne adaptation « que les pertes, dans les lignes de couplage », devaient être insignifiantes. Cette condition devient impossible à maintenir pour des haut-parleurs à faible impédance, dès que la longueur de la ligne s'accroît tant soit peu, la résistance de la ligne devenant rapidement du même ordre de grandeur que l'impédance du haut-parleur.

Plusieurs modes de raccordement sont, de prime abord, possibles dans le cas du branchement de plusieurs haut-parleurs :

- branchement en série;
- branchement en parallèle;
- branchement mixte, série et parallèle combinés, chacun présentant des défauts et qualités particulières que nous mettrons en évidence.

Il est évident qu'une adaptation correcte des impédances, sur la nécessité de laquelle nous n'insisterons pas, exige que l'ensemble soit connecté sur les prises de sortie correspondant à son impédance équivalente.

Réduction des pertes dans les lignes

Pour qu'un courant ne subisse aucune perte lors de la traversée d'une ligne, il faudrait que celle-ci soit de résistance nulle. Or, tous les conducteurs sont résistants et introduisent une perte de puissance par effet Joule, sous forme de chaleur rayonnée. Ce n'est évidemment pas là le but que l'on se propose en réalisant une sonorisation!

Pour réduire les pertes, proportionnelles à I^2R , deux solutions s'offrent immédiatement :

- réduire la résistance de la ligne;
- pour une même puissance distribuée, réduire le courant dans la ligne.

Voyons quels sont les moyens permettant d'arriver à de tels résultats.

La résistance de la ligne est donnée par la formule :

4. Le fractionnement du secondaire en plusieurs enroulements est un mal inévitable pour un transformateur de sortie à haute fidélité si l'on veut réduire les inductances de fuite. Il en résulte parfois des difficultés de mise au point d'une contre-réaction de tension de taux élevé. La présentation des bornes de sortie pose aussi un problème. (Pour divers transformateurs présentant cette particularité, l'auteur a eu recours au mode de branchement indiqué par la figure 2 où l'on utilise des bornes universelles placées aux sommets de triangles équilatéraux de 19 mm de côté accolés tête-bêche.

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

dans laquelle la résistivité ρ est fixée par la nature du métal employé.

Réduction de la résistance. — Deux variables restent accessibles :

1° La longueur l de la ligne, que l'on peut réduire au minimum nécessaire pour la liaison;

2° La section s des conducteurs, que l'on peut choisir la plus importante possible.

On est rapidement arrêté dans le domaine de la réduction de la longueur par la distance à parcourir. Quant à l'augmentation de la section, elle oblige à un compromis. Il est, en effet, toujours intéressant d'utiliser des conducteurs de faible section, en raison de leur plus grande facilité d'installation et de leur prix moins élevé.

On peut admettre qu'une perte de puissance de 0,5 dB est négligeable, ce qui correspond environ à 10 %. En conséquence, la résistance de la ligne pourra être au maximum de l'ordre de 10 % de l'impédance de l'ensemble de haut-parleurs qu'elle alimente.

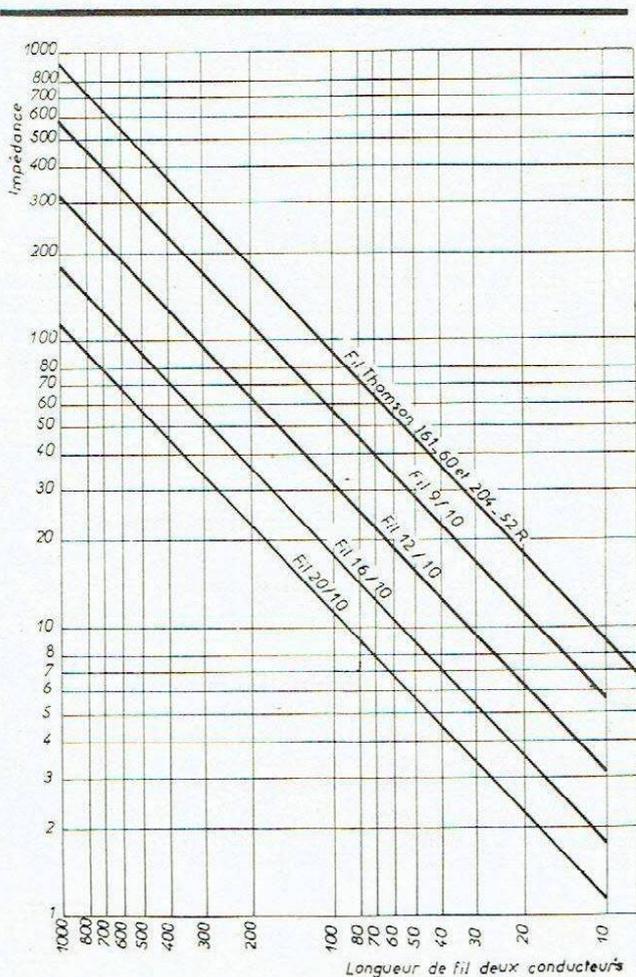


Fig. 3. — Longueur de fil maximum (à deux conducteurs) utilisable pour une impédance donnée. Extrapoler pour les valeurs hors de l'abaque.

