

# SCIENCE *et* VIE

NUMÉRO HORS SÉRIE  
EDITION TRIMESTRIELLE No 58 3 NF

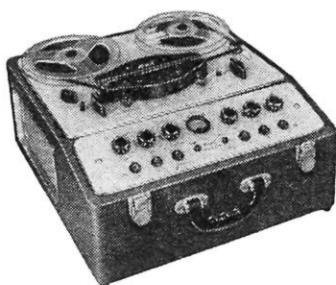
# LA MUSIQUE



# DU MAGNÉPHONE PROFESSIONNEL... ...AU MAGNÉPHONE DE GRANDE DIFFUSION

UNE GAMME PROGRESSIVE ET VARIÉE  
CHOISIE PARMI LES MEILLEURES PRODUCTIONS BRITANNIQUES

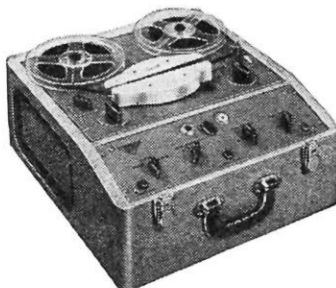
VENTE DIRECTE DE L'IMPORTATEUR A L'UTILISATEUR



**MK5M** Pour le travail en studio.  
Normes professionnelles.

4 vitesses : 38 - 19 - 9,5 et 4,75 c/s.  
Admet les bobines de 22 cm. Contrôle  
par écoute de la bande pendant l'enre-  
gistrement. Deux entrées mélangeables.  
VU-mètre de modulation.

Prix net ..... NF 1 996 + T.L.



**MK5** Pour les mélomanes.  
Pour les techniciens.

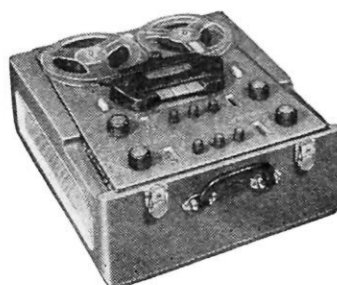
4 vitesses : 38 - 19 - 9,5 et 4,75 c/s.  
Admet les bobines de 22 cm. Entrée  
haut niveau. Entrée bas niveau. Sortie  
monitoring. Peut comporter jusqu'à  
4 têtes.

Prix net ..... NF 1 475 + T.L.

Ce modèle peut être acquis en éléments  
séparés. (Platine, amplificateur, alimen-  
tation.)

Platine seule (à 3 têtes).

Net ..... NF 674 + T.L.



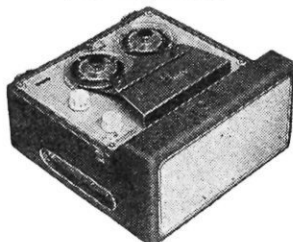
**THREE STAR STERÉOPHONIQUE**

Le magnétophone « confortable ».  
Le meilleur stéréophonique, la plus  
belle présentation.

3 vitesses : 19 - 9,5 et 4,75 c/s.  
Indépendance des 2 amplificateurs.  
Facilité d'adaptation aux chaînes de  
haute fidélité.

Prix net ..... NF 1 995 + T.L.

*Minivox*



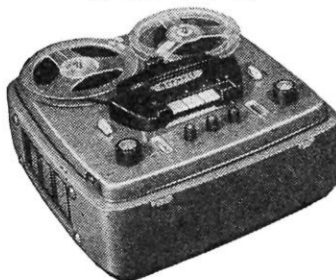
Pour le plein air

comme pour l'appartement

Le seul magnétophone portatif à  
transistors à 3 moteurs d'une auto-  
nomie de 100 heures. Le seul qui se  
situe entre le magnétophone clas-  
sique et l'appareil de poche. 2 vitesses :  
9,5 et 4,75 c/s. Poids 4 kg.

Prix net ..... NF 790 + T.L.

*Brenell*



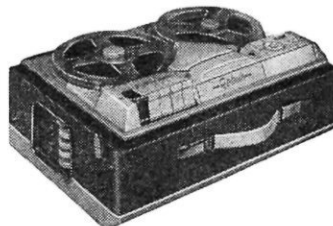
**THREE STAR MONOPHONIQUE**

Qualité, élégance, simplicité.

3 vitesses : 19 - 9,5 et 4,75 c/s.

Prix net ..... NF 1 313 + T.L.

*-Robuk-*



**RK 3**

Le magnétophone de grande  
diffusion.

3 vitesses : 19 - 9,5 et 4,75 c/s.  
2 entrées mélangeables. Monitoring  
par haut-parleur.

Prix net ..... NF 599 + T.L.

ET PLUSIEURS AUTRES MODÈLES  
DE MAGNÉTOPHONES  
VENDUS EN « KITS »  
Consultez nos services techniques

**TRUVOX**

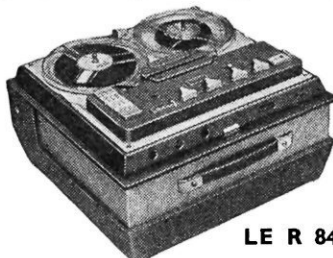
Enregistre et reproduit 2 demi-pistes,  
ou 4 quarts de piste.

Reproduit les enregistrements stéréo-  
phoniques (sortie pour un second canal).  
Présentation fonctionnelle et élégante.  
2 vitesses : 9,5 et 19 c/s.

Prix net ..... NF 1 562 T.T.C.

La platine mécanique seule :

Prix net ..... NF 680 T.T.C.



LE R 84

Importante participation de nos  
marques au

**4<sup>e</sup> FESTIVAL INTERNATIONAL  
DU SON**

(Palais d'Orsay du 8 au 13 mars)  
où vous trouverez également nos  
extraordinaires amplificateurs  
KNIGHT-KIT et une révélation  
dans le domaine du haut-parleur.

**CONTINENTAL ELECTRONICS = CHATELET - RADIO**

1, Bd DE SÉBASTOPOL - PARIS (1<sup>er</sup>) - C. C. P. PARIS 7437-42 - Métro Châtelet - GUT. 03-07

— CRÉDIT SUR DEMANDE —

# LA MUSIQUE SELON SCHNEIDER



PARMI  
LA GAMME:  
BEETHOVEN  
SÉGÜDILLE  
CHORAL

SYMPHONIE

CRÉDIT.

**SCHNEIDER**  
radio-télévision

12, RUE LOUIS BERTRAND - IVRY (SEINE) I.T.A. 43-87

c'est toujours le meilleur !



Claude Debussy

# IBERIA

1<sup>re</sup>. Par les rues et par les chemins

Assez animé (dans un rythme alerte mais précis) (♩ 176)

**QUESNON**

3 GRANDES FLUTES

2 HAUTBOIS

1 COR ANGLAIS

1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> CLARINETTES en SI

3<sup>e</sup> CLARINETTE en SI<sup>b</sup>

1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> BASSONS

3<sup>e</sup> BASSON

1 CONTRE-BASSON

**QUESNON**

3 TROMPETTES en UT

3 TROMBONES

1 TUBA

TIMBALES

TAMBOUR DE BASQUE

CASTAGNETTES

TAMBOUR MILITAIRE  
et CYMBALES

2 HARPES

**QUESNON**

VIOLONS

ALTOS

VIOLONCELLES

CONTREBASSES

**QUESNON**

présent à tous les pupitres

Tous droits d'exécution réservés  
Copyright by Durand & Co 1910  
Paris, 1, Place de la Madeleine

105, rue Lafayette - Paris X<sup>e</sup> - TRUdaine 36-60

Pub. RAOULT

## du MAGNÉTOPHONE

*réellement* musical...

à la chaîne stéréophonique haute fidélité

les plus grands noms de la technique musicale :

Grundig, Telefunken, Philips, Loewe-Opta, Saba, Ampex, Tannberg, Dual, Revox, Ferrograph, Movicorder.

• **Chaînes HI-FI importées :**

Leak, Mac Intosh, Rek-o-hut, Garrard, Bell, Wharfedale, Ampex, Harman-Kardon, Téléwatt.

Essayées sur le **Robot comparateur électronique** (unique en France)

- Bandes stéréophoniques pré-enregistrées Ampex (importation U.S.A.) et DMS.

offerts à votre choix à la plus importante maison spécialisée d'Europe

**LA MAISON  
DU MAGNÉTOPHONE**

9 RUE DE LA PAIX PARIS 2<sup>e</sup> TÉL. RIC. 73-29



Catalogue sur demande

Conditions spéciales aux lecteurs de cette Revue

Envoi contre remboursement

R. L. Dupuy

## PISTES MAGNETIQUES BANDES MAGNÉTIQUES

pour tous usages

- CINÉMA
- INDUSTRIE
- AMATEURS



# PYRAL

47, rue de l'Echat  
CRETEIL (Seine)  
Tél. : GRA. 48-90

ZONAL  
LONDRES W 6  
(Grande-Bretagne)

PYRALITALIA  
ROME  
(Italie)

# Essai gratuit!

J'AI COMPRIS  
LA RADIO ET LA TÉLÉVISION GRACE A  
L'ÉCOLE PRATIQUE D'ÉLECTRONIQUE  
Sans quitter votre occupation actuelle et en y consacrant  
1 ou 2 heures par jour, apprenez la RADIO qui vous  
conduira rapidement à une brillante situation.  
Vous apprendrez Montage, Construction et Dépannage  
de tous les postes.

Vous recevrez un matériel ultra-moderne : Transistors,  
circuits imprimés et appareils de mesures les plus  
perfectionnés qui resteront votre propriété.  
Sans aucun engagement,  
sans rien payer  
d'avance, demandez la

### PREMIÈRE LEÇON GRATUITE

Si vous êtes satisfait vous ferez  
plus tard des versements mi-  
nimes de 12,50 NF à la cadence  
que vous choisirez vous-même.  
À tout moment vous pourrez  
arrêter vos études sans  
aucune formalité.

Notre enseignement  
est à la portée de  
tous et notre  
méthode vous  
ÉMERVEILLERA



ÉCOLE PRATIQUE D'ÉLECTRONIQUE  
Radio-Télévision  
11, RUE DU 4-SEPTEMBRE  
PARIS (2°)

En tête  
de la technique  
mondiale

*les cordes françaises*

## YSAYE

pour violon et cello

## SAVAREZ

pour guitare (Nylon rectifié)

**BABOLAT - MAILLOT - WITT**

93, rue André Bollier  
LYON (7°) France

Devenez **RADIO-TECHNICIEN**  
APRÈS 6 MOIS  
D'ÉTUDES PAR  
CORRESPONDANCE!



*...et vous aurez*  
**UNE BRILLANTE  
SITUATION**

sans aucun paiement d'avance  
**APPRENEZ L'ÉLECTRONIQUE  
LA RADIO et LA TÉLÉVISION**

Avec une dépense minime de NF 24,50, payable par mensualités  
et sans signer aucun engagement, vous vous ferez une brillante situation.

**VOUS RECEVREZ PLUS DE 120 LEÇONS**

**PLUS DE 400 PIÈCES DE MATÉRIEL**

**PLUS DE 500 PAGES DE COURS**

Vous construirez plusieurs postes et appareils de mesures.  
Vous apprendrez, par correspondance, le montage, la construction  
et le dépannage de tous les postes modernes.

- Diplôme de fin d'études délivré conformément à la loi -

Demandez aujourd'hui même et sans engagement pour vous

**LA DOCUMENTATION**

ainsi que **LA PREMIÈRE LEÇON GRATUITE** d'Électronique

**INSTITUT SUPÉRIEUR DE RADIO-ÉLECTRICITÉ**

164, RUE DE L'UNIVERSITÉ - PARIS (VII)



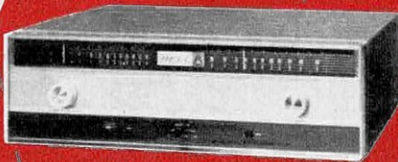
AMPLIFICATEURS STÉRÉOS  
2×15 W 2×17 W 2×22 W



MAGNÉTOPHONES STÉRÉOS 2 ET 4 PISTES  
PRÉAMPLIS INCORPORÉS



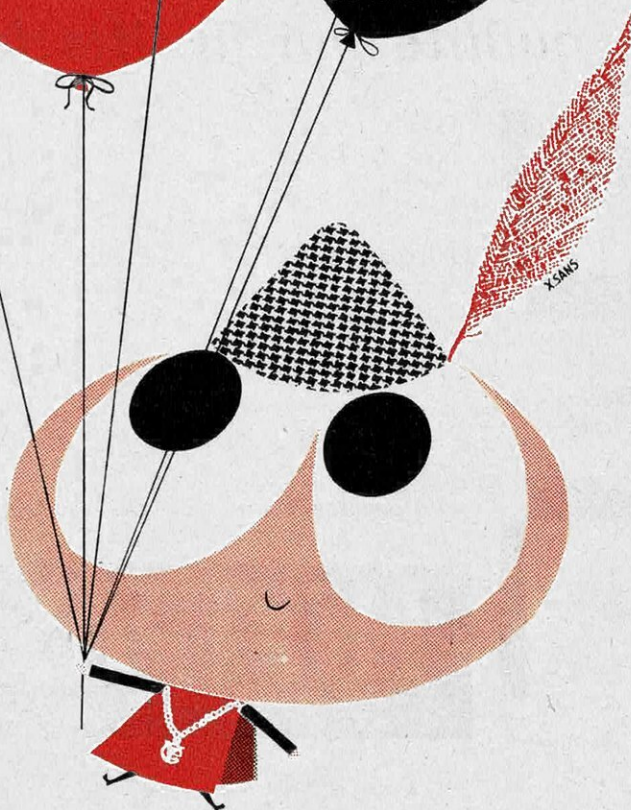
ENCEINTES ACCOUSTIQUES



TUNERS STÉRÉOS AM-FM

*Bell*

pour tous  
les éléments  
de la chaîne



**young  
electronic**

9 bis - 11, RUE ROQUEPINE - PARIS-8  
TÉL. ANJ. 85-00

## LA HAUTE FIDÉLITÉ

à la portée de tous

### L'ampli AM-10

étudié spécialement pour permettre le montage d'une chaîne Hi-Fi à un prix très accessible.



Un sélecteur à 4 positions offre les possibilités suivantes : 1. PU basse impédance. 2. Pour micro haute impédance. 3. Pour PU haute impédance. 4. Entrée radio ou magnétophone.

Détrembreur graves et aigus.

Étage final : push pull 10 W modulés par 2 lampes ES 84. Bande passante de 40 à 20 000 périodes.

Demandez notice de tous nos modèles.

**F. MERLAUD**, Constructeur

76, Boulevard Victor-Hugo - CLICHY (Seine)

Tél. PER 75-14

40 années d'expérience et de références en B.F.

## MAGNÉTOPHONE OLIVER

3 vitesses  
à bloc synchroniseur incorporé

### FESTIVAL 62

Magnétophone stéréo  
4 pistes - 2 vitesses

Les ensembles à monter

### OLIVER

Documentation sur demande

**S**YNCHRO - **S**ONORISATION

**I**NDUSTRIELLE

Service F

34, rue Saint-Dominique, PARIS (7<sup>e</sup>)

Démonstrations tous les jours, sauf le lundi, de 9 heures à 12 heures et de 14 h. 30 à 18 h. 30

Tél. : INV. 62-80

Métro : INVALIDES

## Une qualité qui justifie leur succès!



SUPER-STÉRO avec chaîne  
« Audette »



STÉRO-MOOD



CALYPSO



SUPER JEUNESSE



CADY 520



SAMBA

Une gamme très complète de modèles des plus simples aux chaînes Haute fidélité (stéréophonie)

Équipés des platines les plus réputées « Pathé Marconi » ou « Dual »

Modèles avec ou sans changeur

Présentation - Qualité - Fidélité

Notices franco sur demande avec adresse de notre agent local

# HIFIVOX

PRODUCTION BARBIERI  
3, RUE LAFFITTE - PARIS 9<sup>e</sup> TEL. PROVENCE 89-28

Une nouvelle formule du

# CLUB NATIONAL DU DISQUE

LE CLUB DES JEUNESSES MUSICALES DE FRANCE,

offerte à tous les mélomanes.

# 2 microsillons 33t 30 cm

# 9<sup>90 NF</sup> CHACUN

pour seulement

# ET UN TROISIÈME GRATUIT

choisissez vos 3 disques

Le Club vous propose d'écouter chez vous, 3 des grands disques illustrés sur cette page.

Vous recevrez les deux premiers pour seulement 9,90 NF. chacun (soit 50 % de réduction sur les prix Club, déjà 30 % moins chers que les disques équivalents du commerce). **LE TROISIÈME VOUS ETANT OFFERT GRATUITEMENT.**

Pour profiter de cette offre exceptionnelle, nous vous demandons simplement de retenir 4 disques du programme de l'année. (Un répertoire très important vous sera envoyé avec les 3 disques de votre choix).

## LE C. N. D. EST UN CLUB SÉRIeux AUCUN ENVOI D'OFFICE

Ayant fait votre choix à l'avance, vous recevrez vos disques au moment que vous avez vous-même prévu. **AUCUN DISQUE ne vous sera envoyé sans commande formelle de votre part.**

De vrais prix Club, pour des enregistrements de haute-qualité technique et artistique. Les disques du programme de l'année valent seulement 19,80 NF. les 30 cm., (31,90 NF. dans le commerce) et 15,20 NF. les 25 cm. et de plus... Dès que vous aurez complété votre achat de 4 disques, vous recevrez **GRATUITEMENT un MICROSILLON 30 cm.** de votre choix, chaque fois que vous ajouterez 3 disques à votre collection.

Vous recevrez également et gracieusement notre revue "Le Cercle Musical" aimé des milliers de membres du Club, et qui suit la tradition culturelle des "Jeunes Musicales de France", dont il est l'émanation.

Ne tardez pas, faites une expérience agréable, Découpez et adressez-nous le bon ci-contre.



1 La Bible du mélomane. (Un coffret de luxe contenant 3 disques 30 cm.)



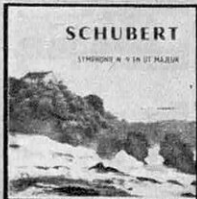
3 Deux œuvres capitales de Beethoven, la 9<sup>e</sup> SYMPHONIE et la GRANDE FANTAISIE CHORALE (2 dis.)



4 La célèbre "NOUVEAU MONDE" sous la baguette prestigieuse de Sawallisch.



5 Deux "révélation" musicales, M. A. Charpentier: DE PROFUNDIS, Bernier: CONFITEBOR.



6 "Quiconque ne connaît pas la 9<sup>e</sup> SYMPHONIE de Schubert, ignore la musique" disait Schumann



7 Deux œuvres vocales trop peu connues de Vivaldi, mais d'une profonde beauté.



8 Deux suites célèbres de Bizet: CARMEN et L'ARLESIENNE.



9 Les plus belles pages symphoniques de Wagner.



10 La plus belle toile d'un des plus grands peintres et magiciens de l'orchestre.



12 Le cheminement du génie, évoqué en des pages célèbres et éblouissantes.



13 La "RHENANE", bouleversant pressentiment du compositeur en face du Rhin.



14 Le CONCERTO N° 2 pour piano et la SONATE EN SI, joués par Malcosinski.



15 Le disque qu'il est impossible de ne pas posséder dans sa discothèque.



16 Un merveilleux florilège de Mazurkas, Valses, Etudes, la "SONATE FUNEBRE", par V. Yankoff



18 "Nous avons fait un beau voyage", au royaume enchanté de l'Opéra Française.



19 Un "panorama" de l'OPERA FRANÇAIS, par les plus belles voix de l'Opéra de Paris.



20 Le programme idéal pour une "dancing-party" entre amis.



22 Les plus célèbres Spirituals interprétés par les merveilleux LINDEN SINGERS.

## BON D'AUDITION GRATUITE

à adresser au CLUB NATIONAL DU DISQUE  
12, rue du Croissant, PARIS 2<sup>e</sup>

Conformément à votre offre, veuillez m'adresser pour écoute les 3 disques 30 cm. dont j'indique les numéros dans les cases ci-dessous.

Si ces disques me donnent entière satisfaction, je vous réglerai les deux premiers à 9,90 NF. chacun, soit 19,80 + 1,80 NF. de frais forfaitaires d'envoi et d'assurances, LE 3<sup>e</sup> DISQUE 30 CM. DEMANDE M'ETANT OFFERT GRACIEUSEMENT.

Si après 5 jours, je conserve ces disques, j'accepte d'acheter dans l'année 4 disques de votre Club, disques que je choisirai moi-même dans votre catalogue annuel.

Si je ne désire pas garder ces 3 disques, je vous les renverrai sans rien vous devoir.

N°

N°

N°

NOM et Prénom  
Adresse complète

DATE

1962

SIGNATURE :

# CHAINES HAUTE FIDÉLITÉ-STÉRÉO

*l'Orchestre présent avec :*



**MATÉRIEL DES MEILLEURES MARQUES MONDIALES**

## **ALTEC**

Chaines complètes

AMPLIFICATEURS-ENCEINTES ACOUSTIQUES COMPLÈTES D'ORIGINE  
HAUT-PARLEURS POUR ENCEINTES HI-FI ET CINÉMA

## **DYNACO**

Amplificateurs en Kits

PRÉAMPLIFICATEURS MONO OU STÉRÉO-MONO - AMPLIFICATEURS-TUNERS FM (Kits prêts à monter)

## **UNIVERSITY**

Haut-parleurs

SÉRIE 100 HIGH EFFICIENCY - SÉRIE 200 HIGH COMPLIANCE  
TWEETERS - MIDRANGE-WOOFERS

PUBLIC ADDRESS  
INDUSTRIE  
CINÉMA

{ 40 modèles  
dont 2 fonctionnant sous l'eau

## **REVOX**

Magnétophones

MAGNÉTOPHONES HI-FI-STÉRÉO - AMPLIFICATEURS et HAUT-PARLEURS EXTÉRIEURS

## **AMPEX**

Bandes magnétiques

BANDES TRÈS HAUTE QUALITÉ - SÉRIES 400-500-600  
BANDES SPÉCIALES POUR AUTOMATION, COMPUTERS, ETC.

## **BROCKLISS-SIMPLEX**

DÉPARTEMENT MUSIRAMA  
120, CHAMPS-ÉLYSÉES PARIS 8<sup>e</sup>

Bureaux et démonstrations  
Rez-de-chaussée (cour intérieure)

**"doublet  
acoustique"**

**baffles  
"Spatio-Dynamic"**



# le succès international de la valise stéréophonique **448 TEPPAZ** tient dans ces **3 points**

**poids:  
10 kg  
et  
dimensions  
les plus réduites**

C'EST UN VÉRITABLE TOUR DE FORCE TECHNIQUE d'avoir réuni cet ensemble complexe dans une valise élégante, dont le poids et les dimensions permettent aisément le transport.

LES DEUX BAFFLES "SPATIO DYNAMIC", constitués par deux couvercles amovibles, sont équipés, chacun, de 3 haut-parleurs : deux éléments de 19 cm spéciaux à moteur inversé et corbeille en matière moulée (exclusivité TEPPAZ), complétés dans l'aigu par le tweeter piézo-électrique (relief 68) qui a déjà obtenu grand succès sur l'électrophone 336. Cet ensemble donne toute sa valeur au procédé stéréophonique et permet d'atteindre une vérité "PHYSIOLOGIQUE" jamais égalée.

Les deux baffles orientables sont montés sur pied pivotant (exclusivité TEPPAZ), ce qui est extrêmement important, car le baffle "spatio-dynamic" exploite le rayonnement acoustique des deux faces du diaphragme travaille selon une formule voisine du "DOUBLET ACOUSTIQUE" dont le rendement est des plus sensibles à l'influence de l'environnement.

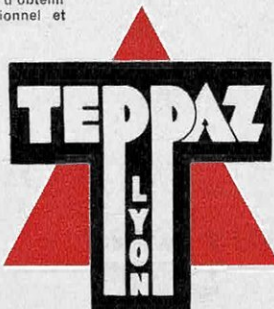
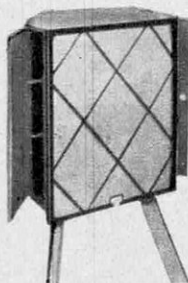
Il est donc possible, avant de goûter pleinement le plaisir de l'audition, de rechercher, en fonction du local, l'orientation des baffles fournissant la meilleure reproduction stéréophonique. On y gagne ainsi des résultats insoupçonnables de vérité pour des enceintes acoustiques aussi réduites, en particulier, une absence totale de l'impression de trou central reproché à nombre d'installations stéréophoniques.

Nous conseillons aux discophiles, de ne pas hésiter à compléter leur 448 par 2 baffles d'enceinte "DUO-DYNAMIC TEPPAZ", un sur chaque canal, qui leur permettront d'obtenir un volume complémentaire exceptionnel et de leur faire vraiment goûter toute la magie stéréophonique.

Le duo-dynamic possède 1 HP de 28 cm et 3 tweeters "relief 68".

**DEMANDEZ UNE DÉMONSTRATION  
ET VOUS SEREZ CONVAINCU !**

Dépliants gratuits sur demande à  
TEPPAZ, LYON (1<sup>re</sup>)  
PARIS : 160 rue Lafayette  
BRUXELLES : Agence  
Totdenhaupt, 122 rue  
Saint-Denis.



Modèle P.U. 795 N.F.T.L.C. - Modèle MICRO 875 N.F.T.L.C.

La valise électrophone stéréophonique TEPPAZ 448 SE SÉPARE EN TROIS PARTIES : la partie centrale contient le tourne-disques à 4 vitesses et les amplificateurs, quant aux deux couvercles, ils constituent deux baffles "spatio-dynamic" équipés, chacun de 3 haut-parleurs.

La platine tourne-disques TEPPAZ à 4 vitesses est bien connue pour ses qualités mécaniques, sa robustesse et la régularité de son fonctionnement. Elle est ici équipée du lecteur stéréophonique ECO STEREO piézoélectrique à haute fidélité (bande passante 30 - 12.000 Hz  $\pm$  2 dB) assurant une séparation des canaux (diaphonie) de 25 dB à 1 kHz. Son appui sur le disque est de 6 g ; elle est munie d'une pointe en saphir ou diamant d'un rayon terminal de 17 microns.

La cellule phonocaprice attaque deux amplificateurs possédant un étage de sortie push-pull d'une puissance nominale de 8 Watts pour chaque canal (donc 12 Watts au total, plus que suffisants pour l'écoute en appartement). Cet amplificateur, de volume extrêmement réduit, met à profit les acquisitions les plus avancées de la technique moderne : construction sur plaquette circuit imprimé, lampes doubles (ECL 82) redressement du courant de haute tension par cellules

au silicium (formule la plus moderne assurant le rendement le plus élevé pour le moindre encombrement et la moindre dissipation calorifique). Le niveau du bruit de fond est de -60 dB.

Cinq réglages, des plus judicieux, permettent de tirer le maximum d'apport de l'écoute des disques, qu'ils soient classiques ou de variétés, que l'on tienne à la puissance du concert ou au niveau confidentiel du fond sonore.

1-1) un réglage de "Balance" assure l'équilibre des deux canaux ;

2-3) les réglages séparés de niveau sonore, ainsi que des registres aigu et grave, sont jumelés sur les deux canaux ;

4-5) deux boutons inverseurs, dénommés l'un "Ambiance brillante", l'autre "Medium Aigu", agissent, le premier sur les sons de l'extrême aigu (3 à 12 kHz) ou sur ceux de la zone de présence (1 à 3 kHz) sans dérégler l'équilibre de l'audition.

L'adaptateur ECO 60 peut se monter à la place de la cartouche ECO STEREO pour l'écoute des disques "standard microsilicons" et 78 tours.

# Suggestions « Musique »



## Les nouveautés du MOIS

Faites-vous inscrire  
**GRATUITEMENT**  
pour recevoir  
les listes des dernières  
**NOUVEAUTÉS**

**DISQUES  
CLASSIQUES ET  
VARIÉTÉS**

Remises importantes

Expéditions à lettre lue de  
**TOUS LES DISQUES**

## COMPTOIR MUSICAL DE PARIS

15, rue de Turenne, PARIS IV<sup>e</sup>

Tél. TURbigno 85-73

**INSTRUMENTS DE MUSIQUE**

Toutes les grandes Marques



## ADAPTATEUR F.M. MINIATURE GRANCO

DE DU-MONT-EMERSON - USA

Dim. 15,5 x 10,6 x 10 cm — Haute fi-  
délité — Très large bande passante — Pas  
de glissement de fréquence — Antenne  
incorporée — Alimentation secteur —  
Adaptation immédiate sur chaîne Hi-Fi,  
Radio, TV, Magnétophone, Ampli,  
Electrophone.

Prix ..... 249.- NF

Documentation Haute-  
Fidélité à :

**EUROCOM**  
**ELECTRONIC S.A.**

19, rue Marbeuf, PARIS (8<sup>e</sup>) BAL. 55-78

présence retrouvée



Nos **TECHNICIENS SPÉCIALISTES**  
peuvent résoudre tous vos **PROBLÈMES**

## SÉLECTION RENAUDOT

**MAGNÉTOPHONES à TRANSISTORS**

46, Bd de la Bastille, Paris-12<sup>e</sup>, 1<sup>er</sup> étage  
Téléphone : DID. 07-40, 41, 42

**BANDES MAGNÉTIQUES 20 %**  
**CRÉDIT SANS FRAIS AUX LECTEURS**



Élégant électrophone PHILIPS avec  
pointe Diamant. Très musical, il est  
adaptable à la stéréo. Il existe en 2  
couleurs au choix : gris et rouge ou  
jaune et noir. Son prix : 259 NF + t. I.

magnétophone

## NOVAK 413



**Haute fidélité - Sonorité inégalée**

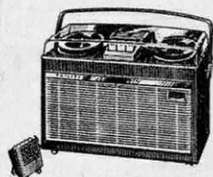
Ébénisterie bois gainé. Bande 4 pistes  
jusqu'à 6 h d'audition-mixage, en un  
mot toutes les performances. Livré avec  
microphone, une bande de 270 m, et  
ses accessoires au prix de 659 NF.  
Gros et documentation.

**Ets INOX S.A.**

3, rue Edouard-Sylvestre  
SEVRAN (S.-et-O.)



## MAGNÉTOPHONE 4 PISTES PHILIPS 3514



Vitesse : 9,5  
cm. C de ré-  
ponse 80 à  
10 000 Hz  
convient aux  
bobines de 8,  
10, 13 cm.  
H.P. de 17 cm.  
Bobinage et  
rebobinage ra-  
pides.

Secteur 110, 125, 220, 240 volts.

3 ENTRÉES :

Micro, P.U., Radio

2 SORTIES :

H.P. supplémentaire. Ampli.

**ENTIÈREMENT TROPICALISÉ**

**COMPLÉT** avec micro  
bande etc. **509,00 NF**

Documentation S.V. sur demande.  
Grand choix de : matériel radio, télé,  
appareils de mesure.

**LAG** 28, rue d'Hauteville, PARIS (10<sup>e</sup>)  
TAI. 57-30

## NOUVEAU MAGNÉTOPHONE RECORD STÉRÉO 4 PISTES

ÉCOUTE SUR 2 HAUT-PARLEURS  
SÉPARÉS

- **EN STÉRÉO**: Enregistrement-Lecture.
- **EN MONO**: 4 pistes commutables, très longue  
durée, 6 h en hifi par bobine ● Puissance 8 watts
- Ampli double commande par clavier à touches  
● Contrôle visuel d'enregistrement ● Con-  
trôle des 2 canaux en haut-parleur.
- Peut servir de chaîne HIFI. Stéréo 8 watts  
pour la sonorisation, l'écoute directe  
sur pick-up Ampli micro, Radio. Réglage  
de volume sur chaque canal ● Réglage  
séparé des graves et des aiguës. 3 sorties  
par fiches au nouveau standard européen

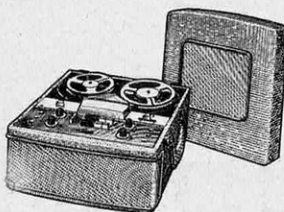
Valeur : 900,00 NF.

Prix spécial aux lecteurs de cette revue  
720 NF

**FAITES-LE VOUS-MÊME:**

Encore moins cher...

En pièces détachées **CARTON KIT: 640NF**



Dim.: 35 x 37 x 22 cm. Pds 11 kg.  
Catalogue général contre 2,50 en timbres

**MAGNETIC-FRANCE**

**RADIO 401**

175, r. du Temple, Paris (3<sup>e</sup>) ARC 10-74  
C.C.P. 1875.41 Paris



**BRENELL  
MK5M**

Ce magnétophone n'a pas d'équivalent  
dans sa catégorie étant donné son prix  
très raisonnable. Il est de classe profes-  
sionnelle et l'énoncé de ses caractéris-  
tiques principales le prouve largement:  
4 vitesses, 3 moteurs, bobines de 22  
cm, contrôle d'enregistrement par lec-  
ture de la bande, réglage séparé des  
basses et des aiguës, 2 entrées mélan-  
geables, en 38 cm réponse totale enre-  
gistrement-lecture = 40 à 20 000 Hz  
à  $\pm 2$  dB, rapport signal-bruit non pon-  
déré: 54 dB, scintillation : 0,05 %.

*Ne faussez pas  
l'oreille de vos enfants  
avec un vieux piano!*

un KLEIN neuf  
et garanti  
10 ans



Tiendra peu de place chez vous, seulement  
0,99 m ou 1,29 m de long. Votre bud-  
get n'en sera pas chargé. A partir de  
55 NF par mois.

Tous bois

LOCATION - VENTE A CRÉDIT  
MAGASIN D'EXPOSITION

**KLEIN**

26, rue Robespierre — MONTREUIL (Seine)  
Métro: Robespierre, ligne 9 — Tél.: Tou. 18-50

# TRANSISTORS

Tous les modèles  
dans toutes les  
marques

**JUSQU'À 25%**

*Moins cher que prix officiels*

**GARANTIE 2 ANS**

**ESSAI 5 JOURS** ET EXPÉDITIONS  
TOUS RISQUES EN PROVINCE

DOCUMENTATION ET TARIF PAR RETOUR



*Il vous  
suivra partout*

**LA  
MAISON  
DU TRANSISTOR**

3 MAGASINS DE VENTE A PARIS

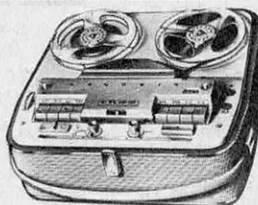
- 276, RUE DES PYRÉNÉES (20<sup>e</sup>) — PYR.: 89-82
- 15, PLACE DE LA RÉPUBLIQUE (3<sup>e</sup>) — ARC.: 38-04
- 123, RUE LAFAYETTE (10<sup>e</sup>) — TRU.: 67-96

# CINÉ-GRIM

DÉPARTEMENT MAGNÉTIQUE

**GRUNDIG T K**  
**A transistors.** Vi-  
tesse 9,5 cm/s. Bi-  
piste. Entr. 2×20  
mm. 80 à 10 000  
Hz. Livré avec mi-  
cro, bande et piles

**490 NF**



TK 42, 4 pistes  
vit. 4,75 9,5 19  
cm/s mixage sur-  
impression. Play-  
back, lecture sté-  
réo avec micro

**1470 NF**

TK 45, stéréo, 4  
pistes vit. 4,75 9,5  
19 cm/s mixage  
Play-back, écho ré-  
glable 2×3 w avec  
micro monoral

**1700 NF**



**PHILIPS EL-35-  
85. A transistors.**  
Bi - piste. Vitesse  
4,75 cm/s. Enr.  
2×50 mm. Livré  
avec micro, bandes  
et piles

**440 NF**

**PHILIPS EL-35-  
41 D.** Secteur. 4 pis-  
tes (dont 2 audibles  
simultanément). Vi-  
tesse 9,5 cm/s. Enr.  
4×2 h. Compteur,  
mixage. Livré avec  
micro

**660 NF**



Catalogue gratuit sur demande

**CINÉ-GRIM**

63, Champs-Élysées - PARIS

C.C.P. 2113-93 - Métro F. D. ROOSEVELT

# Science et vie Pratique

## CONSTRUISEZ VOUS-MÊME VOTRE ONDIOLINE



Celle que vous voyez et entendez à la Télévision... ! Vous pouvez la construire vous-même et jouer sur son clavier magique : violon, trompette, clarinette, saxo, guitare, orgue, etc. grâce au petit livre : « L'ONDIOLINE », dans lequel schémas et plans sont décrits

par son inventeur Georges JENNY, mettant cette passionnante réalisation à la portée de l'amateur-radio.

Envoi franco du livre avec disque, démonstration 45 tours contre 4,95 NF.

### ONDIOLINE

GAVEAU, 45, rue La Boétie  
PARIS (8<sup>e</sup>).

Qu'est-ce que

**La Haute Fidélité,  
La Modulation de Fréquence,  
La Stéréophonie ?**

C'est l'enchantement d'une musique très fidèlement restituée.  
Notice très complète SV adressée sur simple demande.

### GAILLARD

21, rue Charles-Lecocq, PARIS-XV<sup>e</sup>.  
VAU. 41-29 - BLO. 23-26.



**1 500 à 2 000 NF  
PAR MOIS,** salaire

légal du Chef-Comptable.

Pour préparer chez vous, vite, à peu de frais, le diplôme d'État demandez le guide gratuit n° 14.

« Comptabilité, clé du succès »

Si vous préférez une situation libérale, lucrative et de premier plan, préparez

**L'EXPERTISE COMPTABLE**

Ni diplôme exigé, ni limite d'âge.

Notice gratuite n° 444 envoyée par

**L'ÉCOLE PRÉPARATOIRE  
D'ADMINISTRATION**

PARIS, 4, rue des Petits-Champs.

## FABRICATIONS HORS SÉRIES à des prix compétitifs EN FM, HI-FI, STÉRÉO, MAGNÉTO, TV



15 MODÈLES de 10 à 15 lampes,  
4 à 10 haut-parleurs - 5 essences de bois

6 CHAINES de 10 à 60 watts.  
MONAURALES ou STÉRÉO

2 ENSEMBLES MAGNÉTOPHONES  
dont un de classe professionnelle

TV 819-625 lignes (2<sup>e</sup> chaîne)

Électrophones, Tuners, Transistors FM  
Vente d'ensembles préfabriqués (KITS).

**GARANTIE TOTALE**

**PRIX DE FABRIQUE.**

Documentation n° 19 sur demande contre 2 NF en timbres.

Expéditions province et Étranger. - Conditions de crédit.

**GAILLARD, 21, r. Charles-Lecocq, PARIS (15<sup>e</sup>)** Tél. VAU 41-29, BLO 23-26

Démonstrations de 9 à 19 h et sur rendez-vous.

## NE SOYEZ PLUS SOURD

Améliorez votre audition, même très

affaiblie, avec le

Micro-Tympan

« WEIMER »

sans pile, ni fil.

Élimine les bour-

donnements. No-

tice illustrée gra-

tuite et attestations



**ROUFFET & Cie (Serv. S.L.)**

3, rue Gallieni, MENTON (A.-M.)

## DISQUES NEUFS



**A PRIX  
RÉDUITS**

Classiques  
Variétés

Catalogue S 1 contre 1 timbre  
**TOUTES les grandes marques**

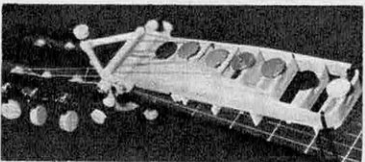
**DISCOMUSIQUE**

97, rue du Poteau, PARIS (18<sup>e</sup>)

## ACCOMPAGNEZ-VOUS

immédiatement

**A LA GUITARE !...**



Vous pourrez immédiatement accom-  
pagner à la guitare des chansons de  
Brassens et autres, grâce au clavier  
à touches « La Licorne » qui s'adapte  
à toute guitare.

Breveté, le clavier est livré avec  
2 recueils de chansons illustrés d'ac-  
cords en couleur qu'il suffit de lire  
même sans connaître la musique.  
(Garanti contre tout vice de fabrica-  
tion; remboursement assuré.) Grand  
choix de guitares classiques et Jazz.

**NOUVEAUTE :** Guitare camping  
polystyrène choc avec clavier 3 ac-  
cords, 60 NF.

Société **LA LICORNE**, 6, rue de  
l'Oratoire, PARIS (1<sup>er</sup>). - Tél. CEN  
79-70. Doc. sur Dem. (2 timbres)  
(Service S.V.) CCP PARIS 27-66-20.

## TRÈS TRÈS HAUTE FIDÉLITÉ ?

alors... **CLEVOX**

Documentation S  
sur demande

**ANDRÉ-RADIO,**

48, rue de Turenne

PARIS (3<sup>e</sup>) - ARC. 48-43

## GRANDIR 8 A 16 CM

A tout âge. Rapidement par  
nouveau scientifique  
**AMÉRICAIN** brev. monde  
entier. Élongation **garantie**  
taille ou jambes seult. Attest.  
médicale. Milliers références.  
**GRATIS** doc. illustr. sans  
engt. **UNIVERSAL A 10,**  
6, rue A.-D.-Claye, PARIS.



## ŒILLETS NOP

en toile gommée transparente



pour les  
livres et  
cahiers  
à feuillets  
mobiles

Les perforations sont les  
points faibles des feuillets  
mobiles.

Grâce aux ŒILLETS NOP en toile  
gommée transparente vous les rendrez  
indéchirables.

Les ŒILLETS NOP sont vendus  
en boîtes de 100 par les bons papetiers.

C'est une exclusivité **CORECTOR.**

## SI VOUS RECHERCHEZ UN BON MICROSCOPE D'OCCASION

adressez-vous en  
toute confiance  
aux **Établ. Vaast,**  
17, rue Jussieu,  
Paris (5<sup>e</sup>)

Tél. GOB. 35-38.

Appareils de  
toutes marques  
(biologiques, ensei-  
gnement) garantis  
sur facture.

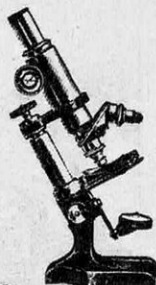
Accessoires et  
optiques (objectifs,  
oculaires).

**LOCATION  
DE MICROSCOPES**

**ACHAT-ÉCHANGE**

Liste S.A. envoyée franco.

(Maison fondée en 1907)





c'est plus sûr !

# électrophone à tête d'adamant

PURETÉ  
MUSICALITÉ  
DURÉE



ELVINGER 5783

NG 2412

Electrophone élégant et très musical. Adaptable à la stéréo.

259 NF + T.L

# PHILIPS

équipe ses électrophones  
d'une tête diamant

Le diamant, cristal parfait, restitue intégralement les nuances les plus fines de l'enregistrement. Musique plus pure, plus nuancée, plus fidèle. Vos disques ne s'usent pas et restent toujours neufs.

sans effort, sans fatigue

# APPRENEZ EN DORMANT

avec une étonnante rapidité



Apprendre en dormant cela paraît un rêve et c'en est un réellement mais un rêve qui, sans trouble, laisse présent à la mémoire ce qui a été entendu pendant le sommeil.

LE MEMOMATIC POLY'SON permet cette réussite; il permet d'autres choses aussi :

- ◆◆ Apprendre éveillé, tout naturellement, sans la moindre fatigue.
- ◆◆ Apprendre les langues étrangères avec une étonnante facilité et la certitude, grâce à l'auto-contrôle de diction, d'acquiescer avec aisance, l'accent parfait du pays d'origine.
- ◆◆ Apprendre à chanter, à jouer d'un instrument de musique sur un accompagnement fait pour soi, écouter sa propre interprétation, la corriger jusqu'à la perfection.
- ◆◆ et 100 trouvailles qui transformeront vos études, quelles qu'elles soient, avec une merveilleuse rapidité, en des heures de joie et de détente. Elles vous seront révélées dans une luxueuse et passionnante documentation que, gratuitement vous adressera la CENTRALE DU MAGNETOPHONE (Service Sav.)



**mémomatic**  
**Poly'son**

Livre avec micro-bobines - bande magnétique.

**PRIX AU COMPTANT 498 NF + T.L.**  
**OU A LA COMMANDE 200 NF**  
**ET 5 VERSEMENTS**  
**MENSUELS DE : 66 NF**

Sur demande : programmeur pour l'application de  
"MÉMOIRE DANS LE SOMMEIL" (BAS-PARLEUR ET  
MONTRE-COUPURES) 100 NF + T. L.

**TOUTES LES PIÈCES (sauf lampes)**  
**SONT GARANTIES UN AN.**

**TOUT APPAREIL RETOURNÉ DANS LES 8 JOURS**  
**POUR NON SATISFACTION SERA REMBOURSÉ**  
**IMMÉDIATEMENT.**

**LA CENTRALE DU MAGNÉTOPHONE**

35, rue Brunel, Paris 17<sup>e</sup> — Tél. ÉTO. 36-41 et 64-21

PUB. LAISNEY

**BON GRATUIT**

Veuillez m'adresser sans engagement et sans frais une documentation complète sur les possibilités offertes par le MEMOMATIC POLY'SON.

NOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

LA  
**RTF**

DIFFUSE SUR FRANCE IV  
DES PROGRAMMES HI-FI  
EN MODULATION  
DE FRÉQUENCE

## TRANSLITOR 1000 FM

1<sup>er</sup> récepteur "tout transistors"  
équipé de la gamme  
"modulation de fréquence"

- Musicalité exceptionnelle  
(Haut parleur géant 16 x 24 cm)
- Sensibilité remarquable  
(13 semi-conducteurs dont  
5 transistors HF spéciaux M.A.D.T.)
- Coffret bois traité habillage "Grand luxe"  
(Haut rendement acoustique)

Translitor 1000 FM "Summum de  
la perfection" est l'un des 8 modèles  
de la nouvelle gamme Pizon Bros.

### ... LA MODULATION DE FRÉQUENCE ...

La modulation de fréquence est la plus  
récente invention technique permettant  
une réception impeccable de tous les  
émetteurs FM.  
Suppression totale de tous parasites  
Reproduction intégrale du registre so-  
nore - Présences vocales et instru-  
mentales exceptionnelles.  
Tels sont, parmi de nombreux avantages,  
ceux procurés par la F.M.



C'EST UNE PRODUCTION

**Pizon Bros**

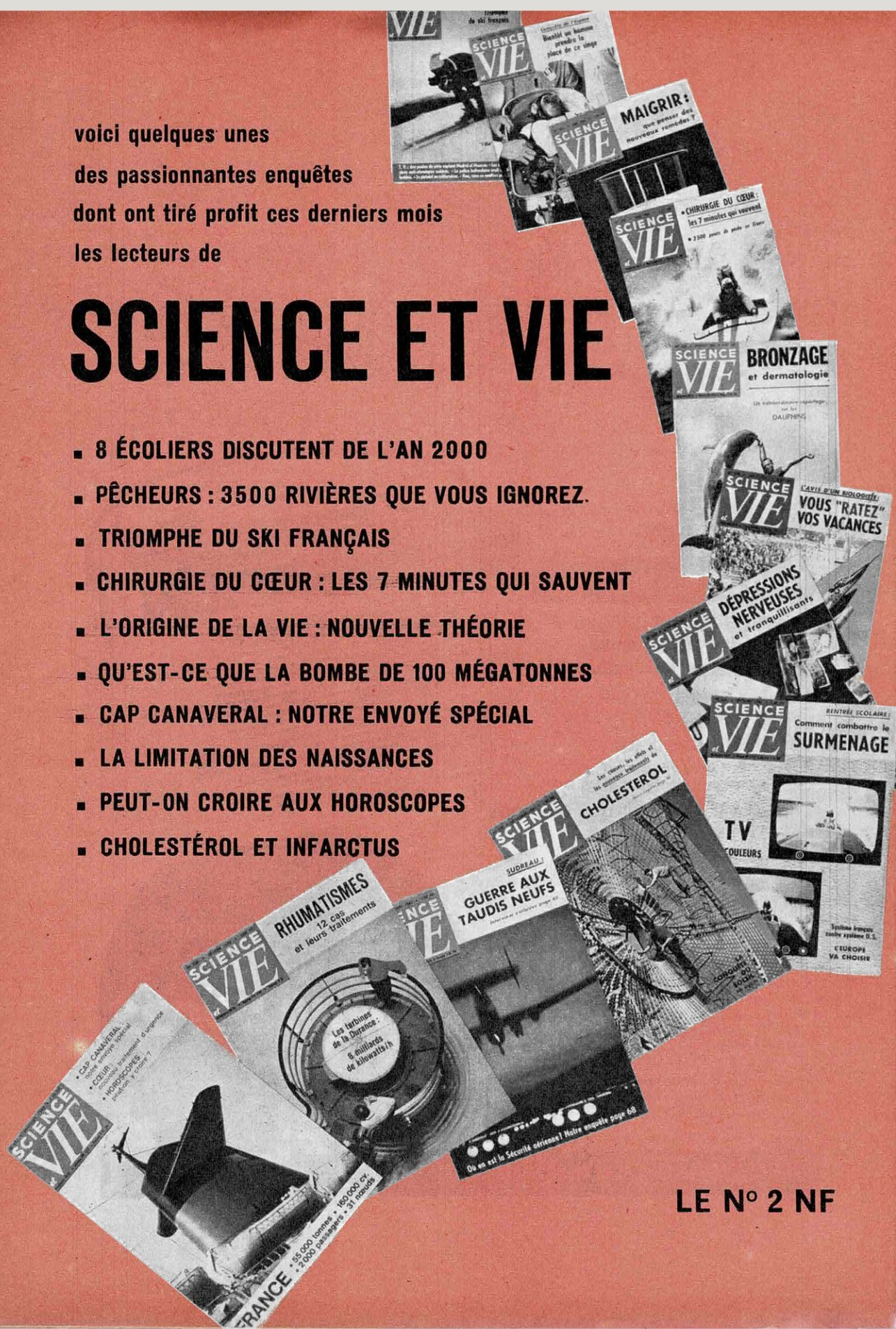
LA 1<sup>re</sup> MARQUE EUROPÉENNE DE TRANSISTORS



voici quelques unes  
des passionnantes enquêtes  
dont ont tiré profit ces derniers mois  
les lecteurs de

# SCIENCE ET VIE

- 8 ÉCOLIERS DISCUTENT DE L'AN 2000
- PÊCHEURS : 3500 RIVIÈRES QUE VOUS IGNOREZ.
- TRIOMPHE DU SKI FRANÇAIS
- CHIRURGIE DU CŒUR : LES 7 MINUTES QUI SAUVENT
- L'ORIGINE DE LA VIE : NOUVELLE THÉORIE
- QU'EST-CE QUE LA BOMBE DE 100 MÉGATONNES
- CAP CANAVERAL : NOTRE ENVOYÉ SPÉCIAL
- LA LIMITATION DES NAISSANCES
- PEUT-ON CROIRE AUX HOROSCOPES
- CHOLESTÉROL ET INFARCTUS



LE N° 2 NF

# la musique

• QU'EST-CE QUE LA MUSIQUE ? .....	18
• LES INSTRUMENTS .....	23
• LES GRANDES ÉTAPES DE LA MUSIQUE DE L'AN MIL A 1950 .....	26
• LES SONS MUSICAUX .....	30
• LA LUTHERIE MODERNE .....	44
• PHYSIONOMIE DE LA MUSIQUE OCCIDENTALE: LES FORMES MUSICALES - LE MOUVEMENT MUSICAL CONTEMPORAIN - LA MUSIQUE MILITAIRE - LES VARIÉTÉS - LA MUSIQUE CONCRÈTE - LA MUSIQUE ÉLECTRONIQUE .....	66
• LE JAZZ .....	86
• MUSIQUES PRIMITIVES ET EXOTIQUES .....	96
• UNE DISCOTHÈQUE DE BASE POUR L'AMATEUR .....	101
• LA HAUTE FIDÉLITÉ .....	105
• LES RADIORÉCEPTEURS .....	109
• DISQUES ET ÉLECTROPHONES .....	113
• MAGNÉTOPHONES MUSICAUX .....	124
• LA STÉRÉOPHONIE .....	130
• LA RÉVERBÉRATION ARTIFICIELLE .....	138
• LES INSTRUMENTS DE MUSIQUE ÉLECTRONIQUES .....	142
• LA MACHINE, COMPOSITEUR ET ORCHESTRE .....	150

Directeur général :  
Jacques Dupuy

Directeur :  
Jean de Montulé

Rédacteur en chef :  
Jean Bodet

Direction, Administration, Rédaction : 5, rue de La Baume, Paris-8<sup>e</sup>. Tél. : Balzac 57-61. Chèque postal 91-07 PARIS. Adresse télégr. : SIENVIE PARIS.

Publicité : 2, rue de La Baume, Paris-8<sup>e</sup>. Tél. : Elysées 87-46.

New York : Arsène Okun, 64-33, 99th Street Forest Hills, 74 N. Y. Tél. : Twining 7.3381.

Londres : Louis Bloncourt, 17 Clifford Street, London W. 1. Tél. : Regent 52-52

Washington : Science Service, 1719 N Street N.W. Washington 6, D.C. (U.S.A.)

Avec la collaboration de Gilbert AMY, François LESURE, François MICHEL, Christian ROSENTHAL, Gilbert ROUGET.

Les photographies couleurs ont été réalisées grâce à l'amabilité de la Maison « Philips » qui a mis son studio-photo à notre disposition ; de la Maison « Couesnon » qui nous a prêté la plupart des instruments, cuivres, bois, cordes et percussions ; de la maison Gaveau-Erard qui nous a prêté la harpe Empire ; enfin de la « Maison du Jazz » qui nous a prêté le vibraphone, le xylophone et le carillon. La couverture est d'Armin Vogt avec photographie de Roger Hauert.

## TARIF DES ABONNEMENTS

POUR UN AN :	France et Union Fr <sup>se</sup>	Étranger
12 parutions .....	20, — NF	24, — NF
12 parutions (envoi recommandé) .....	28,50 NF	33, — NF
12 parutions plus 4 numéros hors série .....	30, — NF	37, — NF
12 parutions plus 4 numéros hors série (envoi recd <sup>e</sup> ) .....	42, — NF	49, — NF

Règlement des abonnements: SCIENCE ET VIE, 5, rue de La Baume-Paris. C.C.P. PARIS 91-07 ou chèque bancaire. Pour l'Étranger par mandat international ou chèque payable à Paris. Changement d'adresse: poster la dernière bande et 0,30 NF en timbres-poste.

Belgique et Grand-Duché (1 an) Service ordinaire .....	FB 180
Service combiné .....	FB 330
Hollande (1 an) Service ordinaire .....	FB 200
Service combiné .....	FB 375

Règlement à Édimonde, 10, boulevard Sauvenière, CCP. 283.76, P.I.M. service Liège.

**DE ROBERTI**  
**Un concerto**  
National Gallery, Londres.

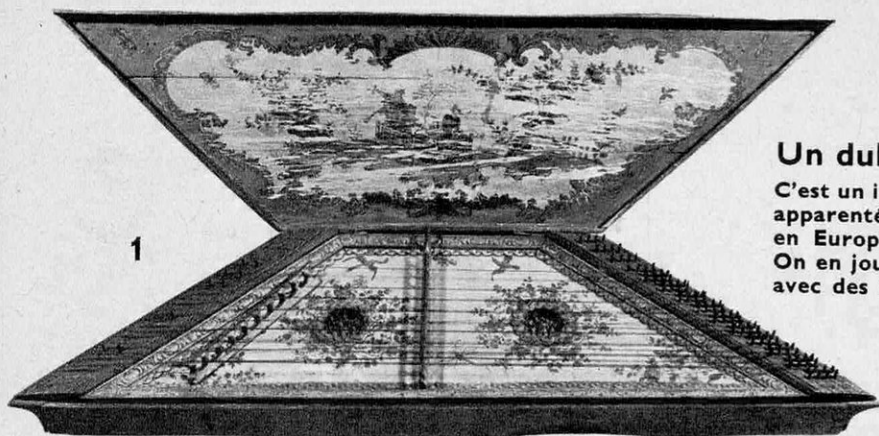




# qu'est-ce que la musique?

**Q**U'EST-CE que la musique ? Des nombreuses définitions qui ont été proposées pour elle au cours de l'Histoire, nous ne citerons que deux. L'une est due à Boèce qui, poète, a écrit (en latin) que « quiconque descend en soi-même sait ce que c'est ». L'autre est celle de Jean-Jacques Rousseau qui voyait en elle « l'art de combiner les sons d'une manière agréable à l'oreille ».

**D**epuis Platon et Aristote, et même depuis Pythagore, la musique a exercé une sorte de fascination sur les philosophes qui ne se sont pas lassés de discuter son essence en faisant appel à des considérations physiques, psychologiques, morales ou esthétiques, quatre points de vue qui définissent en somme le domaine musical. Un fait en tout cas est indiscutable : c'est le royaume des sons, au sens large, plus large que...



### Un dulcimer (1)

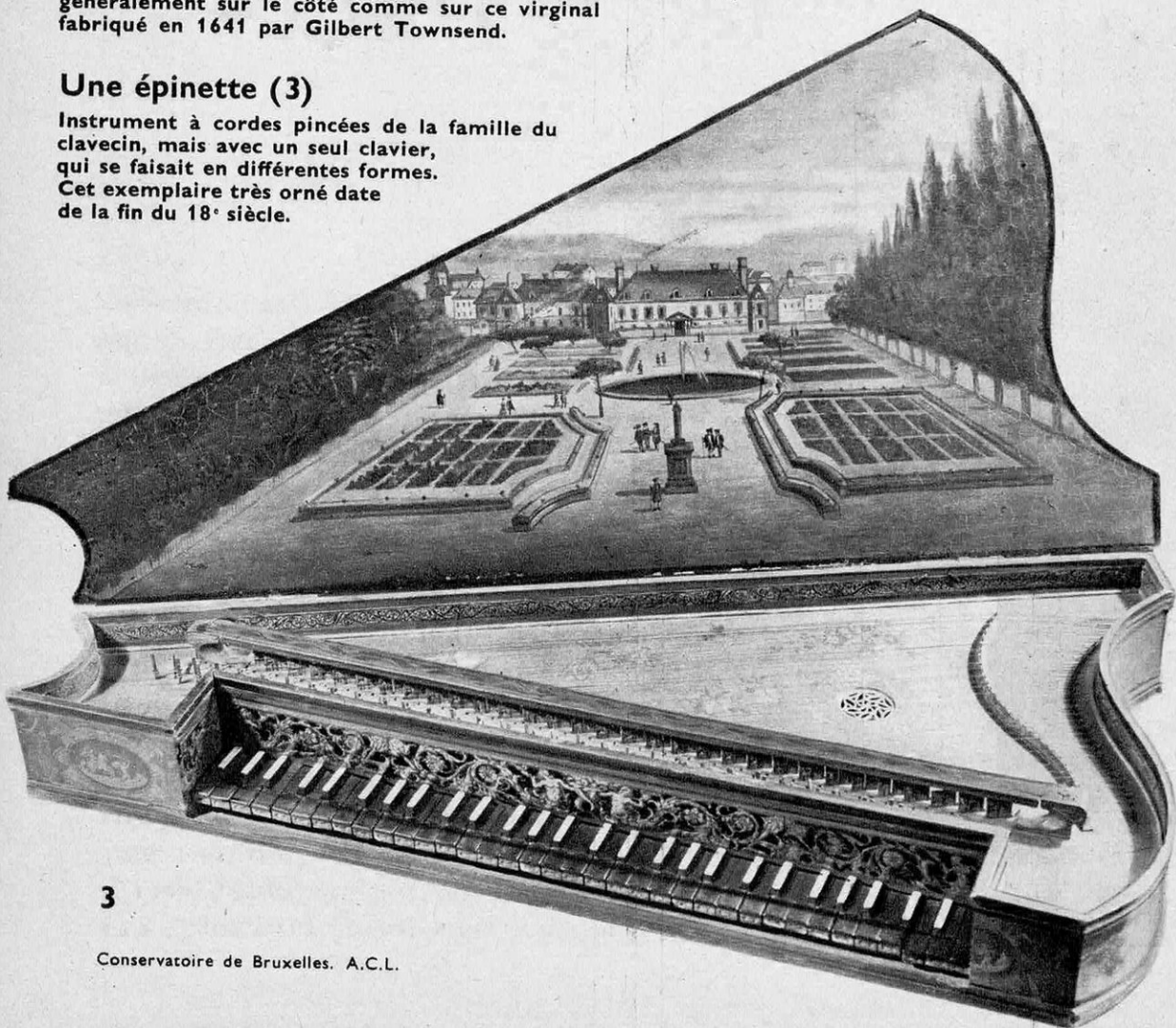
C'est un instrument à table en trapèze apparenté à la cithare, connu en Europe à partir du 12<sup>e</sup> siècle. On en jouait en martelant les cordes avec des baguettes.

### Un virginal (2)

Apparenté au clavecin, le virginal a connu sa plus grande diffusion en Angleterre. C'était, dit-on, l'instrument de prédilection de la reine Elisabeth. La caisse est de forme rectangulaire et il y a un seul clavier, généralement sur le côté comme sur ce virginal fabriqué en 1641 par Gilbert Townsend.

### Une épinette (3)

Instrument à cordes pincées de la famille du clavecin, mais avec un seul clavier, qui se faisait en différentes formes. Cet exemplaire très orné date de la fin du 18<sup>e</sup> siècle.

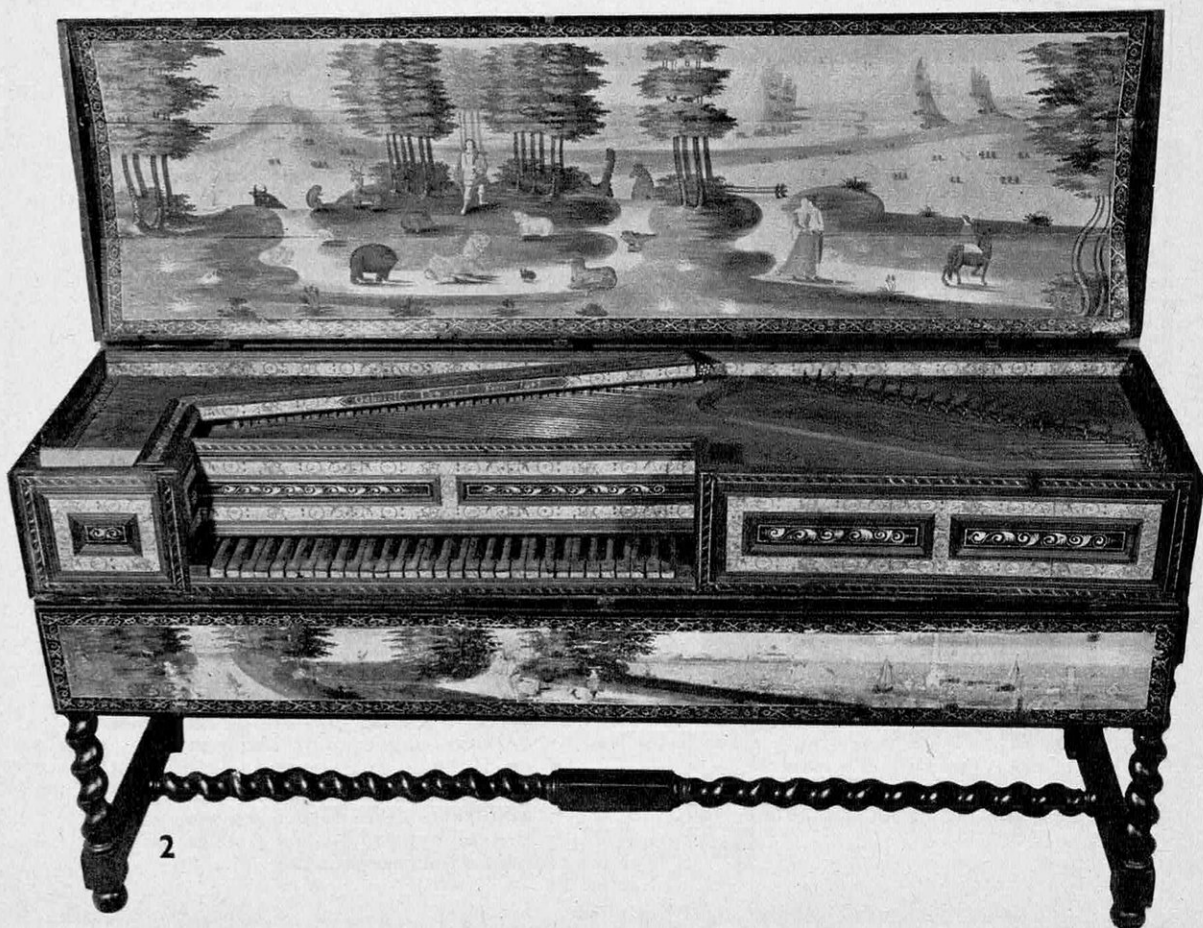


## Qu'est-ce que la musique ?

ne l'entendait Rousseau qui en excluait les « bruits », dont les écoles récentes font un très large usage.