Pour éviter les calculs, nous avons établi l'abaque cartésien de la figure 3, qui indique pour divers diamètres usuels de fils de cuivre, et pour une impédance

d'utilisation donnée, la longueur de fil à deux conducteurs provoquant une perte de puissance de 0,5 dB.

Son emploi est le suivant :

— Si le point d'intersection des lignes de conduite de l'abaque, correspondant à l'impédance et à la longueur de la ligne, tombe sur une ligne oblique, correspondant à un diamètre de conducteurs, ce sont des fils de diamètre égal ou supérieur qui sont à utiliser.

— Si le point d'intersection tombe entre deux lignes correspondant à des diamètres de fils, c'est le fil de diamètre le plus grand qui est à utiliser.

— Si le point d'intersection tombe au-dessous de la ligne correspondant aux conducteurs de 20/10, il faut, soit rechercher une nouvelle combinaison des haut-parleurs, d'impédance plus élevée, soit utiliser un transformateur d'adaptation, de façon que l'impédance reflétée sur la ligne soit plus élevée (transformateur abaisseur ligne à haut-parleur). Cet aspect de la question sera examiné plus loin.

EXEMPLE PRATIQUE. — Une combinaison de haut-parleurs présentant une impédance équivalente de 16 ohms nécessite une longueur de câble de liaison (à deux conducteurs) de 20 mètres. L'abaque montre que du fil de 9/10 ou plus peut être employé.

Dans le cas de groupements série où une liaison à un conducteur est utilisable, les longueurs portées sur l'abaque doivent être doublées. Il en est de même si, ne disposant pas de fils de section suffisante, on emploie des fils à deux conducteurs mis en parallèle. Dans ce cas, la section équivalente est doublée, et non le diamètre. Il faudra tenir compte de cette particularité.

Réduction du courant. — Puisque les pertes sont fonction du courant traversant la ligne (proportionnelles au carré du courant), il suffit d'effectuer la liaison sous une tension plus élevée, ce qui, pour une même puissance, réduira le courant dans une même proportion, les pertes étant réduites d'une façon proportionnelle au carré du courant.

On a, en effet :

$$P = EI$$

Pour une même puissance P , si la tension E double, le courant I est réduit de moitié. Les pertes RI^2 sont réduites au quart et l'impédance E/I est quadruplée.

Il suffirait donc de réaliser des circuits à impédance suffisamment élevée pour que les pertes en lignes soient négligeables. On est rapidement limité dans cette voie. En effet, les câbles de liaison présentent entre eux une capacité dont l'effet est de placer en parallèle, sur la ligne de transmission, une impédance dont la valeur aux fréquences élevées peut cesser d'être très grande par rapport à l'impédance caractéristique de la ligne, quand cette impédance croît au-delà d'une certaine limite. Les fréquences élevées de la modulation sont alors affaiblies sur la ligne de transmission. On est, en conséquence, obligé, là aussi, de rechercher un compromis et, en pratique, on ne dépassera pas une impédance de ligne de 500 Ω . Une autre impédance courante en France est 200 Ω . Dans les amplificateurs de radiodiffusion, cette impédance est de 600 ohms, afin de permettre un raccordement adapté aux lignes téléphoniques, dont l'impédance a été normalisée à cette valeur.

Les transformateurs de sortie des amplificateurs de puissance comportent, à cet effet, des sorties dites « de ligne » de 200 et 500 Ω . Un transformateur est alors à intercaler entre chaque haut-parleur ou chaque groupe de haut-parleurs voisins et la ligne. Il est à remarquer que les transformateurs à haute fidélité, en raison des restrictions apportées par la nécessité de réduire les

inductances de fuite, ne possèdent pas d'enroulements secondaires dépassant individuellement 250 ohms.

Une tendance moderne est de ne pas faire la transmission sur une impédance fixe, quelle que soit la puissance de l'amplificateur, par exemple 500 Ω, que l'amplificateur fournisse 15, 30 ou 60 W, mais sous une tension constante qui tend à être normalisée, en France et aux U.S.A., à 100 volts (ou 70 volts), en Angleterre à 120 volts efficaces.

L'impédance E^2/P est alors inversement proportionnelle à la puissance de l'amplificateur. Cette solution présente suffisamment d'intérêt pour faire l'objet d'un examen détaillé séparé.

Pour l'instant, nous considérerons les divers modes de branchement envisagés.

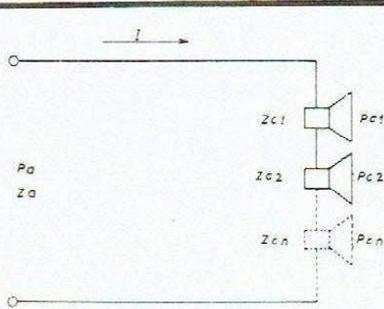


Fig. 4. — Branchement des haut-parleurs en série.

Branchement série

Appelons P_a , la puissance de l'amplificateur, somme des puissances P_{c1}, P_{c2}, \dots reçues par chaque haut-parleur; Z_a , l'impédance de charge de l'amplificateur et Z_{c1}, Z_{c2}, \dots les impédances individuelles des haut-parleurs (fig. 4).

On a évidemment :

$$P_{c1} + P_{c2} + \dots = P_a \quad (1)$$

$$Z_{c1} + Z_{c2} + \dots = Z_a \quad (2)$$

$$P_{c1} = Z_{c1} I^2$$

$$P_{c2} = Z_{c2} I^2$$

$$P_a = Z_a I^2$$

I étant le courant circulant dans la ligne.

D'où, en égalant les valeurs de I^2 :

$$\frac{P_{c1}}{Z_{c1}} = \frac{P_{c2}}{Z_{c2}} = \dots = \frac{P_a}{Z_a} \quad (3)$$

Le rapport puissance/impédance est constant, d'où l'on déduit que les puissances sont proportionnelles aux impédances. Ce résultat est évident.

De (3), on tire :

$$P_{c1} = P_a \frac{Z_{c1}}{Z_a},$$

$$P_{c2} = P_a \frac{Z_{c2}}{Z_a}, \text{ etc.}$$

$$Z_{c1} = Z_a \frac{P_{c1}}{P_a},$$

$$Z_{c2} = Z_a \frac{P_{c2}}{P_a}, \text{ etc.}$$

Ces quatre relations résolvent tout le problème et peuvent se mettre sous la forme générale résumée :

$$P_c = P_a \frac{Z_c}{Z_a} \quad (4)$$

$$Z_c = Z_a \frac{P_c}{P_a} \quad (5)$$

La relation (4) donne la puissance P_c absorbée par une charge Z_c , la relation (5) fournissant l'impédance Z_c nécessaire pour qu'une charge Z_c absorbe la puissance P_c .

Pour ceux de nos lecteurs qui n'aiment pas manipuler la règle à calcul, nous avons établi un abaque universel à points alignés (fig. 5). Il comporte trois échelles : A, B et C. P_a et Z_a seront lus sur l'échelle de droite C, P_c et Z_c sur l'échelle centrale B et les rapports P_c/P_a et Z_c/Z_a de gauche A. Pour plus de clarté, les échelles sont graduées jusqu'à 100. Elles peuvent être utilisées pour des valeurs supérieures, en multipliant les lectures des

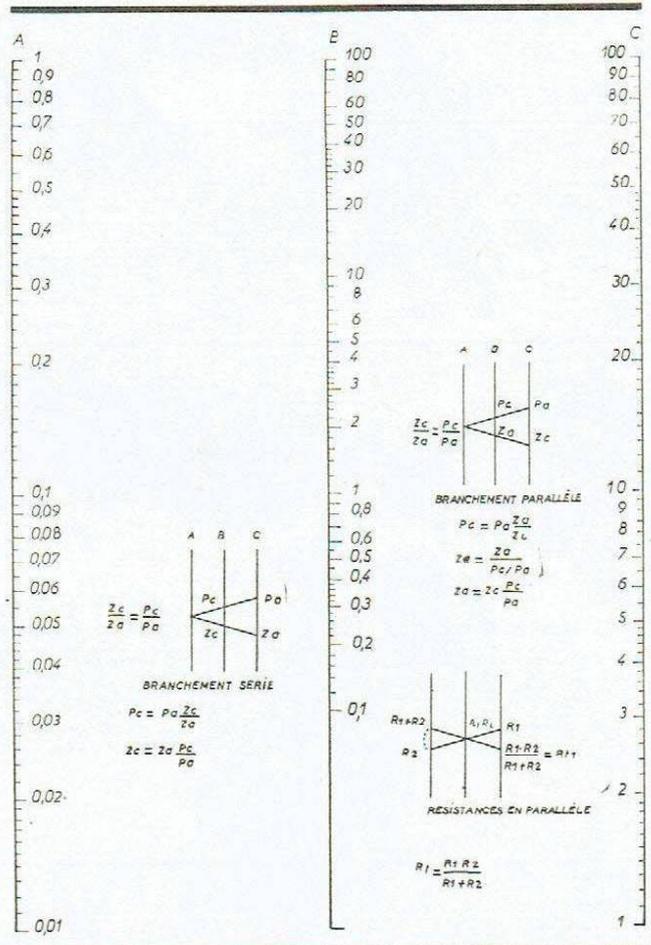


Fig. 5. — Abage universel de couplage d'impédances.