**L**'essentiel de la matière sonore de l'art musical est fourni par l'échelle continue des vibrations acoustiques qui nous est familière. Il est régi par les grandes lois de l'acoustique. Mais la musique, faite par la voix ou les instruments, est perçue par l'oreille humaine et de ce fait relève de l'esthétique et de la morale par les réactions affectives qu'elle suscite. Elle peut être chiffrée en nombres, et ainsi n'échappe pas aux précisions des mathématiques.

**P**our la forme, l'art musical est essentiellement mélodie et rythme. La mélodie est la succession des sons ordonnés en hauteur, en durée et en phrasé. On voit déjà qu'elle inclut le rythme : si le rythme est indépendant d'elle, elle ne l'est pas de lui ; c'est que le rythme, qui est ici une division qualitative du temps sonore, est une notion beaucoup plus générale et qui n'est pas spécifiquement musicale. On oppose souvent mélodie à harmonie, la première étant considérée comme une succession horizontale, la seconde signifiant en retour disposition verticale simultanée ou rencontre verticale de deux ou plusieurs mélodies horizontales ; cette distinction est purement abstraite puisque



# Qu'est-ce que la musique ?

ces deux relations ont un élément commun, l'intervalle ou espace compris entre deux sons, lequel est aussi bien le fondement de la mélodie que celui de l'accord.

Le domaine musical présente des aspects variés. Leur classification est complexe et a prêté à de nombreuses discussions qu'il serait fastidieux d'exposer. Nous suggérerons au lecteur celle que nous trouvons la plus judicieuse.

**I**l y a d'abord la musique *traditionnelle*, celle qui se réfère à une tradition qui fut longtemps universelle et que l'on peut même supposer remonter aux temps préhistoriques.

Elle est avant tout vocale, de rythme irrationnel (par opposition à notre « mesure »), monodique, c'est-à-dire à une seule voix, même lorsqu'elle était exécutée par un chœur chantant à l'unisson ou à l'octave, et pratiquement sans « accompagnement » (sauf percussions), car on peut tenir pour négligeables les quelques témoignages de polyphonie décelés dans ce domaine à l'époque contemporaine; elle est aussi « modale » et non « tonale », en ce sens que l'échelonnement des intervalles ne s'organise pas autour d'un son ou d'une agrégation de sons déterminés comme dans les phrases musicales dont nous avons l'habitude et qui ne connaissent pratiquement que deux modes, le majeur et le mineur. Les instruments, quand il y en a, ont un rôle très particulier, fort lointain de celui qui leur a été dévolu à notre époque; ils donnent la tonique, doublent la mélodie à l'unisson ou à

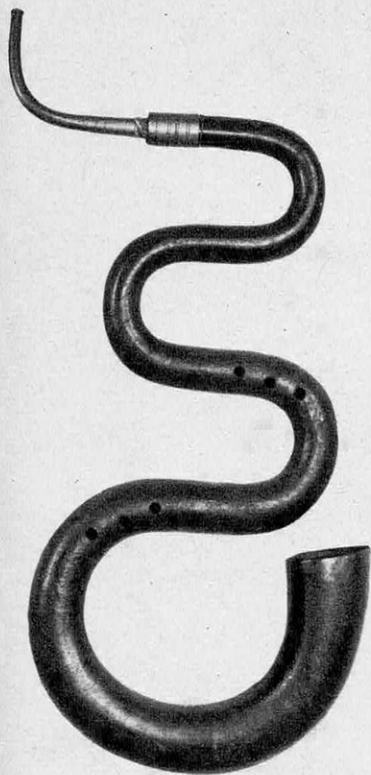


## Un serpent →

D'une sonorité puissante et douce, le serpent était très apprécié aux 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles, surtout à l'église. Sa forme était destinée à faciliter le jeu en rendant ses six trous mieux accessibles.

## Un clavecin

Comme l'épinette et le virginal, c'est un instrument à cordes pincées. Le grand clavecin à deux claviers et plusieurs registres a été porté à son degré de perfection par les facteurs anversois au début du 17<sup>e</sup> siècle. Il était souvent admirablement décoré, comme cet instrument fabriqué à Anvers par Jean Couchet en 1646.



l'octave, marquent surtout le rythme. Cette musique traditionnelle a une partie savante, la *musique liturgique*, développée pour les clercs et les chanteurs assimilés, et qui accompagne les rites. Elle a une partie *populaire*, à laquelle il convient de réserver cette dénomination, et qui fait l'objet de l'ethnologie musicale. La musique traditionnelle présente le caractère remarquable d'être de tradition orale, c'est-à-dire de n'être pas notée; les notations du plain-chant, romain (latin) ou byzantin (grec), sont tardives et datent de l'époque où l'on peut fixer les débuts de notre musique européenne.

**E**n face de cette musique traditionnelle, nous trouvons la musique que nous proposons d'appeler *scolaire*. C'est celle que l'on apprend en classe et dont il s'agit la plupart du temps lorsqu'on dit « musique ». L'histoire en est bien connue, depuis sa naissance lors de la transformation du plain-chant qui s'est opérée autour du x<sup>e</sup> siècle. Elle est aussi bien instrumentale que vocale, elle adopte la « mesure », elle est polyphonique et presque exclusivement tonale, sans qu'on puisse pour autant la dire modale lorsqu'elle est atonale. Cette musique scolaire a de nouveau une partie savante, celle que l'on qualifie en général de *musique* tout court (ou même de « grande » musique), qui inclut les œuvres du trésor européen allant de l'organum du Moyen Age, où s'illustra Pérotin, à notre époque, en passant par Machaut, Roland de Lassus, Monteverdi, Couperin, Rameau, J.-S. Bach, Mozart, Beethoven, Wagner, Debussy, Schönberg, Stravinsky et tant d'autres. Elle a aussi une partie populaire, à laquelle conviendrait assez bien le qualificatif de *plébéienne*, s'il n'était pris généralement dans un sens péjoratif : chanson, musique de danse, variétés, music-hall, jazz...

Tel est, nous semble-t-il, le cadastre le plus précis que l'on puisse dresser de l'ensemble du domaine musical.

## les instruments

**C**ORDES, vents, percussions, et, lorsqu'on veut préciser, bois et cuivres, tels sont les termes le plus souvent en usage pour « classer » les instruments de musique. Détestable classification ! Le piano, dont les cordes sont frappées par des marteaux, le rangera-t-on dans les cordes ou dans les percussions ? La flûte d'orchestre, en argent ou en maillechort, la maintiendra-t-on dans les « bois » d'où elle est sortie depuis bien longtemps, à côté du basson dont l'acoustique est totalement différente ? En réalité, ces mots expriment une division des instruments de l'orchestre, mais ne classifient rien du tout. N'oublions pas en outre que les instruments de musique européens ne sont pas les seuls au monde : il y en a bien

d'autres, qu'ils soient chinois ou arabes, indiens ou eskimo, sans oublier les instruments de l'antiquité. Une classification doit pouvoir les englober tous.

Un instrument de musique se définit par l'objet ou les objets qui le composent, par le principe acoustique auquel il obéit et par la manière qu'on a d'en jouer. Classer des instruments c'est ordonner toutes les combinaisons possibles de ces facteurs. Toute classification sera donc combinatoire. La meilleure consiste à répartir les instruments de musique en quatre grands groupes : idiophones, membranophones, cordophones, aérophones, eux-mêmes susceptibles de très nombreuses divisions et subdivisions.

Le premier groupe, au nom si barbare, de-

mande quelques mots d'explication : sous le terme « idiophone », on range tous les instruments où c'est la matière même dont ils sont composés qui fournit le son grâce à ses propriétés acoustiques (élasticité et solidité à la fois), sans qu'il y ait tension de corde ni de membrane. Le gong, le triangle, la cloche, le xylophone sont des idiophones à percussion directe. Le célesta, aux lames métalliques, comporte un clavier; c'est un idiophone à percussion indirecte. Cymbales et castagnettes sont des idiophones entrechoqués. Le *glass harmonica*, mis au point par B. Franklin, est un idiophone à friction (série de verres frottés).

Le son d'un membranophone est dû aux vibrations d'une membrane tendue. Les tambours sont les principaux représentants de ce groupe, tambours de bois exceptés (notre *wood-block* en est un). Parmi les tambours à membrane, on distingue différents types suivant la forme de la caisse et le nombre des peaux : la timbale a une seule membrane tendue sur une caisse hémisphérique; la caisse claire en a deux, tendues sur une caisse cylindrique. Les membranophones sont le plus souvent des instruments à percussion, mais il arrive qu'ils soient « à friction », tel le *rommelpot*.

L'innombrable variété des cordophones peut se ramener à cinq types fondamentaux désignés par les noms génériques de cithare, luth, vièle, lyre et harpe. Sous le nom de cithare, il faut ranger tous les instruments n'ayant pas de manche distinct de la caisse et dont les cordes sont parallèles à la table de résonance. Psaltérion du Moyen Âge et *qanun* des Arabes sont des cithares à cordes pincées; cymbalum et dulcimer, des cithares à cordes frappées. Lorsqu'à la cithare s'adjoint un clavier on a, si la corde est pincée, l'épinette et le clavecin, si elle est frappée, le clavicorde et le piano.

À la différence de la cithare, le luth se définit par l'assemblage d'une caisse et d'un manche; les cordes, parallèles à la table, sont pincées (ou grattées). À côté du luth au sens étroit du mot, dérivé de l'instrument arabe auquel il doit son nom : *al'ud*, se rangent la guitare (caisse plate), la *viuela de mano* proche de la guitare par sa forme et du luth par son accord (la *viuela de arco* était un instrument à archet), la mandoline, à cordes doubles, le banjo, à la table faite en peau, le *p'ip'a* chinois, le *shamisen* japonais, etc.

Le mot vièle (et non vielle, comme dans « vielle à roue ») désigne tous les instruments semblables au luth par la facture, mais dont les cordes sont frottées et non grattées. (Ce sont les luthiers qui fabriquent les violons.) Vièle, violon, alto, violoncelle, *rebab*, *gusla*, autant de formes de vièle. La vièle d'amour



Ph. Giraudon

et, en Inde, le *sarangi* sont des vièles à « cordes sympathiques ».

La lyre est caractérisée par l'assemblage d'une caisse et d'un joug maintenu par deux montants. La *keithara* grecque répond à cette définition (c'était en fait une lyre), tandis que la *lira de braccio* de la Renaissance italienne était une vièle. La lyre nordique est faite d'une seule pièce. Le *crouth* du pays de Galles est une lyre à archet. Contrairement à celles de la lyre et du luth, les cordes de la harpe sont tendues perpendiculairement à la table de résonance et sont toujours pincées.

Les aérophones se répartissent en deux grands groupes : les instruments à air et les instruments à vent. Ceux-ci se subdivisent en instruments à biseau et instruments à anche.

Pour les premiers, une lame d'air rencontrant un biseau ébranle la colonne d'air con-



Rohner: La musique. Tapisserie du Mobilier national.

tenue dans le tuyau : ce sont les flûtes, traversières ou droites suivant qu'elles sont insufflées sur le côté ou à l'extrémité du tuyau, flûte douce et flageolet lorsqu'elles ont un bec (flûte à bec), sifflets lorsqu'il n'y a point de trou, flûtes de Pan lorsque plusieurs tuyaux sont assemblés en série.

Pour les seconds, la colonne d'air contenue dans le tube est ébranlée par les vibrations d'une anche. Trompe, trompette, cor, trombone sont des instruments à « anche naturelle » : c'est le jeu des lèvres appliquées contre l'embouchure et vibrant au passage de l'air qui fait fonction d'anche. Hautbois, cor anglais (qui n'est pas un cor, mais un hautbois), basson ont une anche battante double : deux palettes battant l'une contre l'autre. La clarinette, de perce cylindrique, est à anche battante simple. Le saxophone a

la perce conique du hautbois et l'anche simple de la clarinette. Harmonium, harmonica et accordéon ont des anches libres, de même que les orgues-à-bouche d'Extrême-Orient dont ils dérivent.

Instruments à biseau ou à anche peuvent se combiner avec un réservoir d'air. La cornemuse ne comporte que des tuyaux à anche battante, double ou simple. L'orgue est un instrument à réservoir d'air et à claviers, réunissant tuyaux sonores à biseau et à anche.

Ce principe de classification forme ainsi un ordre où il est possible de ranger rationnellement tous les instruments de musique. Encore faut-il ne pas se laisser abuser par la confusion des noms dont on a donné quelques exemples et qui fait que le même instrument porte parfois dans deux pays voisins deux appellations différentes.



L'OUÏE. Auteur anonyme du 17<sup>e</sup> siècle, d'après une gravure de A. Bosse. Musée mu

# les grandes dates de la musique de l'an mil à 1950



Photo Giraudon

nicipal de Tours.

- 1025** Gui d'Arezzo : *Micrologus de arte musica*.
- 1160-80** Léonin : *Magnus liber organi*.
- 1180** Pérotin.
- 1250** Alphonse le Sage : *Cantigas de Santa Maria*.
- 1364** Machaut : *Messe dite du sacre de Charles V*.
- 1516** Janequin : *Bataille de Marignan*.
- 1528** Attaignant : *Chansons nouvelles*.
- 1533** Verdelot : *Premier livre de madrigaux*.
- 1539** Arcadelt : *Premier livre de madrigaux*.
- 1542** Rore : *Madrigali cromatici*.
- 1554** Palestrina : *Premières messes*.
- 1556** Lassus : *Premier livre de madrigaux*.
- 1559** Willaert : *Musica nova*.
- 1571** Le Roy : *Airs de cour*.
- 1577** Réforme du plain-chant (Grégoire XIII).
- 1581** Beaujoyeux : *Ballet comique de la Royne*.
- 1583** Monteverdi : *Madrigaux spirituels*.
- 1594** Jacopo Peri : *Daphné*.
- 1597** Dowland : *Premier livre d'airs*.
- 1600** Cavalieri : *Rappresentazione di Anima e di Corpo*.
- 1607** Monteverdi : *Orfeo*.
- 1616** Frescobaldi : *Ricercari*.
- 1623** Schütz : *Historia der Auferstehung*.
- 1636** Mersenne : *Harmonie universelle*.
- 1639** Cavalli : *Noces de Pélée et de Thétis*.

# Les grandes dates...

- 1649** Carissimi : Jephté.  
**1650** Allegri : Miserere.  
**1673** Lully : Cadmus et Hermione.  
**1674** Lully : Alceste.  
**1681** Corelli : Sonates.  
**1689** Purcell : Dido and Aeneas.  
**1693** Desmarets : Didon.  
**1703** A. Scarlatti : Arminio.  
**1705** Vivaldi : Sonates op. 1.  
**1712** Vivaldi : Estro armonico.  
**1718** A. Scarlatti : Il trionfo dell'onore.  
**1721** J.-S. Bach : Concertos brandebourgeois.  
**1722** F. Couperin : Concerts royaux.  
     J.-S. Bach : Le clavecin bien tempéré (I).  
**1723** J.-S. Bach : La passion selon saint Jean.  
**1729** J.-S. Bach : La passion selon saint Matthieu.  
**1732-50** D. Scarlatti : Sonates.  
**1733** Rameau : Hippolyte et Aricie.  
     Pergolèse : La servante maîtresse.  
**1735** Rameau : Les Indes galantes.  
**1737** Rameau : Castor et Pollux.  
**1738** J.-S. Bach : Messe en si.  
**1739** Hændel : Israël en Égypte.  
**1742** Hændel : Le Messie.  
**1745** Rameau : Platée.  
     Gluck : Hippolyte et Aricie.  
**1747** J.-S. Bach : L'offrande musicale.  
**1749** J.-S. Bach : L'art de la fugue.  
**1753** Haydn : Orphée.  
**1759** Haydn : 1<sup>re</sup> symphonie.  
**1762** Gluck : Orphée.  
**1767** Rousseau : Dictionnaire de musique.  
**1768** Gluck : Alceste.  
**1769** Monsigny : Le déserteur.  
**1770** Mozart : Mithridate.  
**1779** Gluck : Iphigénie.  
**1780** Piccini : Iphigénie en Tauride.  
**1781-82** Mozart : L'enlèvement au sérail.  
**1786** Grétry : Richard Cœur de Lion.  
     Mozart : Les noces de Figaro.  
**1787** Mozart : Don Juan.  
**1789** Haydn : Symphonie Oxford.  
**1790** Mozart : Così fan tutte.  
**1791** Mozart : La flûte enchantée.  
**1792** Cimarosa : Le mariage secret.  
**1798** Haydn : La création.  
**1801** Haydn : Les saisons.  
**1804** Beethoven : Symphonie héroïque.  
**1807** Méhul : Joseph.  
**1808** Beethoven : Symphonie pastorale.  
**1810** Beethoven : Egmont.  
**1813** Rossini : Tancredi.  
**1814** Beethoven : Fidelio.  
**1816** Rossini : Le barbier de Séville.  
**1821** Weber : Le Freischütz.  
**1822** Schubert : Symphonie inachevée.  
**1823** Beethoven : 9<sup>e</sup> symphonie.  
**1824** Beethoven : Messe en ré.  
**1826** Weber : Oberon.  
**1828** Berlioz : Symphonie fantastique.  
**1829** Rossini : Guillaume Tell.  
**1831** Bellini : Norma.  
**1833** Chopin : Études (I).  
**1836** Glinka : La vie pour le tsar.  
     Meyerbeer : Les huguenots.  
**1837** Berlioz : Requiem.  
**1839** Chopin : 24 préludes.  
**1840** Liszt : 1<sup>re</sup> rhapsodie hongroise.  
**1841** C. Franck : Trios.  
**1842** Wagner : Cola Rienzi.  
     Glinka : Russland et Ludmilla.  
**1843** Donizetti : Don Pasquale.  
     Wagner : Le vaisseau fantôme.  
**1845** Wagner : Tannhäuser.  
**1848** Schumann : Manfred.  
**1850** Wagner : Lohengrin.  
**1851** Verdi : Rigoletto.  
**1853** Liszt : Sonate en si mineur.  
     Verdi : Le trouvère ; la Traviata.

# ...de la musique

- 1856** Wagner : La Valkyrie.
- 1858** Brahms : Ein deutsches Requiem.  
Wagner : Siegfried.
- 1859** Wagner : Tristan et Yseult.  
Gounod : Faust.
- 1863** Berlioz : Les Troyens.
- 1864** Berlioz : La damnation de Faust.  
Offenbach : La belle Hélène.
- 1866** Offenbach : La vie parisienne.
- 1867** Liszt : Messe du couronnement.
- 1868** Wagner : Les maîtres-chanteurs.  
C. Franck : Les béatitudes.
- 1869** Wagner : L'or du Rhin.
- 1871** Verdi : Aïda.
- 1874** Moussorgsky : Boris Godounov.  
Tchaïkowsky : Concerto en si bémol mineur.  
Grieg : Peer Gynt.
- 1875** Bizet : Carmen.
- 1876** Wagner : L'anneau du Niebelung.
- 1878** Brahms : Concerto pour violon et orchestre.
- 1879** Tchaïkowsky : Eugène Onéguine.
- 1881** Lalo : Rhapsodie norvégienne.
- 1882** Wagner : Parsifal.  
Rimsky-Korsakov : Snegourotchka.
- 1884** Brahms : 4<sup>e</sup> symphonie.
- 1887** Verdi : Otello.  
Debussy : La demoiselle élue.
- 1888** Tchaïkowsky : 5<sup>e</sup> symphonie.
- 1890** Borodine : Le prince Igor.
- 1893** Verdi : Falstaff.  
Debussy : Quatuor à cordes.
- 1894** Debussy : Prélude à l'après-midi d'un faune (2<sup>e</sup> version).
- 1895** Strauss : Till Eulenspiegel.
- 1900** Charpentier : Louise.  
Schœnberg : Gurrelieder.  
Puccini : La Tosca.
- 1901** Ravel : Jeux d'eau.
- 1902** Debussy : Pelléas et Mélisande.
- 1904** Puccini : Madame Butterfly.
- 1905** Falla : La vie brève.  
R. Strauss : Salomé.  
Debussy : La mer.
- 1906** Dukas : L'apprenti sorcier.
- 1908** Mahler : Le chant de la terre.
- 1909** Les ballets russes à Paris.  
Ravel : Daphnis et Chloé.
- 1910** Stravinsky : L'oiseau de feu.  
Debussy : Douze préludes (1<sup>er</sup> livre).
- 1911** Debussy : Le martyre de saint Sébastien.  
Stravinsky : Petrouchka.  
R. Strauss : Le chevalier à la rose.
- 1912** Schœnberg : Pierrot lunaire.  
Debussy : Jeux.
- 1913** Fauré : Pénélope.  
Stravinsky : Le sacre du printemps.  
Roussel : Le festin de l'araignée.
- 1915** Debussy : 12 études.
- 1916** Stravinsky : Noces.
- 1917** Satie : Parade.  
Prokofiev : Symphonie classique.
- 1918** Stravinsky : Histoire du soldat.  
Satie : Socrate.  
D. Milhaud : Le bœuf sur le toit.
- 1920** Ravel : L'enfant et les sortilèges.
- 1921** Honegger : Le roi David.
- 1923** Honegger : Pacific 231.
- 1925** Prokofiev : 2<sup>e</sup> symphonie.  
A. Berg : Wozzeck.
- 1927** Stravinsky : Œdipus Rex.
- 1928** Stravinsky : Apollon musagète.  
K. Weill : L'opéra de quat'sous.
- 1930** Stravinsky : Symphonie de psaumes.  
D. Milhaud : Christophe Colomb.
- 1934** Hindemith : Mathis der Maler.
- 1935** A. Berg : Concerto.  
Honegger : Jeanne d'Arc au bûcher.
- 1936** Bartok : Musique pour cordes, percussion et célesta.
- 1937** Bartok : Sonate pour deux pianos et percussion.
- 1943** Bartok : Concerto pour orchestre.
- 1944** Messiaen : Trois petites liturgies de la présence divine.
- 1947** Stravinsky : Orphée.
- 1948** Messiaen : Turangalila-Symphonie.
- 1949** D. Milhaud : Bolivar.
- 1950** Stravinsky : The rake's progress.



Photo Giraudon

Degas : Musiciens à l'orchestre. Musée du Louvre.

# les sons musicaux

UN son est, en premier lieu, une sensation, c'est-à-dire un état de conscience; mais ce phénomène subjectif, la sensation sonore, est toujours causé par un phénomène physique, une vibration se propageant dans un milieu élastique et atteignant le tympan de l'oreille.

Nous ne percevons comme sons que les vibrations dont les fréquences sont comprises entre 16 et 20 000 cycles par seconde; toutefois, il n'y a pas de différence de nature entre ces vibrations, dites vibrations audibles, et celles, appelées infra-sons ou ultra-sons, dont les fréquences sont inférieures ou supérieures aux fréquences audibles. Il arrive que nous percevions des infra-sons; mais nous les reconnaissons alors comme des vibrations: ainsi lorsque nous sentons vibrer la coque d'un bateau; nous les percevons donc par d'autres sens que l'ouïe, le sens tactile par exemple. Par contre, nous ne percevons pas les ultra-sons, mais nous savons qu'ils sont audibles pour certains animaux, jusqu'à une limite de fréquence qui peut être très supérieure à ce qu'elle est chez l'homme (40 000 chez le chat, 80 000 chez le chien, jusqu'à 120 000 chez la chauve-souris).

## Les sons et les bruits

Les sons (sensations) se distinguent les uns des autres par leur *hauteur* (sons graves et aigus), leur *force* (sons forts et faibles) et leur *timbre*, qui permet d'identifier les instruments et les voix. On reconnaît parfois aux sons d'autres caractères, tel que le volume ou la clarté, mais leur indépendance vis-à-vis des trois attributs principaux n'est pas parfaitement établie: ainsi, le « volume » d'un son

augmente lorsque ce son devient plus grave ou plus fort.

Considérons maintenant les vibrations; chaque molécule se déplace de part et d'autre d'une position moyenne; de ces déplacements résultent, en chaque point de l'espace, des compressions et des dilatations successives, variations de pression autour d'une valeur moyenne qui, dans l'air, est la pression atmosphérique. Les variations de pression, transformées en oscillations électriques grâce à un microphone, peuvent être enregistrées; la courbe ainsi obtenue est un *oscillogramme*, ou « courbe sonore »; elle permet de connaître la forme du phénomène vibratoire étudié.

Seules, les vibrations périodiques donnent des sons de hauteur définie, c'est-à-dire susceptibles d'être désignés par le nom d'une note de la gamme; pour cette raison, on les nomme souvent *sons musicaux*. On donne, d'autre part, le nom de *bruits* aux vibrations sonores non périodiques; la sensation, dans ce cas, n'a pas de hauteur définie, bien qu'un bruit puisse être aigu ou grave. La distinction entre bruits et sons musicaux tend à perdre une partie de sa valeur en présence de la musique « concrète », qui utilise largement les bruits.

Tandis que les instruments de musique produisent des sons complexes (c'est-à-dire des vibrations non-sinusoidales, mais décomposables, comme nous le verrons plus loin, en fonctions sinusoidales), il est possible de produire, par exemple au moyen d'oscillateurs électroniques, des *sons purs*, c'est-à-dire des vibrations sinusoidales, donc indécomposables. L'étude de la perception des sons utilise en grande partie des sons purs, afin

de réaliser des conditions expérimentales rigoureusement définies; mais on vérifie que les résultats ainsi obtenus peuvent s'étendre à tous les sons musicaux.

### La hauteur des sons

La hauteur d'un son dépend principalement de sa *fréquence*, et elle est d'autant plus élevée que la fréquence est plus grande; la valeur de la fréquence (nombre de vibrations par seconde) s'exprime en cycles par seconde ou hertz. L'habitude de considérer les sons aigus comme hauts, et les sons graves comme bas vient sans doute de ce que, émis d'un même endroit, les sons aigus paraissent venir d'une source plus élevée au-dessus du sol que les graves.

Il est intéressant de comparer l'étendue du champ des fréquences audibles (de 16 à 20 000, soit dix octaves environ) au champ de fréquences utilisé par la musique: le piano va de 27 cycles/s (*la*<sub>1</sub>) à 4170 (*ut*<sub>7</sub>); le piccolo monte jusqu'à 4 752 cycles/s; l'orgue utilise presque toutes les fréquences audibles, puisqu'il va de 16 cycles/s (*ut*<sub>1</sub>) à 16 700 (*ut*<sub>9</sub>); la voix humaine, enfin, s'étend, pour l'ensemble des différentes tessitures, de la fréquence 80 à la fréquence 1 200 (un peu moins de 4 octaves).

La note la plus grave de l'orgue est presque un infra-son, et elle intervient surtout par ses harmoniques; cette fréquence, en effet, n'est pas audible par tous, car la limite inférieure et la limite supérieure des fréquences audibles varient légèrement d'une personne à une autre. La limite supérieure, d'autre part, s'abaisse avec l'âge et les vieillards sont peu sensibles aux sons les plus aigus.

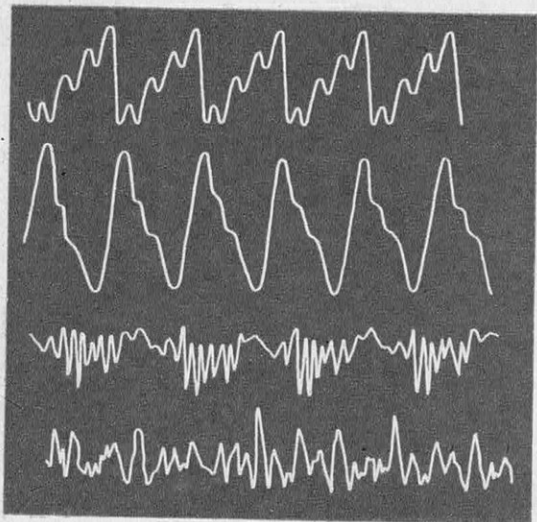
### L'échelle musicale et son origine

On a l'habitude d'exprimer la hauteur des sons dans l'échelle musicale, et on appelle *intervalle* la différence de hauteur de deux notes. La création de l'échelle musicale remonte à l'Antiquité. Les Grecs savaient que la hauteur du son produit par une corde vibrante dépend de sa longueur; ils avaient reconnu qu'en diminuant de moitié la longueur de la corde, la hauteur montait toujours d'un même intervalle, parfaitement consonant (appelé depuis octave); de même, en diminuant la longueur seulement d'un tiers, le son montait d'un intervalle plus petit, le plus consonant après l'octave (quinte). Ces deux intervalles séparent les sons de deux cordes dont les longueurs sont dans les rapports de 1 à 2 ou de 2 à 3, et la relation entre consonance et rapports simples jouait un grand rôle dans la doctrine pythagoricienne.

Comme la fréquence est inversement proportionnelle à la longueur de la corde (fait établi au XVII<sup>e</sup> siècle seulement), la série des octaves successives correspond à des fréquences  $f$ ,  $2f$ ,  $4f$ ,  $8f$ , etc., et la série des quintes à des fréquences  $f$ ,  $f \times 3/2$ ,  $f \times (3/2)^2$ ,  $f \times (3/2)^3$ , etc. Ainsi, la hauteur monte d'un même intervalle chaque fois que la fréquence est multipliée par un même nombre; on peut dire que la hauteur, exprimée dans l'échelle musicale, varie en progression arithmétique quand la fréquence varie en progression géométrique, ou encore que la hauteur varie comme le logarithme de la fréquence; l'intervalle de deux notes de fréquences  $f_1$  et  $f_2$  s'exprime par le rapport de leurs fréquences  $f_2/f_1$ .

### Gammes de Pythagore et de Zarlin

L'origine de la gamme de 7 notes n'est pas connue, mais la tradition attribue à Pythagore (VI<sup>e</sup> s. av. J.-C.) la fixation des rapports de longueur des cordes, rapports établis par la seule considération des intervalles d'octave et de quinte, et qui sont naturellement les inverses des rapports de fréquence. Les intervalles musicaux (seconde, tierce, quarte, quinte, sixte, septième, octave) ont reçu leurs noms par référence à cette série de 7 notes, complétée par une huitième qui répète la première, et qui est le point de dé-



← Oscillogrammes d'une note de piano, d'une note de flûte (488 cycles/s), d'une note de hautbois (254 cycles/s) et d'un bruit de rue. Les trois premières courbes sont périodiques; dans la dernière, aucune période n'apparaît.

part d'une gamme identique, mais transposée à l'octave.

Le tableau ci-contre donne les fréquences des notes successives de la gamme de Pythagore, en les rapportant à celle de la première note.

Dès l'Antiquité, la gamme fut l'objet de recherches et de modifications, qui répondaient à des préoccupations tant mathématiques que musicales.

A partir du <sup>xvi</sup><sup>e</sup> siècle prévalut la gamme de Zarlin (Zarlino, prêtre et musicien italien, 1517-1590) dans laquelle les fréquences, rapportées à celles de la tonique (première note de la gamme) sont exprimées par des fractions plus simples; la gamme de Zarlin est aussi appelée gamme *naturelle*, parce que ses degrés reproduisent (exactement pour la plupart, presque exactement pour les autres) des harmoniques de la tonique transposés à une octave ou quelques octaves dans le grave.

Le tableau ci-contre indique, pour chaque note de la gamme de Zarlin, sa fréquence par rapport à la tonique et, à la ligne suivante, par rapport à la note qui la précède.

La gamme de Zarlin, comme on le voit, comprend trois intervalles différents, d'abord le *ton majeur* ( $9/8$ ) et le *ton mineur* ( $10/9$ ), dont la différence est mesurée par le rapport  $9/8 : 10/9 = \frac{81}{80}$ , intervalle petit mais perceptible appelé *comma*; ensuite le *demi-ton* ( $\frac{16}{15}$ ), nettement plus petit que le ton majeur et le ton mineur, mais cependant légèrement supérieur à la moitié de l'un comme de l'autre.

### La gamme tempérée

Pour pouvoir transposer, c'est-à-dire reproduire la gamme à partir d'une note quelconque en retrouvant la même succession d'intervalles, on a dû intercaler des notes supplémentaires en élevant ou en abaissant les notes principales de la gamme naturelle; par exemple, entre *fa* et *sol* on a introduit *fa dièse* (*fa*♯) tel que *mi-fa*♯ constitue un ton majeur et *fa*♯-*sol* un demi-ton; entre *la* et *si*, *si bémol* (*si*♭), tel que *la-si*♭ soit un demi-ton, et *si*♭-*ut* un ton majeur.

Ainsi, il y avait *ut*♯ et *ré*♭ entre *ut* et *ré*,

### La gamme de Pythagore

ut	ré	mi	fa	sol	la	si	ut
1	$9/8$	$81/64$	$4/3$	$3/2$	$27/16$	$243/128$	2

### La gamme de Zarlin

ut	ré	mi	fa	sol	la	si	ut
1	$9/8$	$5/4$	$4/3$	$3/2$	$5/3$	$15/8$	2
	$9/8$	$10/9$	$16/15$	$9/8$	$10/9$	$9/8$	$16/15$

*ré*♯ et *mi*♭ entre *ré* et *mi*, etc.; mais l'intervalle *ut*♯-*ré*♭ étant très faible (à peu près un comma), l'oreille supporte qu'on le néglige et que l'on confonde ces deux notes en une seule placée à égal intervalle d'*ut* et de *ré*; elle permet aussi que l'on néglige la faible différence entre les trois intervalles

*ut-ut*♯ ( $\sqrt{\frac{9}{8}}$  = moitié d'un ton majeur),

*ré-ré*♯ ( $\sqrt{\frac{10}{9}}$  = moitié d'un ton mineur) et

*mi-fa* ( $\frac{16}{15}$  = demi-ton); on a ainsi été conduit

à diviser l'octave en 12 intervalles égaux; la gamme devient alors une succession de 12 notes, une 13<sup>e</sup> répétant la première à l'octave.

La gamme ainsi constituée est la gamme tempérée, utilisée depuis le <sup>xviii</sup><sup>e</sup> siècle (J.-S. Bach) pour l'accord des instruments à sons fixes (clavecin, piano, orgue); son emploi facilite beaucoup la transposition dans tous les tons.

La gamme tempérée comporte douze demi-tons égaux, appelés demi-tons tempérés; le demi-ton tempéré correspond au rapport de fréquence  $\sqrt[12]{2}$ , de sorte que la hauteur d'une note monte d'un demi-ton chaque fois que la fréquence est multipliée par  $\sqrt[12]{2} = 1,060$ , autrement dit chaque

### La gamme tempérée à douze demi-tons égaux

ut	ut ♯	ré	ré ♯	mi	fa	sol	sol ♯	la	la ♯	si	ut
	ré ♭		mi ♭	fa ♭	mi ♯		la ♭		si ♭	ut ♭	si ♯

fois que la fréquence augmente de 6 p. 100.

L'échelle musicale n'est complètement définie que si l'on fixe la valeur d'un de ses degrés; le degré choisi est le  $la_3$ , dont la fréquence est en France, légalement, de 435 vibrations par seconde. Les octaves successives sont numérotées de -1, la plus grave, à 9, la plus aiguë; chaque note porte en indice le numéro de l'octave à laquelle elle appartient.

### Intervalles et mesure des hauteurs

Il nous semble tout naturel de considérer que des intervalles de même nom représentent d'égales différences de hauteur; des psychologues ont cependant depuis longtemps mis en doute cette manière de voir. Des recherches faites en 1937-1940 par le psychologue américain Stevens, avec les moyens qu'offre l'électronique, et en respectant les règles qui s'imposent en pareille matière (en particulier, utiliser un grand nombre de sujets), l'ont conduit à définir une unité de hauteur, le *mel* (du mot *melody*): un son pur de fréquence 1000 a, par définition, une hauteur de 1000 mels. Les intervalles, mesurés avec cette unité, n'ont pas la même valeur dans les différentes tessitures; ainsi les octaves augmentent des graves jusque vers la fréquence 4 000, puis diminuent légèrement pour les sons plus aigus.

La mesure des hauteurs par la méthode de Stevens ne vise évidemment pas à supplanter l'échelle musicale, ce qui n'aurait aucun sens, mais elle permet sans doute de mieux en apprécier la signification; d'après ces recherches, en effet, la hauteur ne varie pas logarithmiquement avec la fréquence, et l'échelle musicale, échelle logarithmique de fréquence, n'est pas une échelle de hauteur; en d'autres termes, un instrument s'accorde suivant certains rapports de fréquence, non suivant d'égales différences de hauteur.

### La hauteur et l'intensité

Beaucoup d'observateurs, depuis un siècle, ont noté un changement de hauteur quand varie l'intensité d'un son; plusieurs ont rapporté le fait suivant: si l'on demande à un chanteur de reproduire le son d'un diapason, la voix baisse lorsque le diapason est très proche de l'oreille.

La grandeur subjective des intervalles n'est pas la même suivant la hauteur, comme l'a montré le psychologue américain Stevens. Ici l'octave est à son maximum vers 4 000 c/s.

Là encore, des expériences précises ont été faites par Stevens, avec des sons purs; elles ont montré que l'accroissement d'intensité élevait la hauteur pour les aigus, l'abaissait pour les graves, tandis qu'aux fréquences moyennes (2 000 à 3 000), l'action de l'intensité sur la hauteur était à peu près nulle. Assez importante pour les sons purs, puisqu'elle peut atteindre deux demi-tons aux fréquences basses et élevées, l'influence de l'intensité est pratiquement inexistante pour les sons complexes, ceux que produisent les instruments de musique; cela a été vérifié avec soin, notamment pour le violon et le violoncelle. En musique, il est donc permis de considérer la hauteur comme fonction seulement de la fréquence.

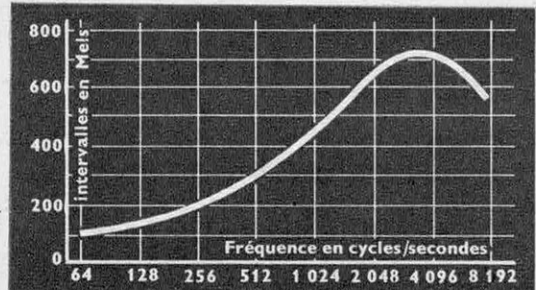
Si l'on fait varier la fréquence d'un son, la hauteur perçue ne se modifie que si le changement de fréquence atteint une certaine valeur minimum. La valeur du plus petit intervalle perceptible exprime la sensibilité de l'oreille aux différences de hauteur. Elle est à peu près constante pour les sons suffisamment forts entre 500 et 4 000 cycles/s et le rapport

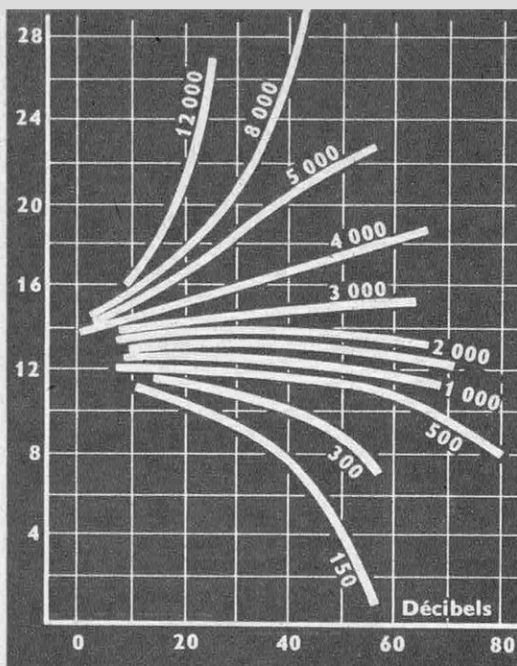
des fréquences vaut environ  $\frac{3}{1\ 000}$ ; cela signifie qu'il suffit d'augmenter (ou diminuer) de 3 ‰ la fréquence d'un son pour donner une nouvelle sensation de hauteur (changement de fréquence de 1,5 cycle/s à la fréquence 500, 12 cycles/s à la fréquence 4 000). Cet intervalle, le plus petit qui soit perceptible, est encore appelé « seuil différentiel de perception des hauteurs ».

On peut apprécier la finesse de l'acuité auditive en remarquant que la variation de 3 ‰ représente un intervalle voisin de  $\frac{1}{20}$

de demi-ton tempéré ou  $\frac{1}{4}$  de comma; le comma correspond en effet à une différence de fréquence de 12,5 ‰, et les notes *do* et *ré* b, confondues par construction dans le piano, sont distinctes pour un violoniste, par exemple.

Si nous entendons le comma, nous n'en-





Quand l'intensité d'un son varie, la hauteur subjective change. Ici, d'après Stevens, on a porté en ordonnées le pourcentage de changement pour onze fréquences différentes en fonction des intensités portées en abscisses.

tendons pas tout à fait le *savart* (l'intervalle d'octave se divise en 301 savarts), qui représente un accroissement de fréquence de 2,3 ‰. Cependant, la finesse de discrimination des hauteurs est encore meilleure chez certaines personnes qui arrivent à reconnaître des variations de fréquence de 2 ‰, et même, dans des cas exceptionnels, de 1 ‰; d'autres en revanche reconnaissent difficilement le demi-ton (mais, chez celles-là, le pouvoir de discrimination semble s'améliorer par l'entraînement).

Notons que la sensibilité de l'oreille aux variations de hauteur est moins bonne pour les graves et les aigus; la plus petite variation de hauteur perceptible est de 10 ‰ à la fréquence 50 ou à la fréquence 8 000. Cette sensibilité est plus grossière aussi pour les sons très faibles; aux intensités moyennes ou fortes on peut distinguer environ 1 800 sons de hauteur différente entre les plus graves et les plus aigus (250 par octave, aux hauteurs moyennes), et 600 seulement aux faibles intensités.

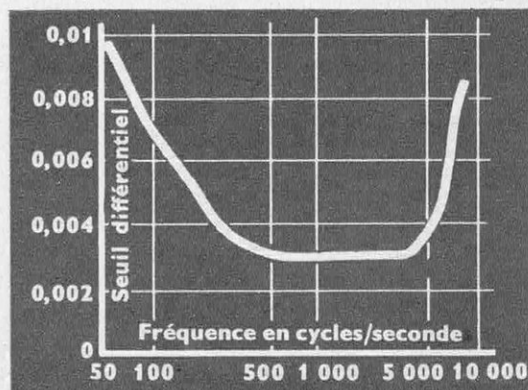
### Audition absolue et audition relative

Avoir l'audition absolue ou l'*oreille absolue*, c'est être capable de nommer immédiatement une note que l'on entend, sans avoir la possibilité de la comparer à un autre son et sans chercher à la reproduire intérieurement.

Avoir l'*audition relative*, c'est être capable de reconnaître immédiatement l'intervalle de deux notes entendues successivement, sans reproduire intérieurement ces notes (ceci pour exclure les autres sensations qui pourraient aider l'ouïe à reconnaître les sons, par exemple celles qui ont leur origine dans les cordes vocales).

L'audition relative, nécessaire à la pratique de la musique, est assez répandue; il semble d'ailleurs que toute personne puisse l'acquérir par l'éducation. L'audition absolue est au contraire très rare, même chez les musiciens. Le psychologue américain Bachem, qui a étudié une centaine de personnes considérées comme ayant l'oreille absolue, n'en a trouvé que 7 chez qui cette oreille absolue était infaillible: elles reconnaissent immédiatement et de façon tout à fait exacte un son quelconque joué sur n'importe quel instrument, ou un son pur, et se défendaient vivement contre l'expérimentateur qui voulait les convaincre d'erreur. Mais ces cas sont exceptionnels; la plupart des musiciens, qui croient avoir l'oreille absolue, reconnaissent aisément des notes jouées sur leur instrument ou quelques instruments qui leur sont familiers, mais hésitent et font des erreurs si les notes sont produites par un instrument inhabituel, à plus forte raison s'il s'agit de sons purs; le timbre les aide donc à reconnaître les notes.

L'audition absolue est-elle un don inné, ou bien peut-elle s'acquérir et se développer? Chacun peut, semble-t-il, sinon acquérir l'audition absolue, du moins améliorer son aptitude à reconnaître les sons produits par des instruments ou la voix humaine; mais il reste que, dans la plupart des cas,



Pour que l'oreille décèle un changement de hauteur, il faut une variation relative de fréquence ( $\Delta f/f$ ) différente suivant qu'il s'agit d'un son dans le grave, le médium ou l'aigu.

l'audition absolue est médiocre alors qu'elle est parfois excellente chez de très jeunes enfants; quelque faculté semble donc être innée, et c'est, sinon l'oreille absolue elle-même, du moins l'aptitude à l'acquiescer, aptitude étonnamment développée chez certains sujets. L'hérédité joue d'ailleurs un rôle à cet égard, car il existe des familles où l'oreille absolue se rencontre avec une fréquence beaucoup plus grande que dans un groupe humain quelconque.

Posséder une bonne audition absolue et relative est ce qu'on appelle couramment «avoir de l'oreille»; la développer par l'exercice et l'éducation, c'est «acquiescer de l'oreille». Expressions fallacieuses! La différence entre une personne qui «a de l'oreille» et une autre qui en est dépourvue, ne réside pas dans la structure ni le fonctionnement de l'oreille; apprendre à reconnaître les sons n'est pas plus une éducation de l'oreille qu'apprendre à lire n'est une éducation de l'œil, l'un et l'autre sont éducation de l'esprit.

### Intensité sonore et décibels

Nous disons qu'un son est fort ou faible; cette appréciation exprime la force sonore (ou «sonorité»); elle se rapporte à la sensation. D'autre part, les vibrations transportent de l'énergie; la quantité d'énergie, mesurable avec des instruments appropriés, représente l'intensité du son. De quelle façon la sonorité dépend-elle de l'intensité sonore? Il nous faut d'abord étudier celle-ci.

Les vibrations produisent, en chaque point de l'espace où se propage le son, des variations de pression. Ces variations et les déplacements des molécules entraînent une dissipation d'énergie: la propagation du son est un transfert d'énergie. L'intensité sonore en un point de l'espace est, par définition, l'énergie transmise par seconde à chaque unité de surface perpendiculaire à la direction de propagation du son.

Lorsqu'on parle d'intensité de sons ou de bruits, on emploie habituellement une unité appelée *décibel*. L'échelle des décibels est une échelle logarithmique qui a pris naissance en 1925 dans le domaine des transmissions téléphoniques: l'intensité d'un signal décroît le long d'une ligne et les ingénieurs ont jugé commode de représenter cette diminution d'énergie par le rapport de l'énergie du début à celle de la fin; le logarithme décimal de ce rapport mesure la diminution d'énergie et est exprimé en *bels* (en hommage à Graham Bell, l'un des inventeurs du téléphone). On utilise en pratique, le *décibel* (en abrégé: dB) qui est le dixième du bel.

D'après cette définition, 10 décibels représentent un rapport d'intensité (c'est-à-dire d'énergie transportée) de 10 à 1 ( $\log 10 = 1$ ), 1 décibel un rapport de 1,26 ( $\log 1,26 = 0,1$ ), soit une variation d'intensité de 26 %; enfin, une réduction de moitié de l'intensité s'exprime par une chute de 3 décibels ( $\log 2 \approx 0,3$ ).

L'échelle des décibels a été vite adoptée en acoustique où son emploi est particulièrement commode; en effet, l'énergie mise en jeu par les sons les plus forts que l'on puisse supporter (seuil de douleur) est environ  $10^{13}$  (10 000 milliards) fois plus grande que celle des sons tout juste audibles (seuil absolu d'audibilité); cet écart énorme se ramène à une différence de 130 décibels et les autres sons se placent entre ces deux extrêmes, comme l'indique approximativement le tableau ci-dessous.

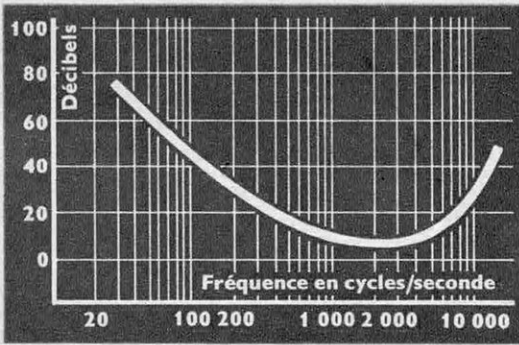
#### Echelle de valeur des sons

130 dB	Seuil de la douleur
120 dB	Tonnerre, plastic
110 dB	Avion à quelques mètres
100 dB	Atelier de chaudronnier - rivetage
90 dB	Rugissement d'un lion à quelques mètres
80 dB	Rue très active
60 dB	Conversation courante
50 dB	Auto peu bruyante
40 dB	Rue calme de grande ville
30 dB	Habitation moyenne
20 dB	Chuchotement
10 dB	Bruissement des feuilles dans la brise
0 dB	Seuil absolu d'audibilité

Les décibels peuvent se compter à partir d'un niveau arbitrairement choisi; augmenter l'intensité de 50 dB, par exemple, c'est multiplier l'énergie sonore par 100 000; mais, naturellement, on ne connaît la valeur de la nouvelle intensité que si l'on connaît celle de l'intensité primitive. Dans le tableau précédent, les intensités sont exprimées en décibels au-dessus du seuil d'audibilité. Les techniciens ont défini un niveau de référence international qui en est très proche.

### Décibels et loi de Fechner

Si l'adoption d'une échelle logarithmique des intensités sonores répond à des raisons de simplicité et de commodité, elle n'est cependant pas sans rapport avec des considérations d'un ordre tout à fait différent, que l'on doit rappeler ici: il s'agit de la «loi» de Fechner d'après laquelle la sensation croît comme le logarithme de l'excitation ou encore:



← C'est vers 2 000 à 3 000 c/s que l'oreille est le plus sensible. La courbe des variations du seuil d'audibilité en fonction de la fréquence montre que sa sensibilité diminue beaucoup vers les sons graves et les aigus.

la sensation croît en progression arithmétique quand l'excitation croît en progression géométrique.

Si l'on admet la validité de la loi de Fechner, l'échelle des décibels donne directement la mesure des sensations sonores. La conversation courante doit être alors jugée six fois plus bruyante que les feuilles dans la brise, et le tonnerre deux fois plus que la conversation. Ces chiffres sont assez surprenants, et font naître des doutes quant à la validité de la loi; nous verrons plus loin ce qu'il faut en penser.

### La sensibilité auditive

Le seuil d'audibilité pour une fréquence donnée est la plus faible intensité qui permette d'entendre un son de cette fréquence; comme il varie légèrement d'une personne à une autre, et même pour chacune d'un essai à l'autre, on doit faire un grand nombre de mesures pour en connaître correctement la valeur. Le seuil d'audibilité dépend de la fréquence et sa valeur est minimum vers les fréquences 2 000 à 3 000; cette valeur est le *seuil absolu d'audibilité ou seuil absolu de l'audition*, et représente la plus grande sensibilité de l'oreille; de part et d'autre du minimum, en effet, le seuil s'élève; autrement dit, la sensibilité diminue rapidement vers les graves comme vers les aigus.

Pour qu'une vibration de fréquence 2 000 soit audible, il suffit que la pression de l'air varie d'environ un dix-milliardième de sa valeur. Dans ces conditions, l'amplitude des déplacements du tympan est de l'ordre du

→ L'espace entre les deux courbes représente le champ auditif moyen d'un être humain. Les fréquences sont en abscisses et les intensités en ordonnées. La courbe du seuil d'audibilité rejoint celle de la douleur pour les sons très graves et les sons très aigus.

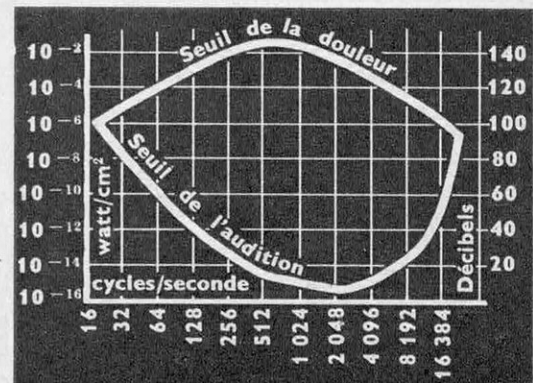
centième du diamètre de la molécule d'hydrogène. Ainsi, notre sensibilité auditive est très fine, et même elle ne pourrait guère être meilleure; en effet, un abaissement du seuil d'une dizaine de décibels (de 2 à 3 dB seulement pour les personnes dont l'ouïe est particulièrement fine), nous conduirait à entendre continuellement un bruit de fond dû à l'agitation thermique des molécules de l'air. Par suite, il est peu probable qu'il existe des animaux ayant, dans la bande de fréquence 2 000-3 000, une sensibilité meilleure que celle de l'homme.

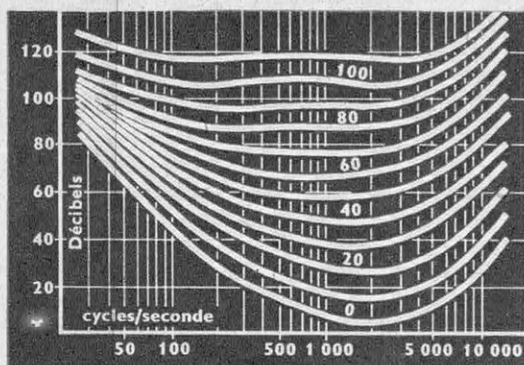
Naturellement, nous entendons mieux avec deux oreilles qu'avec une seule, cependant la différence de sensibilité n'est pas très grande: le seuil d'audibilité, avec une seule oreille (audition monaurale), s'élève seulement de 3 dB.

Lorsqu'on augmente beaucoup l'intensité d'un son, la sensation sonore finit par faire place à une sensation d'une autre nature, probablement tactile, qui est douloureuse; le seuil de douleur dépend aussi de la fréquence, quoique dans une mesure plus faible que le seuil d'audibilité. Les deux seuils peuvent donc être figurés par des courbes, et l'espace compris entre ces courbes représente le champ auditif moyen d'un être humain.

### La force sonore ou « sonorie »

La connaissance de l'intensité d'un son ne suffit pas pour en prévoir la force; celle-ci n'est pas déterminée seulement par l'intensité. On peut constater facilement, sur la figure page 38 qu'à la même intensité, des sons de





La « sonorité », ou force subjective d'un son varie avec la fréquence et l'intensité. Le nombre placé au-dessus de chaque courbe indique le niveau de sonorité en phons; le zéro correspond au seuil normal d'audition.

fréquences différentes n'ont pas du tout la même force; par exemple, à 40 dB au-dessus du niveau de référence, un son de fréquence 2 000 est élevé au-dessus du seuil et relativement fort, tandis que les sons de 200 cycles/s et 10 000 cycles/s sont proches du seuil et très faibles; ceux de fréquence inférieure à 100, avec la même intensité, sont même au-dessous du seuil, et inaudibles. Pour indiquer l'effet psychologique d'un son, c'est-à-dire pour savoir s'il est plus ou moins fort qu'un autre (et cela est particulièrement nécessaire dans la lutte contre les sons et les bruits parasites), on doit donc connaître le niveau de sa force sonore ou « sonorité », et pas seulement celui de son intensité.

Dans ce but, on a fait choix d'une unité, le *phon*, ainsi défini : le niveau de sonorité d'un son de fréquence 1 000 s'exprime, en phons, par le même nombre que son niveau d'intensité en décibels. On a ensuite cherché à quelles intensités les sons des diverses fréquences avaient une sonorité de 10 phons, 20 phons, etc., ce qui a permis de tracer des courbes d'égale niveau de sonorité. Il apparaît clairement, sur la figure ci-dessus, que pour réaliser une même sonorité il faut des intensités très différentes suivant les fréquences. En outre, les courbes se rapprochent quand on s'écarte des fréquences moyennes, surtout vers les graves; ce fait conduit à penser que la sonorité n'est pas une fonction logarithmique de l'intensité, contrairement à ce que voudrait la « loi » de Fechner; pour reprendre les exemples cités à propos de cette loi, la conversation, d'après les mesures de sonorité, apparaît 60 fois plus bruyante que les feuilles dans la brise, et le tonnerre environ 25 fois plus que la conversation.

En ce qui concerne les sons musicaux, il est intéressant de remarquer qu'à intensité égale, un son complexe est plus fort qu'un son pur; en d'autres termes, l'introduction d'harmoniques (l'intensité restant au total la même)

produit un accroissement important de sonorité. Ce phénomène joue un grand rôle en musique; c'est ainsi, par exemple, que presque toute la sonorité des cordes graves du piano est due aux harmoniques élevés.

## Les partiels

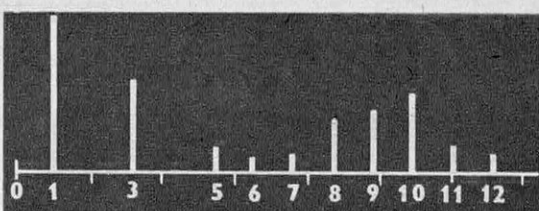
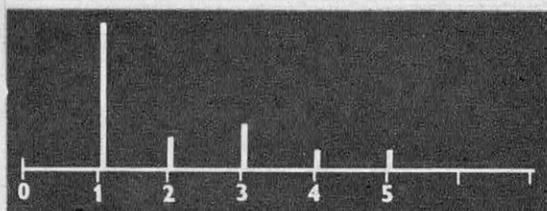
Le timbre est la qualité des sons qui nous permet de reconnaître les instruments et les voix. Comme la hauteur et la force sonore, le timbre est un caractère de la sensation; comme elles, il correspond à une réalité physique, qui est ici la complexité des vibrations.

Dans une note jouée sur un instrument de musique, une oreille exercée peut distinguer plusieurs sons; l'un d'abord, le plus grave, qui donne à la note sa hauteur et son nom; d'autres ensuite, plus aigus, en nombre plus ou moins grand : tous ces sons se nomment les *partiels* du son musical produit par l'instrument.

Le partiel le plus grave, celui qui définit la note, est appelé le *son fondamental*; on peut reconnaître que les autres partiels ont des fréquences multiples (ou fréquences harmoniques) de celle du fondamental : ce sont les *harmoniques* du fondamental; ainsi, la note  $ut_3$  (fréquence 261) jouée au piano est accompagnée de  $ut_4$  (fréquence 522),  $sol_4$  (fréquence 783) et d'autres harmoniques encore plus aigus, mais plus faibles. Rien de tel avec un son pur produit par un oscillateur électronique : on ne peut y entendre qu'un seul son, car il ne contient qu'une fréquence; il en est également ainsi, ou presque, pour les sons de diapasons.

## L'analyse des harmoniques

L'analyse par l'oreille est forcément grossière et incomplète, car nous n'entendons des harmoniques que ceux dont l'intensité est assez grande. Une analyse complète et précise peut être réalisée mathématiquement, en se fondant sur le théorème de Fourier (mathématicien français, 1768-1830). Fourier a démontré que toute courbe périodique non sinusoïdale d'une certaine fréquence peut être décomposée en une somme de courbes sinusoïdales, de fréquences égale, double, triple, etc. qui sont appelées ses composantes harmoniques. L'analyse physique, ba-



Deux exemples de spectres de fréquence : à gauche, d'une note de piano, à droite, d'une note de clarinette. L'axe horizontal est gradué en fréquences, les chiffres désignent les harmoniques successifs et la hauteur du trait leur intensité. On note, pour la clarinette, l'absence des harmoniques 2 et 4 et l'importance des 8, 9 et 10.

## Spectre sonore et timbre

sée sur la résonance, montre qu'il ne s'agit pas d'un artifice mathématique, mais que les harmoniques ont une existence physique réelle.

Rappelons ce qu'est la résonance : tout système possédant une fréquence propre de vibration se met à vibrer si on le soumet à une force qui agit sur lui précisément avec cette fréquence; on dit qu'il entre en résonance. Ainsi une corde de piano, frappée par le marteau, fait entendre une certaine note; réciproquement, si la même note est émise par la voix humaine ou un autre instrument au voisinage de la corde, celle-ci entre en vibration par résonance, et reproduit la note à son tour.

L'ensemble des cordes d'un piano, si l'on soulève les étouffoirs, constitue un système de résonateurs capable de répondre à autant de fréquences différentes qu'il y a de touches au clavier; si un accord de plusieurs notes est joué auprès des cordes, on voit entrer en résonance toutes celles qui correspondent aux notes contenues dans l'accord; de même, en chantant ou en jouant au violon, par exemple, une certaine note, on fera résonner, parmi les cordes du piano, non seulement celle qui a la fréquence du fondamental, mais aussi celles qui correspondent aux harmoniques contenues dans la vibration complexe.

Le physicien et physiologiste Helmholtz (1821-1894), dont les travaux dominent encore aujourd'hui l'acoustique physiologique, a montré, dans les sons complexes, la présence effective des harmoniques prévus par le théorème de Fourier.

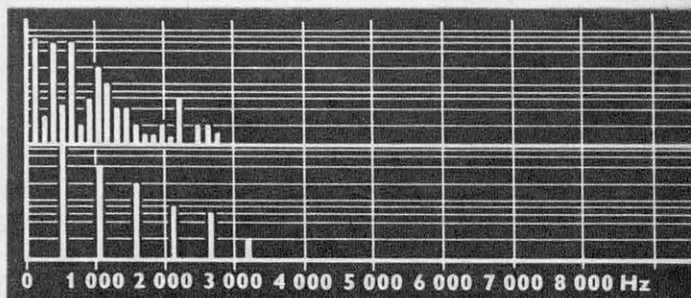
On construit aujourd'hui des analyseurs de fréquence basés sur la résonance de circuits électriques; ces appareils donnent immédiatement le résultat de l'analyse sous forme d'un tableau appelé *spectre de fréquence* ou *spectre sonore*; celui-ci indique, non seulement quels harmoniques existent dans la vibration complexe, mais encore leurs intensités relatives.

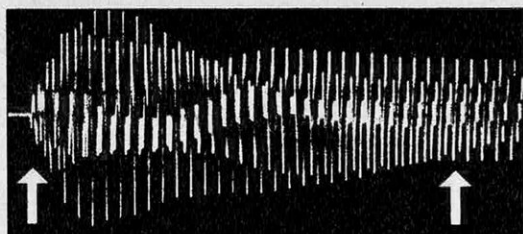
Un son pur est terne et monotone, il n'a pas de timbre; au contraire, les harmoniques enrichissent le son d'un instrument, lui donnent plénitude et vie. La qualité du timbre dépend de l'intensité des harmoniques accompagnant le son fondamental; ainsi, le timbre rude des cuivres est dû à l'importance des harmoniques de rang élevé, neuvième et au delà. Les divers jeux d'un orgue font entendre des timbres différents parce que leurs tuyaux n'ont pas la même forme et ne sont pas faits de la même matière: de ce fait, les sons qu'ils produisent n'ont pas la même composition en harmoniques. Deux violons diffèrent par leur sonorité, c'est-à-dire par la qualité de leurs sons, parce que les spectres de ces sons ne sont pas tout à fait les mêmes.

La synthèse des timbres consiste à produire simultanément des sons purs ayant la fréquence du fondamental et des harmoniques voulus; réalisée d'abord avec des diapasons par Helmholtz, puis par des procédés électriques, elle permet de constater que le timbre dépend bien du spectre de fréquence, non de la forme générale de la vibration; en effet, si l'on produit un déphasage en décalant l'une des composantes, on modifie la forme de la vibration complexe, mais non le timbre.