5. Il est baptisé « universel » parce qu'il pourra servir dans la plupart des cas traités au cours de cet article.

échelles B et C par le même facteur, 10 ou 100, par exemple.

EXEMPLES :

a) Trois haut-parleurs de 3,5, 5 et 7,5 ohms sont connectés en série sur la prise 16 Ω d'un amplificateur de 30 watts. Quelles puissances respectives délivrent-ils ?

La droite, passant par $Z_a = 16$ (échelle C) et $Z_c = 3,5$ (échelle B), coupe l'échelle A au point 0,22. La droite allant de ce point au point $P_a = 30$ de l'échelle C, coupe l'échelle B au point 6,5. D'où : le haut-parleur d'impédance égale à 3,5 Ω absorbera une puissance de 6,5 W.

On trouverait, de même, 9,4 W pour le haut-parleur de 5 Ω et 14 W pour le haut-parleur de 7,5 Ω.

On vérifiera l'égalité $P_{c1} + P_{c2} + P_{c3} = P_a$:

$$6,5 + 9,4 + 14 \cong 30 \text{ W}$$

à l'incertitude de lecture près (fig. 6).

b) Sur une ligne 500 Ω sont branchés en série trois haut-parleurs absorbant respectivement 6, 9 et 15 W. Quelles sont leurs impédances respectives ?

On a : $P_a = 6 + 9 + 15 = 30 \text{ W}$.

La droite passant par les points $P_a = 30$ (échelle C) et $P_c = 6$ (échelle B) coupe l'échelle A au point 0,2. La droite passant par ce point et le point $Z_a = 500$ (échelle C) coupe l'échelle B au point 100. D'où $Z_c = 100 \Omega$.

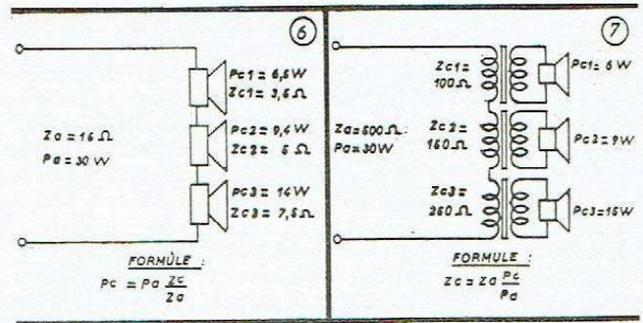


Fig. 6. — Exemple de calcul des puissances absorbées par trois haut-parleurs en série.

Fig. 7. — Exemple de calcul des impédances de trois haut-parleurs de puissances données en série.

On trouverait de même 150 Ω pour le haut-parleur de 9 W et 250 Ω pour le haut-parleur de 15 W (fig. 7).

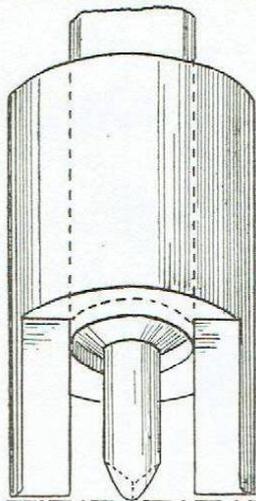
On vérifiera l'égalité $Z_{c1} + Z_{c2} + Z_{c3} = Z_a$.

$$100 + 150 + 250 = 500 \Omega$$

Ces deux exemples montrent qu'il n'y a aucune difficulté d'application.

(A suivre.)

Un burin protégé contre les écarts de réglage de profondeur du style : évitant les sillons trop profonds. (U.S.A., 2534735, Roberts et Yerkovitch Dictaphone Co.)



Un nouveau pick-up magnétique avec protecteur contre le ronflement (20 mai 1947).

L'élément mobile se réduit à l'aiguille en acier qui est montée dans un logement en matériau élastique. Ses déplacements induisent des f.e.m. faibles dans la bobine placée dans le champ de l'aimant en forme de disque plat dont le circuit magnétique se ferme par l'aiguille. La bobine montée en opposition sert d'antironneur puisqu'elle est

Revue des Brevets

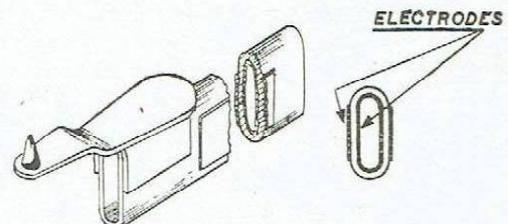
soumise aux mêmes champs magnétiques extérieurs. Il y a là une utilisation assez avisée des possibilités nouvelles qu'apportent les très petits aimants. (U.S.A., 2535479, J. Aust. et Mallory Co.)

Une tête de reproduction de magnétophone à deux entrefers (13 août 1948).

Le principe de cette tête lectrice consiste à utiliser deux entrefers, de réluctances différentes, espacés d'une distance bien choisie — c'est là tout le secret — qui permettra selon la longueur d'onde enregistrée sur le film magnétique, de suramplifier certaines fréquences par rapport à d'autres. L'inconvénient découlant du principe même est d'atténuer par contre les hautes fréquences. (U.S.A., 2596912, Nygrand Daystrom Electric Co.)

Nouveau type de pick-up utilisant les céramiques ferro-électriques (12 juin 1948).

Un tube aplati de céramique ferro-électrique est fléchi par l'effort exercé par l'aiguille du pick-up. Trois électrodes, deux à l'extérieur, une à l'intérieur, fournissent des f.e.m. résultant de la déformation. (Lynch Brush Development Co.)



D'après *Electronics* de février 1953, le nombre total de tourne-disques en service aux Etats-Unis serait de 26 millions. Le nombre de disques de tous types fabriqués en 1952 a atteint 170 millions. La proportion de tourne-disques à 78 tours est encore relativement importante : sur 22 millions de tourne-disques en service fin 1951 il n'y en avait que 7 millions à 33 tours et 8 à 45 tours. Le pourcentage des disques vendu à cette même date se répartissait comme suit : 78 tours, 66 % ; 33 tours, 16 % ; 45 tours, 18 %. On voit donc que le disque à 78 tours n'a pas encore définitivement disparu des catalogues des fabricants américains.

Dans ce même numéro d'*Electronics*, on trouve la description d'un générateur d'effets sonores produisant des imitations de coups de feu, de mitrailleuses ou de canons (y compris des effets de ricochets) à l'intention des réalisateurs de programmes télévisés, les véritables coups de feu (à blanc) ne donnant pas une impression de réalisme suffisant. On trouve encore dans *Electronics* quelques détails sur un équipement expérimental des Laboratoires Bell qui permet l'allumage de lampes numérotées de 1 à 10 quand on prononce le nombre correspondant devant un microphone ; c'est là, peut-être, un premier pas vers la suppression du cadran de numérotage du téléphone automatique.

M. C.

Dans *Radio Age* (publication RCA) de janvier 1953, nous trouvons deux courtes descriptions accompagnées de photographies d'un amplificateur de sonorisation de faible puissance et d'un électrophone portatif comportant uniquement des transistors. Cet électrophone peut fonctionner 75 heures grâce à une pile unique de 22,5 volts. On nous présente aussi une guitare électronique à transistors transmettant la modulation par radio vers un bloc récepteur amplificateur ainsi qu'un piano électronique miniature toujours à transistors. Un amplificateur BF complet, de faible puissance, il est vrai, tient dans le creux de la main. Il est probable que les transistors nous réservent d'agréables surprises dans le domaine de l'électro-acoustique dans un avenir très proche.

M. C.

Dans son numéro de janvier 1953, *Audio Engineering* publie sous la signature de W. JOSEPH et F. ROBLINS, les inventeurs du fameux coffret R.J., des détails sur la fabrication de ce coffret qui a fait couler beaucoup d'encre... et de salive de l'autre côté de la mare aux Harengs. Ce coffret procure pour un encombrement à peine supérieur aux dimensions physiques du haut-parleur qui l'abrite une qualité de reproduction qui dépasserait dans le domaine des fréquences très basses tous les procédés habituels. Sa principale caractéristique est de reproduire des fréquences de l'ordre de 30 c/s sans que l'on observe le doublage de fréquence qui est l'accessoire habituel du bass reflex à ces basses fréquences. Le principe du coffret est celui du résonateur de Helmholtz, la forme parallélépipédique étant substituée à la forme sphérique ; le haut-parleur est placé dans ce résonateur dont une fente assez réduite fait communiquer l'intérieur avec l'air ambiant (*).

Dans ce même numéro d'*Audio Engineering*, R. H. DORF donne une analyse d'un brevet très intéressant qui couvre une méthode nouvelle d'amélioration de la qualité des enregistrements magnétiques, destinée à remplacer le procédé habituel d'emploi de la polarisation superpersonique. Ce système superpose à la fréquence vocale appliquée à la tête d'enregistrement un signal emprunté après écrêtage au signal d'origine dans le but de déplacer le point de fonctionnement sur la caractéristique d'hystérésis du procédé magnétique de façon à travailler toujours en dehors du palier central présenté par cette courbe (*).

M. C.

(*) La *Revue du Son* espère pouvoir en donner une analyse complète dans un de ses prochains numéros.

Acoustic Measurements, par Leo BERANEK. — Wiley, 914 p., 3.500 fr.

Voici un monumental traité des mesures acoustiques qui devrait — n'était son prix — se trouver sur la table de tous ceux qui ont à faire des mesures sur le signal sonore. C'est un compendium de toutes les méthodes de mesures acoustiques et électro-acoustiques. L'expansion phénoménale des industries liées au traitement de la matière sonore, qu'il s'agisse de la radiodiffusion, du disque ou du vulgaire récepteur, oblige de plus en plus les praticiens à faire des mesures. L'un des facteurs qui ont, jusqu'à présent, le plus entravé l'amélioration de la qualité des récepteurs, des pick-ups, etc., a été justement l'incapacité de faire des mesures, parce qu'on ne savait comment s'y prendre et qu'on ne savait au juste que mesurer.