Cependant, le timbre ne dépend pas que du spectre; celui-ci caractérise bien le son dans son état stationnaire, mais pas dans sa période d'établissement. En effet, depuis le moment où l'instrumentiste accomplit le mouvement qui doit produire la note jusqu'à ce que celle-ci atteigne son état vibratoire caractéristique,

La clarinette est un des instruments dont le timbre varie beaucoup avec le registre, ici le « chalumeau » donnant l' $ut_2$  et le « clairon » sonnant l' $ut_4$ , dont les spectres de fréquences accusent de profondes différences. →





← L'analyse de cet oscillogramme de la période transitoire d'une note de piano fournit une dizaine d'harmoniques dont les intensités varient continuellement. Cette période indiquée entre les flèches est de 0,23 secondes.

il s'écoule une période pendant laquelle la courbe sonore n'a pas encore de forme fixe parce que les intensités relatives des divers harmoniques varient continuellement. On appelle *phénomènes transitoires* ces vibrations de la période d'établissement du son; cette période peut durer de 20 millisecondes jusqu'à 200 ou même 300 millisecondes (flûte). Des phénomènes transitoires se produisent également à toute modification du son.

Or la musique et la parole ne se composent pas de sons fixes, mais de sons continuellement variables; aussi sont-elles constituées en grande partie par les phénomènes acoustiques transitoires, qui jouent un rôle très important dans la réalisation du timbre. Les enregistrements sur bande magnétique se prêtent particulièrement bien à des expériences à ce sujet, car on peut enregistrer des sons fixes produits par des instruments, et « couper » les transitoires; on s'aperçoit alors que les instruments sont souvent très difficiles à distinguer les uns des autres, et que l'on peut confondre basson et violoncelle, voire cor et flûte ! De même, la synthèse des timbres, qui permet de reconstituer les spectres sonores des instruments au moyen de circuits électriques appropriés, n'est souvent pas satisfaisante, car elle ne recrée pas exactement les phénomènes transitoires.

Ainsi, les sons de la musique et de la voix perdent une partie de leur caractère si on les immobilise dans un état stationnaire; ce n'est pas seulement leur composition mais aussi leur évolution continue qui leur donnent valeur émotive et signification.

### Les sons subjectifs

Une personne dont l'oreille reçoit un son pur assez intense n'entend pas un son pur; si elle est suffisamment exercée, elle peut percevoir, en même temps que le son correspondant à la fréquence émise par la source sonore, des harmoniques de ce son, harmoniques qui n'existent pas dans les vibrations reçues par l'oreille et sont appelés pour cette raison « harmoniques subjectifs ».

Si l'oreille reçoit simultanément deux sons purs, on peut entendre aisément, en même temps que ces deux sons, celui qui a pour fréquence la différence de celles des deux sons (son différentiel) et, plus difficilement, celui dont la hauteur correspond à la somme des fréquences (son de sommation). Les sons différentiels, dont l'existence est très banale, ont une grande importance en musique. Dans un son complexe, il est possible de supprimer le fondamental (au moyen d'un filtre sélectif sur le circuit électrique dont les oscillations entretiennent la source sonore) sans modifier la hauteur: l'oreille rétablit le fondamental, comme différentiel entre les harmoniques successifs. De même, si l'on fait entendre simultanément des sons dont les fréquences sont en progression arithmétique, par exemple 400, 600, 800 et 1 000, la hauteur perçue est ici celle d'un son de fréquence 200; si l'on ajoute les fréquences 500, 700, 900, la hauteur baisse d'une octave, le nouveau différentiel ayant la fréquence 100. L'existence des différentiels permet ainsi de faire entendre des sons graves que ne produit pas la source sonore; par exemple, dans l'orgue, le tuyau coûteux et encombrant de 32 pieds, qui donne le son le plus grave (environ 16 cycles/s) est habituellement supprimé, son absence étant compensée par le différentiel des sons fournis par les tuyaux de 16 pieds et 10 pieds  $\frac{2}{3}$  (fréquences 32 et 48).

De même, beaucoup d'appareils de transmission sonore (téléphone, haut-parleurs) ne transmettent pas les vibrations de basses fréquences, inférieures à 250 cycles/s, par exemple; cependant, la voix humaine et les instruments graves sont convenablement entendus parce que ces sources sonores sont riches en harmoniques; l'oreille reconstitue, comme sons différentiels, les sons fondamentaux et leurs harmoniques inférieurs, de sorte que les hauteurs et les timbres sont recréés. Un diapason grave, dans les mêmes conditions, n'est pas entendu, parce qu'il ne donne à peu près pas d'harmoniques.

Les sons subjectifs trouvent certainement leur origine dans l'oreille; celle-ci déforme la courbe de la vibration qu'elle reçoit, elle produit de la *distorsion*. Dans les appareils de reproduction du son, la distorsion est un défaut auquel on s'efforce de remédier; ici, c'est un enrichissement; lorsque l'oreille

reçoit deux sons purs, elle crée des harmoniques subjectifs et des sons de combinaison entre les fondamentaux et les harmoniques; il en résulte tout un monde sonore (parfois plusieurs dizaines de sons, dont quelques-uns seulement sont assez forts pour être entendus distinctement); à plus forte raison lorsque l'oreille reçoit, non des sons purs, mais les sons complexes de la musique.

### Les battements

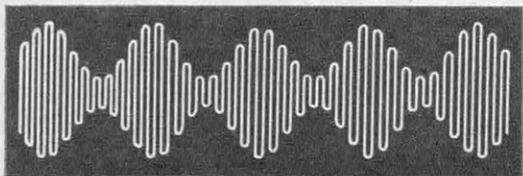
Tandis que deux sons simultanés peuvent donner naissance à un différentiel perceptible si leurs fréquences sont assez différentes, ils se combinent en un seul son si les fréquences sont très voisines; mais l'intensité de ce son varie périodiquement, et la fréquence de cette modulation d'intensité est égale à la différence de fréquence entre les deux sons; ces variations périodiques d'intensité sont appelées *battements*.

Ce phénomène trouve une application directe lorsqu'on accorde à une même fréquence deux cordes ou deux tuyaux: on rectifie l'accord jusqu'à ne plus entendre de battements, ce qui revient à égaliser les fréquences de vibration.

Les battements sont parfois utilisés en musique; ainsi, dans certains jeux d'orgue, tels que la voix céleste, chaque note est donnée par deux tuyaux désaccordés de façon à produire deux ou trois battements par seconde. Les sonneries de cloches font particulièrement bien entendre les battements.

### Dissonance et consonance

Si, produisant des battements entre deux diapasons, on augmente la différence des fréquences, les battements s'accroissent d'abord, puis cessent d'être perçus pour faire place à une sensation de rugosité du son: cette rugosité s'accroît avec la différence des fréquences, puis les deux diapasons sont entendus distinctement en un accord dissonant. La dissonance semole être à son maximum lorsque l'intervalle entre les diapasons est



Oscillogramme d'un son de battement résultant de la superposition de deux sons de fréquences voisines. On perçoit ainsi un seul son dont l'intensité se renforce périodiquement.

voisin du demi-ton, mais elle persiste si cet intervalle augmente, pour disparaître brusquement quand les deux diapasons sont à l'octave l'un de l'autre: les deux sons se fusionnent alors dans la consonance.

Les phénomènes ne sont pas du tout les mêmes si, au lieu de deux diapasons, on utilise deux cordes vibrantes. Il y a consonance parfaite lorsque les deux cordes sont à l'unisson; si l'on augmente la fréquence de l'une d'elles, des battements apparaissent, puis la dissonance, particulièrement marquée à l'intervalle de demi-ton; la dissonance s'atténue beaucoup lorsque les deux cordes vibrent à l'intervalle

de tierce (rapport des fréquences:  $\frac{5}{4}$ ), et

à nouveau pour l'intervalle de quarte ( $\frac{4}{3}$ );

elle disparaît presque complètement à la quinte ( $\frac{3}{2}$ ), et l'octave réalise à nouveau la

consonance parfaite. Assurément, il n'y a pas de consonance parfaite en dehors de l'unisson et de l'octave; mais la tierce, la quarte, et surtout la quinte méritent d'être considérées comme intervalles consonants par rapport à tous les autres qui sont, à des degrés variés, plus ou moins fortement dissonants.

Depuis bien longtemps, on a cherché à comprendre pourquoi certains accords donnent seuls l'impression, jugée agréable, de consonance; après Pythagore, philosophes et savants n'ont pas manqué d'insister sur un fait remarquable: les rapports de fréquence, dans les intervalles consonants, sont les plus

simples après ceux de l'unisson ( $\frac{1}{1}$ ) et de

l'octave ( $\frac{2}{1}$ ); d'une façon générale, plus grands

sont les deux termes du rapport des fréquences d'un accord, plus celui-ci est dissonant. L'interprétation de ces faits, peu scientifique, se référerait habituellement au goût naturel de l'esprit humain pour la simplicité et l'harmonie.

Helmholtz, le premier, s'est avisé de ce que les accords sont d'autant plus consonants que les deux sons ont plus d'harmoniques communs; au contraire, la dissonance croît lorsque les deux sons présentent, parmi leurs premiers harmoniques, des sons à intervalles voisins du demi-ton. Ainsi, l'intervalle d'octave réalise une consonance parfaite, car les deux sons ont tous leurs harmoniques en commun; deux notes à intervalle de quinte possèdent quatre harmoniques communs parmi leurs douze premiers harmoniques, et le demi-ton se rencontre seulement deux fois dans cette série.

Par contre, l'intervalle de quarte augmentée est jugé très dissonant (*diabolus in musica*, le diable en musique, l'appelait-on autrefois); justement, les deux notes qui le constituent n'ont, parmi leurs douze premiers harmoniques, qu'une fréquence commune, dans les harmoniques élevés et peu intenses, tandis que le demi-ton se rencontre cinq fois, dès les tout premiers harmoniques, les plus intenses.

Cette théorie s'accorde avec plusieurs observations banales; par exemple, certains accords qui sonnent bien avec des instruments ou des jeux d'orgue donnant peu d'harmoniques, deviennent dissonants avec des instruments ou des jeux qui donnent de nombreux harmoniques. Nous avons indiqué que le timbre particulier des cuivres était dû à la richesse de leurs notes en harmoniques supérieurs; ceux-ci, à partir du dixième, sont en effet à intervalle de demi-ton ou moindre, et très dissonants entre eux.

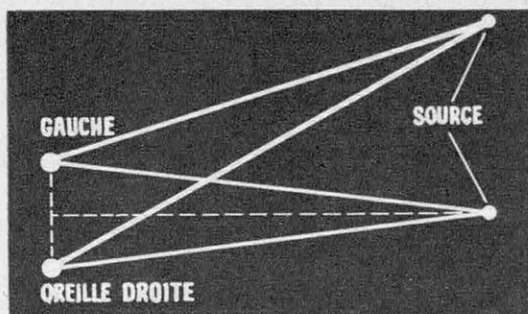
Notons enfin que le caractère désagréable des dissonances est tout relatif, et que l'habitude y a sa part; à toute époque, les compositeurs « modernes » ont utilisé des accords qui eussent choqué au siècle précédent, mais ont été plus ou moins vite acceptés, et dépassés en dissonance.

### L'orientation auditive

S'orienter au son, c'est reconnaître la direction dans laquelle se trouve une source sonore, c'est localiser cette source dans l'espace.

L'orientation auditive, médiocre et difficile en audition monaurale, est bien meilleure en audition binaurale. Lorsqu'une source sonore est exactement dans le plan de symétrie d'une personne, les distances sont égales de la source à l'une et à l'autre de ses oreilles; au contraire, si la source n'est pas dans le plan de symétrie, ces distances sont inégales et, de plus, l'une des oreilles reçoit les vibrations plus directement que l'autre (qui est séparée de la source par la tête); il en résulte des différences (d'intensité, de phase) entre les vibrations parvenant aux deux oreilles. La localisation des sources sonores repose sur ces différences.

Divers dispositifs ont été utilisés en vue de déterminer la précision de cette localisation. Le plus petit angle dont il faut déplacer la source pour percevoir un changement de direction est de 1 degré lorsque la source est dans le plan de symétrie, en avant du sujet; il croît des deux côtés, jusqu'à atteindre 10 degrés dans le plan frontal (c'est-à-dire lorsque la source est exactement sur le côté); il décroît ensuite vers l'arrière, mais reste plus grand dans le dos qu'en avant. On com-



Lorsqu'une source n'est pas dans le plan de symétrie de la tête, les sons parcourent des distances inégales pour parvenir aux oreilles, d'où des différences d'intensité et de phase.

prend ainsi que la plus grande précision dans la localisation soit obtenue en cherchant à faire face à la source sonore.

Il n'y a jamais d'erreur sur la latéralisation (à droite ou à gauche), mais les confusions sont fréquentes entre une direction vers l'avant et une direction vers l'arrière symétriques l'une de l'autre par rapport au plan frontal. Les sons complexes et les bruits sont mieux localisés que les sons purs.

### Rôle de la différence d'intensité dans la localisation

Des expériences réalisées en conduisant séparément aux deux oreilles, au moyen de récepteurs téléphoniques, deux sons différant seulement par l'intensité, ont montré que l'auditeur n'en perçoit qu'un et localise la source du côté de l'oreille qui reçoit le son le plus intense; si les intensités sont égales, il place la source dans le milieu. La plus faible différence d'intensité qui fasse percevoir un déplacement de la source vers l'un des côtés est d'environ 1 décibel; lorsque la différence d'intensité croît à partir de cette valeur, la source semble s'écarter de plus en plus sur le côté.

Mais il s'agit là de la localisation d'une source sonore imaginaire, et on peut se demander quel est effectivement le rôle de la différence d'intensité lorsqu'il s'agit de localiser une source réelle. La différence d'intensité peut être due théoriquement à deux raisons: 1° les deux oreilles ne sont pas à la même distance de la source; 2° l'oreille qui n'est pas du côté de la source est « à l'ombre » de la tête. Il est certain que la différence d'intensité due à l'inégalité des distances parcourues est très faible; seul « l'effet d'ombre » doit donc être considéré, mais il est négligeable pour les sons de grande longueur d'onde, c'est-à-dire

pour les graves, en raison de la diffraction; en effet, la tête ne constitue pas un obstacle à la propagation de ces vibrations. Des mesures précises faites avec des sons purs ont montré qu'une différence d'intensité n'apparaît que pour des fréquences supérieures à 300 cycles/s; pour les sons complexes (musique ou voix) dont la source se déplace, il s'ajoute une modification de composition, puisque les composantes aiguës sont proportionnellement plus affaiblies que les composants graves en arrivant à l'oreille la plus éloignée de la source; aussi la différence entre les sons reçus par les deux oreilles augmente-t-elle très vite lorsque la source s'éloigne du plan de symétrie, surtout pour la voix; c'est sans doute ce qui explique que la voix permette aisément l'orientation.

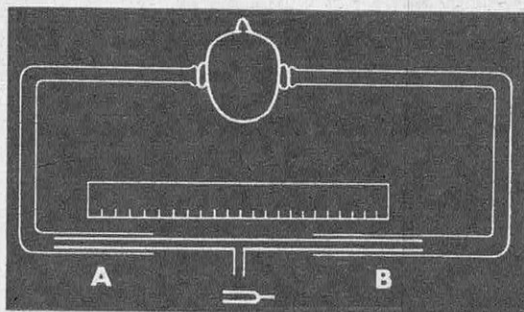
### La différence de phase

Le son arrive avec un léger retard à l'oreille la plus éloignée, et ce retard entraîne une « latéralisation » de la source.

Le retard a la plus grande valeur possible lorsque la source est exactement à droite ou à gauche du sujet; le supplément de distance à parcourir (couramment appelé *différence de marche*) est alors la distance des oreilles, 21 cm en moyenne, ce qui donne un retard de 0,63 milliseconde. Si, au moyen de deux récepteurs téléphoniques, on conduit aux deux oreilles des « clicks » très brefs décalés dans le temps, le sujet a l'illusion d'une source sonore située du côté de l'oreille qui reçoit le premier click; il suffit pour cela que le décalage soit de 0,03 milliseconde; s'il devient plus grand, la source semble s'écarter de plus en plus du plan médian, et paraît être tout à fait sur le côté lorsque l'intervalle atteint 0,63 milliseconde environ; pour un décalage plus grand, le sujet entend deux clicks, successivement d'un côté et de l'autre.

Lorsqu'au lieu de clicks, il s'agit de sons entretenus, le retard s'exprime par une *différence de phase*; le rôle de cette différence de phase dans la localisation peut être mis en évidence au moyen d'un diapason, dont le son parvient séparément aux deux oreilles, en parcourant des trajets que l'on rend à volonté égaux ou inégaux; on constate que le sujet localise la source du côté du trajet le plus court, c'est-à-dire du côté de l'oreille pour laquelle le son est en avance de phase, à condition toutefois que la différence de phase ne dépasse pas une demi-période de la vibration, ou, ce qui revient au même, que la différence de marche reste inférieure à une demi-longueur d'onde.

Quand la propagation du son se fait en



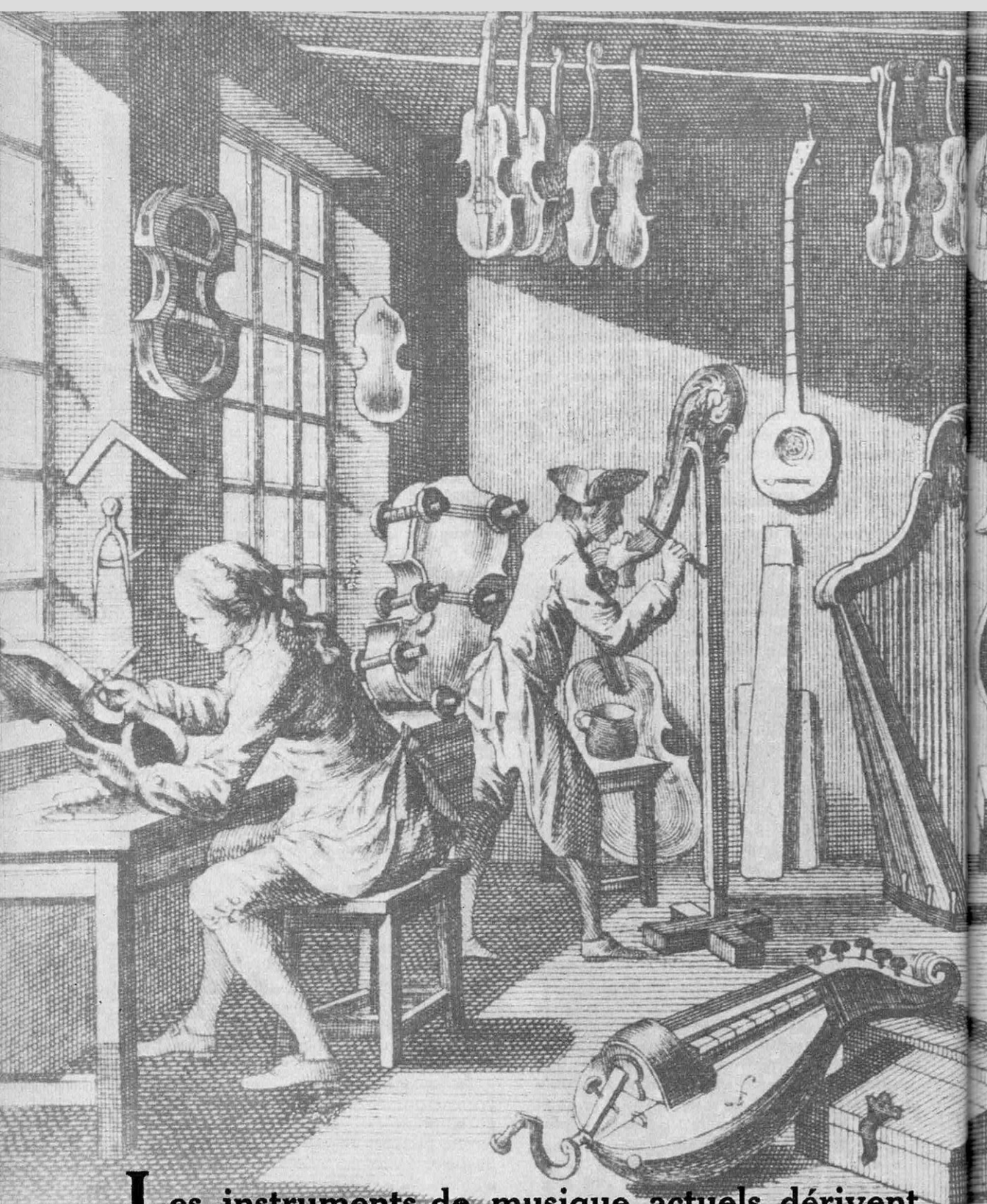
Le son conduit aux oreilles est localisé du côté le plus court, tant que la différence, en faisant coulisser A B, n'excède pas une demi-longueur d'onde.

champ libre, l'oreille la plus éloignée de la source est en retard de phase; mais, là encore, le retard de phase n'est interprétable sans ambiguïté que si la différence de marche est inférieure à une demi-longueur d'onde; en effet, lorsque la différence de marche devient égale à la demi-longueur d'onde, il est impossible de dire laquelle des deux vibrations est en retard sur l'autre et, pour une différence de marche plus grande encore, le retard devient une avance de phase. Ainsi, lorsque deux coureurs, sur une piste circulaire, sont diamétralement opposés, une personne qui n'a pas assisté au début de la course ne peut pas savoir lequel est en tête, et si le second coureur perd encore du terrain, il semblera être en avance sur le premier.

Par suite, l'orientation par différence de phase semble être réservée aux vibrations pour lesquelles la demi-longueur d'onde est supérieure à la plus grande différence de marche possible, soit 21 cm (distance des oreilles), c'est-à-dire aux vibrations de fréquence inférieure à 800 cycles/s; ce sont justement celles pour lesquelles la différence d'intensité est faible ou nulle. Toutefois, dans diverses expériences, la différence de phase s'est révélée efficace pour permettre la localisation, jusqu'à des fréquences de 2 000 cycles/s et même plus, sans que l'on s'explique bien pourquoi il en est ainsi.

De ce qui précède, on peut conclure que l'orientation se fait grâce aux différences de phase pour les graves, aux différences d'intensité pour les aigus, avec une région intermédiaire où les deux facteurs interviennent à la fois; dans l'audition et la reproduction stéréophonique de la musique, toutefois, les conditions sont un peu particulières et les aigus jouent un rôle prédominant.

André GRIBENSKI



**L**es instruments de musique actuels dérivent tous de types plus ou moins anciens. Si les variantes sont innombrables, le nombre de types est très limité, parce que les modes de pro-

# la lutherie moderne



duction de vibrations musicales sont peu nombreux : cordes (pincées, frottées, frappées), anches (simples ou doubles), embouchures de flûte, embouchures à biseau (sifflet),...

embouchures de trompettes, percussions. Ces divers modes sont connus depuis la plus haute antiquité.

Au Moyen Âge, la plupart des instruments actuels eurent déjà des ancêtres — plus ou moins primitifs. Mais c'est au moment de la Renaissance qu'apparaissent les premiers ateliers spécialisés de fabrication d'instruments de musique. Les divers types se perfectionnèrent et se raffinèrent alors, la virtuosité manuelle des facteurs compensant la simplicité de l'outillage employé.

Dès lors l'évolution des divers types instrumentaux s'accéléra; d'innombrables variantes apparurent; les moins bien adaptées cédèrent la place aux autres, qui continuèrent à évoluer pour aboutir finalement à une cristallisation vers la fin du siècle dernier.

Les branches non évolutives n'ont d'ailleurs pas toutes disparu. Certaines se perpétuent en musique populaire. Un cas typique est le rebec, stabilisé dès le *xvi<sup>e</sup>* siècle et encore en usage dans certaines provinces grecques sous sa forme primitive.

L'intérêt d'un instrument de musique réside dans la multiplicité des effets qu'il permet. Quand un instrument nouveau apparaît, les effets les plus faciles sont rapidement exploités; mais ils finissent par se banaliser, par s'user, et il faut déployer de plus en plus de virtuosité pour tirer du même instrument des effets nouveaux: on s'approche d'une asymptote. A partir d'un certain point il faut innover, en renouvelant soit l'esthétique et le style musicaux, soit les instruments, l'un des renouvellements réagissant d'ailleurs sur l'autre (le jazz fournit un exemple typique à cet égard). On peut dire que, du point de vue historique, l'instrument de musique suit une évolution uniformément accélérée, et la facture peut se diviser en trois parties nettement délimitées:

— jusqu'à vers 1900: ère de la facture artisanale, exclusivement empirique;

— de 1900 à 1950 environ: ère de l'industrialisation, caractérisée par l'utilisation de la machine pour produire des articles de série et par l'apparition de produits synthétiques nouveaux et de techniques d'injection des matières plastiques;

— de 1950 à nos jours: introduction progressive et systématique des techniques et des méthodes scientifiques pour améliorer la qualité acoustique des instruments.

Tout le développement de la facture instrumentale est étroitement lié à des impératifs contraignants que nous allons maintenant analyser pour mettre en évidence l'ensemble des problèmes posés par la facture actuelle.

Le cahier des charges d'un instrument de

musique est extrêmement complexe et lourd et l'introduction d'éléments psychologiques n'est pas faite pour simplifier les problèmes que doit résoudre le facteur. En fait, celui-ci se trouve placé devant un certain nombre d'impératifs, et tout d'abord d'impératifs d'ordre humain.

Ils sont de trois sortes: anatomiques, physiologiques et psychologiques. Un instrument de musique est, en effet, destiné d'abord à être joué et à être entendu.

### Impératifs anatomiques

La gamme diatonique comporte 7 notes, la gamme chromatique 12; l'homme n'a que 10 doigts. Même en attribuant à un même doigt un rôle double ou triple, il existe des limites déterminées d'autre part par les possibilités d'écartement des doigts et leur grosseur. Ces deux dernières conditions limitent, par exemple, les longueurs des flûtes d'une façon tout à fait précise. Un tel instrument ne pourra pas donner de sons plus graves que  $f_{\#3}$  (260 cycles/s) environ; d'autre part, la plus petite flûte possible (où les doigts se touchent lors du jeu) ne descend guère en dessous de  $f_{\#4}$  (520 cycles/s). En bref, ce sont les dimensions de la main et des bras qui déterminent les dimensions des instruments; mais comme la hauteur des notes est liée à la longueur des tubes, les dimensions de la main humaine régissent aussi la tessiture des instruments. L'invention des clefs et des mécanismes a quelque peu élargi les possibilités de la main.

Si les conditions anatomiques sont assez restrictives pour les instruments à vent, il en est de même pour les « cordes »; la fameuse « octobasse » du luthier Vuillaume (haute de 4 mètres) ne fut jamais vraiment utilisable et reste une monstruosité de musée. D'autre part, il est impossible de multiplier à l'infini le nombre de cordes dans les instruments à archet où la largeur de la touche est limitée par la longueur des doigts. Quant aux instruments à clavier, la largeur des touches est strictement conditionnée par la largeur des doigts et l'écartement extrême de ceux-ci.

Contre ces impératifs, le facteur d'instruments ne peut rien; il est obligé de s'y plier et de les étudier objectivement.

### Impératifs physiologiques et psychologiques

La virtuosité est limitée par la durée des réflexes humains et par l'inertie des systèmes matériels en jeu. Le facteur doit adapter l'instrument à la physiologie humaine. Exemple:

il est indispensable qu'un marteau de piano revienne à sa position de départ dans une durée inférieure à celle de la vitesse de répétition du doigt, qui peut être considérablement augmentée par l'entraînement; le facteur doit en connaître les limites et en tenir compte dans sa fabrication.

Nous ne dirons rien ici des connaissances psychologiques et sociologiques nécessaires au facteur d'instruments s'il veut vendre sa production... C'est la psycho-physiologie de l'audition qui retiendra seule ici notre attention.

La musique est faite pour être entendue; l'instrument doit donc émettre des signaux perceptibles par l'oreille. Les limites de sensibilité de l'oreille sont maintenant parfaitement connues ainsi qu'on l'a vu dans un précédent chapitre. Rappelons seulement que la sensibilité de l'oreille n'est pas la même à toutes les fréquences; il est ainsi évident que l'on est obligé de faire des instruments d'autant plus grands que leur tessiture s'écarte de la zone sensible de l'oreille. C'est pourquoi les cordes très graves du piano ou de la harpe sont beaucoup plus longues et grosses que les cordes aiguës. Les lois de l'oreille relatives à la sensation de niveau, de « puissance » sont complexes et ceci d'autant plus qu'un son musical n'est jamais simple, mais composé, comme on le sait, de toute une série de sons superposés (harmoniques ou partiels).

Pour ce qui est du « timbre » du son, il est lié au nombre et au niveau relatif des harmoniques dont le cerveau fait une intégration. Les lois de la psycho-physiologie de l'oreille conditionnent directement la structure des instruments de musique; ceux-ci ne sont valables que pour l'oreille et le cerveau humains, et le facteur d'instruments actuel ne peut plus négliger la connaissance des lois qui régissent l'audition.

### Problèmes de matériaux

Dès l'origine, les facteurs d'instruments ont choisi des matériaux présentant des particularités très remarquables. Le bois, matériau universel, est utilisé depuis toujours en raison de certaines propriétés intéressantes : faible densité, modules élastiques élevés, résistance à la déformation, stabilité dans le temps, etc. Certaines essences sont constamment utilisées parce qu'elles représentent un optimum entre ces diverses qualités : épicéa, érable, palissandre, etc.

Il est certain que les propriétés des matériaux ont conditionné dimensions et forme des instruments; le violon est ce qu'il est parce

que l'on a utilisé l'épicéa pour ses tables; mais le matériau conditionne aussi la technique de facture; on ne travaille pas l'épicéa comme le peuplier et l'outillage s'adapte évidemment au matériau.

Si le bois possède des qualités extraordinaires du point de vue qui nous occupe, il a cependant un défaut grave, qui explique la difficulté d'industrialiser certaines branches de la facture instrumentale (lutherie, par exemple). En effet, les propriétés des bois varient de façon considérable d'un morceau à l'autre, dans une même espèce d'un arbre à l'autre, d'une partie à l'autre d'un même tronc. Or la fabrication en série suppose la copie d'un modèle défini; si le matériau varie, la qualité acoustique varie. Récemment l'apparition des bois agglomérés et des matières synthétiques souleva de grands espoirs. Il fallut vite déchanter : les propriétés de ces matériaux s'écartaient considérablement de celles des bois : propriétés élastiques, résistance à la déformation laissent à désirer. L'apparition des stratifiés fut un progrès, mais ne résolut pas le problème; en effet, puisque la forme et les dimensions du violon, par exemple, sont intimement liées aux propriétés des bois employés, il est évident qu'en utilisant des matériaux nouveaux il faut réaliser des formes nouvelles si l'on veut obtenir un résultat sonore comparable. Mais alors, combien de musiciens consentiront-ils même à essayer de tels instruments ? Peut-être se trouvera-t-il des musiciens de jazz pour adopter une guitare en matière plastique, car l'instrument de jazz admet des variantes de présentation et de forme. Mais il est douteux que l'on réussisse à convaincre un virtuose du violon de jouer sur un instrument en matière plastique de forme insolite. Ceci dans l'état actuel des choses, car il apparaît tous les jours des matériaux synthétiques nouveaux et il n'est pas douteux que l'on trouvera un jour le matériau de remplacement pour les instruments du type violon.

Pour ce qui est de l'instrument à vent, il faut bien dire que le matériau joue un rôle comparativement beaucoup plus faible : il n'existe pas de contraintes provenant de la tension des cordes; et la forme de la colonne d'air est ici le point le plus important; nous insistons cependant sur le fait que le matériau joue là encore un rôle notable dans le son, contrairement à l'opinion courante. D'autre part, les fabricants d'instruments à vent n'ont pas le « complexe de Stradivarius »; ils n'ont pas l'impression que tout est parfait depuis 300 ans et consentent à faire des essais.

Ainsi, tant en Amérique qu'en Allemagne

de l'Est, sont apparues depuis peu des clarinettes en matière plastique donnant satisfaction — et d'ailleurs perfectibles. Il n'est pas douteux que dans un avenir assez proche la plupart des instruments type clarinette, hautbois, etc., seront moulés par injection. Le vrai problème est d'une autre nature : il s'agit de trouver des matériaux de très faible retrait; on peut actuellement considérer ce problème comme virtuellement résolu, et tôt ou tard tout ce qui était en bois sera en matière synthétique. L'évolution vers les matériaux synthétiques est déjà arrivée à son terme dans d'autres domaines, par exemple celui des cordes; les cordes de guitare étaient traditionnellement en boyau de mouton; actuellement on utilise des cordes de métal ou des cordes de nylon (monofilament ou cordes filées), et le boyau a pratiquement disparu.

Pour les instruments en métal, c'est une autre question. Le métal idéal est connu depuis longtemps; il faut pouvoir déformer, souder et polir; l'argent est trop cher et mou; l'aluminium se soude très mal, le zinc est vilain d'aspect, etc. L'alliage de cuivre utilisé satisfait à toutes les exigences et on peut le nickeler, le chromer, l'argenter, le vernir, etc. Mais dans ces instruments à paroi mince où le matériau joue un rôle important sur le son, on a cependant fait des essais intéressants; en Angleterre, par exemple on fabrique un saxophone en matière plastique de rendement satisfaisant. Pour ce type d'instruments les matières plastiques sont utilisables dans la mesure où le prix de moules aussi considérables peut être amorti par une fabrication en série suffisante et par l'économie de main-d'œuvre consécutive à l'utilisation de techniques nouvelles.

En résumé, l'apparition des matériaux nouveaux est un fait important en facture instrumentale et tout à fait récent. Les essais n'ont pas toujours été concluants parce qu'ils n'ont pas été faits dans de bonnes conditions, en particulier parce qu'on s'est contenté de copier des instruments existants alors qu'il fallait étudier l'adaptation nécessaire; il est certain qu'on n'en est qu'aux prototypes et aux balbutiements et les facteurs d'instruments actuels auraient grand tort de négliger cette question.

### Problèmes techniques

Il y a bien longtemps que la machine est entrée dans les ateliers de facture instrumentale. En lutherie, la scie à ruban, la raboteuse, la ponceuse, l'ébaucheuse pantographique, le vernissage au pistolet ont remplacé les tech-



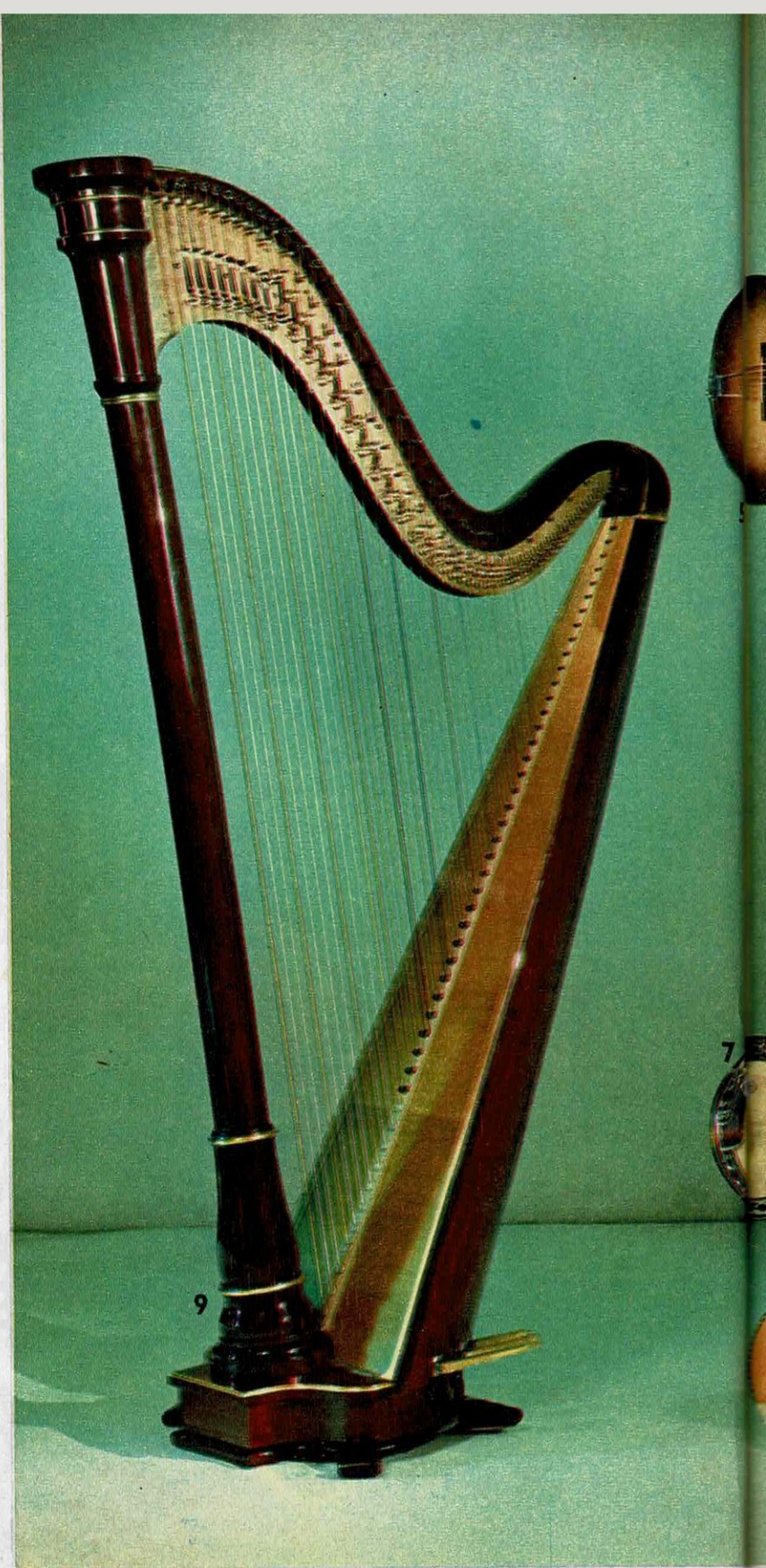
## Une lutherie de guitares

**N**OUS sommes à la lutherie des établissements Couesnon dans la section guitare. Sur la photo de droite une guitare vient d'être livrée par l'atelier de montage au vérificateur qui procède à une auscultation complète : parfaite inclinaison du manche par rapport au corps, collage des éclisses sur le fond et la table. Lorsqu'il a reconnu l'instrument « Bon à tirer » il le passe à l'atelier de peinture et vernissage (photo du haut). L'ouvrier commence à décorer la guitare au pistolet, soit en rouge soit en brun. Selon le modèle, le fond, la table et les éclisses (côtés) seront peints en dégradés, travail minutieux dont dépend l'aspect extérieur de l'instrument. Lorsque au bout de quelques heures, la peinture est sèche, la guitare est vernie : trois ou quatre couches successives sont indispensables pour obtenir un brillant impeccable. Les guitares sèchent alors plusieurs jours comme on le voit au premier plan de la photo de droite. Elles reçoivent, ensuite, les cordes et la « mécanique » qui sert à les tendre. Cette dernière opération effectuée, il leur restera à passer leur ultime examen, un musicien qualifié « les essaiera » et leur décernera ou non le certificat de garantie.



## Les cordes

Traditionnellement, les « cordes » forment la base de l'orchestre symphonique moderne. Ce terme désigne, à l'exclusion de la harpe, à cordes pincées, les instruments dits du quatuor : violon (1), alto (2), violoncelle (3) et contrebasse (4), qu'il conviendrait d'appeler plus justement instruments à archets. Sur cette planche figurent aussi deux guitares : la guitare espagnole classique (5) à six cordes, qui revient actuellement en faveur et pour laquelle il existe de nombreuses compositions, et la guitare électrique (6) représentée sans son amplificateur et qui a été adoptée par les ensembles de jazz. Au dessous se trouve la guitare des noirs américains, le banjo (7) avec caisse de résonance en peau, et une mandoline (8) dont les quatre doubles-cordes se gratent avec un plectre, instrument populaire pour lequel existe toute une littérature musicale. La harpe (9), qui tient une place importante dans la musique de chambre et qui s'intègre souvent à l'orchestre, est ici du type à double mouvement inventé par Sébastien Erard en 1811. Elle comporte 46 cordes qui couvrent six octaves et demie et sept pédales correspondant aux notes de la gamme ; elles peuvent être enfoncées en deux fois et, raccourcissant chaque fois les cordes correspondantes d'un demi-ton, permettent d'obtenir aisément toutes les modulations.



Ph. Toscas



niques manuelles anciennes. Seule la « lutherie d'art » utilise encore les techniques ancestrales. Il n'est pas question de discuter si un violon entièrement fait à la main possède un cachet individuel dans son ébénisterie; qu'on s'en réjouisse ou non, la conception du violon « œuvre d'art » est dépassée. Ce qui est en question, c'est de pouvoir séduire des utilisateurs par une qualité sonore de haut niveau jointe à un prix abordable aux bourses moyennes. Les facteurs les plus dynamiques l'ont bien compris. Pour y aboutir il faut normaliser au maximum, utiliser les matériaux synthétiques là où ils sont possibles sans nuire au rendement acoustique, en bref, diminuer les frais de main-d'œuvre. Ceci implique des changements de techniques. Les procédés modernes de collage et de vernissage ont remplacé depuis longtemps les procédés classiques en facture de piano; le contreplaqué a remplacé le bois massif, ce qui a modifié les techniques de formage et de finition. On pourrait multiplier les exemples. Ainsi les procédés de filage des cordes se sont fortement modifiés et perfectionnés.

Les modifications des techniques ont entraîné des changements de conception et de méthodes. Des méthodes d'ingénieur émergent : on envisage de construire un instrument de musique à la manière dont on construit un pont. On commence par établir un cahier de charges; on procède ensuite à l'étude scientifique des matériaux (les techniques de mesure sont parfaitement au point)

et l'on conçoit la forme en fonction des matériaux; les calculs interviennent (résistance des matériaux). On peut alors établir un projet, un plan, un prototype (que l'on corrige graduellement) avant de passer à la fabrication en série. Cette conception n'est pas utopique; un pays voisin a créé récemment un diplôme universitaire couronnant des études d'ingénieur en facture instrumentale.

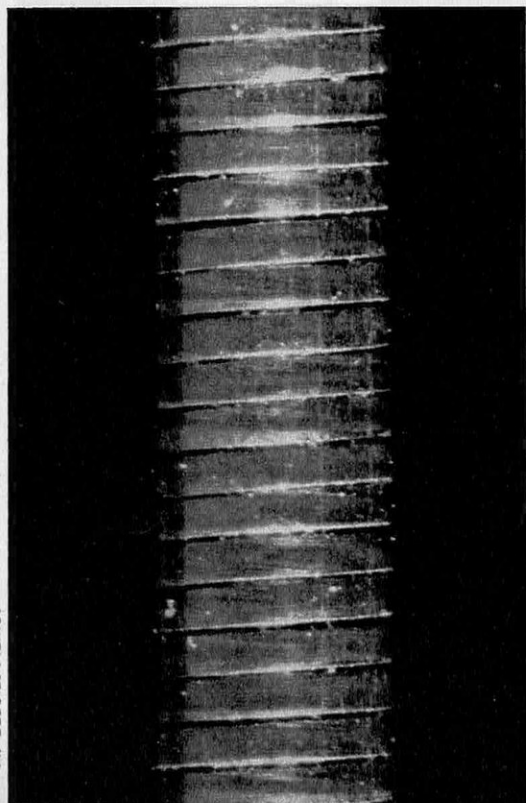
Il n'est donc pas douteux que les impératifs d'ordre matériel en facture instrumentale peuvent être résolus par des méthodes d'ingénieur. Mais tous les problèmes ne sont pas résolus pour autant : le facteur devra encore résoudre des problèmes d'ordre fonctionnel.

### Impératifs fonctionnels

Il ne s'agit pas seulement de fabriquer l'instrument en lui donnant forme et tenue mécanique satisfaisante; il faut encore que le fonctionnement soit correct et adapté aux exigences actuelles des musiciens. Ces exigences se traduisent par deux mots : possibilités musicales accrues et minimum d'efforts.

Par possibilités nous entendons, par exemple, augmentation de l'étendue musicale. Ainsi on a ajouté au saxophone moderne des notes en haut et en bas. L'ancien modèle montait au *fa*; maintenant on va jusqu'au *sol*; il descendait au *si*; maintenant on descend jusqu'au *la* grave.

Dans d'autres cas, on a réduit l'étendue, en particulier quand il s'agissait de produire des modèles de vulgarisation ou lorsqu'il fallait limiter l'encombrement. Un cas typique est ici le piano. Les modèles anciens étaient énormes; les habitations actuelles ne laissent plus de place pour de tels instruments; on les a réduits considérablement. On est allé plus loin : un certain nombre de musiciens de jazz ou de chanteurs, ne trouvant pas toujours là où ils se produisaient des pianos convenables, décidèrent d'emmener avec eux en déplacement leur instrument; on créa pour eux le petit piano de 50 kg que l'on peut emporter avec soi dans une voiture de tourisme (type DS); pour y arriver, on dut couper une octave en haut et en bas; les 5 octaves restantes suffirent largement pour



← Cette corde « sol » de violon vue au microscope n'a en réalité que 0,8 mm de diamètre. Sur une âme de boyau de 0,55 mm se trouve une tresse de soie, puis un fil d'argent de 0,12 mm. La surface est polie pour éviter le bruit dû au glissement des doigts. La corde résiste à 4 kg de tension.



## Évolution du saxophone

Cette vue comparative de deux saxophones d'époques différentes illustre bien l'évolution de cet instrument. Celui de gauche a été fabriqué aux alentours de 1900, celui de droite est de facture actuelle. Des perfectionnements nombreux ont considérablement élargi les possibilités de l'instrument : l'étendue a été augmentée de deux demi-tons vers le haut et de quatre vers le bas. Des couplages permettant de réaliser chaque note avec divers doigts autorisent une plus grande facilité de jeu. Enfin, on a ajouté des clefs d'octave automatiques. D'autre part, l'instrument a été très amélioré du point de vue acoustique : justesse plus grande, timbre plus riche, meilleure sonorité.

les besoins dans ce cas particulier où l'on ne désire aucunement interpréter des œuvres de Beethoven ou de Mozart.

D'autres fois il s'agit de faciliter la virtuosité en perfectionnant les mécanismes; ceci ne va pas sans complications. Dans les instruments à vent et à trous, il faut, en somme, créer des doubles ou des triples positions; on doit pouvoir jouer la même note avec divers doigts; ainsi l'exécution de morceaux en toutes tonalités devient-elle plus facile et certains effets (trilles) deviennent possibles alors qu'ils ne le sont pas dans les instruments simples. Le facteur est obligé de dépenser des

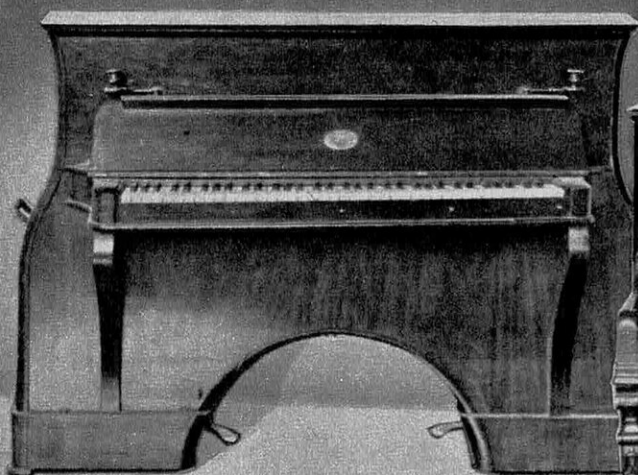
trésors d'ingéniosité pour imaginer le couplage des doigtés, car la place est limitée sur les tubes sonores et les mains doivent conserver une grande liberté de manœuvre. Cette complication mécanique rend le montage de l'instrument plus difficile et ne doit pas trop augmenter les prix de revient. Indépendamment de la facilité de jeu interviennent encore dans ce type d'instruments les problèmes de la justesse; pour quintoyer ou octavier dans les instruments à anches, on débouche près du bec un petit trou (clef d'octave), mais on a vite remarqué que les octaves et les douzièmes ainsi provoquées n'étaient justes





## Les bois

Sous la désignation générale de « bois » on groupe des instruments à vent divers, non seulement ceux dont le corps est fait de bois, mais aussi les flûtes que l'on ne réalise plus qu'en maillechort ou en argent et les saxophones qui sont en cuivre. Tous ces instruments sont percés de trous, avec anneaux et clés commandant un mécanisme plus ou moins complexe pour obtenir toutes les notes d'une gamme chromatique. Le plus agile est la grande flûte (1) qui couvre trois octaves et a pu être appelée la « lumière de l'orchestre ». Il existe une petite flûte ou piccolo qui joue à l'octave haute de la grande. Le fifre (2) est d'usage militaire ou populaire. La clarinette (3), instrument à anche simple et doué aussi d'une grande vélocité, se fait en quatre tonalités (la, si bémol, ut et mi bémol). Le hautbois (4), le cor anglais (5), ainsi appelé parce qu'on lui donnait autrefois une forme arquée mais qui n'a rien du cor, étant en fait l'alto du hautbois, et le basson (6) sont à anche double. Quant aux saxophones, à anche simple et dont l'agilité est voisine de celle de la clarinette, il en existe une famille complète qui comprend le soprano (si bémol), le soprano (si bémol) (7), l'alto (mi bémol) (8) qui est le plus courant, le ténor (si bémol) (9), le baryton (mi bémol) (10) qui chante aussi bien que le violoncelle, la basse (si bémol) et la contrebasse (mi bémol). Longtemps traité en parent pauvre, le saxophone a été remis en honneur par le jazz et a acquis droit de cité dans l'orchestre symphonique et la musique de chambre.



1840



1900

## Évolution du piano droit

que pour une petite étendue de l'instrument; il a fallu multiplier les clefs d'octave (deux en général, trois quelquefois) et les coupler automatiquement aux régions de l'étendue sonore de l'instrument qu'elles régissent. De simples, les modèles primitifs sont devenus de plus en plus complexes. Pour des raisons de justesse encore, les fabricants d'instruments à pistons ont été amenés à étudier des dispositifs correcteurs, les notes étant fausses pour certaines combinaisons de pistons.

Enfin, la recherche d'effets plus vastes a entraîné une complexité croissante du mécanisme de certains types d'instruments tels que l'accordéon. Il n'est que de comparer les modèles du début du siècle avec les modèles actuels; pour réaliser les modèles perfectionnés le cahier des charges indique :

— côté mélodique : 5 rangées de 87 touches couplables par trois ou quatre voix et comportant 12 registres donnant 12 sonorités différentes.;

— côté basses : 120 touches de basses comportant 4 registres différents.

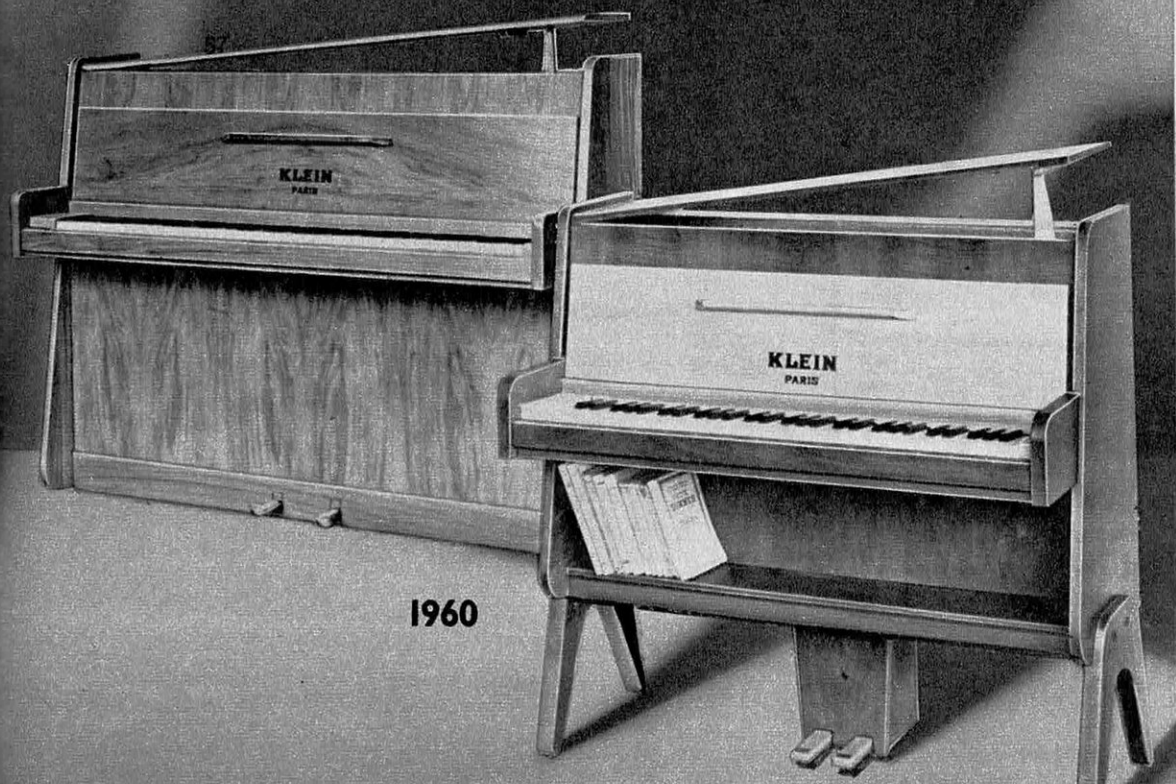
Tout cela avec un poids minimum (13 kg

Le modèle 1840 est le piano à pont de six octaves, lourd, massif, à pédales écartées, pesant 180 kg. Le modèle 1900 de sept octaves pèse 250 kg. Le modèle 1960, de sept octaves, aux lignes simples et de dimensions réduites, pèse 100 kg. Le petit

environ). Les couplages doivent pouvoir se faire en cours de jeu; il est inutile d'insister sur la multiplicité des problèmes à résoudre. Encore tous ces problèmes seraient-ils relativement simples si les impératifs commerciaux ne venaient peser de tout leur poids sur la fabrication.

### Impératifs commerciaux

Un instrument de musique est fabriqué pour être vendu. Les circuits commerciaux dont le facteur ne peut guère espérer se libérer, absorbent une forte proportion du prix de vente des instruments. Prenons les chiffres pratiqués aux U.S.A. : les marges bénéficiaires sont de 40 % pour les grossistes et de 100 % pour les détaillants; on voit ce qui reste au fabricant qui doit fournir les matériaux et la main-d'œuvre, et il n'est pas surprenant que ses marges bénéficiaires soient beaucoup plus restreintes, l'obligeant à étudier de façon rigoureuse sa fabrication pour fournir à des prix compétitifs des instruments de qualité également compétitive. Sauf pour quelques rares types d'instruments, le fabri-



1960

modèle 1960, de cinq octaves, large de 1 m, pèse 50 kg. La mécanique s'est graduellement perfectionnée et simplifiée pour permettre la virtuosité. La matière plastique remplace l'ivoire pour les touches et même le bois pour les mécanismes. L'en-

combrement se réduit progressivement. Le petit modèle, où les octaves aiguës et graves sont supprimées, est transportable en voiture à l'intention des chanteurs en déplacement. Ce progrès vers la simplicité caractérise la facture instrumentale actuelle.

cant ne peut se rattraper sur la quantité : les instruments de musique comme la clarinette ou l'accordéon ne peuvent se faire en grande série, la demande étant insuffisante; plus exactement, la grande série est matériellement possible, mais elle nécessiterait de la part du fabricant une transformation totale de son entreprise, une reconstruction que son budget ne lui permet pas d'assumer dans l'état actuel des choses. Le marché mondial est immense, mais du fait même de l'intérêt commercial qu'il présente, la compétition devient de plus en plus âpre. Pour fixer les idées nous allons donner quelques chiffres.

Prenons l'exemple du marché de l'instrument de musique aux U.S.A. Les U.S.A. comptent 242 entreprises de facture instrumentales (globalement environ 15 000 employés). En 1954, la production locale d'instruments à vent était d'environ 285 000 unités; parmi ceux-ci, la clarinette joue un rôle prédominant (60 %). La fabrication des cuivres conserve même ici une allure artisanale, ce qui s'explique du fait que le montage et le réglage d'une mécanique de clarinette ou de saxophone ne peut se faire à la machine. Par

contre, la production des pièces détachées (clefs, tampons, ressorts, etc.) est fortement industrialisée, ce qui permet de réduire les prix de revient dans une certaine mesure.

La consommation locale dépasse de loin la production intérieure, surtout dans certains domaines. Ainsi l'Allemagne de l'Ouest exporte aux U.S.A. plus de 30 000 violons annuellement et une seule fabrique d'harmonicas fournit aux U.S.A. 25 millions d'instruments. La France reste de loin le premier fournisseur en instruments à vent; en 1959 elle a exporté 51 464 clarinettes... La plupart des saxophones sont également d'origine française; pour ce qui est des accessoires (anches, becs, tampons), la France tient à peu près complètement à elle seule toutes les importations aux U.S.A.

Ces quelques chiffres montrent l'importance du marché et expliquent les efforts des fabricants pour s'y maintenir et s'y développer.

La France tenait naguère, avec Mirecourt, une grosse partie du marché mondial des instruments à cordes; ceux-ci (en dehors de la guitare) ont perdu de leur importance parce qu'ils sont moins joués et que, d'autre

## Les cuivres

Le groupe des « cuivres » joue un rôle des plus importants parmi les instruments de l'orchestre symphonique et évidemment capital dans la constitution de l'orchestre d'harmonie. Il comprend les cors, trompettes, trombones et saxhorns dont la caractéristique commune est d'être des instruments à embouchure où les lèvres de l'instrumentiste tiennent lieu d'anches. Citons tout d'abord ceux des plus simples fanfares : cor ou trompe de chasse (1), clairon (2), trompette de cavalerie (3). En dérivent directement, d'une part le cor d'harmonie (4), d'autre part la trompette à pistons (5) qui permettent le jeu chromatique. S'apparente à cette dernière pour la technique et l'étendue le cornet à pistons (6) moins brillant mais d'une agilité surprenante. Le trombone (7) au son majestueux irremplaçable ne permet guère la vélocité avec sa coulisse; aussi en existe-t-il aussi à 3 ou 4 pistons. Enfin vient la famille des saxhorns, instruments de base des orchestres d'harmonie, dont le timbre est plus plein et doux que celui des trompettes et trombones, représentée ici par le soprano ou bugle (8), l'alto (9), le baryton (10), la basse (11) et la contrebasse (12); autres membres de la famille: l'hélicon (13), très grosse basse de forme ronde qui se porte sur l'épaule dans les formations militaires, et le sousbassophone (14), grand hélicon contrebasse doté d'un large pavillon ornemental orientable.



Ph. Toscas



part, ils ne s'abîment pas (dans beaucoup de familles françaises un « Stradivarius » sommeille dans le grenier); mais la France conserve encore une place privilégiée pour les instruments à vent, dont certains sont devenus une spécialité imbattable. Cependant, des ateliers et des usines se montent petit à petit dans le monde entier et le problème se pose de plus en plus de la façon suivante :

Les prix de revient mondiaux ont tendance à s'harmoniser parce que le prix de revient des matériaux se normalise ainsi que le prix de la main-d'œuvre; d'autre part, les méthodes de fabrication finissent par se ressembler partout. En dehors des matériaux et des techniques de moulage nouveaux, on ne peut guère espérer diminuer les prix de revient actuels; les procédés de moulage par injection ne sont pas au point, mais ils sont étudiés fébrilement; quand des instruments de qualité de cette sorte apparaîtront, les prix de revient baisseront sans doute, mais tout le monde se mettra alors à en fabriquer. Si l'instrument traditionnel, fait de matériaux traditionnels avec des techniques traditionnelles évoluées réussit actuellement à surnager, c'est grâce à sa qualité acoustique. Ce n'est donc plus par le prix de revient qu'un instrument peut rester compétitif, mais par la qualité musicale; ceci est d'autant plus net que le marché est plus saturé. C'est là un fait nouveau d'importance extrême sur lequel il convient de s'étendre de façon détaillée.

### Impératifs de qualité acoustique

Il n'est pas douteux que le rôle fondamental d'un instrument de musique est d'être entendu; en d'autres termes, la qualité acoustique d'un instrument devient l'argument primordial de compétition.

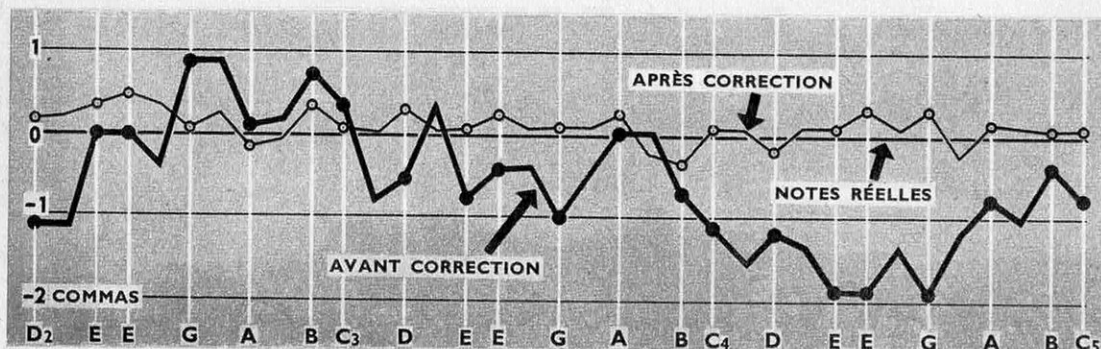
Pendant longtemps la « qualité » a été une

notion globale, laissée à l'appréciation subjective du musicien. L'appréciation était plus ou moins valable; on se contentait d'avis très vagues et sujets à caution, quelque bonne foi que l'on pût avoir. On disait : l'instrument est bon ou mauvais, sans que personne ait jamais songé à préciser ce que signifie bon ou mauvais du point de vue audition. Cela allait de soi et ne demandait même pas de définition. Tout cela eût été parfait si, avec la même bonne foi, les uns et les autres eussent été d'accord. Hélas ! On en était bien loin. Placé devant des avis souvent radicalement opposés, le facteur d'instruments, désireux de satisfaire ses clients, n'avait aucun moyen pour savoir où se trouvait la vérité. La facture instrumentale, soumise à l'empirisme total et aux appréciations subjectives ne pouvait que piétiner.

C'est alors que l'apparition des appareillages et des techniques d'enregistrement et de mesure des phénomènes acoustiques apporta le levain révolutionnaire en facture instrumentale. Il s'agit d'un fait très récent, dont beaucoup ne soupçonnent pas encore l'importance extrême, ni même l'existence; cependant, de ce point de vue, le futur a déjà commencé.

Les techniques de l'enregistrement musical et des télécommunications donnèrent l'impulsion au développement de l'électroacoustique. Il fallut rapidement trouver les moyens d'obtenir des renseignements objectifs sur les phénomènes sonores et par conséquent établir des techniques de mesure et d'enregistrement.

Jusque vers 1940 les phénomènes sonores restèrent fugaces, insaisissables, inexplicables; leur extrême fluidité et leurs fluctuations continuelles en rendaient l'étude pratiquement impossible. On réussissait bien à se faire de la composition d'un son permanent quelques



Justesse de la clarinette : On a relevé au stroboscope les écarts de justesse d'une clarinette en si bémol par rapport à la fréquence de référence ( $\lambda_3 = 440$  cycles par seconde à 20° C). Chaque note est désignée par commodité en notation allemande ( $\lambda = A$ ,  $\text{do} = C$ , etc.). Des écarts importants ont été ainsi relevés et, après correction, n'ont plus eu que des valeurs insignifiantes, très inférieures aux tolérances généralement admises.

idées sommaires grâce à l'analyse réalisée avec des résonateurs d'Helmholz par exemple. Par malheur, les sons musicaux sont des phénomènes fluctuants et les résonateurs utilisés ne peuvent fournir que des renseignements grossiers et même erronés; on faisait intervenir l'oreille, mais ce que celle-ci entend n'a pas obligatoirement d'existence réelle (phénomènes subjectifs). En tout état de cause, on n'obtenait que des renseignements qualitatifs, rendant difficile en pratique l'utilisation des résultats.