Ce qui domine la transmission du son, c'est le récepteur ultime, l'oreille, à laquelle Beranek, qui fut directeur du laboratoire de psycho-acoustique d'Harvard, consacre un chapitre nourri, et tous les organes de la chaîne devront tenir compte de ses propriétés, à commencer par les microphones, dont l'auteur rappelle les propriétés et l'étalonnage.

Les appareils d'enregistrement, de mesure de niveau, spectrographes, analyseurs, enregistreurs logarithmiques, etc., y sont ensuite très soigneusement décrits jusqu'aux appareils les plus ordinaires de la technique de prise de son tels que les vumètres. Le mode d'étalonnage de tous ces appareils, point critique de la technique électro-acoustique, est soigneusement examiné. Dans les derniers chapitres, l'auteur passe à la façon de se servir des appareils, en particulier en acoustique des salles, et décrit les méthodes de mesures subjectives — intelligibilité, logatomes, etc. — qui permettent de dégrossir beaucoup de problèmes sans matériel coûteux.

L'ouvrage, un peu confus, accompagné d'un index, bourré de tableaux, de graphiques, d'une terminologie normalisée américaine, est une mine de renseignements qui en fait, dès sa parution, un des piliers de la littérature électro-acoustique.

A. M.

Dictionary of Music, par R. ILLING. — Penguins Publishing Harmondsworth. 210 fr. 315 p.

Tous ceux qui ont l'occasion de pratiquer la prise de son : metteurs en onde, ingénieurs du son, professionnels ou amateurs de l'enregistrement, tous ceux qui fréquentent les studios, éprouvent un jour ou l'autre le besoin de compléter leurs connaissances musicales, car la musique fournit plus de 60 % de la matière sonore transmise par la radio et près de 90 % de celle emballée sur les disques. Mais l'acquisition d'une culture musicale est longue, difficile et souvent hors de proportion avec le but proposé. Aussi croyons-nous que nos lecteurs seront intéressés par la parution de ce petit livre très bon marché (200 fr.) qu'il faut souhaiter de voir traduit au plus tôt et qui leur fournira, sous forme d'un dictionnaire alphabétique, ces connaissances techniques sous un aspect toujours précis et rigoureux, bref et digeste.

Ils y apprendront aussi bien comment on joue du marimba ou quelle est la gamme du trombone que le sens des innombrables termes italiens qui décorent les partitions.

Saviez-vous par exemple que l'auteur des livrets de Mozart est mort... à New-York ?

Quelques critiques cependant : l'auteur s'est cru avisé en se dispensant de donner aucun renseignement sur les compositeurs encore vivants ; par contre, il a encombré ses pages avec une collection de compositeurs anglais dont personne n'a jamais entendu et n'entendra jamais les œuvres. Paix à leurs cendres.

A. M.

LE SALON DE LA PIÈCE DÉTACHÉE

Le Salon maintenant traditionnel de la Pièce Détachée Radio organisé par le S.N.I.R. s'est tenu à la Porte de Versailles du 27 février au 3 mars.

En raison de l'abondance des matières du présent numéro, la revue du Son en publiera le compte rendu détaillé dans son numéro de mai. Nous dirons seulement aujourd'hui que l'impression d'ensemble qui se dégage de la visite de ce Salon est l'importance considérable prise cette année par le matériel électro-acous-

lique et ses applications. En dehors des constructeurs spécialisés que l'on retrouve chaque année au Salon, on découvre dans la plupart des stands des éléments intéressants de près ou de loin la technique de la basse fréquence, alors qu'on ne peut manquer d'être frappé, par contre, de la part très réduite prise par le matériel exclusivement réservé à la télévision. Nous reviendrons d'ailleurs en détail sur cette participation très importante de l'électro-acoustique au Salon de la Pièce

Détachée Radio. Nous voudrions, pour terminer, dire un mot de la présentation des stands et du Salon en général, présentation qui supporte avantagement la comparaison avec les manifestations semblables auxquelles il nous a été donné d'assister à l'étranger et il y a lieu d'en féliciter les organisateurs qui ont su donner à ce Salon une présentation moderne, en rendant la visite particulièrement attrayante.

M. C.

Activité des industriels

LE BRAS DE PICK-UP "SONOLUX"

I. — Les distorsions d'origine géométrique à la lecture des enregistrements phonographiques.

Lors de la gravure d'un disque (standard ou microsillon) un burin spécial inscrit ses oscillations latérales aux flancs des sillons. Ce burin possède une section approximativement triangulaire (face plane à l'avant, bords tranchants); il est solidaire d'un dispositif, analogue à celui d'un tour à fileter, qui lui imprime un déplacement d'ensemble rigoureusement dirigé suivant un rayon du plateau tourne-disques.