Tout cela a changé en peu d'années. On commence à connaître suffisamment la psychophysologie de l'oreille et la connaissance de cet élément éclaire d'un jour singulier certains aspects paradoxaux des instruments de musique que les physiciens ne parvenaient pas à expliquer. On connaît parfaitement les courbes de sensibilité de l'oreille et le rôle que joue le vieillissement de l'individu dans l'appréciation des sons musicaux. Ainsi peut-on expliquer pourquoi un enfant de 10 ans, un adulte de 25 ans et une personne âgée de 80 ans ne peuvent émettre un avis identique sur les sons musicaux, et ne peuvent par conséquent avoir de goûts communs. Avec l'âge, l'oreille ampute graduellement les sons de leurs composants aigus et le facteur d'instruments doit être documenté sur ce point; sans quoi il cherchera à corriger les instruments là où l'oreille seule est en cause, opération où il ne peut que perdre son temps. Par contre, connaissant suffisamment les impératifs psychophysiologiques de l'audition, il peut composer avec eux et comprendre les avis formulés par les musiciens.

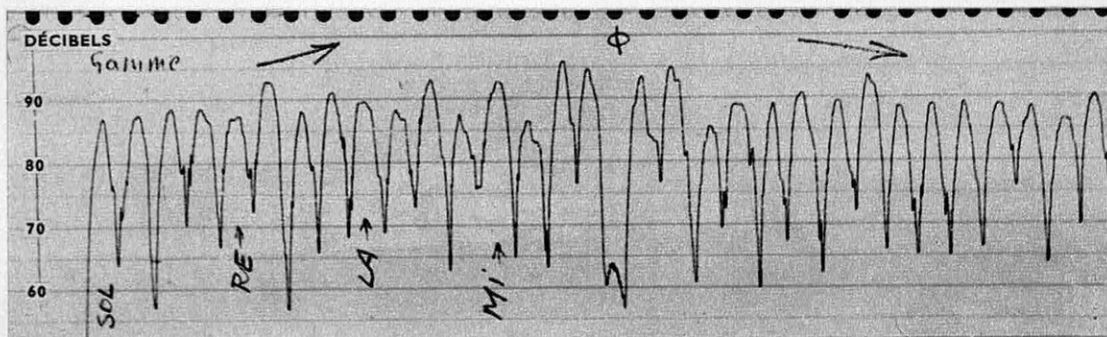
Ceci étant précisé, nous allons montrer qu'il est devenu possible actuellement d'étudier objectivement les phénomènes sonores rayonnés par les instruments de musique, de quelque complication qu'ils soient. L'élec-

troacoustique nous a dotés d'appareillages et de techniques suffisants pour fixer les phénomènes sonores, les photographier, les mesurer, analyser leur forme; dès lors il devient possible d'agir systématiquement sur la source sonore. La notion de qualité étant clairement définie, on peut envisager alors seulement d'améliorer celle des instruments existants.

Le phénomène nouveau en facture instrumentale est donc l'apparition du laboratoire d'acoustique; il est maintenant bien connu que la qualité d'un produit fabriqué est liée, dans toutes les industries, à l'existence d'un laboratoire de recherches permettant d'opérer des contrôles et d'inventer des produits nouveaux. La notion de laboratoire de recherches en facture instrumentale est très récente, d'abord parce que les appareillages n'existent que depuis peu d'années, d'autre part parce que le prix de ces appareillages dépasse de loin les possibilités financières d'entreprises artisanales.

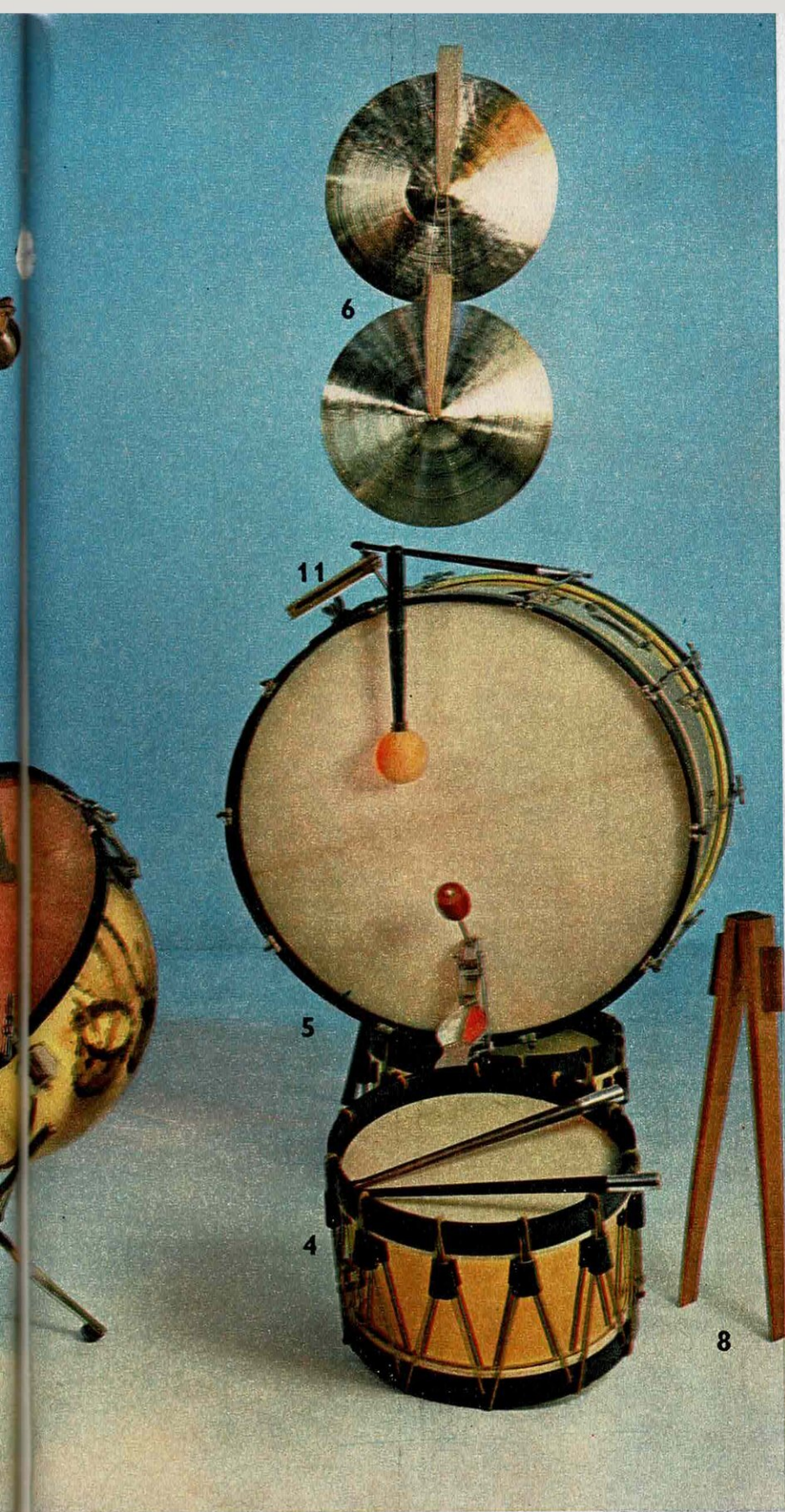
Il a fallu attendre de ce point de vue que certaines entreprises soient devenues suffisamment importantes et industrialisées (fusions entre diverses petites entreprises), ou bien qu'émerge la notion de laboratoire corporatif groupant un nombre suffisant d'entreprises semi-industrielles pour amortir les frais de laboratoire. La première solution est rarement réalisable; deux ou trois grandes fabriques possèdent un laboratoire privé; la deuxième solution est bien plus souple et fut adoptée il y a peu par quelques facteurs français dynamiques et conscients de l'intérêt de la recherche dans ce domaine. Divers laboratoires officiels s'intéressent d'ailleurs de près ou de loin à l'acoustique musicale et font sur l'instrument de musique des travaux systématiques. Nous avons en France le Centre National de la Recherche Scientifique de Marseille (avec Moles et Bladier) et le

SUITE PAGE 64



Un enregistrement de niveau sonore : On a joué une gamme diatonique sur un violon et enregistré, par l'intermédiaire d'un amplificateur électrique, le niveau des notes successives. On en lit directement sur ce graphique les inégalités en décibels, la ligne de base représentant 50 décibels. L'instrument essayé ici présente une homogénéité tout à fait remarquable par rapport à la moyenne des relevés effectués jusqu'à maintenant.





## Instruments à percussion

Ce sont vraisemblablement les instruments dont l'origine est la plus lointaine. Émettre des sons ou faire du bruit en frappant sur quelque objet, ne serait-ce que pour donner l'alerte, est en effet un geste instinctif que l'on trouve chez toutes les peuplades primitives ; faire sortir un son d'un bout de roseau est indéniablement un geste plus évolué. Ces instruments se retrouvent sous des formes diverses dans les musiques de tous les pays, dans les formations de jazz comme dans les orchestres symphoniques. Certains ne servent qu'à souligner le rythme ou à obtenir des effets créant des situations particulières. À côté du tambourin d'orchestre (1), proche parent des tambourins folkloriques comme le tambourin basque (2), on trouve la caisse claire (3) et son frère le tambour classique (4), la grosse caisse (5) et ses cymbales (6), enfin le triangle (7), le fouet (8), sorte de claquoir, et les castagnettes (9). Les maracas (10) et le blockwood (11) sont davantage utilisés en jazz pour concrétiser certains rythmes exotiques. Les timbales (12), qui vont par paires, permettent d'obtenir des roulements ou des battements sur des notes dont la variété est malgré tout assez limitée. Il en est autrement de la famille des instruments à touches : vibraphone (13), xylophone (14) et carillon (15) qui possèdent plusieurs octaves.

Laboratoire de Mécanique de l'Université de Paris (dirigé par le Professeur Sietrunk, avec Leipp); en Allemagne de l'Ouest, le Physikalisch-technische Bundesanstalt de Braunschweig (avec Lottermoser et J. Meyer) et la Technische Hochschule de Berlin-Charlottenburg (avec Winckel); en Allemagne de l'Est, le Laboratoire d'Acoustique Instrumentale de Zwota (Markneukirchen) dirigé par le Dr Meinel; aux U.S.A. l'Université d'Harvard (avec Saunders) et le Laboratoire d'Acoustique de la U.S. Navy (Young); en Italie, le professeur Pasqualini a fait de nombreux travaux sur l'acoustique du violon. Nous avons nous-même soutenu naguère une thèse en Sorbonne sur les instruments à archet, publié de nombreux articles sur cette question et étudié le problème du piano et de divers instruments à vent. On voit que tous les pays exportateurs d'instruments font de gros efforts pour développer les recherches scientifiques sur les instruments de musique et que la France n'a certes rien à envier à l'étranger de ce point de vue.

Ceci dit, il est intéressant de connaître au moins sommairement les possibilités que nous offre la recherche scientifique; elles sont énormes et nous allons en donner un aperçu.

### La recherche scientifique

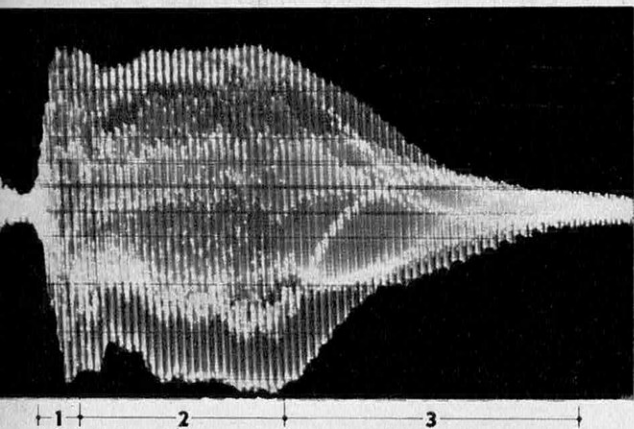
L'apparition du magnétophone a été décisive dans l'étude des phénomènes sonores. Cet appareil permet de les fixer dans leur intégralité et d'y découper avec précision (à l'aide de ciseaux) la partie à étudier spécialement; celle-ci peut être reproduite autant de fois qu'il est nécessaire sans variation aucune, contrairement à ce qui était jusqu'alors le cas (un instrumentiste est incapable de reproduire exactement le même phénomène deux fois de suite). Le son est devenu un objet que l'on manipule à loisir et dont le

magnétophone nous donne une photographie fidèle. Cette opération réalisée, il convient maintenant d'observer cette photographie, d'y mesurer les dimensions, les formes et les couleurs intéressantes.

*Hauteur des sons.* — Depuis le Moyen Age on savait mesurer la hauteur à l'aide du sonomètre à corde; c'est un appareil simple et précis mais qui nécessite un entraînement sérieux si l'on désire en exploiter les ressources. Il est apparu depuis quelques années toute une gamme de fréquencesmètres, d'accordeurs et de stroboscopes électroniques permettant de mesurer la hauteur des sons de façon extrêmement simple et précise par simple observation d'une figure qu'il suffit d'immobiliser sur un écran cathodique. On peut ainsi faire des relevés de justesse d'instruments sans aucune complication et trancher des discussions qui duraient depuis des siècles relativement aux gammes utilisées par tel ou tel instrument. De tels relevés permettent de repérer immédiatement les notes défectueuses et de les corriger sur une base objective. Les méthodes sont aussi utiles pour réaliser des vérifications en cours de fabrication que pour étudier des prototypes ou faire des recherches fondamentales.

*Niveau des sons.* — On appelle ainsi la « puissance auditive » d'un son. Ce sont les recherches relatives aux télécommunications qui ont développé ces techniques de mesure de niveau. Les décibelmètres et les enregistreurs de niveau sont bien au point; ils permettent de trancher les éternelles disputes relatives aux problèmes des niveaux des sons instrumentaux. L'« égalité » d'un violon ou d'une clarinette (c'est-à-dire la régularité de niveau entre les diverses notes produites par l'instrument) se lit et s'enregistre maintenant de la façon la plus simple et précise en unités bien définies; on peut mesurer, comparer, modifier chaque note.

*Timbre des sons.* — C'est le problème le plus délicat. On sait que le timbre d'un son est fonction de plusieurs paramètres et l'on a vu dans un précédent chapitre que le « transitoire », c'est-à-dire la petite période qui s'étend entre l'attaque du son et le moment où il s'est stabilisé, joue un rôle notable dans la



Oscillogramme d'un coup d'archet : L'attaque de la corde (1) est très raide et dure moins d'un dixième de seconde. Puis le son arrive (2) à son plein rendement. Il s'amortit ensuite graduellement (3) quand l'archet quitte la corde. Quand le transitoire d'attaque est bref, l'instrumentiste parle de « facilité d'émission »; quand celui d'extinction est long, on dit que la corde « sonne » comme une cloche.

sensation de timbre. C'est le transitoire qui permet de distinguer un son de violon d'un son de clarinette. L'extinction du son est aussi un phénomène transitoire significatif. Or avec l'oscillographe complété d'une caméra à déroulement continu, l'enregistrement et l'étude des transitoires ne pose plus de problème matériel. Ainsi la « facilité d'émission » d'un instrument se mesure-t-elle en millisecondes sans complications. Le même appareillage permet d'étudier le rôle de l'instrumentiste de ce point de vue. En bref, on sait de façon objective ce qui se passe au début et à la fin d'un son; et, le sachant, on peut agir efficacement sur la source productrice.

On sait d'autre part que le timbre d'une note est déterminé par la coexistence d'une série de sons élémentaires ayant entre eux des rapports plus ou moins précis; les harmoniques sont les multiples entiers de la fréquence fondamentale; les partiels sonnent plus ou moins faux, etc. Ainsi, quand on entend un *ut*<sub>1</sub>, on entend également, dans la sensation globale, les harmoniques *ut*<sub>2</sub>, *sol*<sub>2</sub>, *ut*<sub>3</sub>, *mi*<sub>3</sub>, *sol*<sub>3</sub>, *si*<sub>3</sub>, *ut*<sub>4</sub>, *ré*<sub>4</sub>, etc. Selon l'importance relative de ces diverses composantes on a une sensation de timbre différente. L'ensemble de ces notes s'appelle le « spectre » de la note entendue. L'appareillage adéquat est maintenant bien au point et les modèles les plus perfectionnés permettent de photographier le spectre d'un son en quelques minutes. Il est donc devenu possible de savoir objectivement ce que contient physiquement un son, et par conséquent de connaître les particularités auxquelles est liée sa qualité, partant d'agir sur la qualité de l'émetteur sonore lui-même.

### Vers la fin de l'empirisme

Nous insistons cependant sur le fait qu'il ne suffit pas de posséder le matériel nécessaire aux investigations pour aboutir à des résultats sensationnels. Les phénomènes musicaux sont d'une complexité extraordinaire; les expériences et mesures doivent être faites dans des conditions strictement définies et normalisées; l'interprétation des documents en fonction des propriétés de l'oreille ne peut être faite que par un spécialiste bien informé de l'ensemble des problèmes posés par l'instrument de musique. Cependant les techniques électroacoustiques s'introduisent de plus en plus en facture instrumentale et le facteur ne peut plus se permettre d'ignorer ce qu'est un savant ou un décibel. Sans entrer dans les détails n'intéressant que les spécialistes, on peut affirmer qu'il est dorénavant possible :

- d'étudier les matériaux et de les sélectionner à l'aide de méthodes scientifiques;
- de faire des contrôles de tous les paramètres déterminant la qualité d'un instrument en cours de fabrication;

- d'étudier avec un minimum de tâtonnements les modifications sonores résultant de modifications de paramètres techniques de facture. On peut donc se proposer maintenant d'améliorer ce qui existe et éventuellement de créer du nouveau dans ce domaine;

- de comparer divers instruments du point de vue de leur rendement acoustique, à l'aide de méthodes objectives; éventuellement il est possible de joindre à un instrument de musique (comme c'est le cas pour d'autres machines) un certificat de garantie précisant les performances objectives.

Ainsi la facture instrumentale peut-elle maintenant se dégager de l'empirisme qui l'a si longtemps condamnée à l'immobilisme; on n'en est qu'aux débuts, mais les résultats acquis sont démonstratifs.

### Le renouveau de la facture instrumentale

Que l'on s'en réjouisse ou non, la facture instrumentale est donc à un tournant. L'artisanat dans sa forme ancienne ne peut survivre : c'est un phénomène général contre lequel il serait vain de lutter; il faut, au contraire s'adapter aux impératifs nouveaux; ne survivront que les branches ayant fait l'effort nécessaire pour se transformer. Certains s'inquiètent à tort de cette évolution. L'instrument de musique traditionnel n'est pas près de disparaître; la simplicité des moyens utilisés n'a d'égale que la richesse des effets obtenus; on fera toujours de la musique « naturelle » où l'on souffle, racle, frappe. Croire le contraire, ce serait oublier que le plaisir de la musique n'est pas seulement celui d'en écouter, mais aussi d'en faire soi-même. Quand la jeunesse actuelle aura tourné à satiété les potentiomètres des pick-up elle reviendra aux instruments de musique; le mouvement est bien amorcé déjà et le renouveau de la guitare, de la clarinette et d'autres instruments en est le signal. Il faut que l'industrie de l'instrument de musique soit alors prête à satisfaire la demande et à fournir des instruments de qualité à des prix abordables. Nous pensons avoir suffisamment montré que la recherche scientifique est seule capable aujourd'hui de renouveler la facture instrumentale et de la placer dans une position favorable tant sur le marché intérieur qu'à l'exportation.

E. LEIPP

# physionomie

A handwritten musical score on ten staves. The title "physionomie" is written in large white letters across the top. The score includes various musical notations such as notes, rests, and accidentals. The staves are labeled with instrument abbreviations: "VC" (Violoncelle) on staves 2, 4, 6, and 8; "Tp" (Trompe) on staves 3 and 5; and "Tuba" on staff 10. There are also some handwritten numbers and symbols, including "2", "b", "f", and "p". The notation is somewhat messy and appears to be a working draft.



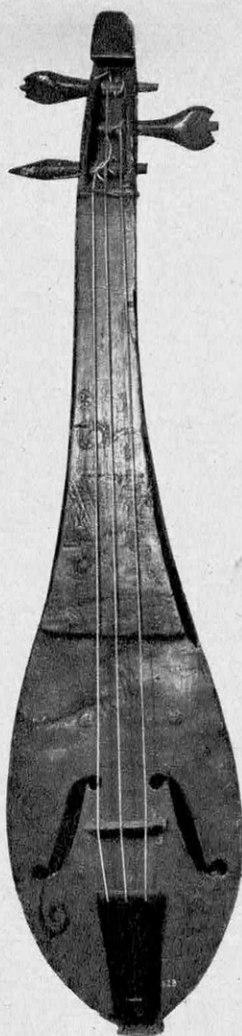
# de la musique

# occidentale

IL est certain que l'on peut aimer la musique et comprendre son sens manifeste sans aucune étude préalable. Du public qui emplit les salles de concert, des auditeurs de la radio, des acheteurs de disques, nombreux sont ceux qui ne possèdent aucune connaissance technique, même superficielle, en matière musicale...

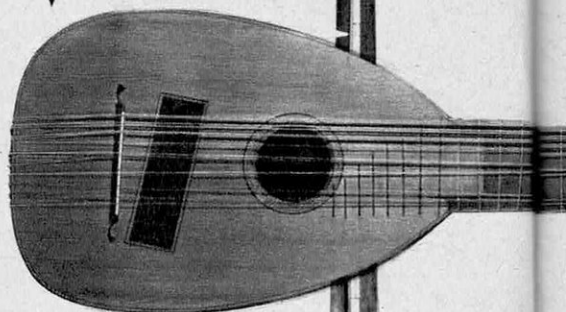
# **Viole de Gambe**

Exemplaire  
au dos très  
décoré de la  
fin du 17<sup>e</sup> s.



# **Théorbe**

Sorte de grand luth  
à caisse bombée qui  
accompagnait les  
voix et le clavecin.

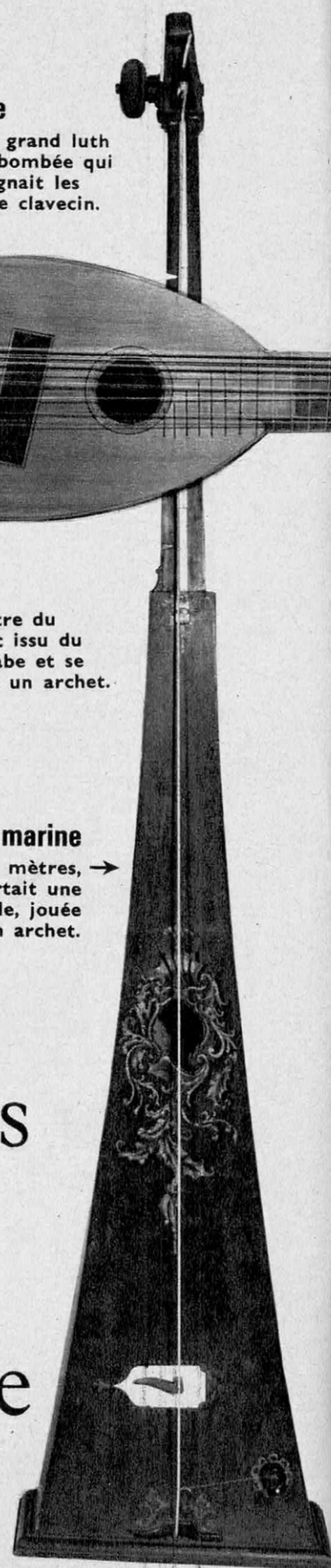


# **Rebec**

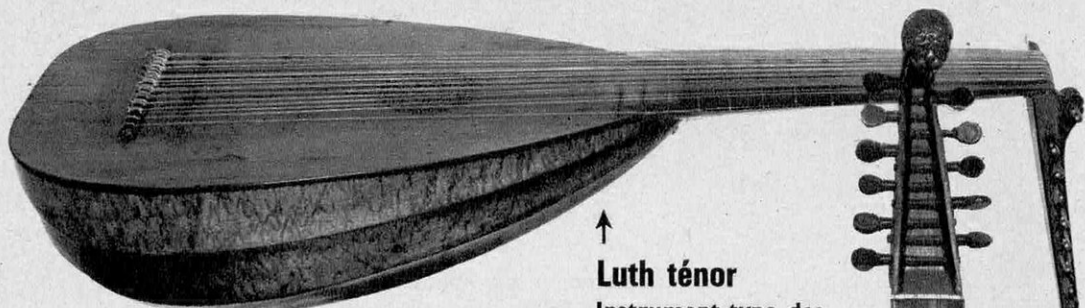
← Cet ancêtre du  
violon est issu du  
rabâb arabe et se  
joue avec un archet.

# **Trompette marine**

Haute de 2 mètres, →  
elle portait une  
seule corde, jouée  
avec un archet.

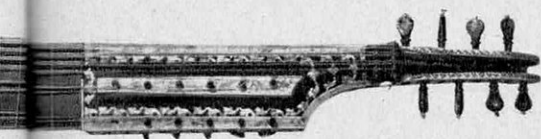


quelques  
cordes  
du  
17<sup>e</sup> siècle



### Luth ténor

Instrument-type des  
16<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles,  
joué en soliste ou  
soutenant les voix.



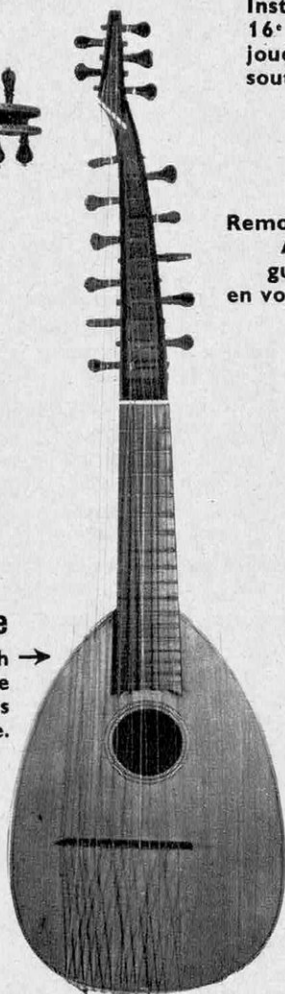
### Cistre

Remontant au Moyen  
Âge, il évoque la  
guitare et fut très  
en vogue au 18<sup>e</sup> siècle.



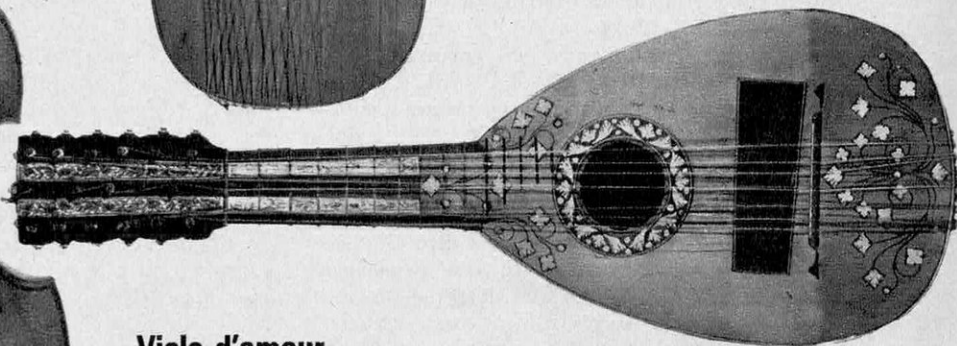
### Archicistre

Variété de luth →  
d'origine italienne  
à 2 jeux de cordes  
comme le théorbe.



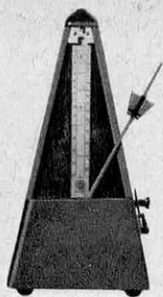
### Viola d'amour

← Elle comprend sept  
cordes principales  
et se joue tenue  
sous le menton.



### Mandole

C'est le soprano  
des luths, à manche  
court, développé  
surtout en Italie.



Beaucoup ignorent, ou plutôt veulent ignorer que cet art immatériel est, comme tous les arts, le produit d'un esprit de méthode sans lequel la matière sonore ne serait qu'un magma informe, un chaos sans résonance dans l'auditoire. Pour apprécier pleinement une œuvre, l'émotion pure gagne à se doubler d'une appréciation intelligente des moyens qu'a mis en œuvre son auteur et de la forme sous laquelle il les a combinés pour convier son message à l'oreille. C'est particulièrement vrai de la musique occidentale pour laquelle il ne peut y avoir de culture musicale si l'on n'a pas quelque idée de ce qu'est la théorie dans ses grandes lignes, sans qu'il soit besoin pour autant d'acquiescer un savoir de spécialiste en matière d'harmonie, de contrepoint, de composition ou d'orchestration, ni même de pratiquer personnellement un instrument, encore que ce dernier point ne soit pas à dédaigner si on a le loisir de s'y appliquer. Il ne saurait y avoir de joie complète pour celui qui écoute s'il ne connaît rien du langage qui lui est adressé.

### La théorie musicale

On peut diviser la théorie musicale en deux sections : la théorie pure et les techniques instrumentales et vocales. Ces dernières font l'objet d'un enseignement complexe qu'il n'est pas question d'exposer ici. La théorie pure comporte le solfège, l'harmonie, le contrepoint et la composition. Si le solfège est la morphologie musicale, l'harmonie et le contrepoint sont la syntaxe.

Le solfège s'apprend en principe dès l'école primaire; il est la discipline de base pour l'éducation de l'oreille et du sens rythmique, et la lecture des partitions. Gui d'Arezzo peut être considéré comme le fondateur du solfège. C'est lui qui instaura l'emploi de la portée musicale, et on lui doit la « solmisation » de la gamme, c'est-à-dire l'introduction de la nomenclature qui nous est familière : *ut, ré, mi*, etc. Ces désignations de tradition romane sont utilisées dans les pays de langue latine; dans les autres prévaut la tradition germanique qui se sert des lettres *A, B, C, D, E, F, G*, où *A* correspond à *la* (en Allemagne même, *B* désigne le *si bémol* et *H*, le *si bécarré*).

Après l'alphabet musical, le solfège définit les différentes tonalités et les diverses sortes de mesures. Il enseigne les valeurs de notes et de silences, les indications et signes d'interprétation (*crescendo, decrescendo*, etc.), les tons et les modes (*majeur, mineur*), les gammes et les arpèges, les clés, de *sol*, de *fa* et d'*ut* (leur dessin est issu de la stylisation des lettres médiévales *G* pour *sol*, *F* pour *fa* et *C* pour *ut*). Les clés sont posées sur la ligne de la portée à laquelle elles donnent leur nom et leur étude est nécessaire à qui veut transposer, lire la musique ancienne ou les partitions d'orchestre, ou même simplement un quatuor (la partie d'alto s'écrit conventionnellement en clé d'*ut* troisième). L'enseignement actuel du solfège est axé vers la possession de la vitesse de lecture qui permet le déchiffrement par l'acquisition d'automatismes sans lesquels il est impossible d'obtenir des résultats satisfaisants.

L'harmonie est la première partie de la syntaxe musicale. Ce mot, grec d'origine et qui a changé de sens à travers les siècles, désigne généralement à notre époque l'analyse de la polyphonie dans le sens vertical; la matière en est donc avant tout les accords et leur succession, avec la grande distinction classique de consonance et de dissonance. La codification en la matière eut lieu au début du XVIII<sup>e</sup> siècle avec Jean-Philippe Rameau; les règles, adaptées selon l'évolution des compositeurs, et bien qu'elles aient été infirmées par la musique dite « moderne » et que les différentes écoles atonales en soient arrivées, comme l'indique l'épithète, à anéantir le principe de tonalité qui régit l'harmonie « classique », sont encore à la base de l'enseignement des conservatoires.

Le mot « contrepoint » dérive de l'expression latine « *punctum contra punctum* », « point contre point » ou « note contre note ». Il désigne une combinaison entre une ligne mélodique donnée (appelée *cantus firmus*) et une ou plusieurs autres créées à partir d'elle au moyen d'un ensemble de rapports donnés. Les quatre formes classiques sont l'originale, le renversement (transformation des intervalles successifs en mouvement descendant s'il était ascendant et réciproquement, tout en conservant les dimensions des intervalles), la rétrograde (le mouvement précédemment exposé est repris à l'envers en commençant par la dernière note), la rétrograde du renversement. On voit que le caractère horizontal du contrepoint s'oppose au caractère vertical de l'harmonie, tout en lui demeurant étroitement associé. L'art du contrepoint, né avec la polyphonie, est typiquement occidental. L'« âge d'or » du contrepoint se situe au



**GUI D'AREZZO**,  
bénédictin italien,  
mort vers 1050,  
a donné leur nom aux notes  
de la gamme en utilisant  
les premières syllabes des  
vers d'un hymne célèbre  
à saint Jean-Baptiste.  
C'est au XVII<sup>e</sup> siècle  
qu'apparut le do,  
synonyme d'ut,  
et que le si,  
longtemps inusité,  
fut formé par  
la conjonction des initiales  
des mots « Sancte Joannes »  
du septième vers,  
bien que ce vers  
ne commence pas  
par un si.

**U** T que- ant laxis re-soná-re fi-bris Mi- ra gestô-

rum fámu-li tu- ó- rum, Sol-ve pollú- ti lá-bi- i re- á-

tum, Sancte Jo-án-nes.

xvi<sup>e</sup> siècle, avec en particulier Palestrina; après la période classique du contrepoint harmonique ou tonal (Jean-Sébastien Bach), la période moderne a consacré une sorte d'hégémonie de l'harmonie sur le contrepoint, encore que l'école « sérielle » soit revenue aux plus stricts principes contrapunctiques. L'étude du contrepoint, technique de la superposition des lignes mélodiques, demeure un élément essentiel de la formation du compositeur.

La composition est la technique de la création musicale, synthèse de l'harmonie et du contrepoint, avec pour notion centrale celle de thème et de variation. Aux connaissances de théorie pure doivent s'ajouter l'art de l'instrumentation et de l'orchestration qui visent à traduire avec justesse les nuances de la pensée musicale selon les qualités spécifiques des différents instruments. On peut dire que la composition musicale est, dans ses grandes lignes, parallèle à la composition littéraire et qu'elle doit aboutir à l'établissement d'un langage propre à chaque compositeur. Mais, en musique comme en littérature, la perfection du langage n'est rien si le génie fait défaut.

### Les formes musicales

Nous nous sommes placés jusqu'ici au point de vue de la genèse de l'œuvre musicale. L'observation des résultats à travers l'histoire permet de dresser un catalogue des différents genres pratiqués.

La théorie de la forme musicale a donné et donne encore lieu à des divergences profondes sur l'interprétation de cette notion où le concret se mêle à l'abstrait, où l'on peut, au moins en première approximation, distinguer les formes « concrètes » qui sont les genres musicaux, et les formes « abstraites » qui sont les structures internes des œuvres, avec, à tous les échelons, le souci d'unité comme principe majeur. Nous n'insisterons point et admettrons, à titre de postulat, que la forme est un type de structure où l'agencement entre les différents éléments est coordonné pour aboutir à ce tout homogène qu'est une œuvre musicale.

Il ne saurait être question ici d'énumérer les multiples genres apparus au cours du développement de la musique occidentale et encore moins de les analyser techniquement (1). On trouvera ci-après quelques indications sommaires sur certains d'entre eux présentés intentionnellement par ordre alphabétique.

(1) On pourra se reporter utilement à l'*Encyclopédie de la Musique* publiée sous la direction de François Michel (Fasquelle, éditeur).

# quelques f

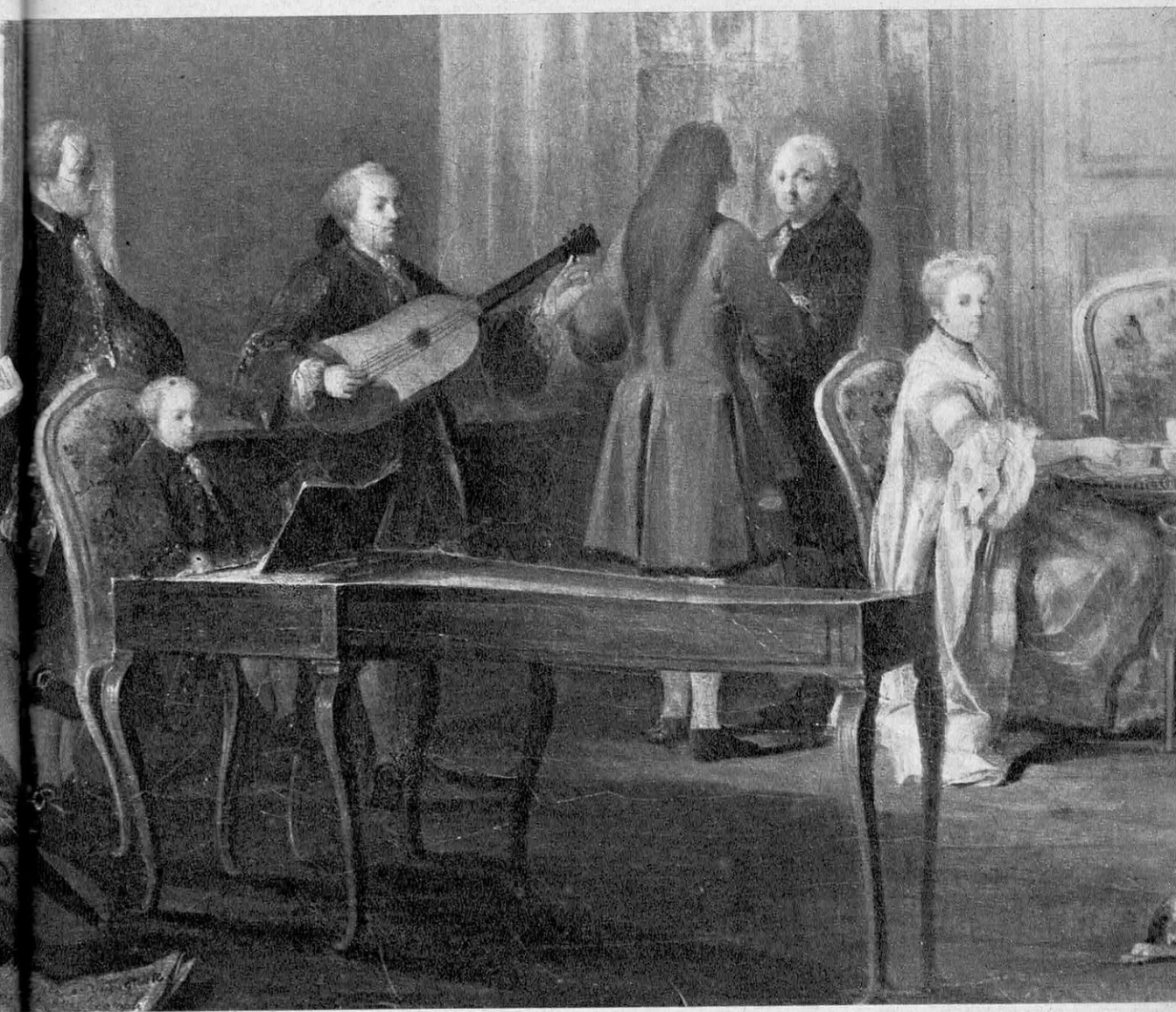


Ph. Giraudon

## Aria

Désignation italienne de l'« air » vocal (l'aria peut cependant être aussi instrumentale), élément essentiel de tout ouvrage lyrique : opéra, cantate, oratorio, etc., accompagné à l'orchestre. Dans le style italien, cet élément du « **bel canto** » comporte à certaines époques de longs ornements et fioritures destinés à mettre en va-

# formes musicales



**Ollivier: Mozart chez le Prince de Conti en 1766 (fragment). Musée du Louvre.**

leur la virtuosité du chanteur et qui prennent un caractère abusif. Les airs de Lully, au 17<sup>e</sup> siècle, plus sobres, suivent au contraire déjà de près l'accentuation et l'expression du langage parlé et amorcent l'évolution qui conduira au style wagnérien où récitatifs et arias se condensent en une mélodie lyrique continue sur un fond symphonique, soumise seulement aux exigences de l'action dramatique.

## Ballade

Au Moyen Age, la ballade est une pièce vocale ou instrumentale lyrique de forme très libre (Guillaume de Machaut). Au 19<sup>e</sup> siècle, les œuvres du même nom portent l'empreinte du romantisme. Les unes illustrent directement des poèmes sur des sujets légendaires ou épiques (Schubert, Schumann, Mendelssohn, Brahms). D'autres,

# quelques formes musicales

purement instrumentales (Brahms, Chopin, Fauré), ont en commun un caractère narratif et lyrique très accusé.

## Ballet

Forme dramatique pour orchestre avec souvent intervention du chant accompagnant la danse et la pantomime, et dont les origines remontent à l'Antiquité. Le chef-d'œuvre de l'opéra-ballet au 18<sup>e</sup> siècle est les **Indes Galantes** de Rameau. À partir de 1909, les Ballets Russes de Diaghilev ont entièrement renouvelé cette forme tombée en désuétude à l'époque classique et romantique et ont suscité des œuvres de premier ordre comme **Petrouchka** et le **Sacre du Printemps** de Stravinsky et **Daphnis et Chloé** de Ravel.

## Canon

C'est, dans la musique polyphonique, la forme parfaite de l'imitation par des voix (jusqu'à 48 voix au 17<sup>e</sup> siècle) reprenant le même thème, « entrant » successivement avec un décalage et pouvant souvent concorder à l'infini (« ad infinitum ») tant qu'une cadence finale n'intervient pas. Tous les artifices (renversement, rétrograde, etc.) peuvent être utilisés. Le type le plus simple est la mélodie populaire **Frère Jacques**; on en trouve un exemple dans le finale de la **Sonate pour violon et piano** de César Franck et on en rencontre jusque dans le **Pierrot lunaire** de Schoenberg.

## Cantate

Pièce en plusieurs parties de caractère uniquement lyrique, de concert ou d'église (mais non d'opéra), elle combine l'art vocal et l'orchestre et eut une très grande vogue aux 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles avec Clément, Rameau, etc. J.-S. Bach fut le maître incontesté de la cantate religieuse et en a écrit plus de deux cents. Depuis 1803, le concours du Grand Prix de Rome comporte une cantate bien que ce genre soit tombé au 19<sup>e</sup> siècle au rang d'œuvre de circonstance. Il connaît un certain regain de faveur depuis cinquante ans avec des auteurs aussi divers que Francis Poulenc, Stravinsky, Schoenberg, Webern, Jolivet, etc.

## Choral

Type de cantique protestant en Allemagne apparu au 16<sup>e</sup> siècle avec la Réforme de Luther (qui en aurait lui-même écrit). Chanté à l'unisson à l'origine, le choral adopta vite la polyphonie avec un style de plus en plus raffiné de contrepoint libre. Cet art fut porté à son plus haut point par J.-S. Bach dont les chorals d'orgue sont les modèles d'un genre pratiquement délaissé

après lui. On doit cependant citer encore Brahms, César Franck (**Trois chorals pour orgue, Prélude, choral et fugue**), Reger, Honegger (finale de la **Symphonie pour cordes**), Stravinsky, etc.

## Concerto

Cette forme met essentiellement en opposition un petit groupe de musiciens (« concerto grosso ») dont les modèles sont les **Concertos brandebourgeois** de J.-S. Bach) ou un seul musicien (concerto pour soliste) et la masse orchestrale. Le premier type s'est effacé devant la symphonie concertante à la fin du 18<sup>e</sup> siècle, mais a retenu l'attention d'auteurs modernes comme Bartok et Stravinsky. Le second s'est affirmé depuis Mozart qui lui donna sa forme définitive : trois ou quatre mouvements terminés éventuellement par une « cadence » écrite souvent par un autre compositeur et où la virtuosité du soliste peut briller sans le soutien de l'orchestre. Il existe des concertos pour les instruments les plus divers, depuis le piano et le violon jusqu'à la contrebasse et la trompette.

## Divertissement

Composition destinée à un groupe d'instruments solistes (cordes, vents ou les deux à la fois) plutôt qu'à un orchestre et comportant une suite de mouvements courts de forme libre. Elle est généralement classée dans la musique de chambre. Haydn et Mozart en ont écrit plusieurs dizaines. Dans un domaine tout différent et très particulier, le divertissement est un intermède libre de la fugue où est développé un fragment du sujet ou du contre-sujet.

## Étude

C'est une forme musicale sans structure précise dont les exemples les plus caractéristiques, où la virtuosité s'allie à la musicalité, sont dus à Chopin qui créa l'« étude de concert ». En principe, chaque étude est vouée à une difficulté spéciale de technique ou d'interprétation. Ce genre a attiré aussi Liszt, Debussy, Stravinsky et plusieurs autres grands compositeurs.

## Fugue

Composition à plusieurs voix mettant en œuvre toutes les ressources du contrepoint, de l'imitation et de la transposition à partir d'un thème principal nommé « sujet » et d'un deuxième thème nommé « contre-sujet »; elle en tire toute sa substance, atteignant ainsi à une unité parfaite. Elle se rattache à la tradition polyphonique (en particulier au « canon ») et s'est précisée à la fin du 17<sup>e</sup> siècle, les modèles du genre



Terburg : La leçon de musique. Musée du Louvre.

restant ceux de Jean-Sébastien Bach au début du 18<sup>e</sup> (**Le clavecin bien tempéré, l'Art de la fugue**, etc.). La fugue d'école, à quatre voix, comprenant une exposition, un développement et une « strette » finale où tous les éléments se condensent avec virtuosité et se « resserrent » comme le nom l'indique, est toujours une des disciplines qui, dans les conservatoires, pré-

parent à la composition. Mais la fugue est loin de demeurer figée dans des règles mortes et cette forme difficile laisse en fait au vrai musicien une grande liberté d'expression. Son évolution se poursuit encore de nos jours et il en existe écrites dans les langages d'avant-garde des écoles contemporaines, tonales, atonales et même dodécaphoniques.

# quelques formes musicales

## Mélodie

Ce terme désigne, dans son sens le plus général, un des principes fondamentaux de la musique, sa composante « horizontale » par opposition avec l'harmonie qui en est la composante « verticale ». Dans son sens restreint, c'est une pièce vocale à une voix avec accompagnement, écrite comme le Lied sur un poème court, mais plus raffinée sous la forme que lui a donnée Moussorgsky, par exemple, vers 1870 et, en France, après Berlioz et Gounod, les maîtres du genre tels que Debussy, Fauré et Duparc.

## Menuet

Le roi Louis XIV a dansé les nobles et gracieux menuets de Lully au 17<sup>e</sup> siècle. Le menuet devint plus tard un élément des suites instrumentales qui en comportaient souvent deux en alternance; le second, écrit généralement à trois voix, s'appelait « trio ». Quand le menuet fut introduit dans la symphonie et la sonate classiques par Haydn, le terme « trio » désigna abusivement l'avant-dernier mouvement auquel Beethoven substitua le scherzo.

## Messe

La participation de la musique, surtout vocale, aux cérémonies du culte est de tradition millénaire. La messe, centre de la liturgie chrétienne, s'est probablement toujours associé le chant. Le nombre des compositeurs qui traitèrent les textes de la messe est considérable depuis le chant grégorien codifié au 7<sup>e</sup> siècle et les débuts de la polyphonie au 12<sup>e</sup>. C'est au 16<sup>e</sup> siècle que s'épanouit le style polyphonique avec Palestrina, Vittoria et Roland de Lassus. Puis l'orchestre s'introduit et la messe « concertante » prend naissance, dont le chef-d'œuvre inégalé est, au 18<sup>e</sup> siècle, la **Messe en si mineur** de J.-S. Bach, écrasante par la beauté de sa réalisation mais peu compatible avec l'exercice du culte. La messe de concert et sa forme particulière de « Requiem » prennent au 19<sup>e</sup> siècle un style symphonique et dramatique qui a appelé une réaction vers des formules plus discrètes et un retour aux sources de l'art liturgique encore sensible de nos jours.

## Opéra

Œuvre lyrique de forme très complexe et variable qui réunit les voix, l'orchestre, la danse, les arts plastiques et l'action dramatique. Issu du drame liturgique médiéval, l'opéra moderne est né à Florence vers 1600 et c'est Monteverdi qui a guidé ses premiers pas. Pour en écrire l'histoire, il faudrait le situer dans les divers pays où

cet art conventionnel et indissociable de la scène a été pratiqué. Nous dirons seulement que, de l'opinion générale, ce genre a trouvé son sommet chez Mozart. N'omettons pas cependant de citer la forme mineure de l'opéra-comique où aux récitatifs chantés du grand opéra se substituent en principe des dialogues parlés.

## Oratorio

Grande cantate à voix multiples issue des mystères médiévaux. Les œuvres types au 18<sup>e</sup> siècle sont **La passion selon saint Matthieu** de J.-S. Bach, **Le Messie** de Haendel et, dans le domaine profane, **Les saisons** de Haydn. Après une période de relative décadence, cette forme est reprise par des compositeurs modernes tels que Honegger (**Jeanne au bûcher**) et Stravinsky (**Oedipus Rex**).

## Poème symphonique

C'est de la musique descriptive, de la « musique à programme » faisant appel à toutes les ressources de la palette orchestrale pour illustrer les éléments poétiques ou fabuleux dont elle s'inspire. Il semble que le créateur du genre soit Liszt avec **« Ce qu'on entend sur la montagne »**. Les écoles romantique (ex. **Till Eulenspiegel** de Richard Strauss) et impressionniste (ex. **La mer** de Debussy) ont exploité largement ce genre que ne dédaigne pas le néoclassicisme (exemple: **La danse macabre** de Saint-Saëns) et l'école moderne (exemple: **Pelléas et Mélisande** de Schoenberg).

## Rhapsodie

Le « rhapsode » de la Grèce antique chantait des fragments épiques en s'accompagnant d'un instrument à cordes. La rhapsodie est, dans la musique européenne, une pièce instrumentale d'essence romantique, de forme libre, de caractère régional ou exotique, souvent folklorique (**Rhapsodie norvégienne** de Lalo, par exemple), alliant la verve à la virtuosité. Parmi les compositeurs, les Hongrois tiennent une place importante avec Liszt, Bartok, Mihaly, etc.

## Rondo

Composition caractérisée en principe par l'alternance d'une phrase principale, le refrain, et de plusieurs couplets différents. C'est une pièce brillante, parfois humoristique, dont la grande période est celle des classiques (Haydn, Mozart, Beethoven) qui l'adoptent comme mouvement final de sonate ou de symphonie ou en font un morceau instrumental isolé. Il réapparaît à l'époque romantique (Weber, Chopin, Mendelssohn, puis Saint-Saëns).

## Scherzo

Pièce instrumentale d'allure très alerte qui remplace, à la fin du 18<sup>e</sup> siècle, le menuet dans la sonate et la symphonie, à l'exemple de Beethoven. A sa suite, la symphonie romantique l'adopte avec Schubert, Schumann, Berlioz. Des scherzos isolés ont été écrits pour piano (Chopin, par exemple), ou pour orchestre (**Scherzo** de Lalo), se rapprochant parfois du poème symphonique (**L'apprenti sorcier** de Dukas).

## Sonate

La sonate est, avec le quatuor à cordes, à la base de toute la musique de chambre. C'est une composition strictement instrumentale pour un ou deux instruments. Elle n'a d'abord utilisé qu'un seul thème, puis, à partir de 1730 environ, deux thèmes combinés suivant la formule dite de la « forme-sonate » : exposition successive des deux thèmes, développement sur les éléments des deux thèmes, réexposition des thèmes avant la conclusion. L'idée d'unité domine cette structure qui s'est appliquée aux œuvres les plus diverses et non pas seulement au premier mouvement de la sonate classique. Celle-ci en comporte trois ou quatre généralement qualifiés :

**allegro** (rapide ou modéré, souvent la pièce maîtresse de l'œuvre, de « forme-sonate » obligatoire), **adagio** (lent, de forme plus libre, parfois thème et variations), **scherzo** (ou menuet, rapide et assez court), **rondo**, **allegro** ou **presto** (finale brillante et vif, souvent lui-même de « forme-sonate »). Ce schéma n'est que de principe et les innombrables compositeurs de sonates en ont usé librement.

## Symphonie

La symphonie classique peut être considérée comme l'extension de la sonate dans le domaine orchestral, avec la même division en « mouvements », leur même structure interne, et les mêmes libertés de la part des compositeurs. Après les premiers chefs-d'œuvre de Haydn et de Mozart, Beethoven lui a tracé sa voie pour plus d'un siècle en amplifiant dans une grande mesure le jeu des différents timbres. L'orchestre, de plus en plus étoffé, a suggéré des développements sans cesse plus amples : au début de ce siècle, des compositions imposantes exigent une masse orchestrale énorme (Mahler, Richard Strauss). La vitalité de la forme symphonique se confirme à notre époque avec Roussel, Schoenberg, Stravinsky, Hindemith, etc.

*Præludium  
pro  
Organo pleno*

*Pedal*

Jean-Sébastien Bach : Début du prélude en mi bémol majeur (1739).

# Le mouvement musical contemporain

Si les arts ont suivi au cours de l'histoire une évolution parallèle, les moments cruciaux de cette évolution n'ont pas toujours été synchrones d'un art à l'autre. Ils le sont à notre époque, pour l'architecture comme pour la poésie, pour la peinture comme pour la musique. Depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, avec les prodigieux développements de la science et de l'industrie, l'ampleur prise par les problèmes sociaux, la multiplication des moyens de diffusion, les convulsions morales et économiques de notre civilisation, l'idéal de « progrès » s'est opposé dans tous les domaines à celui de « tradition » et en a fait éclater les cadres.

En musique, ce sont les cadres formels imposés par le sens tonal à l'époque classique, ceux qui ont régi toutes les œuvres de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle par exemple, qui se désagrègent entièrement. Le zèle général des musiciens novateurs s'est employé à détruire la tonalité.

## L'atonalité

La musique tonale organisait une hiérarchie entre les sons dont certains étaient privilégiés et exerçaient sur les autres une attirance plus ou moins grande, particulièrement marquée pour la tonique de la gamme utilisée. Un concerto était en la ou en si bémol, par exemple, et la tonalité générale était marquée au départ par l'« armure » placée en tête de la partition et rappelée à chaque portée, indiquant les altérations permanentes : dièses ou bémols de la gamme diatonique constitutive du ton choisi. C'étaient, pour reprendre nos exemples, fa, do et sol dièses pour la majeur (ou le ton relatif, fa dièse mineur), si et mi bémols pour si bémol majeur (ou le ton relatif, sol mineur). Les modulations n'entraînaient que des accidents chromatiques passagers, marqués par des dièses ou des bémols qui haussaient ou baissaient d'un demi-ton toutes les notes de la même ligne ou du même intervalle dans une même mesure; un nouveau ton s'imposait alors provisoirement à l'oreille.

Lorsque, au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, certains compositeurs firent un emploi progressivement de plus en plus serré de la modulation,

la notion de tonalité commença à perdre son assise devant l'envahissement du chromatisme. L'analyse des partitions exigeait une subtilité de plus en plus grande pour déterminer le ton de certains épisodes, et la recherche paraissait souvent vaine. Déjà chez Beethoven on relevait des passages sans tonalité nette. Le chromatisme de la mélodie continue de Wagner, en particulier dans les longues déclamations de *Tristan et Yseult*, ne se laissait plus analyser par les procédés classiques. Debussy et l'école impressionniste, avec des relations harmoniques élargies, s'évadaient hors du cadre traditionnel de la tonalité. Sur les partitions, l'armure à la clef n'avait plus d'objet précis et, pour des commodités de lecture, il devenait prudent de répéter pour chaque note son altération dans une même mesure. D'ailleurs certains compositeurs devaient plus tard supprimer purement et simplement les barres de mesure.

## Le « dodécaphonisme » et la « série »

La tonalité ne fut vraiment liquidée, de propos délibéré, que par Arnold Schönberg (né à Vienne en 1874, mort à Hollywood en 1951) avec la création du « dodécaphonisme » à partir de 1908. La « musique de douze sons » (le préfixe *dodéca* signifie douze) de Schönberg et de ses disciples de ce que l'on appelle l'École de Vienne accorde aux douze notes, les douze demi-tons de la gamme chromatique tempérée, une égale dignité; le compositeur ne doit conférer à aucune d'elles un rôle particulier, aucune ne doit exercer d'attraction sur une autre.

L'élargissement des possibilités de l'univers sonore dû au chromatisme intégral est manifeste, mais n'est pas sans introduire une certaine anarchie dans un domaine sans doute précédemment trop hiérarchisé. Schönberg lui donna vers 1923 un principe directeur en inventant la « série » dont la théorie a été adoptée par les « sériels » contemporains comme dogme. Cette musique est atonale; utilisant les douze sons du système tempéré, elle est dodécaphonique; mais, de plus, sa structure est fondée sur une « série » de douze sons « qui n'ont de rapport qu'entre eux », suivant l'expression même de Schönberg.



**CHAGALL**  
Le violoniste  
vert.  
Collection  
Guggenheim  
New York



**Braque: Le duo. Musée d'Art Moderne, Paris.**

La série joue en quelque sorte le rôle du thème en musique tonale, car c'est l'ordre de succession des douze notes qui détermine le développement ultérieur. Aucune ne doit être réentendue avant le déroulement des onze autres afin de ne pas «polariser» la mélodie. La série originale, son rétrograde, son renversement et le rétrograde du renversement pourront se transposer sur toutes les notes de la gamme, ce qui donnera 48 formes de base que le musicien combinerà de son mieux. On voit que, répudiant l'harmonie

périmée, la musique sérielle se réfère au contrepoint. Elle utilise le plus fréquemment les mêmes matériaux sonores que ses prédécesseurs, avec une certaine prédilection pour la percussion et parfois l'usage d'instruments folkloriques ou à l'imitation du folklore; elle utilise aussi la musique électronique, sans être d'ailleurs la seule, puisque des musiciens «traditionnels» s'évertuent aussi dans ce genre.

Les chefs du mouvement sériel sont, en France et en Allemagne, Pierre Boulez et

K. Stockhausen; en Belgique Henri Pousseur, en Italie, Bério, Moderna et Nono. Boulez est un chef d'orchestre et pianiste de valeur que la France n'a pas su employer à la place qui lui revient; il est attaché au Südwestdeutsche Rundfunk à Baden-Baden et enseigne au conservatoire de Bâle, tout en dirigeant les concerts du *Domaine musical* à Paris.

Le nouveau «sérielisme» (l'actuel, qui a repris la succession de Schönberg, de Webern, de Berg) n'a pas encore donné des œuvres aussi importantes que le *Pierrot lunaire* de Schönberg (1912), le *Wozzeck* de Berg (1925) ou l'ensemble de l'œuvre «mallarméenne» de Webern, bien que le *Marteau sans maître* de Boulez (1955) soit déjà classique. Le mouvement sériel est très vivant, et une grande partie des jeunes musiciens d'aujourd'hui ne trouvent leur voie qu'à travers cette sorte de centre international de recherche, voisin de ceux du «nouveau théâtre», du «nouveau roman», de la peinture «abstraite».

### La musique «traditionnelle»

En dépit des coups que lui portent le mouvement sériel et ses militants, la musique «traditionnelle» n'est pas morte, témoins Henri Dutilleux, Jean François, Darius Milhaud, Francis Poulenc, Henri Sauguet, en France, Benjamin Britten, en Angleterre, Aaron Copland, Virgil Thomson, aux États-Unis, Paul Hindemith, Carl Orff, en Allemagne, Gian Francesco Malipiero, Goffredo Petrassi, en Italie, Frank Martin, en Hollande, Zoltan Kodaly, en Hongrie, Chostakovitch, en Russie, et tant d'autres qu'il nous est impossible de citer, sans que notre intention soit le moins du monde d'être injuste à leur

égard. Il faut mettre à part Luigi Dallapiccola, devenu exclusivement sériel, semble-t-il, Olivier Messiaen, André Jolivet, Edgar Varese, dont les domaines sont situés entre l'école sérielle et la «tradition».

Mais rien ne résume mieux les soixante dernières années que l'œuvre d'Igor Stravinsky (né en 1882) tout à fait comparable, en musique, à celle de Picasso en peinture. Né en Russie, il s'est épanoui en Occident et vit aux États-Unis depuis la dernière guerre. Après avoir assimilé toutes les recettes de la tradition, il s'est fait un langage incomparable avec une habileté et une inspiration de premier ordre. Il exerce actuellement la technique sérielle, en l'adoptant. Artisan très minutieux, il appartient à ces générations d'artistes qui assuraient leur maîtrise sur la matière et, la dominant, disaient sans ambages ce qu'ils avaient à dire parce qu'ils croyaient à leur vocation de poètes et à ses droits souverains. Il est de ceux qui ont pleinement réussi, dans le cortège de musiciens occidentaux dont Guillaume de Machaut, au XIV<sup>e</sup> siècle, fut le premier en date.

Les pessimistes ne veulent voir dans l'étiollement manifeste des formes traditionnelles et la difficulté pour les formes nouvelles d'établir le contact psychologique avec le public — un public d'ailleurs de plus en plus averti et réceptif — que l'annonce d'une disparition plus ou moins différée de l'art musical. On peut légitimement admettre, au contraire, que la multiplicité, pour ne pas dire la divergence des conceptions nouvelles et des recherches en prouve la vitalité. Notre époque troublée a rompu dans un premier temps les contraintes qui bridaient ses possibilités d'expression. Il lui reste à opérer la synthèse entre les éléments épars et valables offerts par les novateurs.

## La musique militaire

LA musique militaire est sans doute vieille comme le monde. Il est certain en tous cas qu'elle existait chez les Hébreux, les Grecs, les Romains, les Gaulois, si on l'entend au sens de moyen d'intimidation de l'adversaire et surtout d'agent d'excitation des sentiments belliqueux, comme, il n'y a pas si longtemps chez nous, le clairon sonnant la charge. Les formations spéciales que nous connaissons datent seulement de la Renaissance, sous François I<sup>er</sup> en France où l'on voit apparaître

fifres et tambours, sous Henri VIII en Angleterre avec trompettes et timbales, tandis que la traditionnelle cornemuse (*bag-pipe*) accompagnait les corps écossais.

Louis XIV organisa les formations musicales militaires et commanda à Lully un répertoire approprié de marches, batteries et airs pour fifres et hautbois. Sous la Révolution elles connurent un grand développement, au point que la Garde consulaire ne comptait pas moins de 48 musiciens. Jusqu'à la dernière



guerre il y avait une musique par régiment, mais ces budgets secondaires ont été comprimés et le nombre de ces musiques est actuellement très restreint. Parmi les plus remarquables, il faut citer la musique des Équipages de la flotte, la musique de l'Air et surtout celle de la Garde Républicaine dont tous les membres sont en principe prix du Conservatoire de Paris et qui rehausse l'éclat des cérémonies officielles.

On distingue dans la musique militaire la *clique*, qui groupe les clairons et les tambours sous l'autorité du tambour-major, et la musique proprement dite ou *harmonie* (cuivres, bois, batterie), le tout dirigé par le chef de musique. Certaines formations ne comportent

que des cuivres et des instruments à percussion : ce sont les *fanfares* (cavalerie, chasseurs à pied).

Le répertoire est constitué par les marches bien connues, des adaptations ou pots-pourris tirés d'œuvres destinées à l'orchestre normal et par des partitions spécialement écrites pour ce genre de musique, dont souvent la qualité n'est malheureusement pas restée égale à celle de Lully. Parmi les grands auteurs qui ont écrit pour la musique militaire, citons, après Lully : Mozart, Beethoven, Schubert, Berlioz, Mendelssohn, Wagner, à qui on peut ajouter un certain nombre de compositeurs qui ont produit des œuvres pour instruments à vent seuls : Stravinsky, Dukas, Roussel, Hindemith.

## Les variétés

LES « variétés » constituent un genre d'origine relativement récente, si l'on s'en tient à l'acception actuelle du terme. On ne saurait qualifier ainsi, aujourd'hui, telle « *Symphonie pour les soupers du Roy* » ou tel « *Ballet de cour* » du XVII<sup>e</sup> siècle, pas plus que les fabliaux, les mazarinades ou les chansons de l'époque révolutionnaire. La variété proprement dite, date, historiquement, de la civilisation industrielle que l'on a dite « bourgeoise ». Son histoire reflète notre civilisation moderne avec ses modes, ses phobies, ses engouements passagers...