Parmi les distorsions qui apparaissent à la lecture des disques, certaines tiennent au mécanisme même de cette lecture :

1° Le profil de la pointe du saphir du pick-up diffère de celui du burin graveur. Il en résulte que les oscillations de la pointe lectrice ne peuvent être rigoureusement identiques à celles du graveur. La distorsion ainsi produite est inévitable; on ne peut que la diminuer en choisissant judicieusement forme et dimensions de la pointe lectrice, en accord avec les conclusions des études aujourd'hui classiques de J. A. PIERCE et F. V. HUNT (*Journal of the Society of Motion Picture Engineers*, août 1938);

2° Sauf rarissime exception (B.B.C. Reproducing Desk Type DRD/1) le déplacement d'ensemble de la tête du pick-up ne s'effectue pas selon un rayon du disque. Dans tous les appareils classiques la pointe lectrice décrit un arc de cercle (fig. 1). Il est aisé de voir qu'il est ainsi impossible de faire coïncider constamment la tangente MT à la spire d'appui

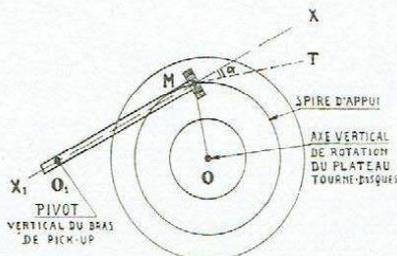


Fig. 1.

au point de lecture, avec l'axe longitudinal XX' du lecteur phonographique. Cette impossibilité résulte du fait qu'il n'existe aucun cercle orthogonal (ou coupant sous un angle constant la famille de cercles concentriques à laquelle on peut assimiler les sillons du disque).

Les déplacements latéraux de la pointe de lecture ne pouvant s'effectuer rigoureusement en direction radiale, on dit qu'il y a « Erreur de Piste ». Cette erreur se mesure par la valeur de l'angle aigu TMX. Les distorsions qu'entraînent l'erreur de piste ont été analysées par BAERWALD (*Journal of the Society of Motion Picture Engineers*, décembre 1941) et BAUER (*Electronics*, mars 1945). Elles consistent principalement en production d'harmonique 2, dont le taux approximatif est donné par la formule :

$$(60 f \cdot a / N \cdot R) \%$$

où : f est la fréquence du son reproduit; A l'amplitude de gravure; a l'erreur de piste (mesurée en radian); N le nombre de tours du disque à la minute, et R le rayon de la spire d'appui. (A et R sont mesurés avec la même unité.)

On voit que la distorsion d'erreur de piste est pour un disque déterminé proportionnelle au rapport a/R , et que toutes choses égales d'ailleurs elle est sensiblement 2,3 fois plus importante à la reproduction d'un microsillon 33 tours que pour un disque standard 78 tours.

La solution généralement adoptée : bras coudé, de longueur effective légèrement supérieure à la distance séparant les axes de pivotement vertical du pick-up et du tourne-disques, permet de rendre minima les distorsions envisagées, pour un appareil et un diamètre de disque déterminés. Elles peuvent toutefois atteindre 2 à 3 % surtout lors de l'utilisation de bras de pick-up de faible longueur.

II. — Peut-on annuler l'erreur de piste? Aspect géométrique du problème.

Pour annuler constamment « a », il suffit de faire décrire à la pointe de lecture une trajectoire telle que l'axe du lecteur phonographique demeure tangent à la spire d'appui. On partira d'un bras classique coudé calculé pour minimiser l'erreur de piste, eu égard aux dimensions

de l'appareil; de cette façon la correction à effectuer sera moins importante.

D'après la figure 2, on voit que la condition requise impose à l'angle OMN de demeurer toujours droit. L'angle obtus O'NM étant fixé par construction, ainsi que les axes de pivotement vertical O et O', on voit que le point I (intersection de OM et O'N) décrit un arc de cercle, portion de l'arc capable de l'angle (O'NM - 90°) décrit sur OO' comme corde. Le triangle IMN demeurant de dimensions invariables (MN fixé par construction) les points M et N décrivent des arcs de limaçons de Pascal respectivement de pôles O et O' : $OM = OI - IM$ et $O'N = O'I - IN$.

Tout le problème revient à faire décrire au point N l'arc convenable de limaçon de Pascal. La solution très ingénieuse proposée par les Etablissements FILM ET RADIO utilise dans ce but le produit de trois transformations géométriques élémentaires. La réalisation mécanique de ces transformations est d'une simplicité exemplaire et n'impose au disque aucun effort supplémentaire, car un contre-poids équilibre tout le dispositif.

III. — Conclusion.

Par son principe, le bras de pick-up « Sonolux » permet d'éliminer rigoureusement toute erreur de piste, et de réduire par conséquent les distorsions de lecture à celles de PIERCE et HUNT. Il fonctionne avec un égal succès, quel que soit le type du disque. Ce résultat est particulièrement intéressant, car nous avons vu que c'était surtout lors de la reproduction d'enregistrements microsillons 33 tours que l'erreur de piste provoquait des distorsions importantes.

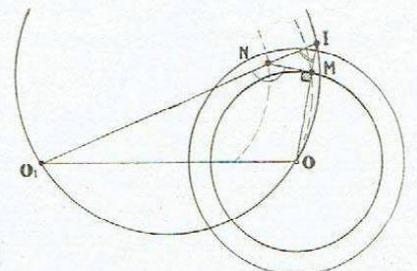


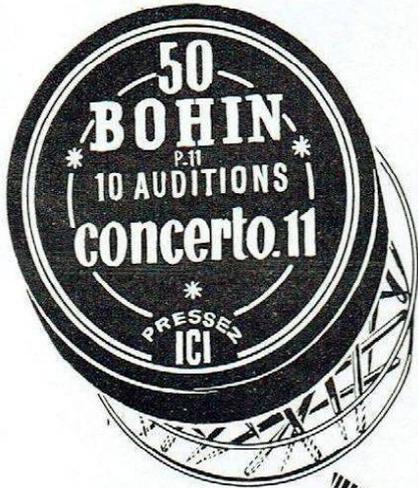
Fig. 2.

AIGUILLES PHONO

De quoi satisfaire tous vos besoins.

Nous avons créé toute une gamme d'aiguilles vous mettant à même de satisfaire tous les besoins des discophiles les plus avertis :

- 6** modèles d'aiguilles qu'il faut changer après chaque face de disque (en boîtes par 200).
- 4** modèles d'aiguilles étudiées pour jouer 10 faces de disques (en boîtes par 50).
- 2** modèles d'aiguilles "Longue durée" pouvant être utilisées pour 50 faces de disques (sous distributeur par 10).



nouveaux aciers

Nouveaux aciers au chrome donnant à nos aiguilles une tenue inconnue jusqu'à ce jour.

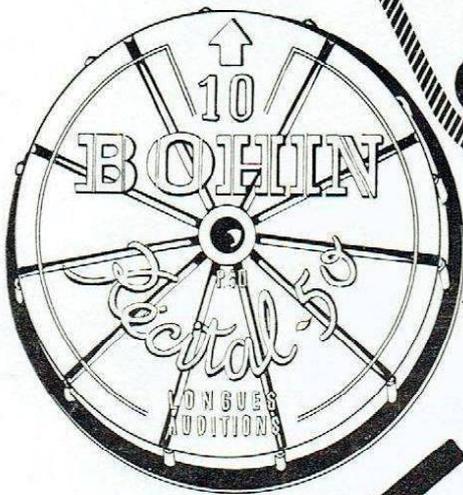
Une trempe électrique rigoureusement contrôlée et des examens microscopiques vous assurent la régularité dans la perfection.

Vous serez agréablement surpris par la fidélité absolue de la reproduction du son et de l'absence de bruit de fond.

nouvelles présentations

Une nouvelle présentation originale et avant tout pratique. Plus de couvercle métallique difficile à ouvrir et qui fait basculer la boîte. Une simple pression sur le couvercle qui se soulève libérant une sébile transparente dans laquelle se trouvent les aiguilles.

Pour les "Longue durée", voici également du nouveau : les dix aiguilles sont disposées à plat sur le fond d'une boîte ronde. Le couvercle transparent tourne sur son axe central et permet de prendre les aiguilles une à une.

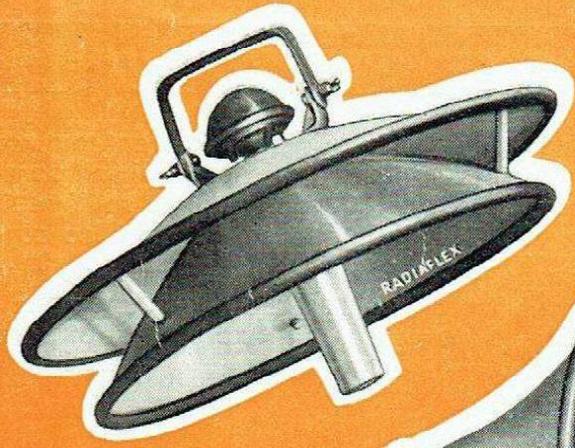


BOHIN - 72, RUE RAMBUTEAU - PARIS 1^{er} - CEN. 74-05

BOHIN

Une technique éprouvée

"BIREFLEX"



BUREAUX DE PARIS
9 BIS, RUE SAINT-YVES (14^e)
TEL. GOB. 81-65

E^{ts} PAUL BOUYER & C^{ie}

SERVICES COMMERCIAUX
7, RUE H. GAUTIER, MONTAUBAN
TEL. 8-80