La première période moderne de la variété peut se situer sous la Restauration, époque où des chansonniers populaires tels que Désaugiers (*Pan-pan, Quand on est mort, c'est pour longtemps*), Émile Debraux (*Fanfan-la-Tulipe, Soldat t'en souviens-tu ?*), Jules Jouy (*A Saint-Lazare, Mad'moiselle, écoutez-moi donc*) se produisaient dans les « goguettes », sociétés chantantes qui tenaient leurs séances dans des cabarets et qui étaient alors fort nombreuses (il en existait dans presque chaque rue de Paris, nous disent les chroniqueurs de la chanson). C'étaient les débuts de ce que l'on a appelé le café-concert (1845) qui connut une si grande vogue sous le Second Empire. Ce qu'on y chantait était joyeux, entraînant, grivois, parfois satirique ou politique (à la chute de Napoléon III surtout); plus tard, la chanson de café-concert devint patriotique et revancharde (Déroulède). Musicalement parlant, toute cette production subissait totalement l'influence des compositeurs « légers » contemporains, notamment Offenbach (*La belle Hélène, la Vie parisienne, la Fille du*

*tambour-major*) et Hervé (*Le petit Faust, Mam'selle Nitouche*); chez les musiciens de variétés actuels, il est impossible de déceler une contamination semblable.

Peu à peu, le style de l'opérette française est devenu désuet. L'exotisme fit son apparition, venu de Vienne (valse) ou d'Amérique du Sud (tango).

La fonction essentiellement divertissante de la musique légère prit de plus en plus d'ampleur, surtout après la guerre de 1914, avec l'apparition et la rapide emprise du jazz, la tradition du cabaret parisien ne se conservant guère qu'à Montmartre, où la chanson restera satirique, politique suivant toujours l'actualité. Une courte période vers les années 1920 a vu les musiciens « sérieux » se rapprocher du style de la variété : c'est l'époque du *Bauf sur le toit* (Darius Milhaud).

L'extension du cinéma, du disque et de la radio tend à établir, au sein de la musique de variété, des frontières relativement étanches entre les genres, au premier rang desquels se place d'abord la chanson et ses innombrables aspects dont nous ne pouvons qu'évoquer les principaux en citant, parmi tant d'autres, quelques-uns de ses interprètes les plus marquants :

— Entre deux guerres : Mistinguett, dans la tradition directe de la chanson de music-hall (Yvette Guilbert);

Maurice Chevalier : *Prosper, Louise, Ma pomme*;

Tino Rossi : chanson de « charme »;

Charles Trénet : apparition de la chanson « rythmée ».

— Guerre et après-guerre : Edith Piaf : chanson réaliste (*La vie en rose*, *Mon légionnaire*, *Je ne regrette rien*);

Juliette Gréco : chanson « existentialiste » (*Je bais les dimanches*, *Fillette*);

Georges Brassens (*Le p'tit cheval*, *Mon arbre*) et Léo Ferré (*Le piano du pauvre*) : chanson poétique;

Gilbert Bécaud (*Mé-qué-mé-qué*, *Viens*) et Charles Aznavour (*Avec ces yeux là*, *Rendez-vous à Brasilia*), chanson rythmée;

Yves Montand (*Un gamin d'Paris*), chanson de boulevard.

Quant à la nouvelle opérette, nous citerons parmi ses grands champions :

— Avant-guerre : Maurice Yvain (*Ta bouche*, *Là-haut*), Christiné (*Phi-phi*, *Dédé*);

— Après-guerre : Francis Lopez (*L'Auberge du cheval blanc*, *Le Chanteur de Mexico*).

Énumérons ensuite la musique de genre, soit pour soliste (orgue de cinéma) soit symphonique (orchestres de Paul Bonneau, Pierre Spiers); la musique de cirque; la musique de danse, avec le rock-and-roll (Halliday), le cha-cha-cha, etc.; le jazz symphonique (Michel Legrand, Hubert Rostaing), la musique « typique » avec les ensembles néo-brésiliens, néo-argentins, etc., qui viennent prendre la relève des « orchestres de brasseries ».

## La musique concrète

C'EST une musique fondée sur l'emploi systématique d'« objets sonores » enregistrés et manipulés par des procédés électro-acoustiques. Elle doit son nom à Pierre Schaeffer et Pierre Henry (studios de la R.T.F. à Paris) dont les premières réalisations relevaient plus de l'imagerie sonore que de la composition (*Symphonie pour un Homme seul*, *Bidule en ut...*). Les matériaux initiaux, enregistrements de bruits et de sons divers, réunissaient les éléments sonores les plus hétérogènes et les moins « musicaux »; ils étaient progressivement modifiés dans leur hauteur (par accélération ou ralentissement) à l'aide d'un magnétophone spécial appelé « phonogène », et dans leur densité à l'aide de filtres. La composition consistait alors en une sélection et un découpage habile de tous ces éléments, et en un collage ingénieux des fragments obtenus suivant un argument sur-réaliste ou anecdotique.

Cette première étape de la musique con-

Les « spécialisations » de la musique de variété se précisent en même temps qu'elle devient plus « fonctionnelle » (n'oublions pas que la musique légère a acquis droit de cité en sociologie, puisqu'on fait appel à elle souvent, en Europe comme en Amérique, dans les grandes collectivités de travailleurs, magasins ou usines, sous forme de fond sonore).

Jamais sans doute une civilisation ne s'est attribué avec tant de profusion une musique qui puisse être pour tout le monde, en tous lieux, en tous moments, pour tous états d'âme. Tel refrain, dès son apparition, est répandu à travers tous les haut-parleurs du pays, voire du globe. A beaucoup de points de vue, les variétés sont un peu le folklore de nos contemporains.

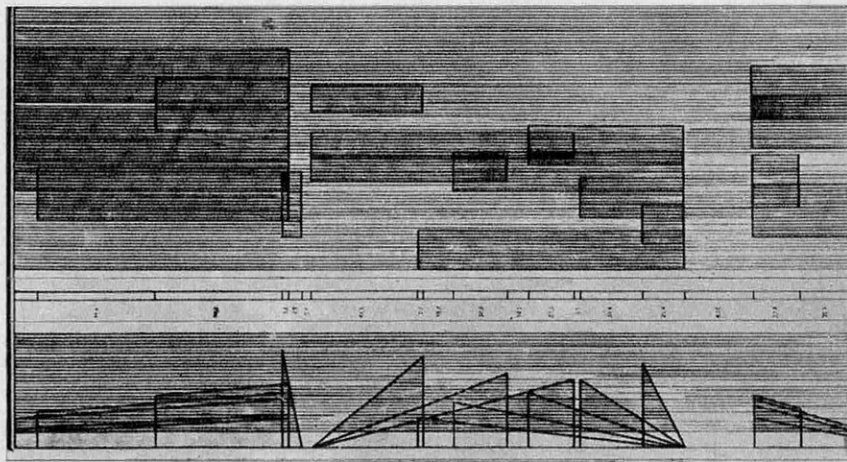
Qu'on juge de leur extension : 3 ou 4 chaînes métropolitaines de radiodiffusion leur consacrent la plus grande partie de leur programme; pratiquement, toutes les sociétés de disques réservent une part importante de leurs enregistrements à des ensembles ou à des solistes de variétés et font de la vente de ces disques le principal de leurs recettes. Et dans leur cadre naturel, que ce soit au cabaret, au music-hall, au bal ou à la « cave », la chanson et la musique de danse manifestent une remarquable et prodigieuse vitalité.

crète, à laquelle des musiciens comme Pierre Boulez et J. Barraqué ont participé, a été suivie vers 1955 d'une nouvelle période où de nouveaux arrivants ont peu à peu bouleversé ces méthodes déjà désuètes. On a cherché à établir un véritable langage de musique concrète avec sa grammaire et sa syntaxe. Cette école, toujours réunie autour de Pierre Schaeffer, a mis sur pied un « solfège concret » grâce auquel chaque son est classé et catégorisé. Encore adolescente, la musique concrète se présente souvent sous forme d'études sur un ou plusieurs sons de base, par exemple : coup de gong, accord instrumental, roulement, complexes divers, dont la structure et la richesse internes sont mises en œuvre par tous les moyens électroacoustiques possibles, accélération ou ralentissement, inversion, fragmentation, filtrage. L'oreille découvre dans un son des régions inconnues dont l'auteur use avec plus ou moins de bonheur dans une composition.

Le premier studio de musique concrète s'est ouvert à Paris, au Club d'essai de la R.T.F. D'autres, publics ou privés, se sont fondés depuis, tant à Paris qu'à l'étranger (Europe, Amérique et même Japon). A la suite des « aînés » (Pierre Schaeffer, Pierre Henry, Michel Philippot), la jeune école de musiciens expérimentaux (telle est en effet la

nouvelle raison sociale de la musique concrète) compte A. Boucourechliev, Iannis Xénakis, Luc Ferrari, François Mache, etc. De leurs œuvres, citons : *Diamorphoses* (I. Xénakis, 1958), *Etude aux allures*, *Etude aux sons animés* (P. Schaeffer, 1959), *Continuo* (P. Schaeffer et L. Ferrari), *Texte I* (A. Boucourechliev), *Ambiance I* (M. Philippot).

Un fragment de la partition de K. Stockhausen pour son «Elektronische Studie II». L'axe porte des indications en centimètres de bande magnétique défilant à 72,6 cm/s. En haut, les carreaux ombrés marquent les objets sonores suivant le plan mélodique, et on trouve en bas l'évolution de leur niveau et leur mode d'attaque, directe ou inversée (Universal, Vienne).



## La musique électronique

C'EST, par définition, une musique fondée sur l'emploi exclusif de sons obtenus synthétiquement à partir de « générateurs de fréquences », le plus souvent sinusoïdaux et ayant subi divers traitements modifiant leur hauteur, leur volume, leur timbre... La composition électronique exclut toute reproduction immédiate et on ne travaille que sur enregistrement sur bande magnétique à une ou plusieurs pistes. On peut aussi y mêler des transformations de sons et complexes sonores préalablement enregistrés suivant des techniques qui relèvent à la fois de l'électronique et de la musique « concrète ».

L'audition supprime évidemment le rite visuel et psychologique du concert instrumental. Elle n'utilise qu'un appareillage électroacoustique relativement simple (magnétophone, amplificateurs, haut-parleurs), mais qui doit être de grande fidélité, avec une

disposition des sources sonores dans la salle soigneusement étudiée en fonction de la « stéréophonie » propre à chaque œuvre.

La composition de la musique électronique nécessite des studios spécialement équipés; il en existe, en Europe, dans presque chaque organisme de radiodiffusion, en particulier à Cologne, Bruxelles, Milan, Varsovie. Chacune de ces installations a ses caractéristiques particulières; ainsi se créent des styles divers par la variété des compositeurs travaillant dans ces studios. Citons, parmi les pionniers : K. Stockhausen (Cologne), Bruno Maderna et Luciano Berio (Milan), Henri Pousseur (Cologne, Milan, Bruxelles), Pierre Boulez (Baden-Baden), Mauricio Kagel (Cologne). Parmi leurs œuvres : *Elektronische Studie*, *Gesang der Jünglinge* (Stockhausen), *Notturmo*, *Continuo* (Maderna), *Omaggio a Joyce* (Berio), *Scambi* (Pousseur); *Poésie pour pouvoir* (Boulez).

# le jazz



Si on en juge d'après sa popularité,  
de son marché, le jazz pourrait passer  
Nombreux pourtant sont ceux qui l'ont  
cette musique désordonnée et ne ve



l'extension de son règne, l'importance  
er pour le phénomène musical du siècle.  
ui dénie toute valeur artistique, jugent  
eulent voir que snobisme dans son succès.

L'année 1917 marque l'apparition du mot jazz, et le point de départ de son essor. Jass, ou Jazz, terme grossier d'argot noir, fut trouvé un soir par les musiciens syndiqués de Chicago pour discréditer les orchestres noirs qui, à peine arrivés, leur faisaient une sévère concurrence. Cela n'empêcha pas que Chicago fut, pendant les dix années suivantes, la capitale du jazz.

Si 1917 marque l'arrivée des orchestres noirs à Chicago, c'est que de cette même année date la fermeture du quartier réservé où ils avaient l'habitude d'exercer leur talent: Storyville, faubourg de New Orléans, en Louisiane. Cet État est en effet considéré comme le berceau du jazz. Les Noirs amenés en Amérique comme esclaves n'oublièrent pas pour autant leurs traditions musicales et les « tam-tams » se reformèrent presque aussitôt. Jusqu'en 1865, ce sont des danses très proches des polyrythmies africaines où domine l'élément vocal. Il faut attendre l'abolition de l'esclavage pour voir apparaître le jazz orchestral, car pour la première fois les Noirs vont avoir entre les mains les instruments de musique perfectionnés inventés par les Blancs.

Ils apprirent à s'en servir, non pas suivant les règles musicales de l'Occident, mais suivant leur fantaisie; ils en jouaient comme ils chantaient. Là réside le secret du jazz et sa nouveauté. Cette manière de jouer explique les procédés expressifs inconnus de la musique européenne, tels le vibrato, le glissando, les sourdines, l'inflexion, les sons grinçants, etc. Un autre élément, emprunté à la musique occidentale, va contribuer à l'élaboration du jazz: c'est l'harmonie. N'existant dans aucun folklore primitif, elle était inconnue dans la musique africaine. Les Noirs, dont les grandes richesses étaient l'improvisation et la profusion rythmique, mirent longtemps à assimiler la science harmonique des Blancs. Mais lorsqu'il leur fut donné de se grouper en grands orchestres, ils firent, sous l'impulsion des premiers arrangeurs, des progrès considérables.

### Les sources du jazz

A Storyville, jour et nuit, inlassablement, les petits ensembles jouent ce qu'on appellera des « blues » et des « rag-times ». Un troisième élément, le « negro spiritual », sorte d'adaptation des psaumes protestants faite par les Noirs, complète le décor. Les « blues » sont des chants profanes, des sortes de plaintes (blues: littéralement les « bleus »; pour nous: le noir, le cafard) que l'on chantait dans les villages, dans les villes aux carrefours. Ils se

transmettaient par voie orale: pas une note, pas une parole n'étaient écrites.

Certains blues devinrent ainsi célèbres dans toute la Louisiane, colportés par des chanteurs qui s'accompagnaient d'une simple guitare, véritables troubadours des temps modernes. Ceux-ci utilisaient abondamment de larges inflexions, des glissandos d'un effet pathétique qui furent repris plus tard par les trompettes, les trombones, clarinettes, lorsque les Noirs firent passer les blues de la voix à l'instrumentation. C'est dans cette imitation du style vocal que réside un des caractères principaux du jazz.

### Blues, rag-time et spiritual

Du point de vue musical, le blues est un petit morceau formé habituellement de 12 mesures: trois phrases de quatre mesures chacune. Les deux premières sont semblables, la troisième sert de conclusion mélodique. Harmoniquement, le blues est caractérisé par le fait que, au lieu de distinguer nettement nos deux modes majeur et mineur, le Noir les emploie simultanément, en infléchissant les notes caractéristiques du mode majeur vers celles du mode mineur. Ce sont les fameuses notes « bleues » qui donnent à certaines phrases leur atmosphère mélancolique.

Le « rag-time » fut d'abord exclusivement une musique pour piano. C'étaient des danses très syncopées, violentes, déchirées (ragged), issues de mélodies créoles et blanches que les pianistes noirs allaient modifier instinctivement en leur appliquant les accentuations rythmiques propres à leur jeu.

Musicalement, le rag-time est fait d'une série de syncopes, syncopes sur les temps faibles, les deuxième et quatrième temps de la mesure. Ces syncopes continuent sans jamais s'interrompre jusqu'à la dernière mesure.

Les « spirituals » sont les chants religieux des Noirs américains, protestants.

Le prédicateur improvise un sermon aux périodes rythmées, que les fidèles ponctuent de quelques exclamations. Un rythme prend forme, puis de l'opposition du pasteur et des réponses des fidèles, une extraordinaire mélodie va se dégager.

Il convient de noter, d'autre part, que la langue anglaise, mise dans la bouche des Noirs, prend un relief très spécial. Difficiles à prononcer pour eux dont les parlers originaux font une grande consommation de consonnes, ils vont escamoter les syllabes faibles et par contraste accentuer les toniques principales. Les notes vont alors acquérir une valeur rythmique et mélodique très originale, qui donnera aux phrases une allure curieuse-

ment syncopée et balancée. Très net dans le spiritual, ce caractère se retrouve également dans le blues vocal.

C'est à partir de ces trois éléments, blues, rag-times et spirituals, que le jazz va se développer très rapidement jusqu'à en arriver à une musique presque atonale. Pour suivre cet essor il faut retourner à Storyville, aux alentours de 1900.

### L'époque New Orléans

La petite histoire veut que le premier chef d'orchestre ait été un barbier, Buddy Bolden. Sa formation était rudimentaire. Outre lui-même à la trompette, on trouvait un trombone et une clarinette qui formaient la section mélodique, et, comme section rythmique : piano, banjo, contrebasse et batterie. Il eut très vite de nombreux émules et la nouvelle musique pénétra partout où elle était le plus désirée : bars, tavernes, saloons, salles de jeux pour les solistes et les petits orchestres, puis défilés, réunions électorales, parades publicitaires et bien sûr les soirées de danse et les prodigieuses fêtes du Mardi gras à la Nouvelle Orléans.

Les orchestres, souvent montés sur des charrettes, se livraient des sortes de joutes, des batailles musicales effrénées et l'orchestre qui jouait le plus vite, la formation qui « chauffait » le plus étaient proclamés vainqueurs par la foule. Le jazz passait dans les mœurs et il y eut ainsi des périodes glorieuses pour les premiers maîtres.

Après l'internement de Buddy Bolden, devenu fou, la couronne de meilleur trompettiste passa à Freddy Keppard. Pas pour très longtemps, car l'un des rois du jazz allait la lui enlever : celui qui n'était encore que Joe Oliver. Né à New Orléans en 1885, il fit ses premières armes dans un « Spasm Band » de l'époque comme cornettiste. Ayant entendu Freddy Keppard, il perfectionna son style et un jour vint provoquer le vieux maître à Storyville. Devant un public enthousiaste il tira de son cornet un blues si puissant et si juste qu'il fut instantanément sacré « King », Roi.

Il fit alors partie des principaux orchestres

### Louis Armstrong →

Images légendaires du jazz,  
Louis Armstrong et sa trompette.  
Le plus justement célèbre des fils de  
New Orleans, Armstrong a alimenté  
l'inspiration de centaines  
de musiciens et ses créations  
méritent souvent le titre de géniales.



Ph. J. P. Leloir

## Miles Davis

Cette image du célèbre trompette noir que l'on voit ici détendu et reposé illustre bien le style « cool » dont il fut le promoteur.

Soliste libre, il introduisit dans son jeu une sonorité nouvelle, légère et curieusement voilée qui dégage un swing intense et très prenant. Il fut longtemps disciple de Charlie Parker qui l'intégra dans ses quintettes aux côtés des plus grands noms du jazz moderne, tels John Lewis ou Bud Powell.

Plus tard, en 1948, Miles Davis monta sa propre formation et il s'illustra au fameux cabaret, le « Royal Roost » de New York.



Magnum Photo

## Ambiance du Jazz →

Ici la danse rejoint l'acrobatie. Soutenu par le rythme, le danseur enlève d'un seul élan ses deux partenaires. Cette étonnante démonstration réalisée dans une petite cave illustre bien l'emprise du « swing » et les performances qu'il est capable de susciter. On est loin des danses classiques: le jazz a permis de retrouver l'ardeur, la force, l'exubérance qui caractérisent la danse comme un moyen d'expression d'une extraordinaire vitalité. L'influence déterminante du folklore noir africain, des « tam-tams » est bien visible ici. Le message musical est tout entier contenu dans le rythme.

du lieu et particulièrement de celui d'un trombone qui allait devenir célèbre, Kid Ory. Quand la Marine fit fermer Storyville en 1917, King Oliver émigra à Chicago. Son répertoire était en grande partie composé de « blues » qui comptent parmi les morceaux les plus importants de l'histoire du jazz.

King Oliver monta plus tard sa propre formation, « l'Original Creole Jazz Band » et, vers 1922, il lui adjoignit un cornettiste venu de New Orléans où il s'était déjà illustré avec Kid Ory, le célèbre Louis Armstrong, l'un des plus grands maîtres du jazz.

### L'avènement du swing

Né en 1900, à New Orléans bien entendu, Armstrong apprit très tôt à jouer du cornet. C'est en maison de correction (il avait trop bien célébré la nouvelle année 1914) qu'un gardien bien intentionné lui enseigna le déchiffrement et l'art de bien se servir de son instrument. Il perfectionna son jeu avec Kid Ory, puis King Oliver. En 1924, il est premier trompette de Fletcher Henderson, chef du plus grand orchestre de New York. Sa re-

nommée va grandissant et il fera des tournées comme soliste à travers le monde entier. La production d'Armstrong comporte surtout des blues, des rag-times, des chansons (*West End Blues*, *Weather Bird*, *St. Louis Blues*).

L'ampleur de son jeu, son attaque puissante et tranchante, un vibrato intense, frénétique, une richesse créatrice extraordinaire font de lui l'un des musiciens les plus marquants de toute son époque.

Il amène avec lui le « swing » qui, par le rebondissement qu'il crée d'un temps sur l'autre, est l'élément rythmique sur lequel le soliste, improvisant, trouve sa base et en même temps son tremplin émotif. Le swing — qu'il ne faut pas confondre avec l'époque swing — est l'élément essentiel du jazz. Sans swing, pas de jazz authentique. C'est, plus précisément, la parfaite mise en place des valeurs rythmiques utilisées dans une œuvre. Le swing doit donner à l'auditeur le sentiment d'une perfection rythmique telle qu'il semble que la musique vive, soit en mouvement. Ce « balancement », issu des premiers blues et spirituals, va atteindre à la perfection avec Louis Armstrong.

n



A la même époque, deux autres très grands musiciens de style New Orléans vont se révéler : Jelly Roll Morton et Sidney Bechet. Ferdinand Morton, dit « Jelly Roll », pianiste créole d'origine française, se distingua comme chef d'orchestre par l'étendue de ses dons : arrangeur très habile, créateur original, usant avec adresse de toutes les ressources du génie inventif noir, il demeure un exemple pour les jazzmen. Durant toute une époque, il fut l'un des musiciens les plus réclamés, au point qu'il n'hésitait pas à graver sur ses cartes de visite « créateur du jazz ».

En la personne de Sidney Bechet, nous allons trouver le premier spécialiste mondial du saxo-soprano, bien qu'il soit plutôt connu comme clarinettiste. Il fut célèbre en Europe et plus particulièrement en France où il demeura plusieurs années avant d'y mourir en 1957.

### Les grands ensembles

A partir de 1920 apparaissent les premières formations importantes, dont la plus remarquable est celle de Duke Ellington. Edward Kennedy Ellington, surnommé « le Duke » par ses camarades d'école, naquit à Washington en 1899. Bien qu'excellent pianiste, il est avant tout chef d'orchestre. « Mon instrument, dira-t-il lui-même, ce n'est pas le piano, c'est l'orchestre tout entier. » Créateur exceptionnel, il est sans doute, de tous les compositeurs

de jazz, celui qui a écrit le plus grand nombre d'œuvres de valeur.

Duke Ellington révèle un monde sonore inouï, qu'il travaillera sans cesse à élargir. On a comparé sa musique à celle de Debussy, à laquelle elle s'apparente par une écriture essentiellement harmonique et par le luxe des timbres. Dans ses arrangements et compositions, il utilise tous les raffinements instrumentaux expressionnistes et crée différents styles : style « jungle » caractérisé par l'emploi de sourdines, et style « mood » fortement teinté d'impressionnisme. Nombreux sont ses enregistrements qui méritent le titre de chef-d'œuvre : *Koko*, *Cotton tail*, *Blue Serge*...

De la même époque date le premier orchestre « blanc » de valeur, celui de David « Benny » Goodman, considéré d'une manière presque unanime comme le meilleur clarinettiste de jazz. Il est le premier à avoir dirigé des orchestres où figuraient à la fois des musiciens blancs et des noirs à un moment où le racisme sévissait encore. Choix heureux puisqu'il devait révéler deux talents exceptionnels : le pianiste Teddy Wilson et le vibraphoniste Lionel Hampton.

C'est en 1936 que la radio va faire découvrir le deuxième grand ensemble de l'ère swing, celui de Count Basie, qu'une majorité de critiques considèrent comme le chef du meilleur grand orchestre actuel. William « Count » Basie, déjà connu comme pianiste, ne deviendra vraiment célèbre qu'après avoir joué à New York, aidé dans cette entreprise par Benny Goodman.

C'est de l'orchestre de Count Basie que sortira, en 1940, Lester Young, dit « Pres », le Président. Après avoir longtemps hésité entre la batterie et le saxo alto, Lester Young optera définitivement pour le saxo-ténor et il dirigera lui-même une petite formation. Son style très particulier, consistant à mettre en valeur indifféremment n'importe quel temps, préparera le style « bop », alors que plus tard, découvrant une nouvelle conception du jeu swing plus détendue il devait être à l'origine du style « cool ».

**Ce batteur que l'on voit ici pris par le rythme illustre bien la place prépondérante qui revient à la section rythmique dans tout orchestre de jazz. C'est elle qui sert de cadre et de soutien au « swing ».**



## Lionel Hampton

Le « Roi du swing »  
se déchaîne ici au  
vibraphone, instrument  
dont il a su tirer  
des effets sonores et  
rythmiques absolument  
extraordinaires  
et qui demeure  
sa grande spécialité.  
Son jeu exubérant,  
fougueux, son swing  
étonnant lui permirent  
de survolter toutes  
les salles de concert  
et de devenir une  
célébrité mondiale.  
Improvisateur hardi  
et neuf, il est  
également un virtuose  
du piano et de la batterie.  
Chef d'orchestre, il a su  
s'entourer de jeunes  
musiciens qui multiplient  
ses possibilités  
de swing-man.



Magnum Photo

Les années de guerre allaient être dominées, du point de vue swing, par l'étonnant vibraphoniste Lionel Hampton. Devenu chef d'orchestre en 1940, il amenait sur la scène du jazz un dynamisme, une exubérance, une richesse créatrice qui le firent sacrer « Roi du Swing ». Que ce soit à la batterie, au vibraphone ou au piano, Lionel Hampton se montre partout un virtuose, un improvisateur capable de « survolter » toutes les salles de concert.

### Le jazz moderne : be-bop et cool

La fin de la guerre marque un tournant en consacrant un nouveau style : le be-bop. Celui-ci naquit dans un cabaret, le « Minton's », où de jeunes musiciens essayaient de nouvelles formules. Trois Noirs allaient en être les créateurs : Charlie Parker, saxo-alto, Dizzie Gillespie, trompette, et Thelonious Monk, piano.

Sans être franchement atonal, le nouveau style sortait des cadres harmoniques rigoureux dans lesquels le jazz avait évolué jusqu'alors. Le rythme lui-même fut dissocié

et, à l'intérieur de chaque morceau, une large place fut faite à chaque soliste sous forme de « chorus ». Le be-bop accueillit les combinaisons les plus hardies de superposition et d'enchaînement d'accords, ouvrant la voie à une harmonisation assez dissonante.

Le créateur le plus original et le plus fécond du style bop fut Charlie Parker ; travaillant dans des cadres harmoniques considérablement élargis, Parker devint un virtuose tout entier au service de son inspiration débordante. Stupéfiants et alcool l'amènèrent malheureusement de la folie (il fut enfermé six mois) à la mort en 1955.

Dizzie Gillespie avait les qualités de Parker et y ajoutait un excellent talent de chanteur. Enfin, le troisième maître du be-bop, Thelonious Sphere Monk, dont la carrière est celle d'un pur soliste, a plus que tout autre inspiré les pianistes modernes. Sa musique, difficile à comprendre, dissonante, choque, bouleverse, mais s'impose. Pianiste surprenant, Thelonious Monk est un improvisateur et un créateur de premier ordre, malgré une technique assez limitée.

Par réaction aux exagérations du bop ap-

paraît, sensiblement à la même époque, le style « cool » mieux adapté à la sensibilité musicale européenne et qui, de fait, est l'œuvre de musiciens blancs. Le « cool » — style « frais » — est une manière d'être beaucoup moins exubérante, plus intérieure et plus sensible que celle du bop ; c'est une musique détendue, mouvante, basée sur un rythme moins complexe et des sonorités adoucies. L'origine du style « cool » est indéniablement dans le jeu de Lester Young. Son meilleur interprète est sans doute le trompette noir Miles Davis, encore que celui-ci ne soit pas toujours un musicien « cool », mais les autres valeurs du nouveau style sont des blancs : Stan Getz, saxo-alto, original et tendre, Gerry Mulligan, arrangeur de grande classe et Lee Konitz.

Une place à part doit être réservée à John Lewis, pianiste subtil et sensible, qui créa en 1952 le « Modern Jazz quartet », universellement connu. Ce quatuor (piano, batterie, vibraphone, contrebasse), malgré la part prépondérante qui revient à Milt Jackson, est l'œuvre de John Lewis dont le but semble être d'universaliser le domaine du jazz.

### Les tendances musicales du jazz actuel

Nous arrivons maintenant à la période contemporaine marquée par une grande diversité de tendances. Dans les grandes villes de l'Est de petites formations, telles celles d'Art Blaken ou d'Horace Silver, font revivre le « hot » et veulent défendre, à la manière des maîtres du « New Orléans », le jazz libre et improvisé. Ailleurs se dessinent, d'une part un regain d'attrait pour les blues, aussi bien chez les musiciens noirs que chez les blancs, et d'autre part une certaine synthèse du « cool » et du « bop », dominée par le trompette Clifford Brown. Enfin apparaît l'école « funky » ou « soul », c'est-à-dire « sale », mais aussi « authentique ». Le « soul » veut retourner aux origines du jazz, à l'atmosphère de misère morale qui pesait sur le quartier réservé de la Nouvelle Orléans. Jouer « funky », c'est chanter la déchéance, c'est sortir de soi-même pour s'arracher au désespoir. Il s'agit d'atteindre à une sorte d'extase, de retrouver, dans une structure et une harmonie modernes, la sincérité et la ferveur religieuse des chanteurs des églises noires. Il faut être « soulful », c'est-à-dire plein d'âme.

Les deux meilleurs interprètes de ce style sont Julian « Cannonball » Adderley, saxo-soprano qui est depuis 1960 le symbole de la musique « soul », et John Coltrane, saxo-ténor, musicien profond au style violent et emporté.

### Boogie-woogie, rhythm-and-blues et rock-and-roll

Il nous faut maintenant remonter au tout début du jazz, soit aux alentours de 1900, pour y trouver le style qui est à la base de la partie la plus commerciale du jazz actuel, le « rock-and-roll ».

A cette époque où le jazz était encore dans l'enfance, les Noirs sentaient si peu le besoin d'harmonie savante que lorsque les premiers pianos furent intégrés à leurs petites formations, ils leur assignèrent surtout un rôle mélodique ou rythmique qui aboutit au style que désigne l'onomatopée « boogie-woogie ».

Celui-ci, qui n'est qu'une nouvelle manière de jouer le blues de 12 mesures, apparut pour la première fois à Chicago. Cette forme particulière, initialement destinée au seul piano, consiste à doubler de la main gauche le rythme à quatre temps en 8/8, tandis que la droite suit la mélodie sur un tempo plus rapide que le blues chanté.

L'accompagnement, exécuté sur les notes graves, généralement répété identiquement tout au long du morceau sur trois tons différents, crée une basse mouvante qui sert de fond rythmique à la mélodie.

Cette manière de jouer donne des morceaux très prenants, très « chauds », bien que limités musicalement. Conçu pour le piano, le boogie-woogie a été repris à la guitare, au vibraphone et même en orchestre où des interprètes aussi prestigieux que Count Basie et surtout Lionel Hampton l'ont illustré.

Ses meilleurs interprètes au piano, outre Pinetop Smith, créateur du morceau le plus célèbre qui s'intitule simplement « Boogie woogie », ont été Albert Ammons, Meade Lux Lewis et Pete Johnson. Ces derniers ont longtemps fait équipe et sont justement considérés comme les maîtres du boogie-woogie piano.

Mélangé au « rhythm-and-blues » et au « Country-and-Western », le style boogie-woogie est à l'origine du « rock-and-roll ». Le « rhythm-and-blues », musique populaire des Noirs américains, est très simplement du blues joué sur un tempo plus rapide et avec un rythme plus accentué. Il est très proche du boogie-woogie. Le « Country-and-Western », de son côté, est la musique folklorique blanche, musique de danse dont le nom, synonyme de marche vers l'Ouest, évoque les « saloons » du Far-West et le Colt « Frontier » du cow-boy.

De la rencontre de ces trois courants, rhythm-and-blues, boogie et Country-and-Western, allait naître le rock-and-roll,

extraordinaire phénomène commercial et, avant tout, il faut bien le noter, musique populaire. L'apport de l'un ou l'autre de ces trois courants varie avec les interprètes et les critiques s'accordent à considérer le rhythm-and-blues comme le parent le plus direct du rock-and-roll qui, à peine modifié, retrouve une nouvelle jeunesse sous le nom de « Twist ».

Deux tendances se dessinent au départ du rock-and-roll : d'une part les musiciens blancs, plus directement inspirés de « Country-and-Western », d'autre part les noirs venus du « rhythm-and-blues ». Dans le premier courant il faut citer Bill Haley qui se signala dès 1953 par le célèbre « *Rock around the clock* » suivi plus tard par Elvis Presley, sans doute le plus connu des chanteurs de rock, et Gene Vincent.

Dans le second courant nous allons trouver les vedettes du rhythm-and-blues, tels Fats Domino et Little Richard, qui, profondément attachés à la musique populaire noire, représentent l'aspect le moins contestable du rock-and-roll.

Lancé en 1953-54, celui-ci fut d'abord une mode, puis une passion américaine avant de devenir une épidémie mondiale capable de satisfaire les plus ambitieux des éditeurs de disques. Légèrement en déclin de 58 à 60, le rock connut un retour triomphal avec Ray Charles, le célèbre aveugle noir, ancien chanteur de « gospels » — chants religieux — des « *Five blind boys* », dont le rythme et la ferveur musicale rappellent ceux du spirituel.

Presque toujours vocal, le rock-and-roll est le plus souvent fabriqué en petites formations, quatuors ou quintettes dont les instruments principaux sont la guitare électrique et le saxophone. Du point de vue répertoire, ce sont généralement des blues, joués sobrement avec un recours presque constant au style boogie-woogie. Ce qui caractérise le mieux le rock-and-roll, pour l'auditeur, c'est son rythme très marqué, l'accentuation violente des « afterbeat », des temps faibles de la mesure. De même que le boogie-woogie, ce rythme particulier semble être une survivance de certaines formes africaines.

### Le jazz et le disque

1917 a bien été une année faste pour le jazz. De cette année date le premier enregistrement de jazz. Il fut exécuté par la firme Victor pour un orchestre d'imitateurs blancs, l'original Dixieland Jazz Band. A partir de là tous les orchestres seront enregistrés.

Or il est probable que, sans le disque, le

jazz n'aurait jamais connu une telle célébrité. L'enregistrement, et non les tournées orchestrales, a servi de support à sa diffusion. Et cela, pour une raison essentielle, c'est que le jazz ne s'écrit pas, ne se note pas. En jazz, l'exécution est l'œuvre.

Précisons ce point : tout amateur de musique classique sait qu'il lui est possible d'entendre une symphonie de Beethoven aussi bien à Paris qu'à Rome ou Los Angeles. Exécuté par l'orchestre du lieu, cette même symphonie sera toujours identique pour un amateur moyen ; à la rigueur, une oreille avertie estimera que l'orchestre de telle ville joue mieux que celui de telle autre, que tel passage est mieux interprété ici que là ; mais d'une manière générale il retrouvera ce qu'il a déjà entendu. La symphonie est diffusée à travers le monde entier sous forme écrite et tout bon orchestre peut l'interpréter.

Rien de comparable avec le jazz. Armstrong joue de l'Armstrong, Basie joue du Basie. Aucun point commun, hormis le thème, n'existe entre le « *12th Street Rag* » de Lionel Hampton et celui de Louis Armstrong. La raison : chaque orchestre joue à sa manière. Le jazz est matière vécue, il ne s'écrit pas : comment noter le swing dont nous avons dit qu'il était l'élément essentiel du jazz alors que Duke Ellington en dit lui-même : « Aucun texte musical n'est du swing. On ne peut écrire du swing parce que le swing c'est ce qui émeut l'auditoire, et il n'y a pas de swing tant que la note n'a pas retenti. Le swing est un fluide et bien qu'un orchestre ait joué un morceau 14 fois, il se peut qu'il ne « swingue » que la 15<sup>e</sup> fois ».

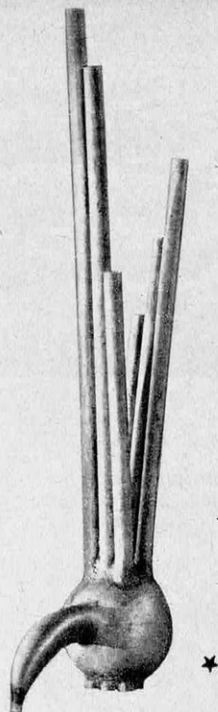
On comprend mieux alors pourquoi seul le disque a permis d'éterniser l'émouvante grandeur du jazz qui, sans cela serait resté confiné dans les orchestres américains sans pouvoir toucher les millions d'auditeurs qui aujourd'hui, dans le monde, aiment cette musique et croient à son avenir.

Privé de l'immense marché international du disque il est presque certain que le jazz n'aurait jamais conquis un public aussi vaste.

Ce bref panorama de l'époque jazz nous a permis de voir comment, parti d'un petit quartier de la Nouvelle Orléans, le jazz en est arrivé à être le symbole de toute une génération. Ce qui explique ce succès, c'est que, même si on ne comprend pas le jazz en profondeur, on y sent obscurément une vitalité extraordinaire. Avec le jazz on retrouve ce qui est essentiel dans la musique : exprimer ce que l'homme sent chanter en lui, la douleur, la joie, le plaisir. Et cela directement, par l'interprète qui devient en même temps créateur.



# musiques exotiques et primitives



**D**E tous les arts, c'est sans doute la musique qui a le plus souffert des malheureux effets de l'«ethnocentrisme». En d'autres termes, bien rares sont ceux qui réellement goûtent des musiques éloignées de celles qu'ils sont accoutumés d'entendre depuis leur enfance. Rompre avec cet ethnocentrisme est l'objet même de l'«ethnomusicologie». En définitive, ce mot savant signifie étude — et par conséquent amour — des musiques étrangères, c'est-à-dire, pour les Occidentaux que nous sommes, celles des pays exotiques ou des civilisations dites primitives.

Certes, toute personne avertie sait fort bien qu'il existe d'autres musiques que celle de sa propre culture. Il n'en reste pas moins que l'Occidental demeure profondément convaincu de la supériorité de sa musique sur toutes les autres. Ajoutons que la situation est exactement à l'inverse dans le reste du monde et que, hormis quelques mouvements de réaction très récents contre cet état d'esprit, les civilisations non occiden-

tales considèrent toute la musique occidentale comme un modèle. Aberrations également déplorables pour les deux mondes.

Il n'y a pas — il n'y a sans doute jamais eu — de société humaine sans langage; il n'y a pas de société humaine sans musique. Les langues sans écriture obéissent à des règles; les musiques sans écriture ont également leurs lois. Découvrir les principes directeurs des musiques autres que la nôtre et qui en font des systèmes différents du nôtre est un des objectifs, encore lointains en bien des cas, de l'ethnomusicologie. On en sait cependant assez maintenant sur les musiques du monde pour les ordonner suivant certaines grandes lignes qu'on n'était pas en mesure de soupçonner au siècle dernier.

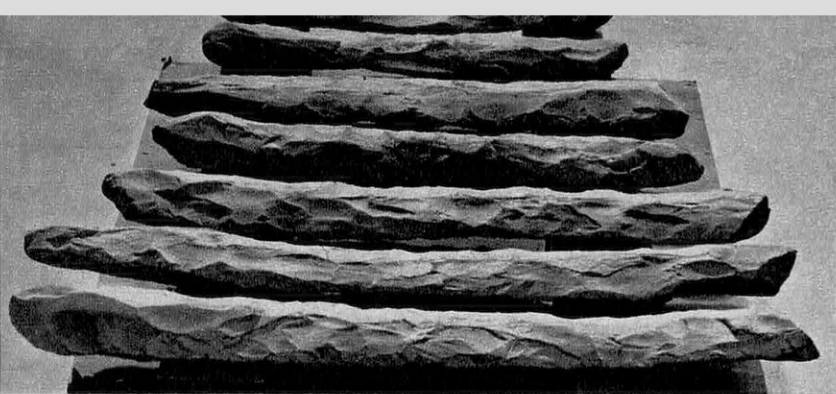
## Musique savante et populaire

On sait, par exemple, que lorsqu'on parle de musique d'Extrême-Orient, il faut prendre soin de préciser s'il s'agit de musique savante ou populaire: au Japon traditionnel, un chant de travail est aussi distant d'un *naga-uta* — chant de concert sur un sujet historique — qu'en Europe une polyphonie de paysans albanais d'un madrigal italien du xvi<sup>e</sup> siècle. Dans l'Inde, à côté du musicien professionnel dont la vie est une sorte d'ascèse par la musique et dont le répertoire est prodigieusement étendu, le musicien paysan dispose d'un répertoire et de moyens musicaux très différents et surtout beaucoup

## ← Un «gamelan» balinais

Un tel orchestre est composé de métallophones à lames de bronze et de gongs suspendus de plusieurs tailles ou horizontaux disposés sur des supports. Il peut s'adjoindre deux tambours et un instrument mélodique: vièle ou flûte, mais les instruments de métal à percussion sont toujours en majorité. Un ensemble en compte couramment une trentaine.

★ UN «orgue à bouche» indonésien avec tuyaux en bambou sur un réservoir d'air fait d'unealebasse.

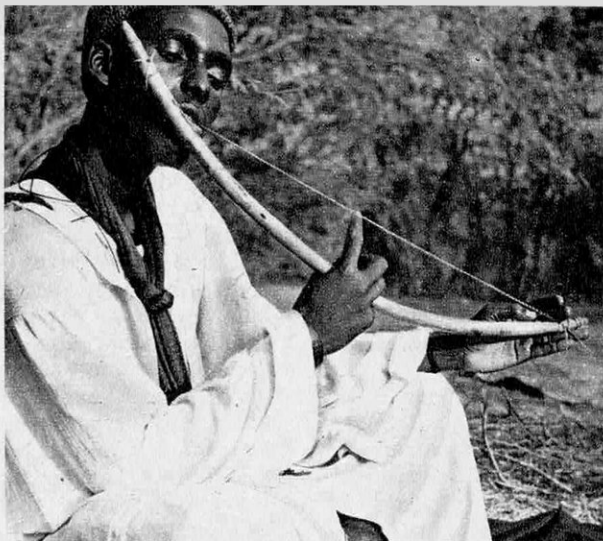


Musée de l'Homme

Ce « lithophone », composé d'une série de pierres taillées, soigneusement accordées, a été découvert au Sud-Viet-Nam par G. Condominas. Il est peut-être vieux de 5 000 ans.

Un curieux orchestre d'orgues à bouche en Birmanie. Les plus grands tuyaux ont 3 m et les plus courts 25 cm. Ces instruments sont souvent utilisés dans des cérémonies, comme le sacrifice rituel du buffle.





L'arc musical du Sénégal n'est guère entendu que du musicien lui-même. La bouche sert de résonateur et les lèvres modulent les vibrations de la corde.

plus limités. Ce qui ne veut pas dire que la musique savante soit par définition meilleure ou supérieure : il n'y a pas de relatif dans le beau.

S'il existe de par le monde tant de musiques différentes, c'est parce que chacune utilise une échelle musicale qui lui est propre. Il semble de plus en plus certain que ces échelles peuvent se ramener à quelques grands types parmi lesquels le plus universel peut-être est l'échelle pentatonique sans demi-ton, c'est-à-dire un système de cinq sons caractérisés par la présence d'une tierce majeure pleine. L'échelle heptatonique (à sept degrés) tempérée de la musique occidentale — et bien entendu aussi le système dodécaphonique (à douze degrés) — est l'aboutissement d'une des nombreuses lignées dont le système pentatonique est l'origine. Ce n'est donc qu'un système parmi beaucoup d'autres et, s'il a donné naissance à des musiques certes admirables et irremplaçables, il n'en est pas pour autant ni le plus riche ni le plus subtil.

### Polyphonies primitives

On a longtemps cru, et beaucoup continuent à croire, que la polyphonie, c'est-à-dire l'art de conduire simultanément plusieurs parties musicales, était une invention du Moyen Âge. Les documents s'accumulent de plus en plus nombreux pour prouver l'existence en divers points du globe de polyphonies instrumentales ou vocales qui ne lui doivent rien. Si extraordinaire que

cela paraisse, des peuples demeurés au stade de la chasse et de la cueillette, qui ne connaissent donc ni l'élevage ni l'agriculture, qui ne savent ni tisser ni faire de la poterie, bref des peuples dont la civilisation matérielle est une des plus rudimentaires qui soient, les Pygmées de la grande forêt équatoriale africaine maîtrisent admirablement l'art de chanter à plusieurs voix.

### La flûte : magie du souffle

L'histoire des instruments de musique est désormais inconcevable sans son avant-propos ethnomusicologique. On a inventé, par exemple, mille manières de faire sonner un tube creux en dirigeant une lame d'air contre un biseau. Le nombre des flûtes — puisque c'est la flûte qui correspond à cette définition — différentes les unes des autres par leur matière, leur forme, la façon de les insuffler est incroyable. Le continent le plus prolifique à cet égard a sans doute été

Ce xylophone de Guinée est →  
normalement encadré de deux autres  
qui l'accompagnent ainsi que les chanteuses,  
debout derrière, professionnelles  
comme les musiciens.



l'Amérique indienne, où l'on a inventé les manières les plus curieuses et les plus compliquées de régler le passage de l'air. En dehors des deux grandes catégories que constituent flûte traversière et flûte droite, on sait trop peu qu'il en existe une troisième, celle dite de la flûte oblique, de toutes la plus difficile à emboucher. C'est la flûte des bergers berbères, par exemple; c'est aussi celle qui est représentée dans les fresques de l'Égypte pharaonique. La flûte n'a pas seulement été soufflée par la bouche. L'Afrique, l'Asie, l'Amérique, l'océan Pacifique fournissent maints exemples de flûtes insufflées par le nez, dites pour cela flûtes nasales. Il est clair que les idées se rattachant à la magie du souffle, et par conséquent à la vie elle-même, ne sont pas étrangères à cette technique qui nous paraît insolite, mais que d'autres civilisations considèrent comme la plus normale.

### Musique et forces naturelles

Dans le monde entier, la musique a longtemps été aux yeux des hommes le moyen le plus efficace d'agir sur les forces de la nature. Dans la Chine ancienne, la musique, harmonie du monde, réglant l'accord de l'homme avec lui-même et avec ses semblables, conditionnait l'harmonie de l'État.

Dans de très nombreuses civilisations encore vivantes à l'époque actuelle, la musique reste la technique fondamentale pour guérir les maladies physiques ou mentales : chez les Bochimans du désert de Kalahari, en Afrique australe, chez les Indiens d'Améri-

que, chez les Dayaks de Bornéo, l'homme-médecin est par excellence le musicien. Magie du souffle, force contraignante des sons et des rythmes, lui fournissent le moyen d'agir sur les pouvoirs surnaturels qui ont déclenché la maladie. La musique est aussi la communion avec les dieux ou les ancêtres qui viennent « chevaucher » les vivants au cours de ces danses dites de possession, dont la musique est bien entendu le principal ressort. Si, chez de nombreux peuples, la vue même de certains instruments de musique sacrée, comme le rhombe, par exemple, est interdite sous peine de mort aux femmes ou aux non-initiés, c'est parce que ces instruments sont précisément les indispensables moyens de communication avec les dieux et les puissances surnaturelles. Chez certains peuples agriculteurs, jouer de la flûte ou même siffler est prohibé pendant certaines saisons : flûtes et sifflets interrompraient la sécheresse avant l'heure, le calendrier agricole en serait bouleversé et les plus grandes catastrophes seraient à craindre. Par comparaison avec la place qu'elle occupe dans les civilisations exotiques ou primitives, la musique apparaît chez nous comme une activité singulièrement peu importante.

### Des univers musicaux inconnus

Pour le musicologue, l'ethnomusicologie constitue donc une contribution fondamentale à la musicologie classique. Pour le musicien, compositeur, exécutant ou simple auditeur, l'ethnomusicologie devrait être le précieux moyen de découvrir des univers musicaux dont il ne soupçonne pas l'existence. Peintures chinoise, japonaise ou de l'homme des cavernes, sculpture nègre, architecture de l'Inde, tous ces facteurs ont maintenant profondément marqué l'art moderne, tous ont été pour l'artiste occidental l'occasion de repenser ses propres valeurs. Il n'en est pas de même en musique, malgré quelques symptômes sporadiques. Le musicien contemporain serait inexcusable s'il persistait plus longtemps dans son indifférence à l'égard de la musique des autres hommes. Son accès lui en est désormais ouvert : le disque met à sa disposition des œuvres qu'il n'a pas plus de droit d'ignorer qu'un architecte n'a le droit d'ignorer Angkor-Vat, un peintre, Lascaux, un sculpteur, l'île de Pâques.



Musée de l'Homme

← Le « shamisen » est un luth japonais à long manche, joué par les geishas. Comme pour le banjo, la table d'harmonie est une peau tendue.

# Pour former à peu de frais votre discothèque de base

JUSQU'A ces dernières années, la constitution d'une discothèque groupant les œuvres les plus représentatives de la musique classique exigeait des frais d'investissement hors de portée de la moyenne des amateurs.

Les grandes maisons éditrices ont procédé depuis quelque temps au lancement de séries dites « populaires » à prix réduits et maintenant d'excellents enregistrements qui n'existaient qu'en « artistique » sont passés dans les séries « économiques ».

Il nous a semblé intéressant et, espérons-le, utile pour l'amateur de musique enregistrée, de dresser une liste d'enregistrements en tous points excellents pouvant servir de base à une discothèque : interprétation de grande

classe, souvent de nouvelles gravures. Avec un budget raisonnable, soit 29 NF par mois environ, l'amateur pourra constituer en un an et pour quelque 350 NF, sa discothèque de base.

Nous présentons ci-dessous une liste où les compositeurs sont classés par ordre chronologique. Elle est fondée sur un grand choix d'auteurs avec, pour certains, la possibilité pour le discophile de prendre le genre le plus proche de sa sensibilité (par exemple, piano ou chant); 45 titres sont proposés pour un ensemble de 21 disques. Les prix, qui s'entendent toutes taxes comprises, sont donnés à titre indicatif et peuvent être sujets à variations.

Œuvres :	Interprètes :	Référence :	Prix NF
<b>ALBINONI</b> Adagio en sol mineur pour orgue et orchestre à cordes (avec Vivaldi : concerto pour flûte).	Ensemble I Musici.	Philips 400237	9,90
<b>VIVALDI</b> Les quatre saisons.	Orchestre de chambre de Stuttgart, dir. K. Munchinger.	Decca ACL 91	15,75
<b>J.-S. BACH</b> Concertos brandebourgeois (1, 3, 6 ou 2, 4, 5).	Orchestre de chambre de Stuttgart, dir. K. Munchinger.	Decca ACL 68 (ou 69)	15,75
<b>J.-S. BACH</b> Toccata et fugue en ré mineur — Passacaglia — Choral	Commette, orgue.	Columbia FC 25004	15,35
ou Partita n° 1 en si bémol majeur — Préludes — Chorals.	Dinu Lipatti, piano.	Columbia 25009	15,35
<b>G.F. HAENDEL</b> Water music, suite.	Orchestre philharmonique de Londres, dir. von Beinum.	Decca LW 5263	15,75
ou <b>M.R. DELALANDE</b> Symphonies pour les soupers du Roy.	Orchestre de chambre J.F. Paillard.	Erato EFM 42016	18,50
<b>F.J. HAYDN</b> Symphonie n° 101 « L'horloge ».	Orchestre philharmonique de Vienne, dir. K. Munchinger.	Decca 3019	15,75
<b>W.A. MOZART</b> Symphonie n° 40.	Orchestre Radio-Bavière, dir. E. Joachim.	Deutsche Grammophon 19120	22,90

Œuvres:	Interprètes:	Référence:	Prix NF
<b>W.A. MOZART</b>			
Concerto en ré mineur pour piano et orchestre, ou	Orchestre Philharmonia, dir. et piano Edwin Fischer.	Voix de son Maître FBP 25062	15,35
Concerto pour clarinette, ou	Orchestre Hewitt; Étienne, clarinette.	Discophiles français EX 25018	18,50
Messe du couronnement en ut majeur.	Solistes, chœur et orchestre de Berlin, dir. Markévitch.	Deutsche Grammo- phon 17147	16,50
<b>BEETHOVEN</b>			
Symphonie n° 3 « Héroïque » ou	Orchestre philharmonique de Berlin, dir. von Kempen.	Philips 3058	22,90
Symphonie n° 5 ou	Orchestre philharmonique de Berlin, dir. Jochum.	Philips 3031	22,90
Symphonie n° 6 « Pastorale »	Orchestre philharmonique de Vienne, dir. Furtwängler.	Voix de son Maître FALP 30038	22,90
<b>BEETHOVEN</b>			
4 <sup>e</sup> concerto en sol majeur pour piano ou	Orchestre Philharmonia, dir. et piano Edwin Fischer.	Voix de son Maître FBP 25063	15,35
Sonates 8 (Pathétique), 14 (Clair de lune), 23 (Appassionata).	Wilhelm Kempff, piano.	Deutsche Grammo- phon 19087	22,90
<b>SCHUBERT</b>			
Symphonie inachevée.	Concertgebouw d'Amsterdam, dir. Jochum.	Philips 5366	16,50
<b>SCHUBERT</b>			
4 Lieder.	Gérard Souzay.	Decca CEP 661	9,90
<b>MENDELSSOHN</b>			
Concerto en la mineur pour violon ou	Orchestre dir. Ormandy; I. Stern, violon.	Fontana 664021	16,50
Symphonie n° 4 « Italienne »	Orchestre national R.T.F., dir. Markévitch.	Columbia FC 25021	16,50
<b>SCHUMANN</b>			
Concerto en la mineur pour piano ou	Orchestre Philharmonia, dir. Karajan; Dinu Lipatti, piano.	Columbia FC 25078	15,35
4 <sup>e</sup> symphonie en ré mineur ou	Orchestre philharmonique de Berlin, dir. Furtwängler.	Deutsche Grammo- phon 17170	16,50
L'amour et la vie d'une femme.	Kathleen Ferrier, contralto.	Decca LW 5089	18,75
<b>CHOPIN</b>			
4 ballades ou	Samson François, piano.	Columbia FC 25083	15,35
14 valses ou	Dinu Lipatti, piano.	Columbia FC X 30097	21,95
<b>LISZT</b>			
Récital de piano.	G. Cziffra, piano.	Voix de son Maître FBP 25030	15,35
<b>BRAHMS</b>			
1 <sup>re</sup> symphonie en ut mineur ou	Concertgebouw d'Amsterdam, dir. von Beinum.	Decca ACL 71	15,75
Concerto en ré majeur pour violon.	Orchestre philharmonique de Vienne, dir. Schuricht; Ferras, violon.	Decca 17	15,75

Œuvres :	Interprètes :	Référence:	Prix NF
<b>DVORAK</b> Symphonie « Nouveau monde » ou	Orchestre philharmonique de Londres, dir. E. Jorda.	Decca ACL 18	15,75
<b>TCHAIKOWSKY</b> Concerto n° 1 pour piano ou	Orchestre du Conservatoire, dir. A. Cluytens; A. Ciccolini, piano.	Voix de son Maître FBP 25017	15,35
<b>RACHMANINOFF</b> Concerto n° 2 pour piano ou	Orchestre de Londres, dir. A. Fis-toulari.	Decca ACL 6	15,75
Concert de musique russe :			
<b>MOUSSORGSKY</b> , Un nuit sur le mont Chauve. <b>BORO-</b> <b>DINE</b> , Dans les steppes de l'Asie centrale. <b>RIMSKY-</b> <b>KORSAKOV</b> La grande Pâ- que russe — Capriccio espagnol.	Orchestre du Conservatoire, dir. A. Cluytens.	Pathé DT X 30115	21,95
<b>BERLIOZ</b> Symphonie fantastique ou	Orchestre national R.T.F., dir. A. Cluytens.	Columbia FC X 30094	21,95
<b>FRANCK</b> Symphonie en ré mineur et Va- riations symphoniques, piano et orchestre, ou	Orchestre du Conservatoire, dir. Ch. Munch; Eileen Joyce, piano.	Decca ACL 13	15,75
<b>FAURE</b> Requiem, ou	Solistes, chœur et orchestre, dir. Jean Fournet.	Phillips 5373	16,50
<b>SAINT-SAENS</b> 2 <sup>e</sup> concerto pour piano.	Orchestre du Conservatoire, dir. A. Cluytens; E. Guilels, piano.	Columbia FC 25033	15,35
<b>DEBUSSY</b> La mer, ou	Orchestre des Champs-Élysées, dir. Inghelbrecht.	Ducretet-Thomson 255 C 054	16,50
<b>DUKAS</b> , L'apprenti sorcier. <b>DEBUSSY</b> , Prélude à l'après- midi d'un faune. <b>RAVEL</b> , Pavane pour une infante défunte ou	Orchestre philharmonique de Lon- dres, dir. G. Cantelli.	Voix de son Maître FBP 25001	15,35
<b>RAVEL</b> Gaspard de la nuit — Sonatine.	D. Wayenberg, piano.	Ducretet-Thomson 255 C 124	16,50
<b>FALLA</b> L'amour sorcier, ou	Orchestre du Conservatoire, dir. Argenta; A.M. Iriarte, soprano.	Columbia FC 25076	15,35
<b>GRANADOS</b> 6 danses espagnoles.	G. Soriano, piano.	Ducretet-Thomson 255 C 053	16,50
<b>STRAVINSKY</b> Petrouchka, ou	Orchestre de la Suisse romande, dir. Ansermet.	Decca ACL 51	15,75
<b>PROKOFIEV</b> Symphonie « Classique » — L'amour des trois oranges.	Orchestre Philharmonia, dir. Mar- kévitich.	Columbia FC 25040	15,35

# Les clubs de disques

L'AVÈNEMENT du microsillon a bouleversé le marché du disque. A l'époque encore proche où l'on ne connaissait que le 78 tours, il fallait plusieurs disques pour l'enregistrement des grandes œuvres musicales qui ne pouvaient ainsi être, par leur prix, à la portée que d'un cercle assez restreint d'auditeurs. L'abaissement du prix de revient de la minute d'audition a produit un véritable « rush » dans la vente des disques qui sont devenus des objets d'utilisation plus courante.

Mais, en 1954, le prix d'un microsillon était encore de 3 500 anciens francs pour un 30 cm et 2 500 anciens francs pour un 20 cm. C'est alors que de nombreux clubs, devant l'ampleur du marché qui venait de se créer, ont réduit encore les prix en instituant un système de vente directe. Ce système raccourcissant le circuit de vente, a éliminé les intermédiaires, les stockages coûteux et a permis d'obtenir des prix de vente minimum. Actuellement, les prix se sont encore amenuisés malgré la hausse du coût de la vie, puisqu'un 30 cm est offert pour 16,80 NF, seulement durant son mois de lancement.

Le procédé de diffusion employé est simple et se résume généralement ainsi : le client (la plupart du temps abonné) reçoit, en plus du bulletin du club, une « carte d'instruction » pour un disque. S'il ne désire pas le recevoir, il doit écrire, sinon le disque lui est automatiquement envoyé. Ceux qui écrivent sont pratiquement peu nombreux.

Pour certaines éditions, les disques annoncés ne sont pressés que sur demande, en fonction du nombre d'auditeurs intéressés. Ceci évite des dépenses de matière, de pressage, de magasinage. Restent les frais d'enregistrement, fixes, qui sont amortis par le nombre d'exemplaires tirés.

Cette prospection, un peu fondée sur la force d'inertie du public, est très rentable. Elle a été inaugurée en 1947 aux États-Unis et en 1954 en France par l'un des clubs de disques le plus connu, la Guilde Internationale du disque (G.I.D.) qui a atteint le chiffre record d'un million d'adhérents.

Dans la Guilde même on trouve des branches très spécialisées qui permettent à chacun de se constituer une discothèque selon ses goûts. Le « Cercle des Collectionneurs » est destiné aux amateurs de musique classique : au moyen d'un bulletin mensuel gratuit, il propose à chacun de ses adhérents un disque 30 cm spécialement pressé ; il leur est

simplement demandé d'acquiescer au moins quatre disques par an. La « Ronde des Enfants », club pour jeunes de 4 à 10 ans, propose des contes, récits, chansons, légendes, enregistrés sur des disques 25 cm. Le « Gala des Variétés » réserve, aux amateurs de danses et chansons, des microsillons des plus grandes vedettes. « Concert Hall » se consacre à l'édition, en tirage limité à 3 000 exemplaires, d'œuvres peu connues ou inédites. Cette collection présente des disques en matière spéciale rouge, ultra-pure et silencieuse. Enfin l'« Initiation à la Musique » fait connaître aux jeunes générations la vie des grands musiciens, et les différentes formes de la musique dans un but de formation.

Sans atteindre au développement de la Guilde qui possède quatorze sociétés sœurs dans tous les pays d'Europe, d'autres clubs utilisent le même système de recrutement et de diffusion, entre autres, le club Pathé-Marconi et le club Sélection (disques R.C.A.).

D'autres clubs ont conservé une formule plus classique en particulier le Club Français du Disque, créé en 1952 et qui est une branche du Club Français du Livre. Les membres de l'un sont automatiquement membres de l'autre. Tous reçoivent la même revue et ont pris l'engagement d'acheter au moins 6 livres ou disques dans l'année. Là encore on trouve le procédé de vente directe, mais le recrutement s'opère différemment : les adhésions se font par cooptation à l'intérieur du Club.

Le Club National du Disque est, lui, plus modeste : créé en 1954, il ne fut au début qu'une émanation des Jeunesses musicales de France. Il s'est fixé comme but de lancer les jeunes artistes français et il en suit certains depuis plusieurs années.

Large audience ou petit groupe de fidèles, chaque Club a son public. Mais à côté des Clubs de vente, il existe au moins une discothèque officielle de « Prêts », la discothèque Marigny, fondée voici deux ans au Théâtre Marigny sous l'impulsion du T.N.P. et de Jean Rouvet. Moyennant une cotisation annuelle de 30 NF (15 NF pour étudiant) plus 1,25 NF par disque, on peut disposer de 10 000 enregistrements de tous genres, à raison de deux disques 30 cm par semaine. Par ailleurs il existe des prêts de week-end et des prêts spéciaux ; enfin, deux « discobus » stationnent à jour et heure fixes en Ile-de-France pour desservir les grandes collectivités ou les municipalités qui en font la demande.

# la haute fidélité

**L**ES procédés de diffusion et de réception, d'enregistrement et de reproduction des sons musicaux, ont été constamment améliorés au cours de ces dernières années. Les techniciens ont réalisé des radio-récepteurs, des électrophones, des magnétophones de haute qualité, généralement baptisées « modèles à haute fidélité » ou encore, suivant l'expression américaine, « Hi-Fi ».

C'est un terme à la mode, dont on use beaucoup, et même dont on abuse, puisqu'on l'applique à des matériels qui n'ont rien d'acoustique; certains fabricants français préfèrent, d'ailleurs, d'autres appellations plus ou moins originales, telles que « modèles R.S.I. », c'est-à-dire à « Reproduction Sonore Intégrale », ou « 3 D », c'est-à-dire « à trois dimensions », parce qu'ils permettraient, plus ou moins, d'obtenir un effet apparenté à une sorte de relief sonore.

Cette expression de « haute fidélité » n'est pas toujours bien comprise par les profanes, et, de fait, elle met en jeu des phénomènes

assez complexes. En dehors de toute considération commerciale, il est donc utile de donner sur ce problème, quelques précisions, qui risquent de dissiper des illusions, mais qui aideront les amateurs de bonne musique à mieux choisir et à mieux utiliser leurs installations.

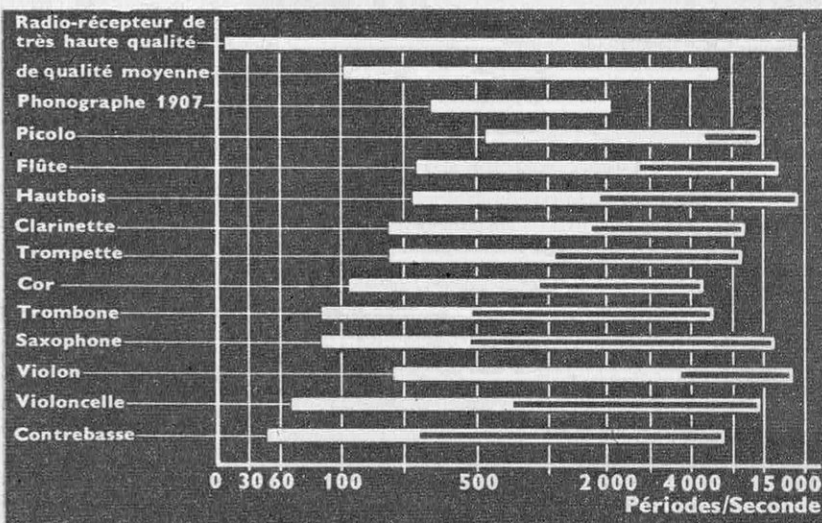
## Les difficultés du problème

Il est difficile de définir la qualité en musique mécanique; l'imprécision du problème posé est due sans doute au caractère à la fois physique et physiologique de l'audition musicale. Ce qu'il faut considérer, c'est plutôt l'effet des sons sur l'oreille des auditeurs, que les sons produits en eux-mêmes.

Nous pourrions songer à transmettre ou à enregistrer, puis à reproduire tous les sons d'un orchestre avec une fidélité absolue, c'est-à-dire avec une intensité égale, une même hauteur, un même timbre, un contraste sonore ou dynamique absolument conservé.

## Une large bande passante

L'un des premiers critères de la haute fidélité est une large bande passante, c'est-à-dire que l'appareil devra reproduire depuis les sons les plus graves jusqu'aux plus aigus que peuvent produire les divers instruments de musique. Ici les bandes noires représentent les sons fondamentaux émis par les instruments, les bandes claires leurs harmoniques. En général un bon instrument doit reproduire des fréquences allant de 50 à 13 000 périodes.





Nous aurions ainsi réellement obtenu une reproduction sonore « de haute fidélité », car il s'agirait d'un phénomène physique contrôlable et facile à étudier à l'aide des appareils de mesure dont nous disposons aujourd'hui.

Dex expériences de ce genre ont été tentées dans des cas particuliers aux États-Unis, mais les auditions des enregistrements avaient lieu dans des salles de concerts et les auditeurs avaient bien la sensation d'entendre directement l'orchestre initial.

La reproduction intégrale de la musique d'orchestre par une installation d'amateur, et dans une chambre d'appartement, n'est évidemment, ni possible, ni même désirable. Comment pourrait-on reproduire les sons réels d'une symphonie avec leur ampleur

naturelle sans justifier immédiatement les réclamations des voisins et fatiguer les tympanes les moins délicats ? Comment, d'ailleurs, ne pas tenir compte des phénomènes acoustiques particuliers des grandes salles, très différents de ceux que l'on est amené à constater dans les chambres exigües d'un appartement ?

Comment dans ces conditions exiger une fidélité acoustique *absolue* au sens précis du terme puisqu'il faut de toute nécessité effectuer une véritable transformation des sons naturels primitifs et modifier leurs niveaux leurs volumes, et même leurs contrastes ?

Pour beaucoup de profanes, même musiciens, l'audition à haute fidélité est pourtant devenue le synonyme d'*audition intégrale*; cette conception est évidemment inexacte. Mais, fort heureusement, il n'est nullement nécessaire de réaliser dans notre chambre d'appartement cette restitution intégrale des sons d'un orchestre.

Nous ne pouvons juger de la qualité des sons que par l'intermédiaire de l'ouïe « le plus intellectuel de tous nos sens » disait Graham Bell; la qualité sonore a ainsi un caractère subjectif et psycho-physiologique que l'on ne peut nier.



← **TOURNE-DISQUES PHILIPS NG 2185/10**, à changeur à quatre vitesses. Automatique ou manuel, il est livré avec une tête stéréophonique AG 3063 ce qui lui permet aussi de servir pour les disques monophoniques; la tête est magnétodynamique.

← **ENSEMBLE HI-FI GRAM-MONT** comprenant un récepteur radio toutes gammes d'onde, un préamplificateur correcteur, un amplificateur de puissance, un tourne-disque à 4 vitesses, 78-45-33-16 t/mn et un magnétophone équipé d'un ampli d'enregistrement et d'un préampli de lecture.

**AMPLIFICATEUR ET ENCEINTE BELL**, deux des éléments de base de la chaîne Hi-Fi Bell. L'amplificateur est le modèle stéréophonique 2420 avec prises pour deux haut-parleurs, contrôle indépendant de la puissance pour chaque canal et contrôle des graves et des aigus. L'enceinte est le modèle SS 1. Ces deux éléments peuvent s'adjoindre aussi bien à un tourne-disque, à un magnétophone qu'à un « tuner » radio.



### La haute fidélité pratique

La haute fidélité idéale et absolue ne peut ainsi être obtenue, ni en radiodiffusion, ni au moyen d'un électrophone ou d'un magnétophone, les sons étant entendus dans des conditions très différentes de celles de l'audition directe.

Pour éclaircir la question et éviter toute idée fausse, peut-être faudrait-il distinguer ce que l'on pourrait appeler la haute fidélité *physique* ou *mécanique* et la haute fidélité *auditive* d'une machine parlante.

Ce que nous pouvons exiger, en fait, ce n'est pas la fidélité mécanique impossible à restituer dans la musique à domicile, mais seulement une *sensation de qualité sonore*.

La haute fidélité, pourrait-on dire, c'est *l'illusion d'une audition naturelle et directe de la musique*; cette illusion, puisqu'il s'agit d'un phénomène subjectif, dépend de facteurs personnels pour chaque auditeur. Et l'on a dit bien souvent avec humour, « *à chacun sa haute fidélité* ».

La qualité musicale dépend finalement de la sensation fournie à chaque auditeur par sa propre oreille, mais celle-ci n'est nullement un dispositif de contrôle standardisé, uniforme et constant; son fonctionnement varie avec les individus, avec l'âge, sinon avec le caractère ethnique, ou l'heure de la journée. C'est à la fois un organe imparfait, mais intelligent et tolérant, qui s'habitue peu à peu à des tonalités qui lui paraissent d'abord insupportables. Cette dernière caractéristique est bien souvent un avantage, d'ailleurs,

pour les fabricants de matériel plus ou moins défectueux !

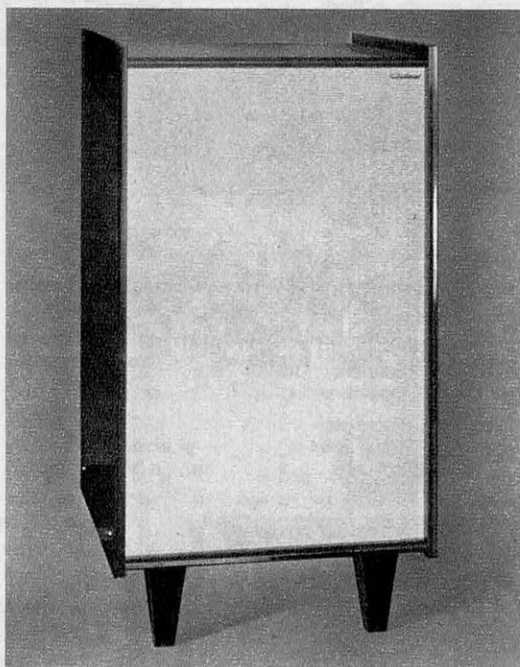
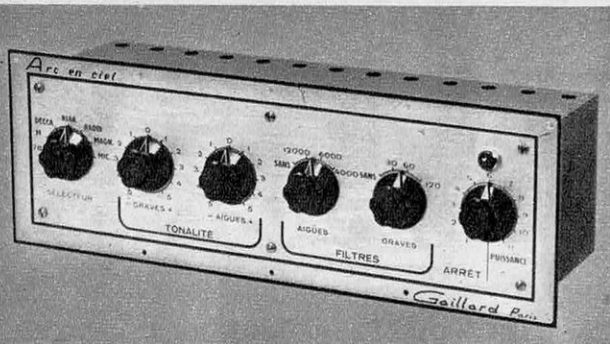
C'est grâce à cette tolérance que nous avons pu nous habituer peu à peu à supporter les phases successives de la musique mécanique, dont les premiers progrès furent très lents. Pour chaque peuple, il y aurait ainsi une tonalité propre particulièrement agréable; c'est pourquoi les appareils allemands ont généralement une tonalité douce, mais plus ou moins assourdie, par suite de la suppression volontaire des sons aigus. A l'inverse, les sons aigres de la musique extrême-orientale paraissent criards et désagréables à nos oreilles d'Européens, mais enchantent les Siamois, comme les Chinois.

Il y a un grand nombre de facteurs psychiques et subconscients dont l'importance est grande et, en premier lieu, les phénomènes d'accoutumance et de mémoire musicale.

C'est ainsi que des musiciens avertis utilisent parfois des machines parlantes très défectueuses, parce qu'ils se rappellent de *mémoire*, de bonnes exécutions antérieures de morceaux connus, et jugent, non par l'intermédiaire de leur ouïe, mais par celle de cette mémoire.

Enfin, le facteur artistique entre en ligne de compte. L'artiste ne reproduit pas exactement la nature, mais l'interprète. L'ingénieur du son a donc le droit d'interpréter la musique à enregistrer ou à transmettre, de façon à produire sur les oreilles des auditeurs l'impression artistique désirée.

Ainsi, nous nous créons nous-mêmes, bien



souvent, une impression personnelle de qualité et de fidélité musicales, en fonction des caractéristiques particulières de notre ouïe et de nos goûts artistiques. Il n'est pas du tout sûr que cette impression coïncide avec celle d'autrui, et encore beaucoup moins qu'elle puisse être contrôlée par un appareil de mesure précis.

### Comment définir la qualité sonore

Mais, alors, direz-vous, la haute fidélité est un terme qui ne présente guère de signification réelle, et il est impossible de juger si une machine parlante peut ou non assurer une audition réellement de qualité.

N'exagérons rien, cependant; même pour une ouïe complaisante, une machine de musique mécanique imparfaite ne peut

← **PREAMPLI ET ENCEINTE GAILLARD**, éléments de chaîne Hi-Fi. Le préampli est à 2 contrôles de tonalité indépendants et 1 sélecteur pour correction de lecture de disques. L'enceinte est à 5 haut-parleurs dont 3 électrostatiques pour aigus.

assurer cette sensation auditive agréable et naturelle. Il est sans doute difficile de chiffrer les qualités suffisantes pour produire cette impression complète; il est cependant possible d'indiquer l'ensemble des conditions restrictives sans lesquelles une machine sonore ne peut appartenir à cette catégorie privilégiée.

Il faut d'abord assurer l'élimination des bruits parasites de toutes sortes qui rendent l'audition pénible; il y a ensuite à considérer la restitution suffisante des sons graves qui n'est pas moins importante. Des modèles trop réduits et peu étudiés ne peuvent jamais assurer une impression musicale agréable. Il est essentiel que les notes musicales soient restituées sur une gamme de hauteurs assez large, au moins entre 30 et 10 000 cycles par seconde, sans renforcement ou affaiblissement trop notable de sons particuliers. Bien entendu, notre machine ne doit pas introduire de déformations importantes et les sons entendus doivent présenter un véritable contraste sonore, analogue au contraste photographique des images, ce que l'on appelle en terme technique la « dynamique ».

Une autre caractéristique importante consiste dans la possibilité d'agir séparément sur le niveau des sons graves et aigus.

L'emploi des systèmes de réglage de la tonalité à action progressive et fractionnée, permet de « jouer », en quelque sorte, de l'instrument de musique mécanique, et d'adapter les caractéristiques de l'audition à celles qui conviennent le mieux aux particularités physiologiques de l'ouïe, et aux goûts personnels de l'auditeur.

Nous voyons ainsi apparaître sur certains appareils perfectionnés des organes de réglage qui arrivent à constituer un véritable clavier musical.

L'absence des caractéristiques principales que nous venons d'indiquer permet de reconnaître immédiatement les appareils qui ne peuvent être considérés comme dotés d'une qualité sonore suffisante, d'où un premier moyen de sélection pratique. Il ne suffira peut-être pas aux auditeurs les plus difficiles. Mais dans le choix aujourd'hui étendu offert par les constructeurs, chacun pourra trouver ce qui satisfait le mieux ses exigences particulières.

P. HÉMARDINQUER

# les radio récepteurs



**I**L semble naturel à chacun de trouver sur le marché des radiorécepteurs qui tiennent dans la poche, et tout aussi normal de pouvoir partout et à toute heure se donner de la musique.

Alors qu'il fallait une batterie de 67,5 volts pour rendre portable un poste à lampes, une tension de 6 ou 9 V suffit pour un récepteur à transistors. Tandis qu'un appareil classique à tubes emprunte quelque 40 watts au secteur, la consommation du poste à transistors varie de quelques milliwatts à 70 milliwatts environ, selon la commande du volume basse fréquence. Disposant d'un tel atout, le récepteur de radio se devait d'accomplir des progrès foudroyants : curieux retour des choses puisque l'alimentation par le secteur avait été considérée, en son temps, comme une victoire sur l'alimentation autonome des débuts.

Le poste portatif, produit dans notre pays à des cadences annuelles de plus de 1 500 000 unités, représente aujourd'hui 80% de la production totale de radiorécepteurs : 4 postes sur 5 sont à transistors. Faut-il hâtivement en conclure qu'en 1962 le transistor a sonné le glas du tube électronique ?

Depuis son invention en 1948, le transistor n'a cessé de remporter, chaque année, de nouvelles victoires : il a gagné la bataille des ondes courtes et même amorcé la conquête de la fréquence modulée. Il tend enfin à supplanter le tube dans ce délicat récepteur que représente l'auto-radio. Mais ces succès dissimulent encore quelques faiblesses : la fabrication en série des transistors pour les hautes fréquences demeure difficile ; il en est de même pour les transistors basse fréquence de grande puissance, ce qui limite la puissance de sortie. D'autre part, la miniaturisation des appareils s'est nécessairement accompagnée d'une miniaturisation des haut-parleurs, ce

← **Le plus petit transistor**, dernier né d'une firme japonaise : 48 mm de large et 20 mm d'épaisseur.

qui n'a pas été sans nuire à la qualité de la reproduction acoustique. Sans doute les appareils transistorisés prétendront bientôt égaler les postes à lampes. Mais on peut penser que le tube électronique, menacé, réagira.

### La lampe de radio se défend

Le récepteur à tube pourrait d'ailleurs revendiquer des possibilités de miniaturisation comparables à celles permises par les transistors. Entre les dimensions de la lampe omnivalente utilisée dans les années 1920 et celles des séries subminiatures actuelles, il y a une différence énorme : les dernières ne sont pas finalement beaucoup plus volumineuses qu'un transistor avec son boîtier. On a même réalisé certains tubes fonctionnant avec des tensions anodiques du même ordre de grandeur que celle des transistors.

Le tube a encore un bel avenir devant lui dans la mesure où se créent des modèles nouveaux à caractéristiques améliorées. Les tubes électroniques présentent une grande souplesse d'utilisation en ultra-haute fréquence; ils supportent bien des tensions élevées. Ils font preuve d'une qualité constante dans la production. Enfin, leur prix de revient reste encore inférieur à celui des transistors (bien que l'écart tende de plus en plus à se réduire). De nouveaux tubes ont vu le jour : tel le « Nuistor » produit par la firme américaine R.C.A., d'une durée de vie pratiquement illimitée et ne produisant aucun bruit. « Si nous avions d'abord découvert les transistors, déclarait un ingénieur américain, nous aurions crié au miracle à l'apparition des lampes ! » Cette boutade souligne assez bien que le récepteur à tubes électroniques répond, dans l'immédiat, à des besoins que le poste portatif ne saurait encore couvrir.

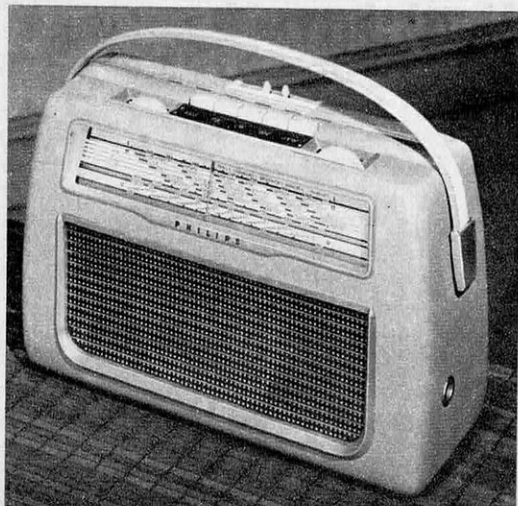
Le récepteur familial a cependant dédaigné concurrencer le poste à transistors quant à la miniaturisation. Son domaine est celui de la qualité acoustique. Bénéficiant de circuits



amplificateurs de grande puissance, il peut se parer de tous les perfectionnements qui assurent au mélomane le maximum d'agrément : haut-parleurs largement dimensionnés, doubles circuits basse fréquence avec équilibrage sonore pour les reproductions stéréophoniques (radio, disques ou bandes magnétiques), double réglage de tonalité pour notes graves et aiguës séparément, à quoi peut s'ajouter une unité de « réverbération » procurant à la pièce la plus défavorisée l'acoustique d'une cathédrale, et, bien entendu, la modulation de fréquence.

### Un procédé ancien... mais révolutionnaire

L'avènement de la modulation de fréquence marque un important progrès dans la technique de la radiodiffusion. Le procédé est ancien : dès 1906, on trouve trace de brevets relatifs à l'utilisation de la modulation de fréquence en télégraphie; en 1920, on envisage son application à la téléphonie; en 1935, le major Armstrong démontre tous les avantages qui peuvent découler de ses propriétés; mais il faudra attendre les années précédant la guerre pour commencer, à l'échelle industrielle, l'exploitation des gammes d'on-



← **TRANSISTOR F M.** Ce poste comporte, en outre, les gammes d'ondes PO et GO, un amplificateur haute fréquence pour les 3 gammes, une antenne FM, une prise pour antenne normale et pick-up.



### POSTE RÉCEPTEUR RADIO-STÉRÉO

Cet ensemble «Europe» de chez Gaillard réunit les éléments les plus modernes; il comprend en effet une chaîne haute fidélité stéréophonique avec sa platine, son pré-ampli-stéréo, ses deux amplis et ses deux baffles à trois haut-parleurs. Il leur associe un Tuner AM-FM qui permet de recevoir à la fois les deux postes émetteurs sélectionnés pour les émissions stéréophoniques.

des très courtes nécessaires à son emploi.

L'essor de la modulation de fréquence ne date pratiquement en France que de 1954, lorsque tout un réseau d'émetteurs diffusant le programme « haute fidélité, France IV » fut petit à petit mis en service. Fin 1960, le nombre des émetteurs passa à 16 et, au début de cette année, le réseau comportait 24 stations après la mise en service des émetteurs de Carcassonne, Rennes, Clermont-Ferrand, Niort, Besançon, Limoges Gex et Nantes. Dès maintenant la R.T.F. s'emploie à accélérer la décentralisation des programmes de France IV en confiant aux stations locales de modulation de fréquence le soin de réaliser elles-mêmes des émissions régionales en « haute fidélité ».

Voilà le mot lancé. C'est que la modulation de fréquence est le procédé qui, en radio-diffusion, restitue le mieux les sons, respectant en principe intégralement le registre des fréquences. Alors qu'en modulation d'amplitude la « dynamique » des sons, c'est-à-dire le contraste entre les pianissimo et les fortissimo, demeure obligatoirement comprimée entre d'étroites limites, elle jouit en modulation de fréquence d'une beaucoup plus large marge et permet des contrastes de 50 ou 60 décibels, et donc un excellent relief sonore.

Restituant fidèlement les timbres, la modulation de fréquence présente encore l'avantage de supprimer tous les bruits parasites. En effet, les tensions perturbatrices d'origine atmosphérique ou industrielle se superposent

à l'amplitude du signal; lorsque c'est cette amplitude qui traduit la modulation, elles provoquent des crépitements désagréables. Mais elles sont sans action sur la fréquence et ses modulations; elles seront supprimées par un dispositif « écrêteur » des tensions.

Les tubes électroniques n'ayant pas à « encaisser » de pointes d'amplitude, peuvent être utilisés constamment à leur régime maximum.

La possibilité de capter les émissions en modulation de fréquence constituait — jusqu'à l'année dernière — l'atout principal du récepteur-secteur d'appartement. Ce dernier faisait ainsi valoir le confort d'une écoute que le poste portatif ne pouvait lui contester.

### La contre-attaque des transistors

Les choses ont changé ou sont en voie d'évolution. Le transistor a poursuivi sa marche victorieuse vers les très hautes fréquences. Le domaine de la modulation de fréquence ne lui était donc plus interdit. Au début de l'année 1961 apparaissait le premier poste français à transistors présentant une gamme de modulation de fréquence. On en dénombre aujourd'hui une bonne douzaine. Il est probable qu'avant la fin de l'année 1962, chaque firme présentera un tel modèle.

L'auditeur ne peut bénéficier pleinement des avantages propres à la modulation de fréquence que si, entre autres, l'amplification basse fréquence du récepteur est irréprochable et si les appareils sont dotés de haut-parleurs

de grand rendement et bien dimensionnés. Que dire de ce point de vue des postes « de poche » recevant la modulation de fréquence dont la multiplication en Allemagne est justifiée par l'existence d'un réseau particulièrement serré de tels émetteurs ? Il semble difficile de vouloir, en France, agiter le slogan de la « haute fidélité » autour de récepteurs impuissants à la traduire.

### L'évolution des postes portatifs

L'emploi du transistor a été un facteur essentiel de l'évolution des récepteurs vers la réduction de leur volume. Il y a quelques semaines, on présentait par exemple à Tokyo le dernier né d'une firme japonaise qui venait de lancer sur le marché le « plus petit récepteur radio du monde ». De la taille d'un briquet, il ne pesait que 85 grammes.

La réduction de dimensions des appareils n'a pu être poussée au point où elle est actuellement que par l'emploi généralisé d'une technique relativement nouvelle : celle des circuits imprimés. L'automatisation des fabrications (à laquelle la technique du câblage imprimé se prête fort bien) a permis d'abaisser considérablement, depuis quelques années, le prix des récepteurs portatifs, ou, le plus souvent, d'offrir à prix égal, des appareils grandement améliorés d'une année à l'autre. Il ne semble pas, en définitive, que les constructeurs cherchent tellement à battre aujourd'hui des records de miniaturisation. La preuve est faite depuis longtemps qu'un récepteur radio peut tenir dans la poche. Ce stade est dépassé : le transistor se bat maintenant pour faire la preuve de ses performances. De plus en plus les fabrications s'orientent vers la réalisation de récepteurs « confortables », satisfaisant aux exigences du transport en voyage mais sans pour autant négliger l'essentiel : une puissance, une sensibilité et une tonalité assurant une bonne reproduction musicale.

### Les auto-radios

C'est assurément dans le domaine de l'auto-radio que le transistor a gagné ses lettres de noblesse. Il faut évidemment s'entendre sur les termes. La plupart des postes portatifs ont été dotés d'une prise d'antenne-auto avec commutation sur bobine d'accord permettant, en principe, leur fonctionnement en voiture. Nous précisons : « en principe ». Car, quelles que soient les qualités d'un poste portatif, ses possibilités seront nettement délimitées. L'avantage d'un poste portatif est son alimentation autonome par piles. Afin de ne pas

contraindre l'usager à changer ses piles trop souvent, la puissance de sortie sur le haut-parleur est pratiquement limitée entre 0,4 et 1,5 W. Mais si cette limitation ne gêne pas l'utilisateur du poste portatif, elle ne répond pas toujours aux exigences de l'écoute en voiture. En effet, l'auto-radio doit être considéré comme un appareil spécialisé conçu pour fonctionner dans des conditions particulières. Posé à proximité immédiate d'importantes sources de parasites (delco, dynamo, bougies), il doit les éliminer. Sa sensibilité doit permettre l'écoute quel que soit le lieu de réception, vallée encaissée, éloignement de l'émetteur. Sa réserve de puissance doit être suffisante pour procurer une écoute confortable surmontant les bruits ambiants du moteur ou du vent. L'appareil doit de plus, en raison des impératifs de la conduite, comporter une recherche automatique des stations par simple appui sur une touche.

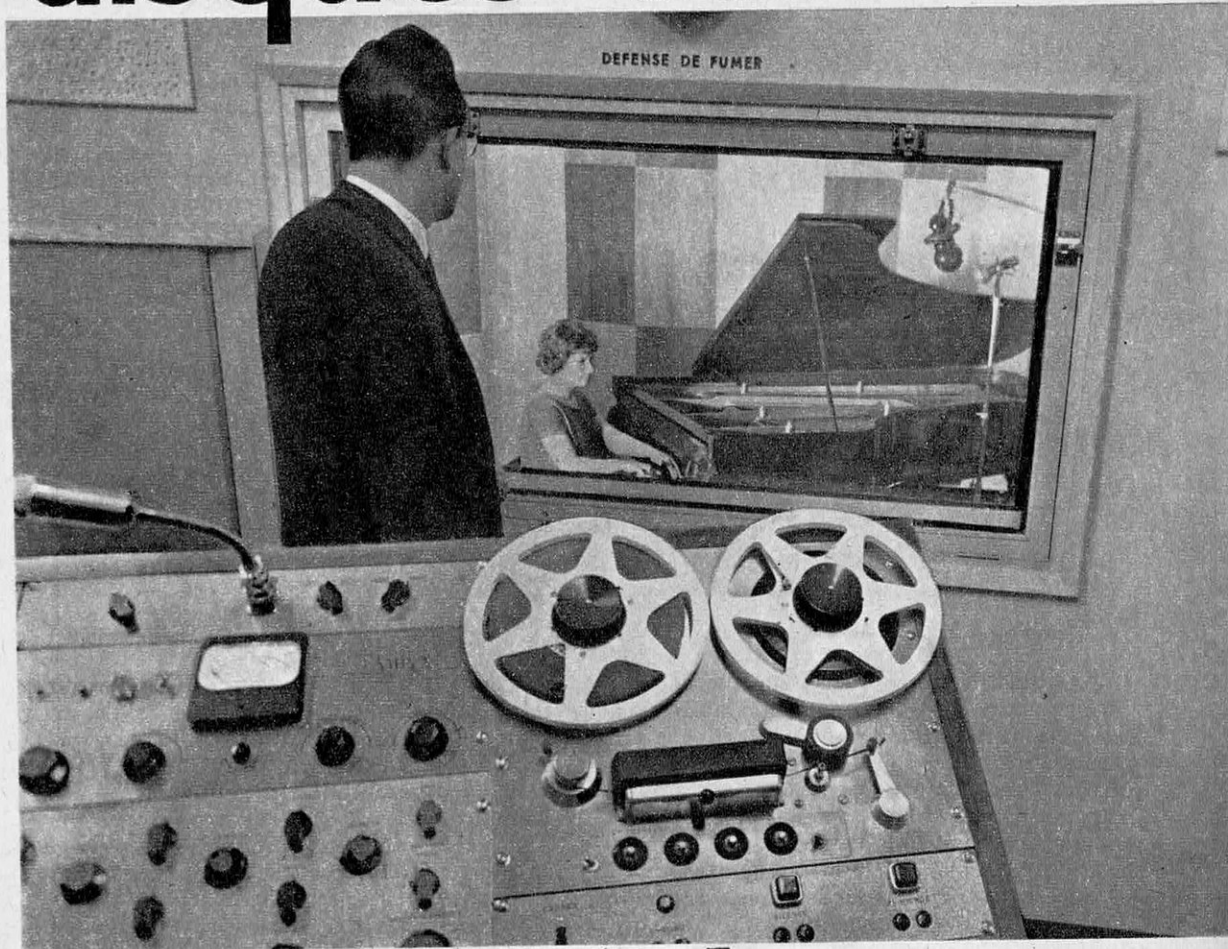
Pour toutes ces raisons, un véritable poste auto-radio présentera une grande sensibilité (grâce à un étage haute fréquence accordé) et une puissance de sortie, fournie au haut-parleur, très supérieure à celle des postes portatifs courants. A titre comparatif, la puissance de sortie d'un poste auto-radio atteindra de 3 à 8 W contre 0,4 à 1,5 W au maximum pour les portables. C'est pourquoi il ne peut fonctionner que sur batterie avec, presque toujours, une connexion sur 6 ou 12 volts selon les modèles de voitures.

Autrefois, ces postes étaient entièrement réalisés avec des tubes électroniques. L'avènement des transistors a permis une solution mixte : afin de réduire la consommation, ils présentaient une sortie push-pull à transistors alors que l'étage de préamplification faisait toujours appel aux tubes classiques. Actuellement, le poste auto-radio à câblage imprimé et entièrement transistorisé paraît devoir s'imposer : mais il ne fonctionne toujours que sur batterie.

Une solution particulièrement ingénieuse consiste aujourd'hui à combiner tous les avantages de l'auto-radio avec ceux du poste portatif. Imaginons un poste portatif du type courant possédant les caractéristiques classiques de tout récepteur à transistors fonctionnant sur piles. Sa puissance, 0,4 W environ, est notoirement insuffisante pour fonctionner en voiture. Qu'à cela ne tienne. On l'incorporera dans une « cassette » fixée à demeure sur le tableau de bord et qui, elle, comporte un étage de sortie à transistors d'une puissance de 4 W branché sur la batterie 6 ou 12 volts. Le modeste poste portatif se transforme en véritable auto-radio.

LUC FELLOTT

# disques et



# électrophones

ON sait quel rôle l'enregistrement musical joue dans l'extension du goût de la musique dans toutes les classes de la société moderne. Reproduire, dans sa réalité, l'exécution d'une œuvre musicale constitue l'ambition du disque dont la qualité, ainsi que celle des appareils de reproduction, les électrophones, s'améliore constamment.

Les anciens disques 78 tours/minute, en gomme-laque, reproduisaient une gamme très limitée de fréquences et avaient un fort bruit de surface. A présent ce bruit, peu sen-

sible, ne trouble plus les auditions qui possèdent aussi une fidélité considérablement accrue. L'origine de ces importants perfectionnements remonte à une véritable révolution intervenue vers 1950. On peut dire que c'est aux matières plastiques, en particulier de la vinylite, que l'industrie phonographique doit son extraordinaire expansion actuelle.

Pour comprendre le progrès que représente l'adoption de ces nouveaux matériaux, il faut entrer dans le détail de l'inscription de la musique sur un disque.



## Aux studios d'enregistrement

Tout enregistrement de musique de disque se fait d'abord sur bande magnétique. La photo page 113, prise aux studios Decca, représente France Clidat enregistrant des œuvres de Liszt dont elle est une des plus brillantes interprètes. Ci-contre, elle procède aux coupures nécessaires avec le directeur artistique et l'ingénieur du son; ce n'est que la bande finale qui servira à graver le disque.

La gravure des disques s'effectue latéralement, c'est-à-dire avec un sillon ayant toujours la même profondeur, mais dont la largeur varie suivant l'intensité des sons enregistrés. Cette largeur est forcément limitée car, pour éviter le chevauchement entre les spires successives, on serait conduit à trop les écarter, ce qui réduirait la longueur totale de la spire et, par conséquent, la durée d'audition. On fixe donc arbitrairement l'amplitude maximale de la gravure pour les sons forts, avec le risque que les sons faibles soient couverts par le bruit de fond dû au manque d'homogénéité de la matière du disque.

Une matière au grain extrêmement fin, voilà ce qu'ont apporté les résines vinyliques : amplitude minimale sans bruit de fond gênant, amplitude maximale conservant la dynamique à la musique avec un sillon de faible largeur, au total un microsillon à grande densité d'enregistrement.

### Progrès d'enregistrement

Parallèlement à la matière des disques, l'aménagement des auditoriums et les techniques d'enregistrement ont fait l'objet de perfectionnements sensibles. La bande magnétique, que l'on peut assembler par morceaux, a permis la fragmentation des prises de son, la répétition de l'exécution des passages douteux. Un montage judicieux fournit ensuite

des enregistrements parfaits dans des conditions économiques. Les techniques de gravure ont aussi évolué. Les machines à graver actuelles sont extrêmement précises et inscrivent avec exactitude des mouvements dont l'amplitude ne dépasse pas  $1/10\ 000$  de mm.

Sur les disques en gomme-laque, c'étaient surtout les fréquences élevées correspondant aux sons aigus qui faisaient défaut; elles ne dépassaient pas 4 000 cycles/s. Actuellement on arrive à enregistrer jusqu'à 18 000 cycles/s, mais cette possibilité n'existe malheureusement qu'au début du disque.

En effet, la vitesse linéaire du burin de gravure ou de la tête de lecture dépend non seulement de la vitesse de rotation mais aussi de la longueur de chaque spire; elle varie donc constamment pendant la lecture du disque. Ainsi, pour un disque de 30 cm de diamètre, burin ou pointe parcourent un chemin environ trois fois plus long pour la première spire que vers la fin de l'enregistrement. En conséquence pour un son de même fréquence, l'oscillation inscrite dans le sillon est trois fois plus petite sur les spires voisines du centre. Le burin possède une tranche très fine lui permettant d'inscrire des fréquences très élevées, même en fin d'enregistrement, mais la pointe de lecture, pour ne pas endommager le disque, doit avoir une forme différente et des dimensions plus grandes qui l'empêchent de suivre la très fine modulation

du sillon lorsque diminue la vitesse linéaire. Ceci explique pourquoi la fidélité d'un disque s'abaisse en fin de lecture.

La vitesse linéaire étant fonction de la vitesse de rotation, le défaut signalé s'accroît quand cette dernière diminue. Il oblige à laisser, autour du trou central, une surface inutilisée d'autant plus importante que la vitesse de rotation est faible.

Le choix des vitesses de rotation a résulté d'un compromis pour utiliser au mieux la surface du disque de façon à réaliser un enregistrement de longue durée tout en conservant suffisamment de sons aigus.

Les limites de la qualité musicale dite « haute fidélité » ne dépendent donc pas, pour les disques, uniquement du bruit de fond provenant du grain de la matière, mais aussi de la possibilité, pour la pointe de lecture, de suivre les festons les plus fins du sillon.

### Durée d'audition

La durée d'audition dépend de la surface du disque, de la vitesse de rotation et de la largeur maximale du sillon.

Le diamètre des disques d'utilisation courante est de 17,5, 25 et 30 cm. Pour le microsillon, la vitesse de rotation a été fixée à 45 t/mn pour les disques 17,5 et 33, 1/3 t/mn pour les disques 25 et 30 cm. La vitesse de 78 t/mn est requise pour les disques en gomme laque; la vitesse 16 2/3 t/mn est demeurée de faible diffusion.

Quant à la largeur du sillon, elle est au minimum de 0,05 mm pour le microsillon alors qu'elle était de 0,15 mm pour les disques en gomme-laque. De ce fait, pour ces derniers, il n'était possible de loger, avec un enregistrement à pas constant, que 39 spires au maximum par centimètre alors que l'on grave facilement 100 spires par centimètre dans les disques microsillons et jusqu'à 170 avec l'enregistrement à pas variable.

Dans les disques à pas constant, l'écartement entre spires est déterminé par l'amplitude maximale de l'ondulation correspondant aux sons forts et est d'environ 0,08 mm : c'est beaucoup plus que n'exigent les sons faibles et un espace appréciable de la surface du disque se trouve ainsi perdu. C'est pour le récupérer que l'on a imaginé d'effectuer l'enregistrement à pas variable. Avec ce procédé de gravure, l'écartement entre spires varie automatiquement en fonction de l'amplitude des sons enregistrés; certaines machines à graver récentes à pas variable tracent dix-sept spires par millimètre en l'absence de modulation contre seulement dix spires pour le maximum de modulation à 1 000 cycles/s.

### Le supermicrosillon

La vitesse de rotation de 16 2/3 t/mn a vu le jour voici quelques années pour quelques disques de danse ou d'enregistrements de pièces de théâtre. Elle ne connut guère de succès et maintenant complique inutilement les électrophones. Si la durée d'audition est bien plus grande à égalité de surface, le taux de distorsion, vers la fin du sillon, devient difficilement admissible en raison de la faible vitesse linéaire.

Aux U.S.A., des disques 16 2/3 et même 8 1/3 t/mn ont été mis sur le marché, mais ils sont réalisés suivant une technique différente faisant appel au « supermicrosillon », avec une amplitude de gravure deux fois plus petite que celle du microsillon. La durée d'audition est donc non seulement accrue par la diminution de vitesse mais aussi par la densité d'enregistrement résultant de la réduction de la largeur du sillon.

Pour la lecture des disques supermicrosillon, il importe que la tête soit équipée d'une pointe encore plus fine que pour les disques microsillon. Cette condition complique très sérieusement la fabrication des pick-up, fabrication qui, comme on le constatera plus loin, a déjà été fortement perturbée par le microsillon.

Du point de vue pratique, ce qu'il faut retenir c'est qu'avec les électrophones classiques, même si le tourne-disques possède un entraînement à la vitesse de 16 2/3 t/mn, on ne peut leur faire jouer des disques supermicrosillon.

La durée d'audition de ces disques atteint 45 mn par face pour un diamètre de 17 cm dans le cas de la musique. Cette durée est doublée pour un enregistrement de la parole seulement. A la vitesse de 8 1/3 t/mn la durée croît à 90 mn pour la musique et 180 mn pour la parole. Malgré ces remarquables performances il ne semble pas, en raison des difficultés techniques de gravure et de reproduction, que la fabrication de ces disques doive beaucoup se développer. La bande magnétique reste le meilleur support des enregistrements de très longue durée.

### Choix des disques

Il ne s'agit pas ici de conseiller tel ou tel enregistrement, mais de mettre en garde contre certains défauts visibles pour un acheteur averti.

Parmi les légères détériorations dont il faut se méfier viennent en premier les rayures. Celles-ci, lorsqu'elles se superposent au sillon, perturbent désagréablement l'audition. Même

l'étiquette centrale ne doit pas être rayée : ceci ne nuit pas à l'audition mais indique que le disque a été passé... et dans de mauvaises conditions.

Il convient de surveiller également si les disques ne sont pas voilés car, s'ils manquent de planéité, ils provoquent du « pleurage » et, en variant, la pression exercée par la tête de lecture abrège leur durée.

Du point de vue qualité, les fabricants proposent plusieurs catégories de disques. La première, dite à « haute fidélité », correspond à des enregistrements très soignés et à un tirage limité des disques gravés avec la même matrice. Le tirage pour ces derniers ne dépasse pas mille exemplaires alors qu'il est souvent cinq fois plus grand pour des disques de variétés de qualité inférieure. On comprend pourquoi les disques de premier choix sont tous excellents, mais aussi pourquoi la qualité d'un disque meilleur marché peut être sensiblement égale si, par chance, on acquiert un des premiers pressés dans la série.

### Manipulation et rangement

La conservation des qualités d'un disque est fonction des soins apportés à sa manipulation, à son rangement, à son entretien et à son utilisation avec du matériel convenable. En raison de la finesse de leur sillon, les disques microsillon, quoique d'une matière beaucoup moins fragile aux chocs que la gomme-laque, demandent malgré tout des soins attentifs pour conserver intacte la gravure.

Les manipulations des disques hors de leurs pochettes doivent être aussi brèves que possible et faites en les maintenant avec les

deux mains, par la tranche seulement, car les mains sont les ennemies des disques, les doigts laissant des traces graisseuses qui retiennent les poussières dans le sillon et les ongles les égratignant. Le rangement dans la pochette, immédiatement après chaque audition, est le complément de ces précautions.

Le retour rapide des disques à leurs pochettes offre aussi l'avantage d'éviter qu'ils frottent les uns contre les autres et de les protéger des poussières. Il est évident que ces pochettes doivent être propres et, d'autre part, non déformées. A la longue leur déformation peut se transmettre aux disques.

Même dans leurs pochettes, les disques ne doivent pas être entassés sans précaution. Leur rangement dans des meubles convenables s'impose. Si l'on ne peut stocker les disques qu'empilés, il faut vérifier qu'ils reposent sur un support absolument plan, commencer par ranger les plus grands et terminer par les plus petits. Les disques microsillon ont en effet l'inconvénient de se gondoler légèrement s'ils sont soumis à des pressions inégales, ce qui serait le cas si les grands disques se trouvaient sur les petits.

C'est à cause de ce gauchissement qu'on recommande le classement vertical, mais le classement horizontal conserve ses partisans. Ce dernier conduit à des meubles avec plusieurs séparations horizontales car les piles ne doivent pas comprendre plus de dix disques afin que les premiers ne soient pas soumis à des pressions trop fortes. Si cette disposition est impossible, le classement vertical, bien serré, de façon que les disques ne restent jamais inclinés, est préférable. Il existe des classeurs verticaux avec, à la base, des séparateurs recouverts de feutre pour chaque po-



2



**1 TOUT TRANSISTORISÉ**, cet électrophone Philips A G 4026 délivre, avec ses 5 transistors, une puissance de sortie de 0,90 W. Le câblage imprimé est entièrement tropicalisé; le couvercle contient le haut-parleur; six piles standard cylindriques type «torche» assurent l'alimentation.

**2 ELECTROPHONE 361** Pathé Marconi. Platine tourne-disque 4 vitesses; changement automatique pour 45 t/mn avec possibilité de rejet; retour du bras automatique pour les autres vitesses; cellule de lecture stéréophonique et monophonique; couvercle à 2 haut-parleurs elliptiques, prise stéréo.

**3 ELECTROPHONE NG 2410** Philips, de présentation très moderne tant par ses formes que ses coloris. La tête de lecture «Flip Over» est stéréo aussi bien que monophonique; une prise permet de brancher le second haut-parleur qui, avec celui du couvercle, donnera la stéréophonie.



3

chette et dont la forme permet de sortir facilement chacune d'elles.

L'emplacement d'une disothèque doit être déterminé en tenant compte des exigences des disques. Il faut se souvenir qu'une température ambiante élevée provoque leur déformation et ne pas placer les classeurs au voisinage d'une source de chaleur ou dans un endroit ensoleillé. Si l'air est trop sec, l'attraction électrique des poussières augmente; inversement, trop d'humidité n'est pas favorable à leur bonne conservation. En revanche, le froid ne provoque aucune détérioration, bien qu'il les rende momentanément plus fragiles. On recommande donc, l'hiver, pour les disques transportés extérieurement, d'attendre qu'ils soient à la température de l'appartement avant de les jouer.

### L'entretien des disques

Malgré toutes les précautions de rangement, les disques s'empoussièrent. Cet inconvénient, accru par la facilité d'électrisation de la vinylite, est beaucoup plus sensible avec le microsillon en raison de sa finesse. Un essuyage fréquent est nécessaire. Il existe pour cet usage des brosses spéciales, mais on peut se contenter d'un chiffon très doux, sec, puis légèrement humide, que l'on passe en prenant soin de ne pas frotter transversalement.

Les solvants ne conviennent pas pour nettoyer les disques, mais on peut utiliser du Teepol ou autres produits du même genre très dilués. Les disques très sales supportent d'être lessivés avec de l'eau contenant un détergent puis rincés à l'eau courante froide et laissés à sécher sans les essuyer.

La vinylite étant un isolant, les disques s'électrisent par le frottement de la pointe et attirent les poussières. Pour éviter cet inconvénient, on dispose de produits dits antistatiques destinés à être pulvérisés sur leurs faces. Peut-être seront-ils inutiles si, comme il en est question aux U.S.A., la composition du produit de pressage empêche l'accumulation des charges statiques.

### Les platines tourne-disques

La première mission de la platine tourne-disques est l'entraînement du plateau supportant le disque à une vitesse constante, égale, avec une tolérance de 0,5 %, à celle du burin graveur utilisé pour l'enregistrement.

Les moteurs des tourne-disques fonctionnant sur secteur sont actuellement des moteurs à induction se branchant uniquement sur courant alternatif. Leur suspension est généralement assurée par des ressorts fixés à la platine de façon à ne pas transmettre de vibrations mécaniques au plateau.

En principe, les moteurs possédant un excédent de puissance offrent l'avantage d'une rotation plus régulière du plateau. Dans les anciens tourne-disques cette puissance atteignait jusqu'à 30 W. Elle s'abaisse à 10 W et même moins pour les moteurs modernes à très bon rendement. Les moteurs puissants ont l'inconvénient d'être lourds et encombrants et d'engendrer un ronflement mécanique.

La puissance des moteurs pourrait être encore plus réduite. Elle l'est pour les nouveaux électrophones à transistors qui sont équipés de petits moteurs universels alimentés par pile 6 ou 9 V. Le moteur est le point faible des électrophones autonomes à transistors. On est arrivé à des résultats satisfaisants par l'adjonction d'un régulateur efficace qui minimise les variations de la tension provoquées par l'usure des piles.

Beaucoup de ces petits moteurs ont des coussinets autolubrifiants et, du point de vue graissage, ne demandent aucun entretien. Les moteurs universels des tourne-disques sur piles étant à balais peuvent nécessiter le changement de ces derniers : leur dureté leur permet cependant de durer quelques années.

Les plateaux des tourne-disques doivent être parfaitement plans, tourner dans un plan horizontal sans jeu vertical et ne pas se déformer en fonctionnement. Ils sont soit en matière plastique, soit métalliques (aluminium coulé ou alliage à base d'aluminium). Leur diamètre est légèrement inférieur aux plus grands disques. Pour la haute-fidélité, on considère que, pour les disques 30 cm, il ne doit pas être inférieur à 25 cm.

Le dispositif le plus courant d'entraînement du plateau est formé par une rondelle ou galet d'accouplement en caoutchouc entraînant le plateau par friction sur sa périphérie. Il permet d'obtenir les différentes vitesses de rotation sans difficulté. Il suffit de prévoir sur l'axe du moteur un nombre convenable de poulies et de déplacer sur celles-ci la rondelle d'accouplement pour la sélection des vitesses.

Les tourne-disques sont, suivant leur classe, munis de différents perfectionnements : débrayage automatique du système d'entraînement, dispositif pour la mise en court-circuit du haut-parleur en fin d'audition; arrêt automatique en fin de lecture et, pour certains, arrêt manuel permettant d'arrêter puis de reprendre l'audition en cours au même point. Quelques-uns possèdent des systèmes assurant automatiquement la pose de la tête de lecture et son soulèvement à la fin du sillon.

À l'usage surtout des jeunes, on a réalisé de petits tourne-disques, uniquement pour disques 45 t/mn, enfermés dans des boîtiers en matière plastique et dont le fonctionnement est entièrement automatique. Il suffit d'introduire le disque dans la fente de son boîtier pour que le moteur démarre, que la broche de centrage se soulève et que la pointe de lecture soit amenée dans le sillon. Lorsque celle-ci atteint la fin du sillon, un ergot provoque le fonctionnement du mécanisme en sens opposé et le rejet du disque vers l'extérieur permettant de le retirer facilement. Au repos et durant la commutation, un interrupteur coupe automatiquement le branchement avec la prise pick-up du récepteur.

Sur ce principe ont été réalisés des tourne-disques destinés à être utilisés sur auto en les reliant à la partie basse fréquence d'un poste autoradio. Pour cet usage ils possèdent un système de suspension très soigné leur permettant de jouer les disques la voiture en marche et un moteur d'entraînement du plateau fonctionnant sur la batterie de la voiture.

### Changeurs automatiques de disques

L'idée d'utiliser des changeurs automatiques de disques pour assurer une audition continue n'est pas récente. Elle est contemporaine des disques 78 t/mn avec lesquels, étant donné leur courte durée, leur emploi offrait un très grand intérêt. Celui-ci est moins évident avec les disques longue durée, micro-sillon : il n'est toutefois pas négligeable, en particulier pour obtenir un fond d'ambiance sonore.

Les changeurs automatiques sont des tourne-disques auxquels sont adjoints des

dispositifs mécaniques qui déportent automatiquement le bras vers l'extérieur lorsque le disque est joué et assurent la reproduction sans interruption d'une face des disques d'une pile.

Leur réalisation est complexe, surtout lorsqu'on leur demande d'admettre des disques de tout diamètre, de répéter à volonté l'un d'entre eux, de permettre d'ajuster l'intervalle de temps entre l'audition de deux disques, de rejeter un disque...

A l'origine, les disques 45 t/mn avaient été mis sur le marché par la R.C.A. pour être utilisés sur changeurs de disques simplifiés. Les changeurs conçus uniquement pour cette vitesse continuent à être très intéressants pour cet usage et, en raison de leur prix peu élevé, sont assez répandus.

### **Les lecteurs piézoélectriques et céramiques**

Le pick-up, ou lecteur de son, représente l'élément le plus délicat dans la chaîne de reproduction des disques. Son travail consiste à suivre toutes les sinuosités du sillon et à les traduire en vibrations. Celles-ci sont ensuite transformées en un faible courant dont la modulation correspond aux sons enregistrés.

Un lecteur se divise en trois parties : la pointe, la tête et le bras support. C'est la technique de base de la tête qui caractérise les différents types.

Les lecteurs piézoélectriques et céramiques utilisent l'effet piézoélectrique de certains cristaux. Ceux-ci sont, pour les premiers, du sel de Seignette et, pour les seconds, des céramiques (titanate de baryum ou zirconate-titanate de plomb).

Rappelons que les cristaux piezoélectriques, lorsqu'ils subissent une déformation provoquée par une pression sur une de leur face, ou une torsion, donnent naissance à de faibles forces électromotrices. Dans les lecteurs, la pointe a pour mission d'engendrer, suivant les sinuosités du sillon, cette déformation variable du cristal qu'il traduit en une faible tension alternative.

Le sel de Seignette conduit à des lecteurs faciles à fabriquer, de prix peu élevé. En revanche, ils ont l'inconvénient d'être sujets à un vieillissement prématuré lorsqu'ils sont soumis à des températures très hautes ou très basses, ou à des climats trop humides ou trop secs.

Dans nos climats, cet inconvénient est minime et les lecteurs de ce type équipent de très nombreux électrophones. Leur longévité reste satisfaisante si l'on a soin de leur éviter

les élévations de température provoquées par l'exposition au soleil ou le voisinage d'un appareil de chauffage. Les lecteurs céramiques résistent mieux aux climats tropicaux, et leur durée est plus longue. Malheureusement leur prix est plus élevé et leur robustesse moindre.

Tous les lecteurs basés sur l'effet piézoélectrique possèdent des avantages et des inconvénients communs. Ils offrent l'intérêt d'être insensibles aux champs d'origine magnétique et, de ce fait, simplifient le montage du moteur du tourne-disque. Leur courbe de réponse indique une accentuation des graves et une atténuation des aigus, ce qui, dans une certaine mesure, corrige la courbe de gravure des disques et permet de les relier à des amplificateurs sans circuit correcteur compliqué. Ils sont très sensibles, leur tension de sortie atteint 1 à 2 V pour les cellules à sel de Seignette et 0,1 V pour les cellules céramiques, ce qui permet d'attaquer directement l'amplificateur sans avoir recours à un pré-amplificateur. Leurs principaux défauts sont le manque de sons aigus et de fâcheuses pointes de résonance. C'est pourquoi les lecteurs basés sur des phénomènes magnétiques ont eu ces dernières années les faveurs des amateurs de haute fidélité. Avec la stéréophonie, les cellules piézoélectriques gagnent des points, même dans le matériel haute fidélité, car elles permettent, à prix raisonnable, des réalisations satisfaisantes des têtes stéréophoniques. On reproche aussi aux lecteurs piézoélectriques d'avoir des caractéristiques mécaniques inférieures à celles des lecteurs magnétiques. Cependant de nouveaux modèles stéréophoniques piézoélectriques rivalisent avec ces derniers; leur sensibilité a été un peu sacrifiée mais elle reste encore environ vingt fois plus grande que celle des lecteurs magnétiques.

### **Les lecteurs magnétiques, dynamiques et magnétodynamiques**

Le premier lecteur de son électrique était du type magnétique, c'est-à-dire que la tension variable en fonction des vibrations était créée par induction, un aimant solidaire de la pointe du lecteur se déplaçant devant une petite bobine.

Jusqu'à l'avènement du microsillon ils étaient universellement adoptés mais, tels qu'ils étaient réalisés, leur poids et la pression qu'ils exerçaient sur le disque étaient bien trop élevés pour la finesse de la pointe nécessaire à la lecture du microsillon. Après une éclipse de plusieurs années ils reviennent en de nouvelles versions avec l'avantage d'une bonne reproduction des aigus. Ces lec-

1



2



- 1 ELECTROPHONE « SEGUEDILLE »** Schneider. Tourne-disque 4 vitesses prévu pour l'écoute en stéréophonie par simple remplacement de la cellule de lecture monophonique et raccordement à un second haut-parleur par une prise prévue spécialement.

- 2 « SELECTROPHONE »** Claude. Puissance de sortie modulée de 3,5 W; haut-parleur de grand diamètre; tête de lecture à cristal Plug-in; sélecteur de timbre, solo, jazz, tutti, voix; contrôle de tonalité et de puissance, prise spéciale pour stéréophonie.

teurs, dits à réluctance variable, ont malheureusement une faible sensibilité qui oblige à leur adjoindre un préamplificateur. A l'inverse des lecteurs piézoélectriques ils demandent des filtres de correction qui relèvent le niveau de graves et abaissent celui des aigus.

Les lecteurs dynamiques sont aussi basés sur des phénomènes d'induction, mais c'est la bobine qui est solidaire de la pointe de lecture. Oscillant entre les pôles d'un aimant, elle engendre à ses extrémités une tension variable. Les lecteurs de ce type équipent surtout le matériel professionnel et exigent un transformateur d'adaptation pour la liaison au préamplificateur qui leur est nécessaire.

Les lecteurs magnétodynamiques sont plus répandus. Ils s'apparentent aux lecteurs magnétiques par le fait qu'ils possèdent une bobine fixe. Ils offrent l'intérêt de reproduire les fréquences très élevées, dépassant même les sons audibles. Comme celle des modèles magnétiques précédents, leur durée est presque illimitée, mais avec eux aussi l'emploi d'un préamplificateur est indispensable.

### Bras et pointes de lecture

Un lecteur de son doit posséder un bras-support tel que la pointe reste en contact avec les flancs du sillon et que la pression exercée sur celui-ci ne provoque pas sa détérioration. De plus, il importe que sa liberté soit parfaite autour de son axe et, en revanche, que sa rigidité soit complète dans le sens de l'axe de la pointe. Ces conditions sont sensiblement remplies par les bras des lecteurs modernes qui maintiennent d'une façon satisfaisante la pointe de lecture dans la position correcte pendant toute la durée de la lecture. Quelques-uns sont munis de contre-poids ou de ressorts réglables pour modifier la pression sur les disques suivant qu'ils sont monophoniques ou stéréophoniques. Une pression trop faible fait sauter la pointe du sillon, trop forte elle détériore les disques.

La petitesse de la pointe de lecture ne doit pas faire oublier son rôle important sur la qualité de l'audition et la durée des disques. L'utilisateur a la grande responsabilité de la conserver en bon état.

Le problème des dimensions des pointes en fonction de celle des sillons est depuis longtemps résolu par les fabricants qui proposent actuellement des lecteurs avec pointes saphir ou diamant. Les premières sont moins coûteuses mais d'une durée nettement inférieure.

Lorsque les pointes en saphir remplacèrent les aiguilles d'acier on croyait, étant donné

leur grande dureté, qu'elles auraient une durée presque illimitée. Il fallut se rendre à l'évidence : les pointes en saphir et même en diamant s'usent à la longue étant donné le long chemin, de plus d'un kilomètre, qu'elles doivent parcourir pour la lecture d'une face d'un disque microsillon de 30 cm. Cette usure se manifeste par des méplats qui les transforment en une sorte de burin détériorant les parties fines de l'enregistrement.

Le changement des pointes de lecture en temps voulu est primordial pour la durée des disques et également pour la qualité de l'audition. Dès qu'une pointe commence à s'user il se produit, sur les sons aigus, une légère distorsion, qui va en augmentant en même temps que le bruit de fond.

Quelle durée peut-on escompter d'une pointe de lecture ? Elle dépend d'abord de la qualité propre de la pointe, puis de différents facteurs : de la matière constituant les disques, de leur état (des disques usagés, déjà endommagés par une pointe défectueuse, ou poussiéreux usent plus rapidement les pointes), des caractéristiques mécaniques du lecteur, de la forme et de la masse du bras support. On éprouve donc quelques difficultés pour indiquer avec précision la durée de vie d'une pointe. En saphir, elle peut être endommagée après 50 heures et, dans de meilleures conditions, permettre 100 heures d'écoute. Ces chiffres sont à multiplier par cinq avec les pointes en diamant.

Il faut une oreille bien exercée pour déceler le début de distorsion dû à une pointe usée et il est difficile de tenir une comptabilité des heures d'écoute. Aux U.S.A., on a créé de petits compteurs (une horloge électrique ne fonctionnant que durant la marche du tourne-disques) qui permettent de contrôler les

heures de service de la pointe. Le meilleur moyen est de demander à un disquaire possédant un microscope ou un projecteur miniature de la vérifier par comparaison avec une pointe neuve. Il existe de petits projecteurs que l'on monte sur le plateau du tourne-disques pour observer la pointe sans retirer la tête de son support.

## Les amplificateurs

C'est la possibilité de réaliser des amplificateurs avec les tubes électroniques qui a permis le développement des lecteurs électriques. Le courant modulé fourni par ces derniers est en effet très faible et doit être considérablement amplifié pour actionner les haut-parleurs.

On sait que l'on peut se servir, comme amplificateur, de la partie basse fréquence d'un récepteur radio en reliant la sortie du lecteur à la prise pick-up. Ceci indique que les problèmes de l'amplificateur pour électrophone diffèrent peu de ceux de l'amplificateur basse fréquence des récepteurs.

Tout comme les amplificateurs basse fréquence des récepteurs radio pour la modulation de fréquence, les amplificateurs pour la reproduction des disques doivent être fidèles, c'est-à-dire que leur courbe de réponse doit être linéaire et très étendue. Un électrophone

**1 ELECTROPHONE « OSCAR »** Teppaz. Tourne-disque à 4 vitesses ; bande passante de 40 à 12 000 périodes ; haut-parleur de 117 mm ; tête de lecture à cristal ; boutons de contrôle du timbre et de la tonalité ; arrêt automatique ; puissance amplificateur 3 W.

**2 ELECTROPHONE « DAPHNIS et CHLOÉ »** Supertone, pour la stéréophonie : platine Lenco 4 vitesses ; le réglage des aigus se fait sur chaque canal ; commutateur permettant l'écoute mono ou stéréo ; haut-parleurs montés dans des enceintes labyrinthes.



classique, de bonne qualité, aura une réponse sensiblement rectiligne entre 50 et 10 000 cycles/s; elle le sera entre 20 et 20 000 cycles/s pour une chaîne à haute fidélité.

Les amplificateurs sont prévus avec une large marge de puissance que l'on diminue suivant les conditions d'écoute. A puissance réduite, la distorsion et le bruit de fond sont réduits. On reproche à cette réduction de puissance de provoquer la disparition des contrastes. Pour y remédier, certains amplificateurs possèdent des dispositifs de filtrage creusant automatiquement la courbe de réponse dans le médium.

Pour les électrophones de classe moyenne, la puissance indiquée correspond en général à une distorsion de 10% et, pour les chaînes à haute fidélité, à 1 à 3%. Ce pourcentage est une caractéristique dont il faut tenir compte pour le choix d'un appareil.

### Les différentes sortes d'amplificateurs

Il y a quelques années, les électrophones étaient tous équipés de tubes électroniques, à part de rares modèles portatifs où les transistors faisaient une timide apparition. Tel n'est plus le cas, et si les amplificateurs à tubes électroniques restent les plus nombreux et les moins coûteux, les techniciens pensent de plus en plus transistors pour le matériel. Ainsi trouve-t-on actuellement :

- des électrophones portatifs, autonomes, à transistors, alimentés par piles, dont la puissance de l'amplificateur est de 0,4 à 0,9 W et pour lesquels les difficultés de construction résident plutôt dans le moteur qui doit fonctionner aussi sur piles;

- des électrophones « secteur » à transistors qui ne sont pas autonomes mais fournissent une puissance de l'ordre de 2 W et possèdent un tourne-disques classique; ils ont l'avantage d'une consommation et d'un échauffement réduits;

- des électrophones portatifs, monophoniques, secteur, adaptables à la stéréophonie, d'une puissance variant entre 1,5 et 3 W; leur amplificateur ne possède souvent qu'un tube double (triode-pentode) et un tube ou un élément redresseur;

- des électrophones portatifs, entièrement stéréophoniques, comprenant deux amplificateurs analogues aux précédents et tous les éléments pour permettre la reproduction des disques normaux ou stéréophoniques;

- des électrophones stéréophoniques, d'une classe supérieure, avec deux amplificateurs d'une puissance de l'ordre de 5 W;

- des chaînes de haute fidélité, stéréophoniques avec préamplificateurs-correcteurs

pour l'utilisation des têtes de lecture à faible sensibilité, et deux canaux d'amplification de 10 à 30 W équipés de tubes électroniques;

- enfin quelques chaînes haute fidélité dont les amplificateurs sont réalisés uniquement avec des transistors.

### Les haut-parleurs

Le courant portant la modulation sonore, après amplification, attaque le ou les haut-parleurs qui transforment l'énergie électrique en sons. Ils doivent reproduire intégralement en vibrations sonores les fréquences acoustiques qui leur sont appliquées. Comme pour les amplificateurs, il faut que leur courbe de réponse soit étendue, rectiligne et ne présente ni creux ni bosses engendrant des résonances qui dénaturent l'audition.

On sait qu'un haut-parleur se divise en deux parties : le diffuseur, surface susceptible de vibrer, et le système moteur engendrant sa vibration. C'est suivant les caractéristiques de ce dernier que se classent les haut-parleurs. Ils sont dits de ce fait : électromagnétiques, électrodynamiques, électrostatiques et piézoélectriques.

Les haut-parleurs magnétiques, qui connaissent un certain succès, ont été complètement abandonnés lorsque parurent les haut-parleurs électrodynamiques. Se perfectionnant de plus en plus, ceux-ci conservent une place prépondérante et les haut-parleurs piézoélectriques ou électrostatiques ne sont, à l'exception de quelques-uns de ces derniers, utilisés que comme haut-parleurs d'aigus.

La partie motrice des premiers haut-parleurs électrodynamiques était constituée d'un électroaimant créant un champ magnétique avec, entre ses pôles, une bobine mobile, liée rigidement au diffuseur et qui suit les fluctuations du courant modulé qui la traverse.

Les haut-parleurs électrodynamiques actuels sont réalisés sur le même principe, mais l'électroaimant est remplacé par un aimant permanent. Les progrès récents réalisés dans la fabrication de ces aimants ont permis d'obtenir des haut-parleurs à rendement acoustique élevé. On peut ainsi, à puissance égale, avoir des haut-parleurs compacts de faible profondeur, particulièrement intéressants pour les électrophones portatifs.

La puissance, dans une série déterminée, croît avec le diamètre du cône. Elle ne doit pas être inférieure à celle que fournit l'amplificateur car un haut-parleur surchargé déforme les sons.

Normalement, dans les haut-parleurs, la membrane qui provoque le mouvement de la masse d'air d'où naissent les sons se trouve

devant la bobine mobile, mais il existe, pour permettre de les loger facilement dans les couvercles des valises électrophones, des haut-parleurs très plats, dits inversés, où la bobine est montée à l'intérieur de la membrane.

Les membranes sont coniques ou elliptiques et, pour réduire les résonances propres et distribuer le son uniformément dans un angle très large, elles font l'objet de perfectionnements incessants tant du point de vue de la matière qui les constitue, que de leur forme et de la souplesse de leur suspension.

L'aptitude des haut-parleurs à mieux reproduire des sons graves ou aigus dépend des dimensions de la membrane. Si son diamètre est grand (24 ou 31 cm), elle favorise les fréquences du bas de la gamme et les techniciens anglo-saxons l'appellent « boomer ». En revanche, le « tweeter » possède une petite membrane de 5 à 10 cm destinée à fournir les fréquences élevées. Ceci pour les membranes coniques ; si elles sont elliptiques, elles conduisent à des haut-parleurs ayant un rendement très satisfaisant dans le médium et dans l'aigu, mais inférieur dans le grave à celui que l'on obtient avec une membrane conique de même surface.

Comme les lecteurs de son du même nom, les haut-parleurs piézoélectriques utilisent des cristaux. Ici, c'est le courant alternatif fourni par l'amplificateur qui engendre des déformations du cristal. Malgré leur petitesse, ces déformations sont capables, par l'intermédiaire d'un bras de levier, de mettre une membrane en vibration. L'amplitude est cependant trop faible pour reproduire les sons graves. En revanche, ces haut-parleurs reproduisent parfaitement les sons aigus et sont associés dans certaines chaînes à haute-fidélité à des haut-parleurs électrodynamiques.

Les haut-parleurs électrostatiques se servent, comme moteur, des forces motrices qui apparaissent lorsque l'on met en présence des charges électriques. Ils sont formés d'un condensateur possédant une ou deux armatures fixes et une mobile séparées par un diélectrique. Lorsqu'un courant modulé est appliqué entre armature fixe et mobile, l'armature vibre au rythme de la fréquence. Une tension continue de polarisation assez élevée est indispensable pour augmenter la sensibilité et réduire la distorsion. On emploie le plus fréquemment ces haut-parleurs pour la reproduction des sons aigus.

Pour les utiliser comme haut-parleurs principaux, des tensions de polarisation de plusieurs milliers de volts sont nécessaires pour cet usage, ce qui explique en partie pourquoi ils sont presque abandonnés. On peut pourtant trouver actuellement un haut-parleur

électrostatique de 10-15 W de très grande surface ( $88 \times 79 \times 27$  cm), formé de cinq éléments lui assurant une courbe de réponse très étendue : l'un, au centre, reproduit les aigus et est entouré de deux éléments pour les graves et deux pour le médium. Du fait de cette disposition, les instruments sont entendus sur des plans sonores différents ce qui donne, même en monophonie, un remarquable effet d'espace.

### L'art d'utiliser les haut-parleurs

L'accroissement de la qualité des haut-parleurs fait qu'avec certains d'entre eux, de 17 ou mieux de 21 cm de diamètre, on arrive à couvrir à peu près complètement le spectre audible. Un seul haut-parleur de cette classe conduit à des électrophones dont la musicalité est plus grande que celle fournie par deux ou plusieurs haut-parleurs mal utilisés.

L'emploi de plusieurs haut-parleurs exige de ceux-ci des caractéristiques déterminées afin qu'ils se complètent sans qu'il y ait de trous ou de renforcement de fréquences au point de rencontre des courbes de réponse. Des filtres bien calculés, alimentant dans la bande de fréquences voulue chaque haut-parleur, permettent d'éliminer ces défauts. Il faut aussi redouter l'intermodulation provoquée par une influence réciproque qui se manifeste par un léger chevrottement.

Pour qu'apparaissent toutes les qualités d'un haut-parleur, il importe aussi qu'il soit logé dans une enceinte acoustique convenable et que, s'il s'agit d'un groupement de plusieurs haut-parleurs, celui-ci soit judicieux.

Dans un haut-parleur, les faces avant et arrière engendrent des ondes contraires dues à la compression et à la décompression qui s'annulent en interférant. Il faut les séparer par un écran entourant le haut-parleur. Mais les écrans plans auraient, pour être efficaces sur les sons très graves, des dimensions prohibitives et ils sont remplacés dans les chaînes haute fidélité par des enceintes acoustiques de structure assez compliquée.

Pour les sons aigus, la difficulté de leur bonne diffusion provient de leur directivité. C'est pourquoi, dans les chaînes monophoniques à haute fidélité, on prévoyait deux diffuseurs d'aigus séparés que l'auditeur plaçait et orientait pour obtenir une bonne répartition de ces sons dans la pièce. Avec la stéréophonie d'autres conditions s'ajoutent, mais la stéréophonie n'est qu'un élément de la haute fidélité. Celle-ci dépend surtout de la qualité des disques et de la chaîne de reproduction.

Marthe DOURIAU

# magnétophones



Magnétophone Polydyne

# musicaux

**L**ES magnétophones sont désormais répandus par milliers, et leurs applications augmentent constamment en nombre et en diversité. Ce sont, du point de vue qui nous occupe, des machines musicales vraiment différentes de toutes celles connues jusqu'ici, et elles possèdent un ensemble de qualités que ne prévoyait certes pas leur premier inventeur de 1898.

Il est difficile de comparer les magnétophones aux électrophones, car leurs possibilités sont différentes : l'électrophone est uniquement un appareil lecteur, tandis que le magnétophone permet aussi bien l'inscrip-

tion que la reproduction immédiate de la parole et de la musique.

Le magnétophone peut jouer un rôle artistique, culturel, ou récréatif analogue à celui d'un électrophone ; il existe, en effet, des modèles uniquement lecteurs qui fonctionnent à l'aide de rubans magnétiques pré-enregistrés par des éditeurs spécialisés.

La différence essentielle est que l'inscription sonore est gravée sur un disque une fois pour toutes et qu'on ne peut la supprimer sans détruire le disque lui-même, tandis que celle sur bande magnétique, qui consiste, non en une gravure, mais en une aimantation invis-

ble à l'œil, tout en pouvant rester stable pendant de nombreuses années est susceptible d'être effacée pour faire place à un nouvel enregistrement; le même ruban peut être utilisé presque indéfiniment.

Ce support est relativement peu coûteux; il est robuste et s'use très lentement. On a pu faire passer dans un magnétophone 500 000 fois de suite une boucle de ruban fermée et préalablement enregistrée, sans constater entre le premier et le dernier passage autre chose qu'une légère augmentation du bruit de fond !

On peut envisager des durées continues d'enregistrement et d'audition très longues, atteignant plus de 8 heures.

Le ruban léger, peu fragile, est une bande de 6,25 mm de large, en matière plastique, enroulée sur des bobines solides et légères, qu'on manipule sans précaution, et qui peuvent aisément être envoyées par la poste.

Mais peut-on obtenir avec les magnétophones une qualité musicale au moins égale à celle d'un bon électrophone ? Répondons sans hésiter : le magnétophone peut atteindre une qualité sonore supérieure à celle de toutes les autres machines parlantes : c'est par lui que l'on peut obtenir la reproduction la plus naturelle de tous les timbres, le minimum de bruit de fond et de bruits parasites, le minimum aussi de déformations.

Ce résultat n'est atteint qu'en employant des magnétophones musicaux, dotés des perfectionnements les plus récents, et des bandes magnétiques de haute qualité, dont l'amélioration est aussi remarquable. Ces progrès ne sont pas toujours bien connus des amateurs; il importe donc de les préciser.

### L'inscription magnétique

Le principe initial n'a pas changé. Les sons à enregistrer sont captés par un microphone qui transforme les vibrations sonores en oscillations électriques; ces signaux microphoniques passent par un amplificateur électronique à tubes ou à transistors, et agissent sur ce qu'on appelle une « tête magnétique » d'enregistrement, sorte de petit électroaimant.

Dans « l'entrefer », ou « fente », de très faible largeur, de l'ordre de quelques microns (millièmes de millimètre), il se produit alors un champ magnétique variable correspondant aux vibrations musicales primitives. Sur cette fente, on fait défiler à une vitesse rigoureusement uniforme le ruban en matière plastique recouvert d'un enduit de poudre magnétique. Le champ variable produit par la tête aimante la matière magnétique suivant des variations correspondantes.

Au lieu de relier notre magnétophone à un microphone, on peut, d'ailleurs, le connecter à un pick-up adapté à un tourne-disque, pour reproduire sur le ruban magnétique les sons inscrits sur un disque : on peut, de même, le relier à un radiorecepteur et enregistrer les émissions.

Pour la reproduction des sons enregistrés; il suffit de faire défiler dans le même sens et à la même vitesse uniforme le support magnétique aimanté, en le faisant passer sur la fente d'une autre tête, analogue à celle qui a servi à l'enregistrement, ou même combinée avec elle.

Aux bornes de cette tête, on recueille ainsi des courants électriques, théoriquement semblables à ceux qui ont agi sur la tête d'enregistrement; ces signaux amplifiés, souvent à l'aide du même montage qui a servi à l'enregistrement, peuvent actionner un haut-parleur.

Enfin, l'inscription magnétique du support peut être effacée immédiatement, sans laisser aucune trace. Il suffit de faire à nouveau défiler le ruban, soit sur la surface d'un aimant permanent, soit sur la fente d'une tête magnétique spéciale, dite « d'effacement », constituée également par un petit électroaimant, mais dont le bobinage est parcouru par un courant électrique intense à fréquence ultrasone.

Le support peut resservir à nouveau comme s'il était vierge et, en pratique, on combine généralement l'effacement préalable du support et le nouvel enregistrement.

### Les magnétophones de qualité

Les magnétophones simplifiés et bon marché, destinés à l'usager moyen, sont souvent équipés avec des transistors et présentés sous une forme portable; il existe même des modèles de poche, guère plus encombrants que des caméras photographiques. Ces modèles servent surtout à l'inscription et à la reproduction des paroles et assurent une compréhension nette, même agréable, de la voix humaine.

Mais l'usager mélomane peut désirer à juste titre un appareil d'une plus haute qualité sonore, dit à « haute fidélité », capable d'assurer la reproduction des sons sur une large gamme, avec une très faible distorsion, un contraste satisfaisant et un bruit de fond imperceptible, au besoin doté d'un dispositif stéréophonique et de réverbération artificielle.

A l'intention de ces amateurs difficiles, les fabricants réalisent maintenant des appareils de qualité, dont quelques-uns peuvent mériter la qualification de semi-professionnels. Ils sont généralement présentés dans des



**OPTACORD 412.** Magnétophone portatif entièrement transistorisé alimenté par 5 piles sèches de 1,5 V avec possibilité de fonctionnement sur courant 110 ou 220 V. Enregistrement, quelle que soit la position, sur double piste au standard international.



**NOVAK 413.** Magnétophone haute fidélité à 4 pistes commutables par boutons poussoirs permettant la surimpression en deux pistes distinctes. Possibilité d'écoute sur haut-parleur supplémentaire ou sur un poste radio. Peut assurer 6 heures de musique.



**PHILIPS E L 3536.** Magnétophone haute fidélité stéréo intégral, permet l'enregistrement et la reproduction monophonique ou stéréophonique avec bande magnétique à 4 pistes. L'un des haut-parleurs est incorporé au poste, l'autre est dans le couvercle.



**PHILIPS E L 3585.** Magnétophone tout transistors, à piles, pour enregistrement et reproduction monophoniques avec bande magnétique à deux pistes. La bande passante va de 120 à 5 500 Hz pour une vitesse de défilement de la bande de 4,75 cm/seconde.

valises portatives d'apparence luxueuse et quelques-uns, encore assez rares en France, sont même contenus dans des meubles et combinés avec des électrophones et des radio-récepteurs, sinon des téléviseurs.

La haute qualité sonore est assurée par la qualité même des pièces détachées qui constituent la platine mécanique, c'est-à-dire l'ensemble des systèmes d'entraînement du ruban, par les caractéristiques des têtes magnétiques et, enfin, par des amplificateurs à circuits électroniques très soignés.

Ces machines comportent maintenant de

multiples perfectionnements plus ou moins accessoires : arrêt automatique lorsque l'enregistrement est terminé, compteur assurant le repérage des enregistrements, possibilité d'enregistrer en même temps et de doser les sons provenant de plusieurs sources, par « mixage », par exemple, des paroles recueillies par un microphone et de la musique provenant d'un électrophone ou d'un radio-récepteur. On peut aussi superposer plusieurs enregistrements successifs, simplement en appuyant sur une manette qui interrompt le fonctionnement de l'effacement automatique

au moment du deuxième enregistrement.

Les améliorations apportées aux circuits électroniques permettent d'obtenir un volume sonore plus ample, offrent la possibilité de régler exactement la tonalité musicale, avec accentuation des graves ou des aigus suivant les goûts de l'auditeur et l'acoustique de la salle d'écoute, de sorte que le magnétophone devient un instrument dont on peut réellement « jouer ».

Un haut-parleur de contrôle est placé dans la valise; mais on utilise aussi des haut-parleurs extérieurs contenus dans des enceintes acoustiques pour assurer un meilleur couplage avec l'air. Dans certains modèles, on emploie même plusieurs haut-parleurs à la fois, pour étendre encore la gamme reproduite et obtenir un effet d'ambiance et de distribution sonores.

### Les progrès récents

Parmi les progrès récents, il faut noter ceux qui ont rendu l'usage de ces appareils de plus en plus économique, en augmentant la durée d'enregistrement pour une même longueur de ruban.

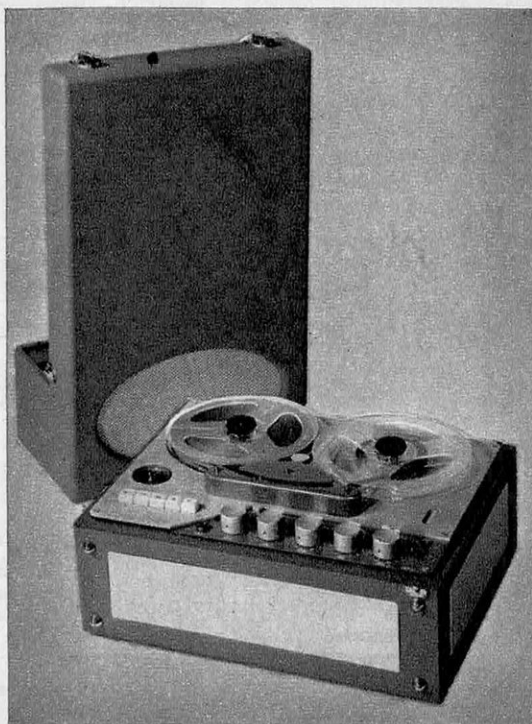
Ce résultat peut être obtenu en réduisant la vitesse de défilement ou en diminuant de la largeur de la piste aimantée pour pouvoir loger un plus grand nombre de pistes sur le même ruban.

D'une manière générale, la qualité sonore est d'autant meilleure que la vitesse de défilement est plus grande; mais plus la vitesse est grande, plus la longueur de bande magnétique est importante pour une même durée d'audition, ce qui pose des problèmes d'encombrement et de prix de revient. Il y a donc intérêt à réduire cette vitesse tout en essayant de maintenir au maximum la qualité sonore et, dans ce domaine, des résultats remarquables ont été atteints. On a pu réaliser pratiquement des vitesses de l'ordre de 2,4 cm/s; mais il semble que ce soit là, pour les appareils d'amateurs, un minimum assez difficile à dépasser.

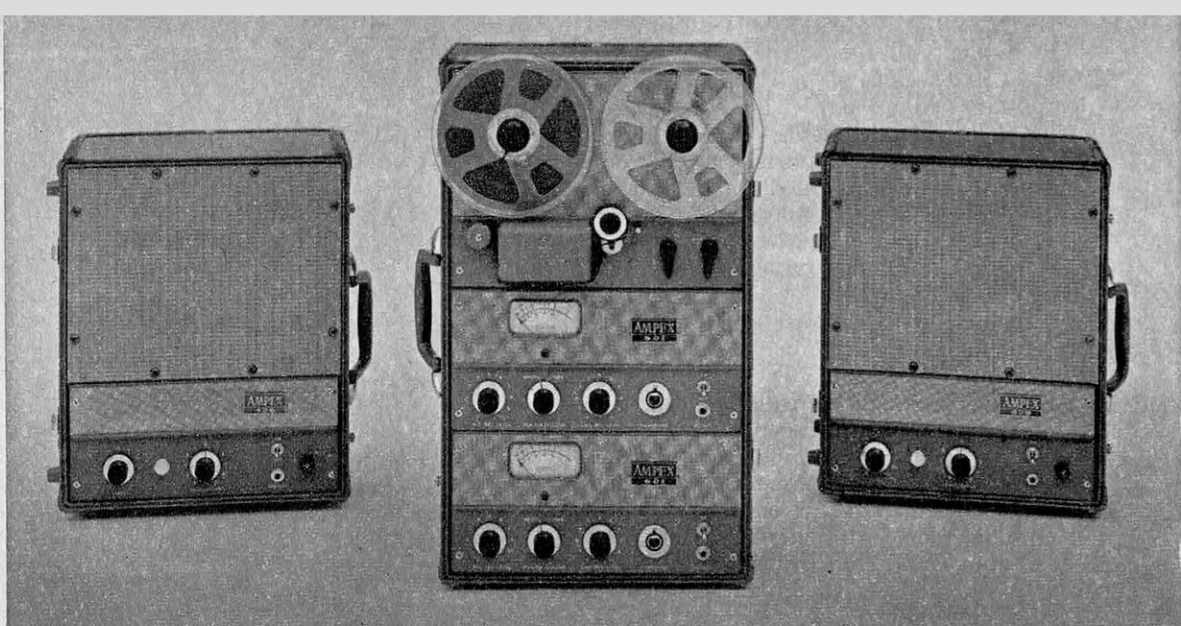
Les premiers appareils professionnels utilisés il y a une dizaine d'années fonctionnaient à la vitesse de 77 cm/s et ne permettaient guère d'obtenir cependant qu'une gamme de sons musicaux limités à 10 000 cycles/s du côté des sons aigus, avec un bruit de fond et une distorsion acceptables. A l'heure actuelle, on peut obtenir des auditions équivalentes ou même meilleures avec des appareils d'amateurs de bonne qualité, à une vitesse de 19 cm/s et, sur certains modèles récents, avec une vitesse de 9,5 cm/s seulement. On peut sans doute espérer beaucoup mieux.



**BELL STÉRÉO T337.** Magnétophone transportable avec bande magnétique à 4 pistes. Il comprend un pré-ampli stéréo et la possibilité de régler indépendamment le niveau d'enregistrement sur chaque canal; cet appareil peut aussi fonctionner en monophonie.



**POLYDYNE 127 B.** Magnétophone transportable monophonique avec bande magnétique à 2 pistes. Bande passante de 50 à 15 000 Hz avec vitesse de défilement de 19 cm/s; 50 à 9 000 Hz avec vitesse de 9,5 cm/s; haut-parleur dans le couvercle.



### Le ruban longue durée

De nombreux progrès ont été réalisés dans la fabrication des rubans et, en particulier, dans la constitution du support recouvert d'oxyde magnétique. On employait autrefois uniquement une composition à base de triacétate de cellulose, analogue à celle des films de cinémas réduits, qui présentait certains inconvénients, particulièrement en ce qui concerne l'allongement élastique, l'influence de l'humidité et la déformation transversale.

On utilise désormais souvent du chlorure de vinyle, offrant une grande résistance à la rupture, à la pliure, aux froissements, et à l'humidité, ou, mieux encore, un support de polyester, genre mylar, permettant d'obtenir une surface bien polie et une épaisseur absolument uniforme.

L'épaisseur normale du support était de 37 microns et a pu être ainsi réduite à 25 microns; plusieurs fabricants ont réussi à faire mieux encore tout en conservant au ruban une résistance suffisante à la traction, ce qui permet d'établir des galettes de ruban assurant, à diamètre équivalent et à vitesse égale, des durées d'enregistrement plus longues de 40 à 50 %.

Pour obtenir une haute qualité musicale, il faut aussi assurer une pression uniforme et un contact parfait du ruban sur la surface de la tête magnétique pendant le défilement. Les bandes minces ou extra-minces, d'une surface parfaitement glacée et polie, sans aucune irrégularité de l'enduit magnétique, répondent à cette condition.

Dans les premiers appareils, et encore aujourd'hui dans les modèles professionnels, la

piste aimantée occupe presque toute la largeur du ruban; c'est le système monopiste.

On s'est aperçu qu'on pouvait réduire sans trop d'inconvénients la largeur de cette piste et inscrire ainsi sur le ruban deux pistes accolées; cela permet, en les utilisant successivement par retournement de la bobine, de doubler, en fait, les possibilités d'enregistrement pour une même longueur de ruban, et de diminuer de moitié le prix de revient. C'est le procédé bi-piste, utilisé désormais sur la majorité des appareils d'amateurs, et qui permet également la stéréophonie, par utilisation simultanée des deux pistes.

Mais on peut désormais aller plus loin dans cette voie, et au lieu d'utiliser deux pistes accolées, on en emploie quatre plus réduites, ce qui permet, par utilisations successives, non plus de doubler seulement la durée d'inscription avec une même longueur de bande, mais de la quadrupler.

La méthode a d'abord été étudiée pour la stéréophonie; elle est désormais employée aussi pour l'enregistrement ordinaire. Elle rend possibles, avec des bandes de longueur réduite, des auditions ininterrompues de plusieurs heures, pour des pièces de théâtre complètes, par exemple.

L'application de ce procédé, avec des pistes de l'ordre du millimètre, permet également d'envisager l'emploi de systèmes sonores très divers et très originaux, en combinant les inscriptions effectuées sur les différentes pistes; on peut ainsi, par exemple, inscrire sur une première piste les demandes d'un professeur et sur une autre les réponses d'un élève, enregistrer sur une piste la musique et sur l'autre le chant correspondant, etc...

← **AMPEX UNIVERSAL 351-2 P.** Magnétophone monaural ou stéréo, type professionnel, dans sa version portable. La bande passante va de 50 à 7 500 Hz jusqu'à 30 à 15 000 Hz suivant les vitesses de défilement (4); bande magnétique à 2 pistes.

**AMPEX 601.** Magnétophone stéréophonique professionnel auquel sont adjoints 2 haut-parleurs avec amplificateur incorporé Ampex 620. L'ensemble peut se décomposer en quatre éléments portatifs. 32 minutes d'enregistrement avec bande de 366 m. →

### Les progrès des têtes magnétiques

La qualité musicale dépend des têtes magnétiques et, en particulier, de la largeur de leur fente. En théorie, la limite des sons aigus enregistrés et reproduits est liée à cette largeur.

Ce facteur, pourtant, n'a qu'une importance partielle et la largeur de ces fentes a pu être réduite aux environs de 4 à 6 microns, ce qui est déjà remarquable. Mais il ne faudrait pas croire qu'il suffit d'employer des têtes de ce genre pour obtenir d'excellents résultats !

Le problème peut être comparé à celui de la réception des images très fines de télévision. Les transmissions, en France, sont effectuées avec un standard dont la trame est la plus fine du monde, soit 819 lignes; mais il ne suffit pas, évidemment, d'utiliser un téléviseur quelconque à trame fine. Si les signaux reçus par le téléviseur ont été plus ou moins transformés, la qualité de l'image finale ne correspondra pas aux données théoriques.

Il en est de même pour le magnétophone; il ne suffit pas d'avoir une tête à fente très fine pour enregistrer et reproduire à vitesse réduite des sons très aigus, avec une grande fidélité. Il faut encore que ces signaux ne soient pas déformés ou mutilés.

### Les qualités désirables des magnétophones musicaux

L'étendue musicale des meilleurs appareils actuels de série atteint désormais une fréquence de l'ordre de 12 000 à 14 000 cycles/s pour une vitesse de 19 cm/s et de 6 000 à 8 000 cycles/s pour une vitesse de 9,5 cm/s; c'est là un résultat remarquable qui approche de l'idéal théorique.

En réalité, ces qualités ne peuvent être exigées que pour les appareils neufs et soigneusement contrôlés. Il n'est plus rare cependant qu'on propose des modèles de haute qualité fonctionnant à vitesse très réduite, jusqu'à 4,75 cm/s seulement.

Pour les usages normaux d'amateurs, les caractéristiques essentielles concernent la distorsion, le bruit de fond, la limite atteinte

dans les sons graves et les sons aigus, et, enfin, le défilement mécanique.

Le bruit de fond est déterminé par la relation, au moment de la lecture, entre les niveaux du signal et les bruits de tout genre, bruits de souffle et de ronflements, correspondant à chaque magnétophone. Malgré tous les progrès, il est toujours difficile, en pratique, de trouver un compromis acceptable entre la gamme de tonalités graves et aiguës, la distorsion, et le bruit de fond; l'amélioration dans un domaine déterminé ne doit pas être assurée aux dépens des autres.

A l'autre extrémité de la gamme, vers les sons graves, une qualité satisfaisante jusque vers 50 cycles/s doit être considérée comme suffisante; on peut aller au delà, jusque vers 30 cycles/s, mais il y a alors des risques de bruits mécaniques.

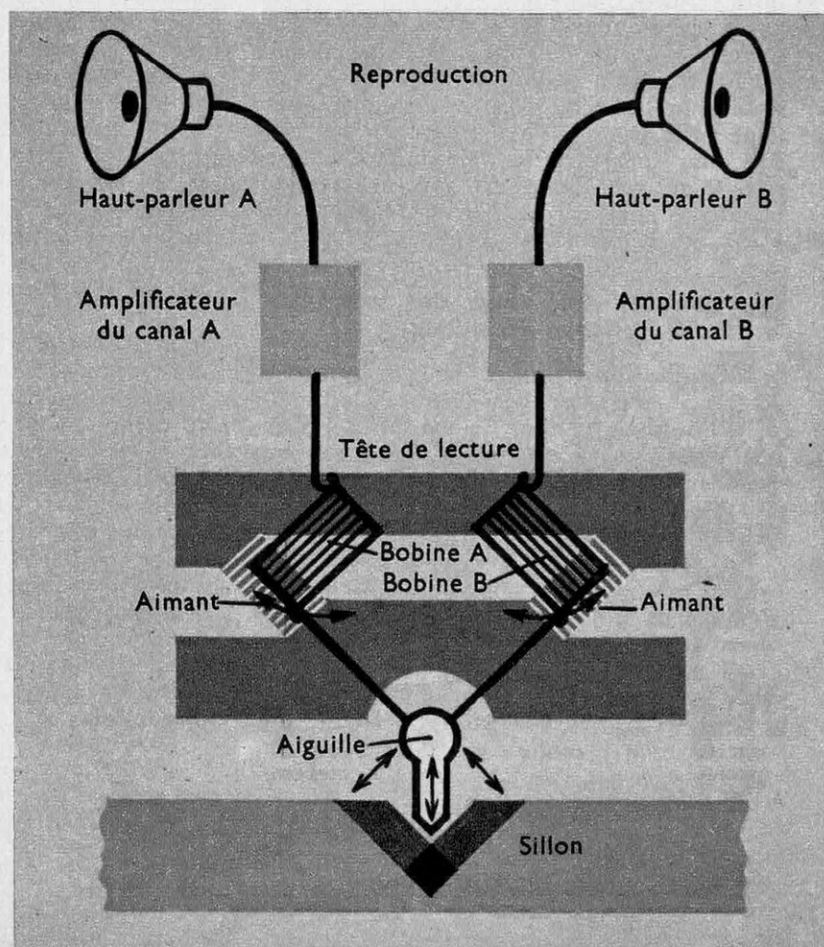
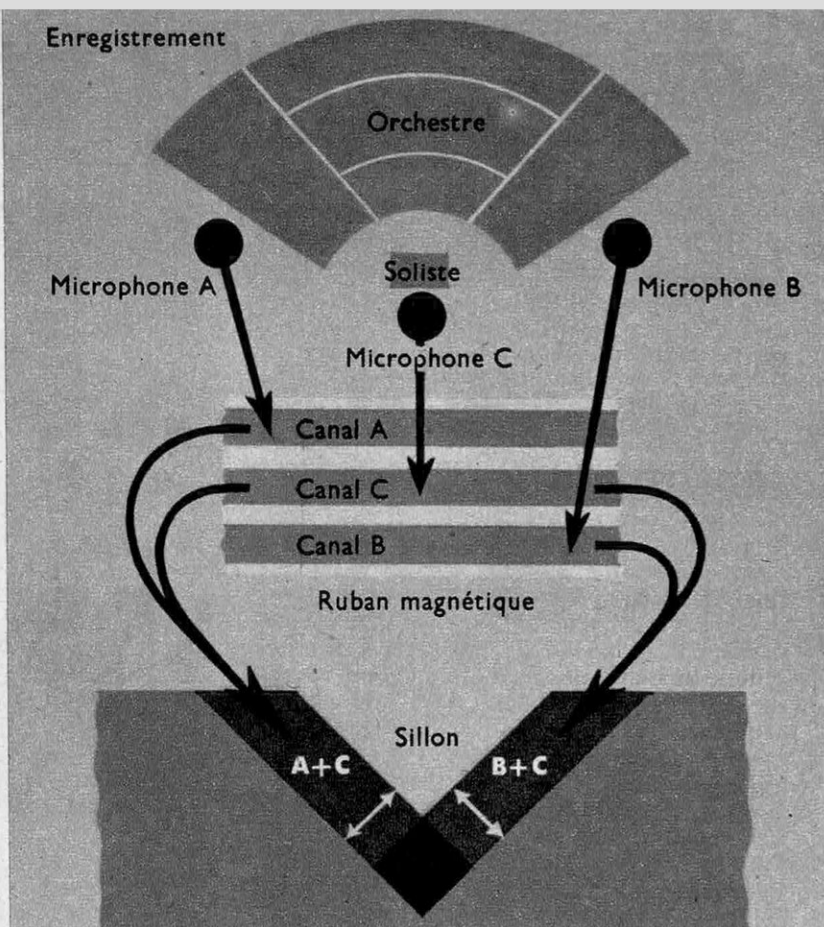
Les déformations dues au montage électronique, aux têtes magnétiques et, bien entendu, aux irrégularités de défilement du ruban, qui produisent des bruits caractéristiques de « pleurage » ou de « sons vibrés », sont encore plus à redouter. Il y a là des conditions de caractère électrique et mécanique, de stabilité et de précision, qui ne peuvent être satisfaites que sur des appareils réellement bien étudiés.

Pierre HÉMARDINQUER



## Enregistrement et reproduction

L'ENREGISTREMENT se fait d'abord sur bande magnétique; le micro A du canal gauche qui agit comme l'oreille gauche d'un auditeur imaginaire, envoie ce qu'il recueille sur une piste A, le micro B agit de façon identique pour le canal de droite et une piste B; un troisième micro C est chargé de recueillir les interprétations des solistes éventuels de façon à pouvoir les sortir de l'orchestre par un enregistrement sur une piste spéciale C. Ce n'est qu'au moment de la gravure que le chant des solistes est mixé avec les enregistrements des canaux A et B de façon à agir sur les faces respectives du sillon, faces inclinées à 45°. A la reproduction, il n'y a plus que les deux canaux A et B avec leur amplificateur et leur système de haut-parleur. Suivant les sollicitations de l'aiguille par l'une ou l'autre des faces du sillon, elle engendre du courant induit dans l'une, l'autre, ou les deux bobines A et B, courants qui agissent sur les haut-parleurs correspondants.



# la stéréophonie

**L**A stéréophonie est à l'ordre du jour, mais son véritable intérêt et ses possibilités ne sont pas toujours bien compris.

Les résultats assurés par les machines musicales de bonne qualité suffisent à satisfaire les mélomanes, mais sans cependant donner une impression comparable à celle d'une audition directe d'un concert symphonique.

En effet, lorsqu'on écoute directement un orchestre, on peut localiser d'une façon précise le piano qui se trouve à gauche, le contre-basse au milieu, et la trompette ou le saxophone placé à droite, par exemple. Cette faculté nous est accordée par la disposition de nos deux oreilles; les trajets parcourus par les sons provenant d'un instrument quelconque pour atteindre chacune d'elles sont différents, de sorte que l'impression produite n'est pas la même.

Les machines parlantes habituelles à un seul haut-parleur ne peuvent assurer cet effet de localisation spatiale. Les appareils dits stéréophoniques le peuvent, permettant de distinguer la répartition sonore des instruments de musique.

## Relief sonore et relief optique

La stéréophonie devrait, en principe, nous assurer l'illusion d'entendre directement les sources sonores dans l'espace, grâce à un effet de perspective binauriculaire. Elle est fondée essentiellement sur l'audition avec les deux oreilles, comme la stéréoscopie sur la vision binoculaire. On ne saurait comparer pourtant d'une façon valable ces deux procédés.

La perception du relief sonore par les oreilles est beaucoup moins sensible, que celle du relief optique par les yeux; la distance des objets dans l'espace nous est indiquée en grande partie par la convergence des

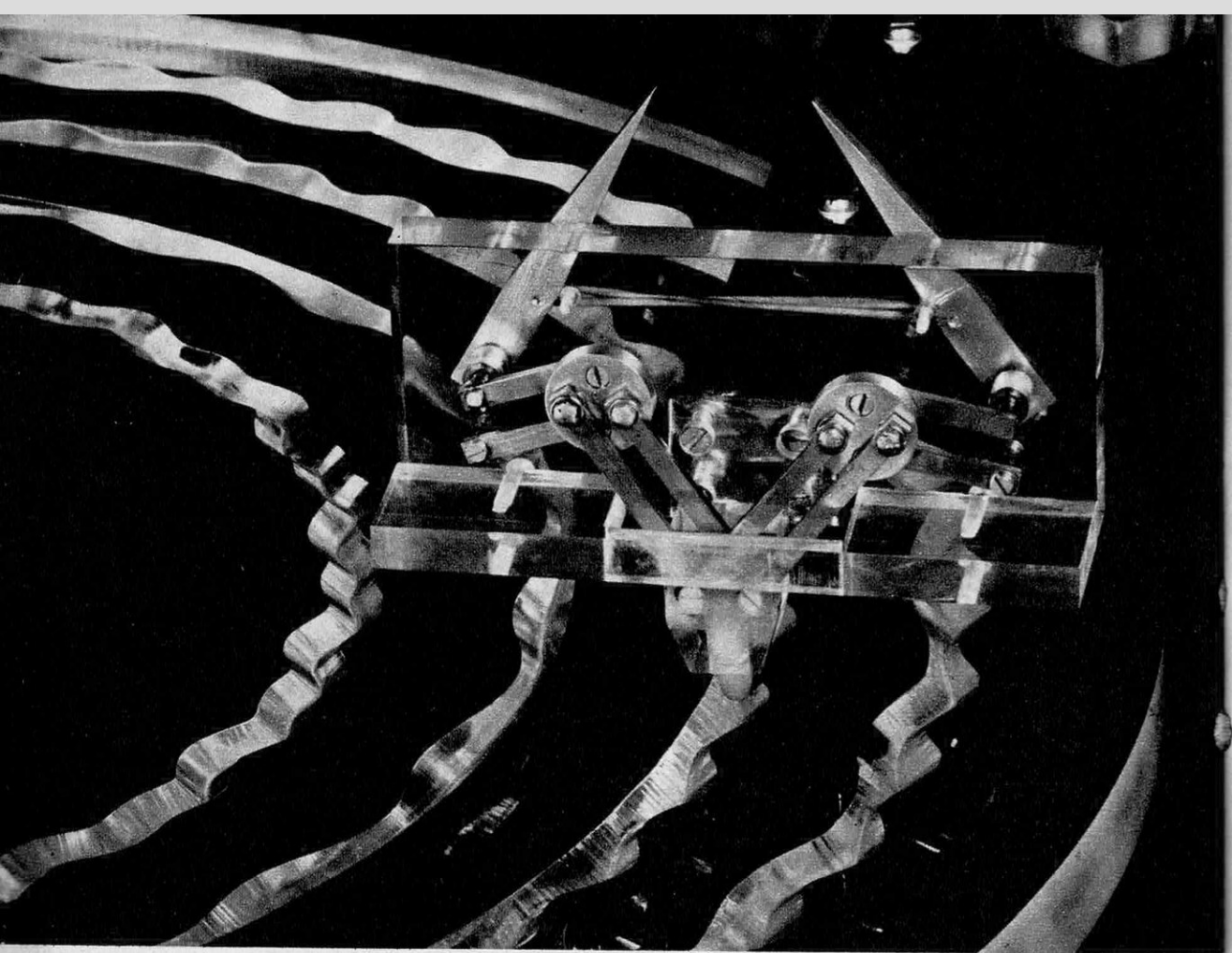
globes oculaires mobiles. Nos oreilles ne sont pas mobiles et cela constitue une infériorité par rapport à certains animaux, tels que les lapins et les chevaux, par exemple. Les organes de l'audition sont beaucoup moins directionnels que les organes de la vue.

D'autre part, en stéréoscopie, nous observons deux images bien distinctes : en stéréophonie, nous nous contentons d'écouter les sons qui nous parviennent généralement de deux haut-parleurs plus ou moins éloignés l'un de l'autre, et la séparation entre les sons provenant de ces deux « canaux » est très atténuée en raison même des sons réfléchis produits dans la salle d'écoute. Cette séparation serait mieux réalisée avec des écouteurs téléphoniques appliqués sur chaque oreille de l'auditeur, mais ce procédé gênant a été abandonné.

Contentons-nous pour le moment de deux haut-parleurs ou de deux ensembles de haut-parleurs, procédé qui assure un effet de distribution et de répartition sonore des différents instruments de l'orchestre. Nous obtenons aussi une sensation de présence et de volume absente jusqu'ici avec les appareils ordinaires, et surtout une amélioration indéniable de la qualité.

La stéréophonie ne mérite ni l'excès de louanges de certains de ses partisans enthousiastes, ni les critiques injustifiées de ses adversaires. Il ne suffit pas qu'une installation de musique mécanique soit stéréophonique, pour qu'elle assure automatiquement des auditions de qualité. Elle ne supprime pas la nécessité d'observer les lois de l'acoustique et de l'électro-acoustique, et une bonne machine stéréophonique doit être établie avec autant de soins, et même davantage qu'un appareil ordinaire.

Tous les enregistrements ne se prêtent pas



## Principe d'une tête stéréophonique

Cette image schématique donne une idée de son fonctionnement mécanique. L'aiguille, sollicitée par les flancs du sillon, agit sur des bras de leviers qui répercutent leur action sur les canaux gauche et droit.

avec avantage à la stéréophonie; elle ne présente d'intérêt que pour un orchestre symphonique, un chœur, ou un orchestre de jazz. L'avantage est plus ou moins net, et même parfois très faible pour un petit orchestre de chambre, un solo de chant ou d'instrument et, évidemment, pour un monologue, sinon pour un dialogue.

### Les appareils

Les machines stéréophoniques sont des radio-récepteurs, des électrophones ou des magnétophones; elles sont toujours caractérisées par leurs deux haut-parleurs ou deux groupes de haut-parleurs écartés d'une certaine distance, variable avec la disposition de la chambre d'écoute; les auditeurs se placent à une distance déterminée généralement sur la perpendiculaire à l'axe qui les réunit. De

cette façon, l'oreille droite reçoit de préférence les sons qui parviennent du haut-parleur de droite et l'oreille gauche ceux qui parviennent du haut-parleur de gauche. Ces haut-parleurs stéréophoniques doivent être identiques, mais ils ne doivent pas reproduire exactement et en même temps les mêmes sons. Les appareils stéréophoniques comportent donc deux « chaînes » de réception ou d'amplification.

L'audition peut ainsi être assurée à l'aide d'un électrophone avec pick-up stéréophonique double, d'un magnétophone stéréophonique, ou même d'un radio-récepteur plus ou moins spécial ou « *tuner* », dont il existe maintenant des modèles particuliers. Dans certains ensembles modernes, tous ces appareils peuvent coexister en utilisant des éléments communs.

Il existe des appareils *intégrés* et des appa-

reil *adaptables*. Les premiers comportent, dans un même ensemble, tous les éléments nécessaires pour assurer l'installation stéréophonique, sauf quelquefois les haut-parleurs séparés. Les modèles adaptables, par contre, sont des machines qui sont normalement monophoniques, mais qui peuvent être modifiés facilement en vue de la stéréophonie.

L'équilibrage des canaux sonores constitue une question essentielle; ce problème est souvent rendu plus difficile par la complexité de l'installation. Les sources sonores initiales peuvent présenter elles-mêmes des différences de niveau, les deux amplificateurs ne sont pas toujours aussi semblables qu'ils devraient l'être et les haut-parleurs peuvent présenter des différences de sensibilité et de tonalité. Des dispositifs de réglage d'équilibrage et de compensation atténuent ces inconvénients mais pas toujours suffisamment.

Il existe d'excellents radio-récepteurs comportant plusieurs haut-parleurs, baptisés, « 3 D », c'est-à-dire à « 3 dimensions ». Ces appareils ne peuvent cependant fournir qu'un

effet d'ambiance sonore, parce que le radio-concert reçu est unique et que tous les haut-parleurs reproduisent en même temps les mêmes sons, sans aucun décalage.

Pour aller plus loin, il est indispensable d'utiliser deux haut-parleurs ou deux ensembles de haut-parleurs distincts et convenablement disposés, en les alimentant avec des courants musicaux provenant de deux systèmes de réception accordés chacun sur un émetteur distinct.

Il existe actuellement en France des émissions régulières stéréophoniques, qui ont lieu plusieurs fois par semaine, avec deux stations émettrices distinctes. Ce sont soit deux postes à modulation d'amplitude, soit un poste à modulation de fréquence et un poste à modulation d'amplitude, soit deux postes à modulation de fréquence; on utilise aussi les émissions sonores accompagnant les images de télévision.

A Paris, on a pu utiliser le poste de France I sur 1 829 m ou 514 m pour la transmission des sons du canal de gauche, et le

### AMPLIFICATEUR STÉRÉOPHONIQUE

L'amplificateur Philips A. G. 9015 de haute fidélité peut être utilisé pour la stéréophonie ou la monophonie. Il constitue ici la pièce centrale d'un ensemble stéréo, associé à un tourne-disque et deux colonnes sonores peu encombrantes à haute impédance. Il peut tout aussi bien être associé à un tuner radio A5 X 83 pour constituer un ensemble radio-stéréophonique. Il est entièrement tropicalisé et des boutons poussoirs permettent de sélectionner les différents systèmes de reproduction. Il existe d'autre part un contrôle indépendant des graves et des aigus.



poste de France II Régional sur 340 m ou de France III National 280 m pour la transmission des sons du canal de droite. Les émissions de France III sont également relayées par le poste émetteur à modulation de fréquence transmettant sur 96,1 Mc/s.

Les sons du canal de droite sont surtout transmis par le poste émetteur à modulation de fréquence de Paris, sur 90,1 Mc/s et ceux du canal de gauche par l'intermédiaire du poste émetteur de télévision, dans les mêmes conditions que les sons accompagnant les images.

En province, il existe désormais de nombreuses régions desservies par des émissions du même genre.

### Des postes spéciaux pour radio-concerts stéréophoniques

Le procédé de réception consiste à utiliser deux radio-récepteurs distincts, qui permettent de recevoir, l'un la première émission, l'autre la deuxième qui la complète. Ce sont généralement des appareils assez différents : d'une part un modèle d'appartement assez puissant, de l'autre un appareil d'appoint parfois portatif; les auditions fournies par ces deux appareils sont donc de qualités inégales et l'effet obtenu n'est pas toujours entièrement satisfaisant.

On obtient de bien meilleurs résultats avec des modèles spéciaux, comportant deux chaînes d'amplification distinctes prévues à cet effet. Il existe aussi des dispositifs adaptateurs bien étudiés ou « tuners » qui peuvent être combinés avec les éléments des chaînes sonores d'électrophones ou de magnétophones, ce qui permet des résultats très supérieurs. Malheureusement, il s'agit encore pour le moment d'installations assez coûteuses.

Des méthodes de transmission stéréophoniques à l'aide d'un seul poste, ou procédés

*multiplex*, sont à l'étude; les signaux sonores destinés aux deux chaînes d'amplification, sont transmis par la même onde d'un seul poste émetteur et la réception est aussi obtenue au moyen d'un seul appareil établi dans ce but, mais qui comporte un montage permettant de séparer les signaux musicaux destinés aux deux haut-parleurs stéréophoniques. Des essais très intéressants sont déjà effectués en France.

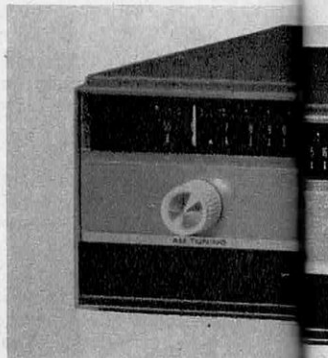
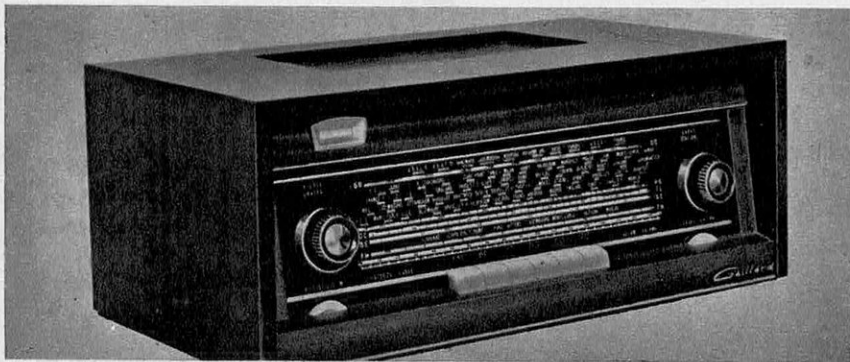
### Les disques stéréophoniques

Pour donner de la musique stéréophonique, les disques doivent porter des enregistrements sonores doubles.

De nombreuses solutions ont été essayées, mais celle qui a prévalu consiste à employer un seul sillon, ayant le même aspect que celui des disques habituels, mais double, ou composite. Sa forme spéciale permet d'obtenir deux lectures à l'aide d'un seul pick-up de type spécial comportant deux éléments séparés ou combinés montés sur une seule tête. Les parois du sillon sont inclinées à 45° sur l'axe, c'est-à-dire perpendiculaires l'une à l'autre, ce qui explique la dénomination de disque « 45-45 ». Les deux inscriptions sont reproduites au moyen d'un seul saphir ou d'un seul diamant, qui s'appuie sur les deux parois.

Les sons correspondant à l'oreille gauche de l'auditeur sont enregistrés sur la paroi intérieure du sillon, vers le centre du disque, ceux correspondant à l'oreille droite, avec un déplacement de la pointe sur la paroi extérieure du sillon, vers la périphérie.

Un électrophone destiné à la reproduction des disques stéréophoniques lit sans difficulté les disques ordinaires. Il est *compatible*, suivant l'expression mise à la mode aux États-Unis pour les postes de télévision en couleur qui doivent recevoir les émissions en noir et



blanc. L'inverse n'est pas vrai et un électrophone ordinaire met rapidement hors d'usage un disque stéréophonique.

On trouve, d'une manière générale trois catégories de stéréophones. Il y a d'abord des appareils simplifiés à éléments assez réduits, présentés dans des malles portatives complètes, avec deux haut-parleurs dans le couvercle, ou même comportant uniquement un pick-up double avec une seule chaîne sonore, et une prise pour élément extérieur. Leur prix n'est guère plus élevé que celui d'un électrophone classique.

Puis viennent les stéréophones complets intégrés avec deux chaînes sonores distinctes montées dans des boîtiers ou des malles portatives, contenant tous les éléments d'amplification avec des haut-parleurs détachables. La puissance, la complexité, et les prix sont variables.

Il y a enfin des modèles de haute puissance et de grande qualité contenus souvent dans des meubles, ou établis en éléments séparés de chaînes sonores. On peut leur adjoindre une platine de magnétophone, et même un « tuner », pour la réception des radio-concerts stéréophoniques. Mais ces ensembles musicaux remarquables sont évidemment plus encombrants et surtout d'un prix élevé.

### Les pick-up stéréophoniques

Nous avons vu que les disques stéréophoniques « 45-45 », portent les inscriptions correspondant aux deux canaux sonores sur les parois droite et gauche du sillon. Le pick-up doit effectuer la séparation des inscriptions; cette séparation peut se faire mécaniquement ou électriquement. Dans le premier cas, on emploie deux éléments de couplage distincts, et dans le second, un élément mécanique commun.

Dans les électrophones stéréophoniques,

l'élément vibrant ne doit plus seulement suivre les ondulations complexes du sillon stéréophonique, il doit aussi séparer les composantes des mouvements dans les deux directions à 45°, et distinguer celles qui correspondent à chaque canal.

Le fonctionnement d'un pick-up stéréophonique est ainsi toujours plus complexe et sa construction est plus difficile. En principe, on peut adopter des éléments à cristal, à pastilles de céramique, à bobines mobiles du type magnétique, électrodynamique ou à réluctance variable comme pour un électrophone ordinaire; mais il ne suffit pas d'assembler deux mécanismes monauraux avec un style vibrant et les conceptions varient suivant les constructeurs. Certains prétendent qu'on doit coupler rigidement le traducteur à la pointe vibrante avec un couplage mécanique direct ou simplifié. D'autres pensent qu'il est préférable de séparer initialement les deux modes de vibrations sur le style lui-même, et d'utiliser des dispositifs de liaison séparés pour chaque élément.

Dans la plupart des premiers enregistrements stéréophoniques, on n'envisageait pas l'inscription des sons très aigus au-dessus de 8 000 c/s car il est moins essentiel en stéréophonie qu'en audition monaurale d'étendre la gamme des sons très aigus pour assurer une impression de réalisme sonore; il est peut-être préférable de réduire ces tonalités sans essayer de les reproduire avec une distorsion gênante; il ne faut cependant pas exagérer en sens contraire, et se contenter de sons médium et graves, ce qui supprimerait en fait tout l'intérêt stéréophonique.

La pression de la pointe vibrante sur le fond du sillon est particulièrement critique. On utilise avec les pick-up stéréophoniques des saphirs et surtout des diamants de diamètre encore plus réduits que pour les disques microsillons ordinaires; il est indispensable d'appliquer une force verticale très légère pour éviter une usure rapide du disque. Pour la même raison, l'emploi d'un diamant est toujours recommandable, et celui d'un saphir est moins économique qu'on peut le croire à première vue.



← **DEUX TUNERS.** Appareils récepteurs permettant de capter à la fois deux postes émetteurs, correspondant aux deux canaux d'une émission stéréophonique. Celui de gauche est le tuner « A M, F M 61 » Gaillard qui dispose de deux étages de sortie à charge cathodique avec niveau de sortie réglable pour chaque canal; permet la réception des émissions monorales A M et F M. Celui de droite est le tuner « 2441 » Bell: il peut être adjoint à un amplificateur Bell stéréo ou un magnétophone Bell stéréo.

Tout électrophone de qualité peut être converti en stéréophone avec un minimum de difficulté et de dépense.

Cette adaptation comporte deux opérations : le remplacement du pick-up ordinaire monaural par un pick-up stéréophonique double, avec son bras support étudié en conséquence ; la constitution d'une deuxième chaîne sonore reliée à un deuxième haut-parleur, de préférence identique au premier.

Tout au moins à titre d'essai ou temporairement, on peut utiliser pour le deuxième canal sonore les étages basse fréquence d'un radio-récepteur de qualité, suffisamment puissant et muni d'un excellent haut-parleur. Bien entendu, le boîtier du radio-récepteur doit être suffisamment écarté du haut-parleur normal de l'électrophone.

Les résultats peuvent être acceptables, mais il est très difficile d'obtenir ainsi, sinon l'intensité, du moins exactement la tonalité sonore assurée par l'électrophone lui-même, sans avoir recours à des systèmes d'équilibrage complexes et par conséquent peu pratiques.

### Les magnétophones stéréophoniques

Les magnétophones sont des machines plus complètes ; elles permettent à l'amateur non seulement l'audition d'enregistrements stéréophoniques mais aussi l'enregistrement à l'aide de deux microphones convenablement disposés, ou même d'un modèle spécial de microphone double, que l'on peut désormais se procurer dans le commerce.

Ces appareils permettent aussi d'enregistrer sur des bandes magnétiques les radio-concerts stéréophoniques reçus au moyen de deux radio-récepteurs distincts ou combinés ; enfin, on peut grâce à eux retraduire sur ruban les enregistrements stéréophoniques des disques.

Il en existe deux catégories. Il y a d'abord des modèles permettant l'enregistrement et la lecture par le procédé monaural, avec une seule chaîne sonore et un seul haut-parleur, et également la lecture des enregistrements stéréophoniques pré-enregistrés sur des rubans stéréophoniques. Ses rubans sont malheureusement édités encore en trop petit nombre. Les modèles plus complets permettent, à la fois l'enregistrement et la lecture en stéréophonie, aussi bien qu'en fonctionnement monaural ordinaire.

Les magnétophones stéréophoniques comportent des têtes magnétiques spéciales doubles, comparables aux pick-up doubles des électrophones. Ils sont en principe plus complexes que les appareils ordinaires et par conséquent plus chers ; mais les fabricants

s'efforcent d'établir des modèles accessibles à un nombre de plus en plus grand d'amateurs. Ils sont d'ailleurs, constamment perfectionnés, et c'est ainsi qu'on leur adapte des dispositifs de réverbération artificielle, qui en augmentent les possibilités.

### L'installation stéréophonique

Les résultats obtenus avec un appareil stéréophonique ne dépendent pas seulement de ses caractéristiques, mais aussi de la disposition de la salle où a lieu l'audition et de l'emplacement des haut-parleurs.

La disposition classique des haut-parleurs stéréophoniques consiste à les espacer de 1,50 à 2 m en les alignant à quelque distance d'un mur ou d'une paroi quelconque ; les auditeurs se rapprochent le plus possible de l'axe médian, en se tenant à une distance des haut-parleurs au moins égale à celle qui les sépare.

Il est également possible de prévoir l'emploi de haut-parleurs d'encoignure ou à effets directionnels croisés ou même d'éléments montés dans une seule enceinte disposée en conséquence. En réalité, les résultats dépendent des circonstances et, tout d'abord, des dimensions, de la disposition, et de la nature acoustique de la chambre d'écoute.

Dans une petite pièce, tous les emplacements sont plus ou moins rapprochés d'un des haut-parleurs et les effets perçus par les auditeurs ne peuvent être équilibrés sans emploi d'appareils croisés. Dans une pièce plus grande, un dispositif classique à deux haut-parleurs croisés ne permet plus d'envisager qu'une zone d'audition très étroite, sauf aux environs des haut-parleurs ; le mélange des deux canaux sonores atténue l'effet cherché.

Par contre, si les haut-parleurs parallèles sont trop écartés, il peut se produire des échos et d'une manière générale, la disposition classique assure une surface d'écoute suffisante. Il faut toujours tenir compte des réflexions sur les murs et des obstacles de la chambre d'écoute. Le phénomène le plus gênant est constitué par la formation d'une sorte de zone de silence ou seulement d'affaiblissement sonore, une sorte de « trou sonore » que les Américains appellent d'ailleurs « hole in the center », qui détruit toute sensation d'ensemble, toute fusion sonore en ne laissant à l'auditeur que la perception désagréable séparée des canaux sonores.

Les appareils d'amateurs stéréophoniques à disques ou à bandes magnétiques comportent seulement deux chaînes sonores reliées à deux haut-parleurs ; les enregistrements initiaux sont également réalisés, la plupart du temps, à l'aide de deux microphones seule-

**MAGNÉTOPHONE AMPEX, série 300.** Appareil de studio à très haute performance pouvant être présenté en version multipiste permettant différentes applications, en particulier la stéréophonie. →

ment, et de deux chaînes d'enregistrement.

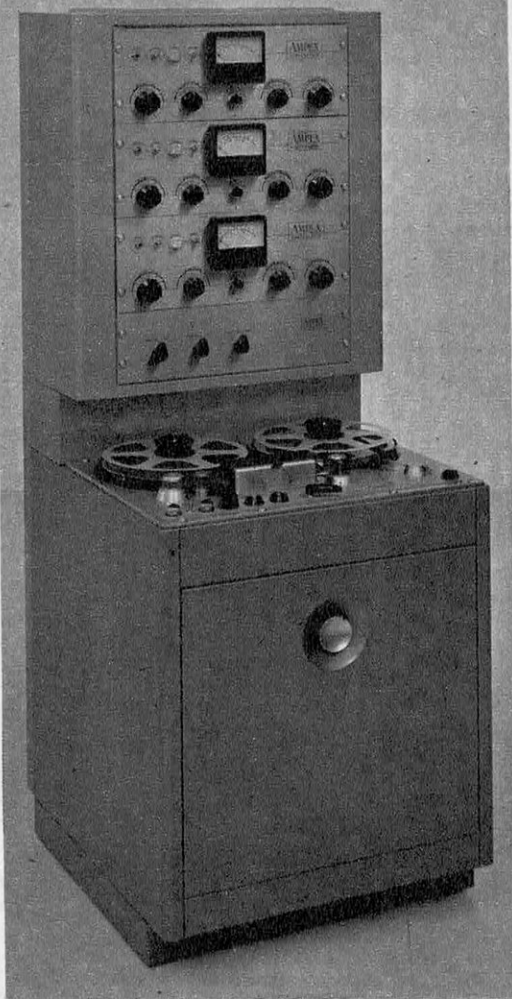
Dans les installations de stéréophonie professionnelles et, en particulier, dans les salles de cinéma sonore panoramique, on est allé plus loin, en utilisant des pistes d'enregistrement supplémentaires et des chaînes d'enregistrement et de lecture plus ou moins nombreuses. En tous cas, on envisage l'utilisation d'une troisième chaîne sonore additionnelle, permettant de supprimer le vide sonore existant entre les deux canaux droit et gauche. Des installations aussi complexes ne sont plus du domaine de l'amateur, ou tout au moins sont réservées à quelques privilégiés.

L'effet de vide sonore est-il toujours aussi accentué que certain le prétendent ? Peut-être est-il dû en partie à un effet psychologique, plutôt qu'à un phénomène acoustique, à ce que prétendent du moins d'assez nombreux techniciens. L'auditeur de stéréophonie voit devant lui deux haut-parleurs plus ou moins écartés, et inconsciemment cette vision de deux sources sonores distinctes lui donnerait la sensation d'un vide central. C'est pourquoi certains préconisent de disposer devant les haut-parleurs stéréophoniques un léger rideau perméable au son, ou même de placer un troisième haut-parleur entre les deux éléments classiques, jouant seulement le rôle de figurant. Peut-être ne faut-il pas trop négliger de tel truquages psychologiques, malgré leur apparente fantaisie.

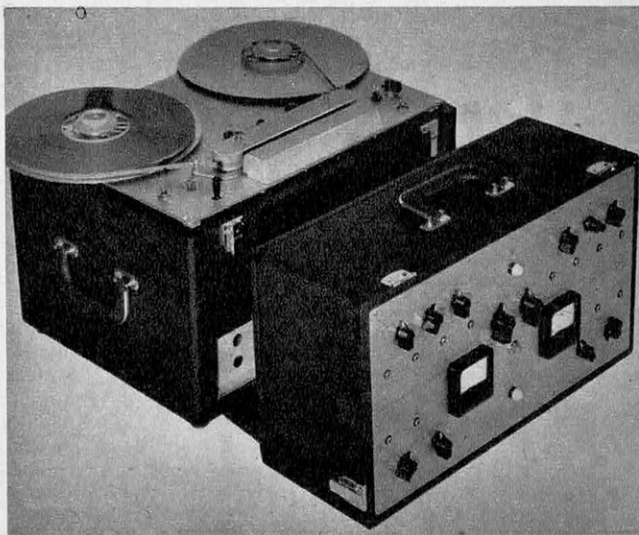
Si cependant le « vide sonore » est bien réel, la suppression de ce défaut doit être envisagée par l'utilisation d'un troisième canal sonore obtenu d'une manière aussi simplifiée que possible, en utilisant les éléments existants des deux chaînes sonores habituelles.

Il s'agit de combiner d'une manière convenable les signaux des deux canaux pour actionner un haut-parleur central, généralement destiné plus spécialement à la reproduction de sons graves. On constitue ainsi ce que les Américains appellent un « canal fantôme » et un dispositif de ce genre peut, en principe, être adapté avant ou après l'amplification de puissance. La deuxième solution est la plus simple, puisqu'elle évite d'envisager l'utilisation d'un troisième amplificateur. Différents montages ont été déjà réalisés, ce qui montre bien encore la continuité des recherches entreprises pour une qualité musicale toujours meilleure.

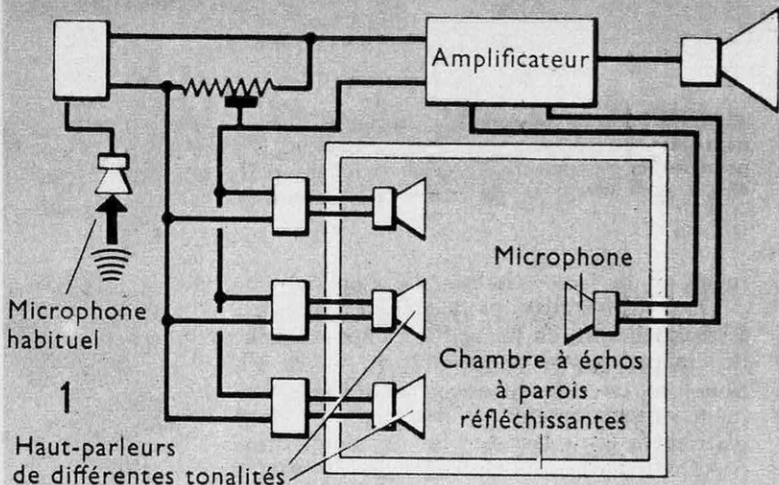
Pierre HEMARDINQUER



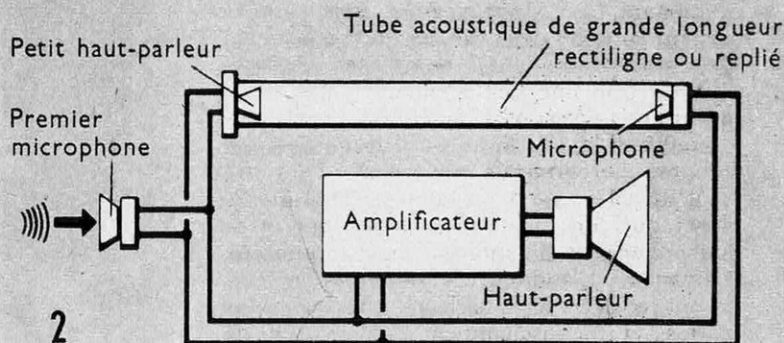
**MAGNÉTOPHONE GAILLARD** professionnel. Enregistreur-lecteur stéréophonique sur bande magnétique 6,25 m. Peut enregistrer simultanément ou non 2 modulations monophoniques différentes.



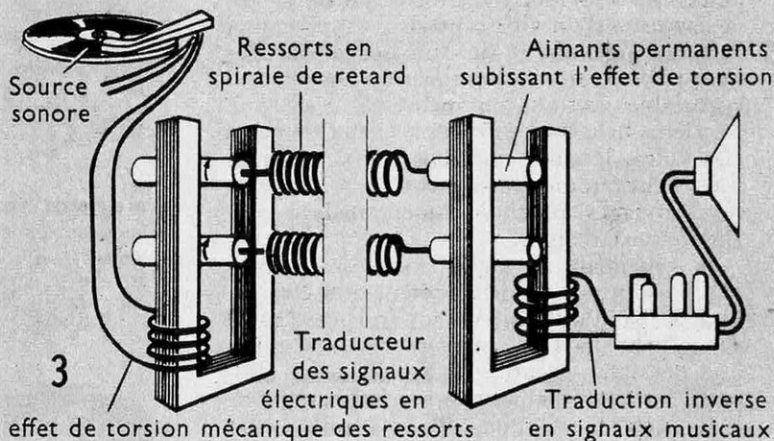
**1 LA CHAMBRE A RÉVERBÉRATION** est une très petite enceinte à parois réfléchissantes contenant des haut-parleurs produisant les sons à transformer. Ces sons se réfléchissent sur les parois et sont captés par un microphone. De la sorte les courants musicaux, engendrés par ce microphone, combinent les sons directs et les sons décalés par réverbération artificielle; ce sont eux qui parviennent, après amplification convenable, au haut-parleur définitif.



**2 LA BOITE A RÉVERBÉRATION** est basée sur l'utilisation d'une conduite acoustique donnant le retard désiré. L'amplificateur reçoit le signal provenant directement de la source musicale, micro, pick-up, etc.; il reçoit aussi les signaux provenant du dispositif d'écho artificiel dont le tube acoustique, replié, peut atteindre 15 à 16 m. On obtient une traînée sonore de l'ordre de 50 millisecondes; des touches permettent d'agir sur l'intensité du signal décalé.

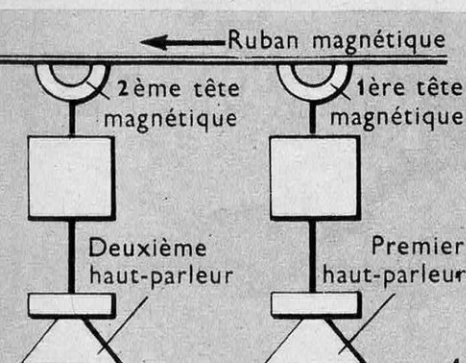


**3 LES APPAREILS A RESSORT** sont utilisés pour obtenir le décalage des signaux musicaux et reproduire artificiellement une transformation des sons analogue à celles produites par les réflexions sonores dans les grands auditoriums. Ce sont des ressorts assez longs avec, à chaque extrémité, des éléments électromagnétiques transformant des vibrations mécaniques en signaux électriques et vice versa. On utilise en général deux ressorts, l'un qui introduit un retard de 30 millisecondes, l'autre de 45.



**4 LA RÉVERBÉRATION MAGNÉTIQUE** est basée sur une utilisation très simple de la bande magnétique des magnétophones. On place sur le dispositif de lecture une deuxième tête derrière la première si bien qu'en faisant défiler la bande on obtient un décalage correspondant à la distance des deux têtes. Avec une troisième tête on a un deuxième écho, chaque écho étant réglable en intensité comme en décalage. Tout magnétophone est ainsi transformable.

**5 LES SYSTÈMES A BOUCLE SANS FIN** permettent des effets d'échos sonores très divers. Le même signal est enregistré deux fois simultanément sur deux positions successives de la boucle sans fin défilant à 15 ou 30 cm/s; les deux signaux sont captés et reproduits par chacune des trois têtes de lecture, ce qui fournit six échos de base. Les dispositifs électroniques permettent de réinjecter les signaux et de les multiplier de telle sorte que l'on peut obtenir jusqu'à 30 échos.



# la réverbération artificielle

LA haute fidélité et la stéréophonie ont constitué déjà un réel progrès pour l'enrichissement sonore des auditions musicales. D'autres procédés sont désormais utilisables pour augmenter encore la plénitude de la sensation auditive.

Les nouvelles méthodes, dites de « réverbération artificielle » retiennent maintenant l'attention tant des techniciens que des amateurs mélomanes.

Rappelons d'abord en quoi consiste le phénomène de « réverbération », appelé aussi résonance ou « trainée sonore », dont dépend en grande partie la qualité musicale des auditions dans les salles.

Dans une salle de théâtre ou de concerts, un auditorium, un amphithéâtre, une église, les sons ne sont pas transmis seulement en ligne directe depuis la source jusqu'aux oreilles des auditeurs. L'audition dépend presque entièrement de la façon dont les ondes sonores se réfléchissent et se diffusent sur les parois et le plafond. En effet, l'auditeur perçoit simultanément des ondes sonores directes et indirectes qui parviennent à son oreille avec un décalage de temps variable, en général très réduit et inférieur à  $1/10$  de seconde. L'intensité de l'audition est accrue sans que l'oreille puisse distinguer les sons directs des sons indirects.

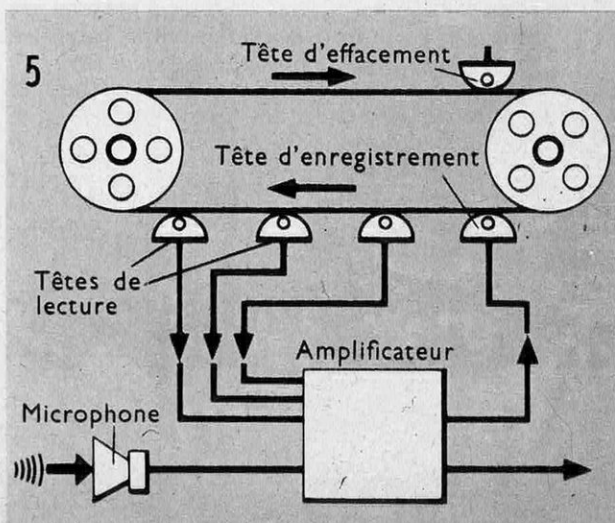
## L'acoustique des salles

Il y a aussi des sons réfléchis qui proviennent de points de réflexion éloignés, lorsque les salles sont grandes, et parviennent à l'oreille avec un décalage de temps supérieur à  $1/10$  ou  $1/15$  de seconde. Ces sons additionnels ou complémentaires, prolongent en quelque sorte les sons directs et produisent ce phénomène de réverbération, ou trainée sonore.

La qualité acoustique d'une salle est étroitement liée à ces phénomènes. Si ses parois sont totalement absorbantes, seuls les sons directs sont perçus. Les paroles sont très compréhensibles, mais l'audition musicale devient plate et terne : la chambre est « sourde » ; c'est le résultat recherché dans les studios destinés uniquement à la transmission et à l'enregistrement des paroles. Inversement, si les parois sont très réfléchissantes, le son direct est suivi d'une série de sons réfléchis qui s'affaiblissent progressivement. Un son bref est perçu par l'auditeur comme un son prolongé d'intensité décroissante.

Les salles de concerts et de spectacles habituelles sont établies pour produire un phénomène de réverbération assez court, mais non trop court, ce qui nuirait au naturel et à l'ampleur de l'audition. La durée de réverbération la meilleure n'est pas une constante ; elle dépend du volume de la salle, du pouvoir absorbant des parois, de l'intensité et de la hauteur du son musical à reproduire.

C'est ce phénomène qui donne à chaque salle, ce qu'on peut appeler sa « coloration musicale », sa véritable qualité artistique et



il n'y a pas de salle universelle convenant à la fois au concert, au théâtre et au music-hall.

### La réverbération artificielle

La qualité de la sensation musicale dans une salle de concerts dépend de la qualité acoustique de celle-ci; les grands orchestres symphoniques ne jouent que dans les salles dont l'acoustique a été soigneusement étudiée.

Les enregistrements de musique mécanique sont rarement effectués dans des salles de concerts, et d'ailleurs le microphone n'est pas assimilable à l'oreille d'un auditeur. On emploie des studios spéciaux dans lesquels la réverbération est limitée. La reproduction au domicile de l'auditeur est assurée par haut-parleur dans une pièce plus ou moins exigüe et aux parois plus ou moins absorbantes. L'effet de réverbération est ainsi supprimé. Pour le rétablir, sinon même l'accentuer, on peut recourir à des dispositifs dits « réverbération artificielle » dont le principe est relativement ancien. On les employait depuis longtemps déjà dans les studios de transmission ou d'enregistrement; la nouveauté essentielle consiste à les appliquer sur des appareils de réception et de lecture. L'appareillage est de volume réduit et généralement portatif. Mais les procédés employés peuvent être assez divers suivant les applications.

### La chambre à échos

Dans les studios d'enregistrement et d'émission, on utilise pour produire des effets de réverbération des « chambres à échos ». Ce sont des enceintes à parois réfléchissantes renfermant des haut-parleurs reproduisant différemment les sons à transformer : en face de ceux-ci, un microphone est placé à une distance plus ou moins grande et capte, après réflexions multiples les sons produits par les haut-parleurs. On a également employé des « plaques à échos », sorte de plaques métalliques mises en vibration par un moteur de haut-parleur et supportant des capteurs électromagnétiques disposés à des distances variables.

La chambre à échos peut servir à la réception. C'est ainsi que des radio-récepteurs de haute qualité musicale, renfermés dans des coffrets acoustiques de grand volume et surtout dans des meubles, comportent intérieurement des systèmes à grande résonance permettant de faire varier l'effet de réverbération artificielle désiré suivant la nature des programmes. Mais ces dispositifs simples présentent l'inconvénient d'être difficilement réglables.

Les boîtes de réverbération récentes com-

portent généralement un haut-parleur spécial, une conduite acoustique donnant le retard désiré avec, à l'autre extrémité, un microphone capteur et un petit amplificateur auxiliaire. La longueur de la conduite peut atteindre 15 à 16 m et le système fournit une trainée sonore de l'ordre de 50 millisecondes, ce qui est suffisant pour donner l'impression d'une audition dans une salle. Des touches de réglage permettent de faire varier l'intensité du signal décalé qui est ainsi réglable en force et même en durée. Cet effet de réverbération peut être combiné de diverses manières avec l'effet stéréophonique : il suffit de disposer convenablement les haut-parleurs. Un des deux amplificateurs reçoit, par exemple, directement les signaux non transformés, tandis que l'autre reçoit le signal retardé. Dans le même but, on peut adopter des systèmes acoustiques qu'on appelle des résonateurs placés de part et d'autre du microphone qui communiquent par des ouvertures avec l'embouchure conique du tube à retard.

### Les appareils à « ressorts »

Pour obtenir le décalage, plusieurs firmes hollandaises, allemandes et américaines ont adopté des dispositifs électromécaniques d'apparence curieuse, formés essentiellement par des ressorts spéciaux contenus dans la boîte à réverbération. Le montage initial est ancien, puisqu'il semble avoir été appliqué sur les orgues électroniques Hammond de fabrication américaine, importés en France avant la guerre de 1939.

Dans les appareils actuels, un premier dispositif vibrant électro-magnétique, relié à la sortie d'un montage amplificateur, transforme le signal en vibrations mécaniques de torsion appliquées à des ressorts d'assez grande longueur; à l'autre extrémité, un deuxième élément identique fonctionne de façon inverse, convertissant la vibration de torsion en signal musical, avec un certain décalage. On peut, par exemple, utiliser deux ressorts, l'un produisant un retard de 30 millisecondes, l'autre de 45 millisecondes.

Ce système simple donne d'excellents résultats. Les effets musicaux obtenus se rapprochent beaucoup de la réalité sonore. Dans les salles, en effet, le son direct est suivi par des sons réfléchis qui s'amortissent peu à peu; un phénomène analogue se produit avec les ressorts : la vibration de torsion qui parvient à l'extrémité du ressort est partiellement réfléchi; elle retourne en arrière, elle est de nouveau réfléchi, et ainsi de suite, en devenant plus faible à chaque réflexion, ce qui détermine bien la production d'une série

de sons décalés, but essentiel de la réverbération artificielle.

Dans les modèles les plus récents, l'emploi des transistors permet de réaliser des systèmes de réverbération artificielle très compacts que l'on peut éventuellement placer dans un appareil ordinaire ou stéréophonique.

### Réverbération magnétique

En ce domaine, comme en beaucoup d'autres, le procédé d'enregistrement magnétique offre des solutions remarquables, à la fois simplifiées et complètes.

Dans cette méthode, on le sait, les sons enregistrés sur une bande plastique recouverte d'un enduit magnétique sous la forme d'une piste aimantée, sont reproduits à l'aide d'un dispositif lecteur, ou tête magnétique, sur lequel la bande magnétique vient défiler à une vitesse uniforme. La tête magnétique est reliée à un montage électronique qui actionne un haut-parleur.

Pour obtenir la réverbération artificielle, il suffit de placer sur le dispositif de lecture une deuxième tête magnétique derrière la première; elle va lire une deuxième fois le même enregistrement, avec le décalage correspondant à la distance des deux têtes.

On a là le principe d'un montage très simple qui permet d'obtenir facilement un ou plusieurs échos, réglables en intensité et en décalage de 0,1 à 3 secondes, au moyen d'un premier signal musical d'origine quelconque: radiorécepteur, pick-up, microphone, ruban enregistré, etc.

Une méthode analogue avait, d'ailleurs, déjà été envisagée en phonographie, avec utilisation de deux diaphragmes phonographiques à aiguilles décalées sur le même sillon, mais le procédé très ingénieux n'a pu être mis au point jusqu'ici, en raison de la difficulté d'un ajustage

sur des sillons très rapprochés, particulièrement pour les enregistrements à microsillons.

Il existe des magnétophones spécialisés de réverbération sonore avec plusieurs têtes magnétiques sur la même piste aimantée, pouvant faire entendre plusieurs fois le même signal musical avec un décalage et une intensité réglables.

On peut adapter sans grande peine sur un magnétophone ordinaire monophonique ou stéréophonique, un dispositif analogue qui permettra de réaliser des effets de réverbération et des truquages. Il existe maintenant des appareils de ce genre pour amateurs qui autorisent à tout opérateur un peu attentif l'obtention d'effets originaux et artistiques surprenants.

Il existe aussi des systèmes magnétiques à boucle sans fin donnant des effets d'échos sonores multiples et divers pour les opérations d'enregistrement ou de lecture, tant pour les amateurs que pour les professionnels.

Dans toutes ces machines, le signal musical décalé peut être mélangé au signal initial direct, de façon à reproduire un son composé avec effet de réverbération sonore. Mais on peut envisager également la transmission de ce signal décalé à une deuxième chaîne sonore analogue à celle d'un appareil stéréophonique, et qui actionne un haut-parleur distinct. On réalise ainsi une sorte de dédoublement du son musical, un véritable effet de « pseudo-stéréophonie », tout en utilisant, en fait, un montage plus simple et moins coûteux qu'un modèle stéréophonique classique.

On voit, par ces exemples, où en est désormais arrivée la technique de la musique mécanique; elle permet toutes les transformations de la musique au gré de l'auditeur, en prenant simplement la peine d'appuyer sur quelques touches ou boutons-poussoirs.

Pierre HEMARDINQUER

### LA RÉVERBÉRATION ARTIFICIELLE

existe sur ce poste Philips modèle B 7 x 14 A, un dispositif spécial lui est incorporé. C'est en plus un récepteur à 4 gammes (PO, GO, OC, FM), à reproduction « bi ampli » pour la radio et stéréophonique pour disques et magnétophone, grâce à deux prises pour pick-up et magnétophone et deux prises pour haut-parleurs supplémentaires.



# les instruments électriques et électroniques

**L**E génie inventif des précurseurs a découvert très tôt, entre 1895 et 1930, la presque totalité des principes de base à partir desquels une foule d'instruments électriques et électroniques purent être construits. Ils ont donné naissance à quatre grandes familles d'instruments :

1° Les instruments classiques dans lesquels les organes vibrants (cordes, anches, etc.) sont associés à des dispositifs capables de traduire les vibrations de ces organes en courants électriques.

2° Les instruments électroniques monodiques, créant des sons à l'aide de circuits électroniques.

3° Les instruments polyphoniques appelés communément « orgues électroniques ».

4° Les cloches et carillons électroniques.

## Les instruments classiques

Les lecteurs de vibrations utilisés dans un certain nombre de réalisations connues, sont de deux sortes : les lecteurs électromagnétiques et les lecteurs électrostatiques.

Le lecteur magnétique, sous sa forme la plus simple, est constitué par un aimant dont une extrémité est entourée par une bobine. Les déplacements d'un organe vibrant magnétique (une corde en acier, par exemple), placée à proximité de ce lecteur, font apparaître des courants induits dans le bobinage, courants amplifiés et traduits en ondes sonores par un haut-parleur.

Le lecteur électrostatique est une simple armature conductrice, disposée à faible distance de l'organe dont il s'agit de « lire » la vibration. Celui-ci peut être en métal, ou même en une matière isolante rendue conductrice au moyen d'une couche de graphite. L'armature est portée à un certain potentiel par rapport à la masse, qui est reliée elle-même à l'organe vibrant. Armature et organe vibrant forment un condensateur dont les

variations de capacité se traduisent par un courant électrique variable amplifié et traduit en ondes sonores de la même façon que précédemment.

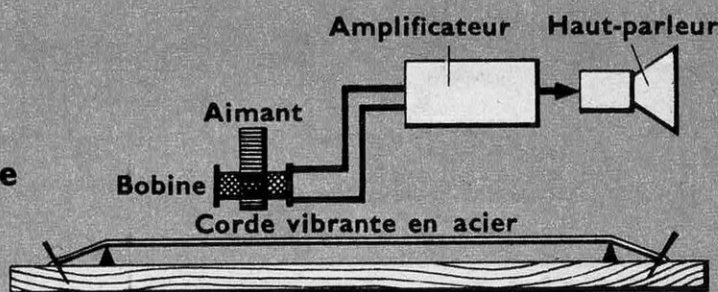
Sous des formes diverses et perfectionnées, ces deux types de lecteurs ont été utilisés dans la réalisation de pianos électriques.

Le Néo-Bechstein dû aux travaux de l'Allemand O. Vierling, fut construit en 1931, suivant le principe des lecteurs électromagnétiques. Un autre piano électrique fut créé également par O. Vierling à l'aide de lecteurs électrostatiques sous le nom d'électrochord.

En Angleterre, en France, aux U.S.A. des pianos du même genre ont vu le jour, mais tous ces instruments ont été peu à peu abandonnés. Ils offraient cependant des possibilités nouvelles : ampleur sonore réglable à volonté, prolongation du son, modification du timbre et du niveau sonore des basses par rapport aux aiguës, etc. Souhaitons que ces travaux servent de point de départ à de nouvelles créations qui pourront bénéficier de tous les apports de l'électronique moderne.

Un autre instrument, l'harmonium, retint l'attention des inventeurs qui, dès 1932, s'efforcèrent d'amplifier et d'améliorer sa sonorité. Dans l'harmonium électrostatique, une barre métallique est fixée à faible distance de chaque rangée d'anches libres, au moyen de supports isolants. Un vaste condensateur vibrant est ainsi constitué par toutes les barres réunies ensemble, d'une part, et par toutes les anches également reliées entre elles par un conducteur électrique, d'autre part. Nous trouvons dans ce domaine les réalisations expérimentales de Constant Martin : un premier harmonium à anches électrostatiques, un harmonium à anches électromagnétiques, un grand orgue électromagnétique à anches libres et, plus récemment, le Mutatone, harmonium électrostatique pourvu d'un dispositif analyseur d'harmoniques, avec des circuits résonnants auxiliaires qui permettaient de

## Schéma de lecteur électromagnétique



lui donner une certaine parenté avec les orgues. L'orgue électrostatique à anches libres, Everett, connut une certaine vogue aux U.S.A. avant 1939 sous le nom : Orgatron. Perfectionné depuis cette époque, il est construit aujourd'hui par la firme américaine Werlitzer. C'est pratiquement le seul exemple industriel que l'on puisse donner de ce type d'instrument qui a, par ailleurs, été voué à l'abandon.

Le principe de la lecture électrostatique est par contre appliqué avec succès à l'accordéon, mais c'est avec la guitare électrique que le procédé de la lecture électromagnétique trouve aujourd'hui sa plus remarquable application. L'un des modèles les plus connus est celui de Gilson (U.S.A.). La guitare hawaïenne, elle aussi, est couramment équipée de lecteurs magnétiques suivis d'un amplificateur. Sa sonorité, comme celle de la guitare ordinaire, y gagne beaucoup en ampleur, en souplesse et en clarté.

Dans le domaine des instruments classiques à cordes, l'on ne saurait trop attirer l'attention des artistes sur l'intérêt que présente la contrebasse électrique électromagnétique, dépourvue de sa caisse encombrante, et dont la belle amplitude sonore, réglable à volonté, peut acquérir la douceur ou le mordant dési-

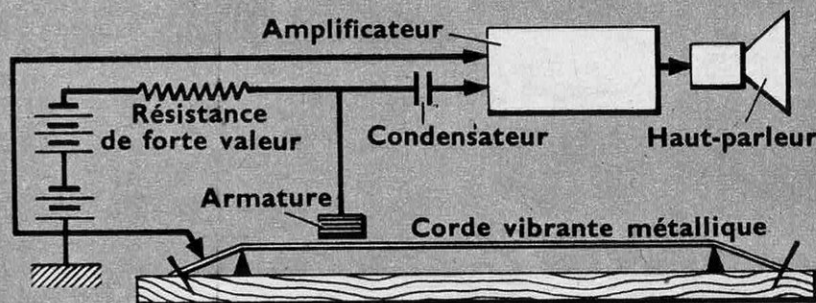
nable. Elle est déjà construite en Allemagne et son usage se répandra à coup sûr dans les orchestres au cours des années à venir.

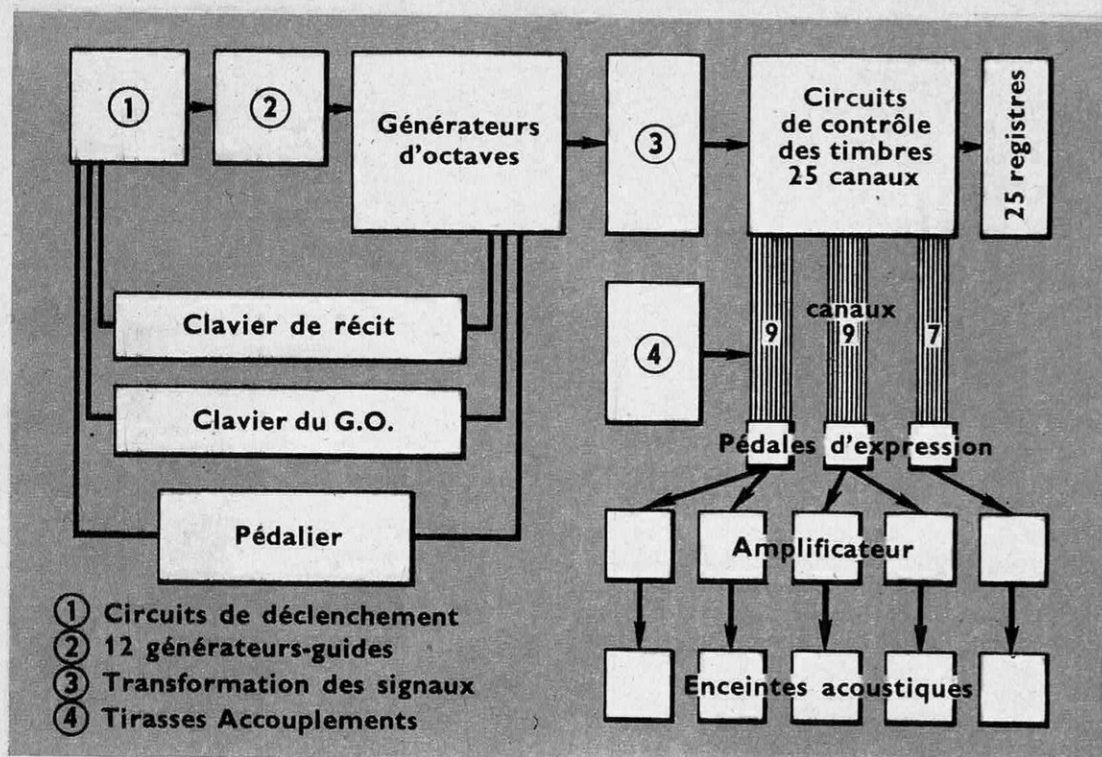
## Les instruments monodiques

L'ancien poste radio qui accroche et qui siffle, contient, en quelque sorte, un embryon d'instrument de musique monodique. De ces accrochages, de ces sifflements disciplinés, naquirent les premiers instruments électroniques. Ces instruments étaient monodiques, c'est-à-dire qu'ils permettaient seulement l'exécution de phrases mélodiques, à l'exclusion de tout accord.

Il ne reste plus rien aujourd'hui, hormis leur souvenir, des réalisations de Theremin, de Mager, de Hellertion, de Pechadre et de tant d'autres, qui firent plus ou moins sensation après la première guerre mondiale. A cette époque, cependant, Maurice Martenot, en France, présentait ses « Ondes Martenot », et, en Allemagne, le Dr. Trautwein, son Trautonium. Le premier de ces instruments est basé sur le principe de l'hétérodyne, le second sur celui de la décharge électrique dans un tube à atmosphère gazeuse. Tous deux ont franchi le cap difficile des années 1930-1945, et sont admis comme instruments classiques.

## Schéma de lecteur électrostatique





## Grandes Orgues

Le grand orgue reste le plus noble et le plus vaste de tous les instruments. Il est le seul à pouvoir dignement perpétuer le souvenir des plus grands noms : Bach, Couperin, Franck, etc. La technique employée par Constant Martin pour reconstituer électriquement un grand orgue utilise la propriété d'un circuit passif, alimenté sous faible tension, afin de pouvoir délivrer des ondes rectangulaires qui deviennent alors décomposables en un fondamental et une série d'harmoniques impairs. Les harmoniques pairs et les différentes octaves sont obtenues par des opérations simples de division ou de multiplication. Tous les jeux peuvent ainsi être recréés avec une remarquable précision par un procédé d'analyse, chaque circuit n'étant mis en jeu que lorsque l'exécutant appuie sur une touche du clavier. Il y a autant de canaux que l'instrument comporte de jeux, tous les jeux venant s'ajouter les uns aux autres comme dans un orgue à tuyaux. Les canaux sont reliés par familles à des amplificateurs de très haute fidélité et à des enceintes acoustiques spéciales. Lors de la finition de l'orgue un artiste spécialisé donne la « voix » à chaque jeu et l'harmonise à son goût sur place (photo ci-contre) exactement comme s'il s'agissait d'un orgue traditionnel. Ce travail d'art nécessite plusieurs jours.

Les Ondes Martenot, plus particulièrement, ont conquis la faveur des compositeurs du monde entier, grâce à des effets sonores particuliers. Cet instrument est, en effet, le seul à pouvoir émettre un son de hauteur variable d'une façon continue, de l'extrême grave à l'extrême aigu, grâce à son jeu « au ruban ». Le Martenot possède en outre un clavier (jeu : « au clavier »), dont la monture souple permet un déplacement latéral, sous l'impulsion donnée, à volonté, par la main de l'exécutant. Le déplacement du clavier engendre de légères variations de la hauteur du son (vibrato).

Le Solovox, fabriqué aux U.S.A. par L. Hammond de Chicago, naquit plus tard, il y a quelque vingt ans. Pour la première fois nous nous trouvons en présence d'un clavier de trois octaves, porté par une petite console, raccordé à l'aide d'un câble électrique à un coffre contenant un appareillage électronique et un haut-parleur. La conception de cet instrument est complexe et s'apparente à celle des orgues électroniques à diviseur de fréquence. Les sons obtenus, destinés à la musique légère, rappellent ceux de l'orgue électronique Hammond.

Tout autre est le clavioline de C. Martin. Si l'on examine les principaux instruments de musique connus, on s'aperçoit qu'ils présentent entre eux certaines ressemblances en ce qui concerne la création des sons. L'exécutant met en mouvement un générateur de vibration complexe (cordes vibrantes, anches de formes diverses, etc.). Ces vibrations agissent à leur tour sur un groupe de résonateurs qui façonnent, en quelque sorte, le son final émis par l'ensemble de l'instrument et lui donnent son caractère propre. Le rôle de certains résonateurs est très particulier : excités périodiquement par l'organe vibrant de l'instrument de musique dont ils font partie, ils répondent à chaque impulsion qui leur est transmise en créant des sons de fréquence bien déterminée qui apportent une coloration typique à l'émission sonore.

Imaginons que l'on puisse réunir, dans un même appareil, d'une part, un générateur de vibrations excitatrices pouvant être « joué » à l'aide d'un clavier, de l'autre, un groupe de résonateurs auxiliaires dont les caractéristiques puissent varier suivant un grand nombre de combinaisons différentes. L'une de ces combinaisons, par exemple, correspondrait au système complexe d'un violon, l'autre, à celui du hautbois, l'autre à celui du cor d'harmonie, etc. Il est clair qu'un tel appareil serait capable de créer des sons musicaux rappelant ceux des instruments précités et qu'il permettrait de faire retentir successivement

les sonorités de ces divers instruments, au moyen d'un seul clavier.

Réaliser un appareil de ce genre en faisant appel à la mécanique et à l'acoustique pure, serait proprement chimérique. L'électronique nous apporte la clef du problème, et le clavioline en est un exemple.

On utilise souvent le clavioline en conjugaison avec le piano. C'est à cette possibilité qu'il doit une grande partie de son succès : un seul pianiste peut jouer successivement des partitions écrites pour violon, violoncelle, hautbois, et nombre d'autres instruments, tout en s'accompagnant lui-même au piano. Le passage d'un instrument à un autre est extrêmement aisé grâce à la forme des registres et à leur position par rapport aux touches du clavier.

Dans la même famille d'instruments électroniques modernes, s'inscrit l'ondioline de G. Jenny. Sa popularité est surtout grande en France. Construit d'une façon artisanale, il comporte un oscillateur électronique multivibrateur du type connu sous le nom de « multivibrateur à couplage cathodique », et un ensemble de circuits résonnants et de filtres.

### Les orgues électroniques

Il est convenu de désigner sous cette appellation toute une variété d'instruments de musique polyphoniques, présentés généralement sous l'apparence d'une console d'orgue classique à un ou plusieurs claviers et capables de produire une pluralité de sons soutenus, au moyen d'un appareillage relativement restreint comprenant, dans sa partie terminale, des amplificateurs et des haut-parleurs.

Son origine remonte à l'invention de l'Américain Cahill, en 1895. Avant l'invention de la valve thermoionique et, donc, des amplificateurs électroniques, Cahill avait déposé un brevet contenant la description détaillée d'un instrument de musique polyphonique à claviers, composé d'une certaine quantité de petits alternateurs, entraînés par des moteurs électriques, et engendrant toute la gamme des fréquences musicales usuelles. Cet orgue peut être considéré comme l'ancêtre d'une catégorie d'orgues électroniques que nous appellerons orgues électromécaniques, pour les distinguer de ceux qui font intervenir exclusivement des circuits électroniques à lampes, tubes à gaz, ou transistors, pour la création des sons.

Le premier orgue complètement électronique fut probablement celui que conçut A. Gilevet, en France, après 1925, qui fut présenté à l'Académie des Sciences par le

général Ferrié le 6 octobre 1930 et qui reçut, dès juin 1931, de brillantes consécration officielles.

Le premier orgue électromécanique construit en série est l'orgue Hammond (U.S.A.), dont les 91 roues phoniques électromagnétiques avec de petits alternateurs entraînés par un moteur synchrone, nous rappellent l'orgue Cahill. L'orgue Hammond se fit connaître dans le monde entier après 1935.

Un peu plus tard, les travaux de Bourne, en Angleterre, aboutissent à la création de l'Électrone, qui présente une certaine analogie avec l'orgue Hammond, par ses générateurs (disques pourvus de dentures), maintenus constamment en rotation au moyen d'un moteur. Ici, les générateurs sont électrostatiques. L'orgue Électrone est fabriqué en Grande Bretagne par la John Compton Co.

Il faut citer en passant les orgues électromécaniques du type photoélectrique, composées de disques tournants sur lesquels sont couchées des « pistes sonores » concentriques placées sur le trajet de rayons lumineux aboutissant à des cellules photoélectriques.

Dans ce domaine les recherches de Hugoniot, de Michel, de Toulon, de Vierling, de Welte ont conduit à quelques réalisations qui n'ont pas été suivies d'une exploitation industrielle après la dernière guerre mondiale. L'explication en est simple : les orgues électromécaniques obéissent toutes à

certaines contraintes imposées par l'emploi des générateurs tournants, entraînés à vitesse constante par un moteur. Il importe peu que ces générateurs soient du type électromagnétique ou électrostatique ou photoélectrique lorsque l'on considère les caractéristiques de ces instruments dans le domaine sonore. Ces caractéristiques ne varient pas beaucoup d'une conception à une autre et sont de telle nature que les possibilités offertes aux musiciens par cette catégorie d'instruments sont relativement limitées. Comme, d'autre part, l'orgue photoélectrique est assez délicat à mettre au point, l'industrie moderne a préféré se tourner vers des solutions plus avancées et moins fragiles.

En 1943, c'est l'apparition du premier orgue électronique de Constant Martin. Présenté à la presse et au public au cours de plusieurs grands concerts, à cette date, il fut commercialisé en 1945. Exclusivement destiné à la musique classique, cet orgue était composé d'oscillateurs à lampe suivis d'un grand nombre de circuits électriques aux fonctions diverses : création des jeux, élimination des fréquences résultantes indésirables, contrôle des périodes transitoires dans le cadre de chaque jeu, etc. Cette première formule fut cédée à une firme anglaise, la Miller Organ Co et cette firme en poursuivit la production en série sous diverses formes perfectionnées. L'une d'elles est



### Le « Spinet » Lowre

Sur cet instrument, les jeux du Clavioline, qui lui est incorporé, sont disponibles sur le clavier supérieur, conjointement avec les jeux normaux, et dépendent de 22 registres disposés au-dessus. Les combinaisons entre les 40 registres du Spinet et les 22 registres du Clavioline sont infinies et offrent aux amateurs de musique légère un champ d'expérience qui dépasse l'imagination des plus exigeants. En fait, toutes les orgues de conception américaine offrent des sonorités amusantes avec des effets divers qui se manifestent d'une façon entièrement mécanique.

fort répandue sous le nom : Martinette.

L'orgue Consonata, créé aux U.S.A., s'en rapproche, par ses oscillateurs à lampes (au nombre de 167), mis en route individuellement par des touches de clavier. Puis ce fut, toujours dans la même catégorie, l'orgue Allen (U.S.A.) dans lequel chaque oscillateur comporte ses propres circuits filtres de façon à délivrer directement des courants de formes diverses, correspondant à plusieurs jeux distincts.

L'orgue Baldwin (U.S.A.) fut un des premiers orgues électroniques produits en grande série, qui utilisa des rangs de diviseurs de fréquence, associés à 12 oscillateurs pilotes, pour engendrer, dans toutes les octaves, les 12 notes de la gamme tempérée.

Un retour en France nous montre, en 1950, le premier orgue électrostatique Dereux, produit sous le nom : Synthèses-sonores. Cet orgue est du type électromécanique. Plus simple et moins volumineux que l'Électrone, de Compton, il est basé sur le même principe que ce dernier. Perfectionné récemment, l'orgue Dereux, dans sa version « Recording Organ », comprend aujourd'hui des disques tournants sur lesquels sont reportés, sous forme de pistes circulaires, des enregistrements réalisés à partir de jeux d'orgues à tuyaux. La lecture de ces enregistrements est électrostatique.

### A la portée du grand public

Après 1950, alors que Constant Martin et son confrère anglais Stanley Miller poursuivent leurs travaux dans le sens de l'orgue classique, s'efforçant de s'approcher de plus en plus de l'orgue à tuyaux traditionnels par des réalisations qui entrent dans le cadre de la facture d'orgues, un marché nouveau est ouvert en Amérique, par les moyens habituels de la propagande publicitaire, à un instrument de haute fantaisie, que l'on nomme toujours « orgue électronique », mais qui n'a plus guère de rapport avec les orgues d'antan. L'orgue Hammond avait déjà rompu dès l'origine avec les traditions chères aux maîtres de la vieille Europe. Il fut le premier à retenir l'attention des professionnels du jazz et de la musique légère, qui surent tirer parti de ses attaques percutantes et de son très large « vibrato ».

L'orgue Hammond, dont la production industrielle s'accrût beaucoup au cours des années passées, ouvrit la voie à toute une floraison d'orgues électroniques dont les qualités sonores répondent surtout aux exigences spéciales de la musique légère. Une des conséquences de cette concurrence fut

que l'industrie américaine rechercha avidement des débouchés nouveaux pour la vente de ses orgues, et réussit à les faire entrer dans le grand public, presque au même titre que la télévision ou la « haute-fidélité ».

Pour en arriver là, les constructeurs n'hésitèrent pas à créer des instruments simplifiés à l'extrême, de prix relativement bas, et dont la partie grave du clavier était remplacée par quelques boutons correspondant à des accords d'accompagnement préparés à l'avance. Le jeu de la main gauche, qui rebute toujours les exécutants novices, se trouvait ainsi réduit à un geste facile consistant à presser sur un bouton avec un doigt. Il fallut transcrire spécialement bon nombre d'œuvres musicales afin qu'elles puissent être jouées sans aucune difficulté sur ces nouveaux instruments.

La grande firme Hammond fut une des premières à offrir au grand public son « Chord-Organ ». Elle fut suivie par d'autres constructeurs : Minshall, Lowre, etc. Dans la même classe des petits instruments populaires, le marché américain propose encore : le Thomas dont chaque oscillateur à lampe peut donner successivement trois notes, le Kinsman, qui comporte des diviseurs de fréquence par tubes au néon, le Gulbransen, qui est équipé d'oscillateurs à transistors, etc.

### La classe des « Spinet »

La classe au-dessus est celle des « Spinet ». Ce nom charmant d'Épinette, qui évoque le <sup>xv</sup><sup>e</sup> siècle, désigne en fait une formule de petit orgue électronique à deux claviers réduits, de 44 notes chacun. Tous les circuits de l'instrument, ainsi qu'un amplificateur et un ou plusieurs haut-parleurs, sont contenus dans une élégante petite console, parfaitement étudiée pour le « home ». Le spinet s'adresse à des musiciens quelque peu avertis. Il connaît une grande vogue, non seulement en Amérique, où cette formule a été adoptée par tous les grands constructeurs d'orgues électroniques : Lowre, Hammond, Wuritzer, etc., mais aussi en Grande-Bretagne, en Allemagne, et dans beaucoup d'autres pays. Les amateurs de musique légère le recherchent déjà en France, où le spinet Lowre, importé des U.S.A. est maintenant disponible.

Le spinet Lowre présente la particularité de pouvoir être livré avec un Clavioline incorporé. Une telle adjonction accroît d'une façon considérable les possibilités, déjà vastes, d'un tel instrument. En effet, la voix, aux mille sonorités diverses, du Clavioline, vient s'ajouter intimement aux jeux normaux du Spinet électronique. Ces jeux normaux

sont appelés par une quarantaine de touches, situées à gauche des claviers et qui correspondent à ces effets extrêmement variés : percussion, boîte-à-musique, guitare, vibraphone, carillon, clavecin, accordéon et à des sonorités rappelant celles d'instruments d'orchestre : clarinette, saxophone, trompette, etc.

L'énorme poussée qui est exercée sur le monde de la musique populaire par le flot des instruments américains ne saurait manquer, au cours des années à venir, d'avoir une certaine influence heureuse sur le grand public qui pourrait bien un jour prochain, ne plus se contenter d'être un simple auditeur.

Autrefois, l'enfant apprenait péniblement à jouer au piano quelques mélodies faciles. Demain, il est probable qu'il posera tout naturellement ses petites mains sur le Spinet familial, pour faire entendre à un cercle ému et ravi l'équivalent moderne de « la Valse des flots bleus » ou du « Petit Baisier ». Le miracle sera que, grâce à l'ingéniosité des hommes d'aujourd'hui, il suffira d'un tout petit talent pour produire une « musique » passable. Un peu d'enthousiasme, un peu d'application, permettront vite d'atteindre à des sommets plus hauts...

Ce flot, cette poussée, que nous venons d'évoquer, s'expriment par de simples chiffres : la production totale annuelle des orgues électroniques aux U.S.A. dépasse maintenant 100 000. L'usine d'un seul fabricant, celle de Lowre, par exemple, construit à la chaîne 200 orgues par jour.

### L'orgue électronique « classique »

A côté de la foule montante et disparate des orgues électroniques populaires, un autre type d'orgue poursuit lentement son chemin : c'est l'orgue électronique classique qui a l'ambition de s'identifier, un jour prochain, à l'orgue à tuyaux traditionnels. Des travaux considérables ont été entrepris pour atteindre un tel but : problème extrêmement ardu dont les solutions récentes laissent à penser qu'une véritable facture d'orgues, empruntant à la fois aux acquisitions des siècles passés et à celles des anciennes modernes, est en voie de s'établir.

La progression de l'orgue électronique classique est ralentie, non seulement par des difficultés techniques mais encore par suite de la rareté des réalisateurs qui ne sont soutenus dans leur entreprise que par un immense amour de l'orgue véritable et de la recherche scientifique.

Il faut remarquer, en effet, que la production des orgues électroniques de musique

légère enrichit une industrie prospère, mais que celle des orgues classiques est d'un rapport financier très réduit. Recréer, par des circuits électroniques, tous les jeux du grand orgue, tels qu'ils ont été définis par nos ancêtres, n'est pas une chimère. Mais si l'on veut y parvenir, il faut rejeter presque toutes les solutions trop faciles qui ont été adoptées pour l'élaboration des orgues de musique légère. Dès que l'on aborde la question, un point capital est à considérer : chaque jeu d'orgue doit avoir son caractère propre, son mode d'élocution (un bourdon ne « parle » pas comme un prestant ou une trompette...) et être façonné, ou, suivant l'expression des facteurs d'orgues, « harmonisé » dans le lieu même où il doit retentir. Cette harmonisation sur place est, en outre, nécessaire pour donner un parfait équilibre sonore à tout l'ensemble de l'orgue, aussi bien dans le détail des jeux que dans le grand chœur.

Depuis quelques années une technique nouvelle a été imaginée par Constant Martin dans ce but, à partir de circuits électroniques, technique selon laquelle chaque jeu apparaît suivant un « canal » dont tous les éléments, formant un réseau complexe, sont modifiables à volonté. L'harmonisation d'un grand orgue construit suivant cette technique est dégrossie en atelier. Puis l'instrument est mis à sa place définitive et un spécialiste se penche alors sur chaque jeu, sur chaque canal dont il « façonne » les éléments, un à un. Ce travail exige de solides connaissances musicales, une oreille exercée, et une formation d'ingénieur électronicien hautement qualifié, car les phénomènes mis en jeu appartiennent à des régions de l'électronique moderne qui sortent du cadre des simples connaissances usuelles.

Tous les jeux de l'orgue classique ont déjà été recréés en faisant appel à cette technique : les familles des bourdons, des flûtes, des gambes, les anches, les mixtures. Des jeux anciens, comme le Cromorne, au ton quelque peu goguenard, à l'attaque « cruchante » ont été parfaitement réussis, de même que les cornets à 5 rangs qui passent pour être d'une facture difficile.

Un certain nombre d'exemplaires de ces grandes orgues sont déjà en service. Citons par exemple l'orgue de 25 jeux, à deux claviers et pédalier, de l'église St-Aspais à Melun, celui de 25 jeux également, de l'église St-Pierre de Boulogne-sur-Mer, celui de 35 jeux, à 3 claviers et pédalier de la cathédrale de Dakar, etc.

Il existe, suivant la même formule, des petites orgues classiques de 9 jeux destinées à remplacer, partout, ces instruments désuets

que sont devenus les harmoniums. Ces « positifs » de dimensions réduites mais d'une assez grande ampleur sonore sont produits en petite série.

### Les carillons électroniques

On serait tenté d'inscrire les carillons électroniques en marge des instruments de musique. Et cependant ces jeux de cloches, accordés suivant une gamme chromatique de plusieurs octaves, et qui permettent l'exécution de phrases musicales au moyen d'un clavier, ont leur place dans la musique instrumentale. Aux U.S.A., Schielmerich, et, en France, Constant Martin, ont vulgarisé dans presque tous les pays du monde l'emploi de leurs carillons électroniques.

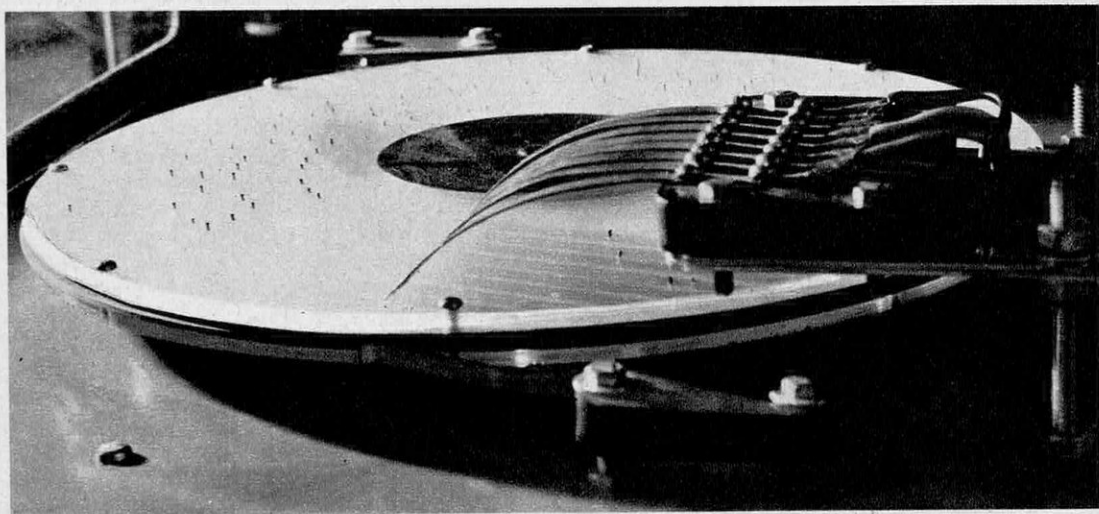
La cloche électronique Constant Martin fut inventée avant 1939 et commercialisée en 1945. Elle est basée sur l'emploi d'une verge vibrante en acier spécial traité, de forme très particulière, heurtée par un marteau et associée à un dispositif électromagnétique suivi d'amplificateurs et de puissants « diffuseurs-cloches ». Pour arriver au son exact de la cloche de bronze à partir d'une seule verge d'acier, on a choisi une tige fine et longue dont la vibration fondamentale est inaudible, elle est façonnée à la main de façon à en aligner les « partiels » suivant un schéma bien déterminé. Ce modelage aboutit à la création de sons « vivants » tout à fait comparables à ceux des cloches traditionnelles.

La cloche électronique Schielmerich, inventée aux U.S.A. par Jacob T. Kunz en

1951, et perfectionnée par la Sté Schielmerich, utilise deux fortes tiges rectilignes de bronze de longueurs différentes associées à un dispositif électrostatique pour engendrer des vibrations qui ont une certaine parenté avec celles des cloches. Les partiels typiques de la cloche sont obtenus, ici, par une sorte de synthèse, les vibrations de la première tige venant se combiner aux vibrations de la seconde. Les carillons Schielmerich, très répandus aux U.S.A. ont été installés sur de nombreux édifices publics, et sont utilisés pour donner de véritables concerts, en plein air. Les carillons Constant Martin sont construits en France, en Angleterre, en Espagne et exportés. Il en existe, à Calais, à Madrid, à Pampelune, à Bilbao, à Séville, à Fort-de-France, à Bouaké (Côte d'Ivoire), à Lima (Pérou), à Buenos Aires (Argentine), etc.

Les carillons électroniques viennent ranimer une vieille tradition qui semblait sur le point de s'éteindre. Mais si les cloches nouvelles prennent partout la relève des cloches anciennes, elles vont encore plus loin que leurs aînées en pénétrant dans les régions les plus avancées de notre monde moderne. Les stations de radiodiffusion, les aéroports, les ont adoptées. Sur les antennes de la Radiodiffusion espagnole, sur celles de la station Europe n° 1 pour donner l'heure exacte, à l'aérogare d'Orly et à l'aéroport du Bourget pour annoncer tous les envols et les arrivées des avions, ce sont des carillons électroniques qui sonnent sans cesse.

Constant MARTIN



**PLATEAU A PICOTS** pour carillon électronique. Ce plateau, qui rappelle les cylindres à picots des dessous de plats à musique, joue des airs automatiques qui peuvent aller du simple angelus à l'Ave Maria. En général, chaque cloche électronique est associée à une série de plateaux de ce genre réunis dans un meuble.

# la machine électronique compositeur et orchestre

**P**PLUS encore que la science, l'art est lié à la société dans laquelle il fleurit.

Aussi est-il concevable que l'« art des sons », si nous définissons ainsi la musique, soit de plus en plus envahi par la machine et reflète dans son évolution les tendances d'une société où le progrès technique est le plus grand facteur d'évolution social.

Composer, c'est assembler des éléments sonores en une forme originale qui doit émouvoir l'auditeur à qui la composition est destinée. Or, l'avènement de la radio et du disque a modifié la structure du domaine musical. La musique n'est plus faite, comme au XVIII<sup>e</sup> siècle, pour être jouée pour quelques amateurs, mais pour être entendue par un large public. Le compositeur est désormais plus étroitement lié avec son public qu'il ne l'était du temps de Mozart ou Bach. Il doit en prendre conscience s'il se veut accessible à la société qui l'entoure.

La musique dite « classique » jetait un certain nombre d'interdits sur ce qu'elle qualifiait à priori de « mauvaises formes », par toute une série de règles arbitraires. C'est à l'intérieur de ce champ restreint que se manifestait le style personnel de tel ou tel compositeur.

Les musiciens modernes rejettent l'ensemble de ces interdictions et prétendent se référer seulement au « plaisir » de l'auditeur, terme pris naturellement au sens le plus large. C'est ici qu'intervient tout naturellement la théorie de l'information, qui apporte à la psychologie une « mesure de la forme ». L'ensemble des éléments transportés par un message est considéré par la théorie de l'information comme une quantité dont elle fournit une mesure. Cette mesure est l'*originalité*, l'inattendu de l'assemblage des éléments qui parviennent au récepteur; s'il s'agit d'objets sonores, le message est la composition, la forme que l'auditeur doit

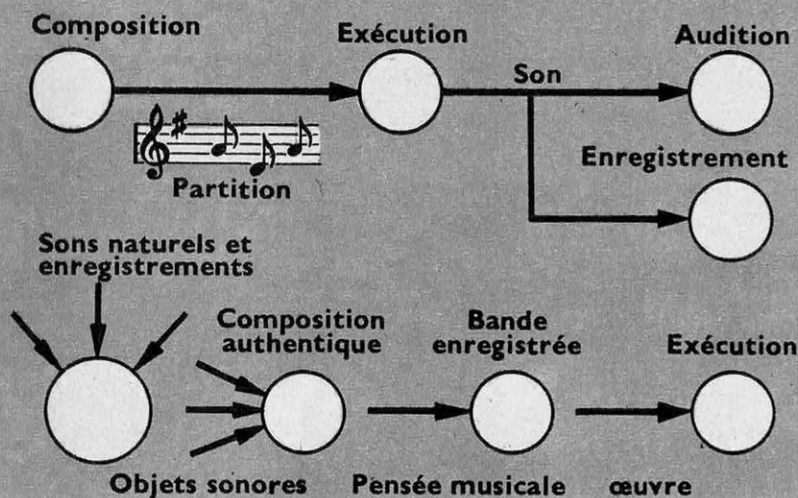
appréhender. La complexité de la forme varie comme l'originalité de l'assemblage des éléments qui la constituent, mais l'*intelligibilité*, la facilité d'appréhension d'une forme varie en sens inverse de cette complexité. On sait donc à la fois mesurer ce que le message du compositeur apporte de nouveau à l'esprit de l'auditeur, et en même temps la plus ou moins grande difficulté qu'aura cet auditeur à l'appréhender. Certes on n'en est dans ce domaine qu'au début, mais on conçoit que le compositeur de musiques expérimentales porte le plus grand intérêt à cette opposition entre ordre et désordre que propose la théorie de l'information.

## Ordre et désordre en musique

Le problème de la composition est ainsi ramené à l'étude des différentes règles qui permettent d'agir sur l'équilibre entre ordre et désordre, entre intelligibilité et nouveauté dans le message construit par le compositeur. Il y a plus d'« information » dans une symphonie d'une heure que dans un rondeau de cinq minutes, car il y a un plus grand débit de signes, mais surtout la façon dont les signes sont combinés présente une plus grande variété. Un morceau de musique qui serait constitué uniquement de deux notes indéfiniment répétées, laisserait très vite l'auditeur, car, tout en convoyant un très grand nombre de signes, il manquerait totalement d'originalité; le message serait intelligible, mais totalement dénué d'intérêt. A l'autre extrême, l'assemblage de notes hétéroclites constituerait un message d'extrême originalité, chaque note inattendue apportant du nouveau à l'auditeur; mais celui-ci serait submergé par cette avalanche d'originalité sans frein, le message se rapprocherait pour lui d'un bruit et lui paraîtrait inintelligible, la



Le chef d'orchestre, sur cette photographie, est seulement décoratif et symbolique; aucun musicien ne suit sa baguette. L'orchestre est ici un ordinateur IBM 7090 installé dans les laboratoires de la Bell Telephone. La machine électronique joue uniquement d'après le « programme » qui lui a été imposé, matérialisé sur cartes perforées. Elle construit les complexes sonores en combinant les éléments qu'elle puise conformément aux ordres successifs parmi les innombrables données stockées numériquement au préalable sur les bandes magnétiques de sa « mémoire ».



## Musique «traditionnelle» et sur bande

L'acte de composition traditionnel est suivi de l'exécution liée à l'audition directe et éventuellement à l'enregistrement de l'œuvre. Au contraire, l'acte de composition de la musique sur bande (musique concrète entre autres) repose sur une suite de processus isolés : collecte de sons divers, assemblage au studio sur bande, cette bande représentant l'œuvre, et enfin exécution ; l'enregistrement précède ici l'exécution.

forme composée y étant inexistante. Le rôle du compositeur est de réaliser cet équilibre entre ordre et désordre.

De nombreux essais poursuivis par les spécialistes ont montré que le plaisir musical comporte toujours deux aspects, l'un plus *sensuel*, l'autre plus *intellectuel* ; l'un rattaché à la reconnaissance de symboles explicites, ce qui, dans la musique traditionnelle correspond plus ou moins à la partition ; l'autre rattaché à la perception du jeu, du son fluctuant autour d'un idéal théorique résultant de notre éducation.

En bref, l'audition de la musique correspond à deux aspects simultanés du message sonore.

Le premier et le plus important pour la composition, est le message *sémantique* normalisé et universel, la reconnaissance de la position d'une note dans une gamme, la perception de ses rapports avec celles qui la précèdent et qui la suivent comme éléments d'un système. La mélodie est essentiellement

construite avec ce genre d'éléments et l'un des plaisirs de la musique est la complétion par l'auditeur de la forme mélodique, l'anticipation délicate de ce qui va suivre à partir de ce qui précède, la sensation de maîtrise et donc de plénitude qu'elle procure, le plaisir de l'intelligible.

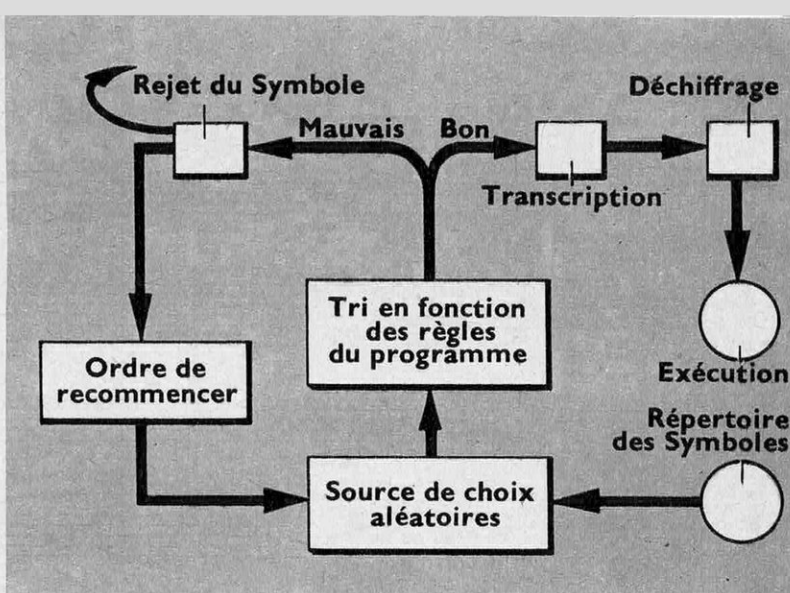
L'autre type de message, au contraire, tient précisément aux écarts permanents, aux variations aléatoires très peu prévisibles que subit le signal sonore dans ses dimensions : timbre, hauteur, niveau, durée. Par rapport au schéma normalisé que lui présentait le message sémantique précédent, l'auditeur reconnaît la forme à travers ces variations, mais son attente subit toujours de petites déceptions, est toujours renouvelée dans une sorte de jeu sensuel d'une grande subtilité ; c'est ce que nous appellerons le message *esthétique*.

La question s'est alors posée à tous les compositeurs modernes de savoir quelle était la *part de hasard* tolérable dans la musique.



## Principe de la composition à la machine

La machine électronique schématisée simule les opérations qu'effectue un compositeur. Dans un répertoire de signes musicaux — notes, durées, etc. — elle puise au hasard. Elle examine ensuite si le signe choisi répond ou non à un ensemble de règles (programme) qui définit le style musical. Si oui, le signe est accepté, imprimé, puis déchiffré en notation musicale ordinaire. Si non, la machine le rejette et recommence avec un autre.



## Le hasard et la composition

A cet égard, les expériences les plus spectaculaires sont celles de Xenakis, qui s'est demandé quel était le minimum d'ordre qu'il fallait introduire dans un assemblage de phénomènes sonores pour qu'un système paraisse réellement « composé ».

Pour cela, il a réalisé des assemblages aléatoires de phénomènes sonores définis, soit par leur hauteur, soit par leur timbre, soit par leur intensité, en veillant simplement à les répartir dans le temps avec des densités moyennes déterminées et en réalisant des fluctuations autour de cette densité selon les lois du hasard. C'est la « composition minimum », dont la réalisation est d'ailleurs extrêmement laborieuse. L'auditeur perçoit alors des structures changeantes et peut suivre, en tous cas écouter le message qui lui est proposé, bien qu'il n'établisse aucune distinction précise entre ses différentes parties. Le morceau n'est défini pour lui que par sa

technique de composition, non par les événements particuliers qui s'y rencontrent. On peut en déduire que le message musical traditionnel était beaucoup plus fortement structuré qu'il n'était strictement nécessaire pour qu'il s'impose comme une forme définie. En bref, c'était un message sémantiquement très *organisé*, d'une complexité plus réduite qu'on ne l'imaginait. Ceci avait été déjà ressenti intuitivement par de nombreux compositeurs traditionnels, et l'emploi systématique du jeu de hasard dans la composition musicale remonte aux sources les plus respectables.

Si on laisse de côté la méthode de composition I. Ching pratiquée par les Chinois il y a déjà plus de mille ans et qui revenait à jouer aux dés les premiers éléments d'une phrase mélodique, il est légitime de les faire remonter à la notation musicale chiffrée, imaginée par Jean-Jacques Rousseau, et aux « Würfelspiele », ces jeux de dés musicaux qui ont eu le patronage de Mozart avec sa méthode pour composer des valse; un système de numéros, tirés au hasard avec ces dés, déterminait l'assemblage de mesures préparées à l'avance par le compositeur pour donner une valse plus ou moins originale.

L'observation des règles aléatoires représente un travail considérable dont il est naturel que l'on charge aujourd'hui les machines électroniques. C'est, par exemple, le processus qu'a adopté le groupe de musique électronique de Paris sous la direction de Barbaud et Blanchard dans le cadre de la musique sérielle (la musique dodécaphonique, qui divise la gamme en douze parties égales, représente un système où il est particulièrement facile de symboliser numériquement les notes).

## ← Une composition au jeu de dés

Cette petite pièce sans prétention a été obtenue par Pierce et Shannon de la Bell Telephone en déterminant les accords successifs (sur les six premiers degrés de la gamme de do) par le jet de trois dés. Ils s'imposaient à priori que les cinquième et sixième mesures répèteraient les première et deuxième, pour donner du « corps » à la composition, que les premier, seizième et trente-deuxième accords seraient sur la tonique et les quinzième et trente-et-unième sur le quatrième ou cinquième degré. Le résultat, sans grande valeur musicale, n'est pas désagréable à l'oreille. On peut d'ailleurs jouer le morceau aussi bien de gauche à droite que de droite à gauche, ou encore en retournant la musique le haut en bas.

## Coda

160

180

Le système de composition imaginé par Barbaud et Blanchard consiste à poser une « série » initiale de notes disposées dans un tableau suivant un ordre choisi arbitrairement avec quelques règles d'exclusion simples (non répétition, par exemple) bien connues des compositeurs sériels. Le compositeur se donne en plus un « algorithme », c'est-à-dire une règle de permutation décidant dans quel ordre et comment les différentes cases du tableau initial doivent être permutées pour construire un second tableau, puis à partir de celui-ci un troisième, etc. jusqu'à ce que, par des règles inhérentes au système de permutation choisi, il puisse retomber sur le tableau initial, fermant ainsi le cycle de sa composition.

Ces opérations sont extrêmement laborieuses pour peu que l'algorithme choisi soit un peu compliqué, mais c'est ici que la machine électronique peut intervenir pour réaliser ces combinaisons dont la complexité échappe aux capacités de l'esprit humain. Sans se tromper, infatigablement et au rythme

de dizaines de partitions à l'heure, la machine suivra méthodiquement les algorithmes les plus compliqués, pour fournir des compositions souvent longues, exprimées en symboles numériques de notes qu'il suffira de retraduire et d'orchestrer pour les utiliser. De telles compositions ont été utilisées comme musique de films et certaines de ces œuvres algorithmiques ont une valeur suffisante pour être interprétées à la radio et enregistrées sur disques commerciaux.

Dans cette opération, le compositeur est responsable du produit de la machine puisque c'est lui qui lui fournit ses éléments de travail, série initiale et structure algorithmique; la machine n'est qu'une sorte d'amplificateur passif de la complexité.

### La composition à la machine

Il est tentant d'essayer de faire simuler par la machine les opérations créatrices du cerveau humain au lieu de lui demander simplement un relais de ses capacités. Ce fut

## - Une composition fournie par un ordinateur électronique

Ce sont les premières et dernières mesures de la Coda de la Suite Illiac pour Quatuor à Cordes obtenue à titre expérimental par Isaacson et Hiller en 1955 à l'aide du calculateur numérique à grande vitesse Illiac de l'université d'Illinois. La machine engendre des nombres aléatoires représentant des notes ou des intervalles et opère parmi eux une sélection d'après le programme qui lui est fixé. La composition en sort sous forme de bande perforée qu'il reste à transcrire suivant la notation musicale habituelle. (Reproduit avec l'autorisation de Theodore Presser Co, Bryn Mawr, Pennsylvania, U.S.A.)

L'idée originale des machines à composer de la musique telles que Hiller et Isaacson en ont réalisé aux États-Unis. Ils ont cherché un mécanisme élémentaire de la composition musicale en analysant l'acte de composition : le compositeur est celui qui met, les uns au bout des autres, des signes noirs ou blancs appelés notes sur une portée symbolique en respectant certaines règles de combinaisons. L'ensemble de ces règles de combinaisons définit le style musical, classique ou moderne, exotique ou occidental, populaire ou sophistiqué.

Si donc on a symbolisé les notes de la musique d'une façon convenable dans le langage de la machine, on fera extraire par celle-ci, strictement au hasard, des symboles d'un répertoire dans lequel ils sont entassés, comme le seraient des caractères d'imprimerie dans un sac, puis, et *c'est là l'opération essentielle*, une autre partie de la machine triera chaque note successivement selon qu'elle est conforme ou non à l'ensemble des règles qui régissent la composition dans un style donné, et qui sont enregistrées dans un programme. Si la note satisfait à ces règles, elle sera acceptée, imprimée à la sortie de la machine, puis transcrite dans la notation musicale habituelle. Si, au contraire, elle n'y satisfait pas, elle sera effacée et en même temps ordre sera donné à l'entrée de la machine de recommencer la même opération avec un autre symbole pris au hasard également, et ainsi de suite jusqu'à ce que la machine découvre un signe qui lui convienne. On conçoit que ce processus qui simule la démarche mentale du compositeur devienne de plus en plus difficile à mesure qu'on avance puisque, si la première note est toujours satisfaisante, chacune de celles qui suit doit satisfaire non seulement à des conditions relatives à la note qui la précède, mais à une série de conditions relatives à *toutes* les notes antérieures.

Cette démarche laborieuse est extrêmement fastidieuse, mais ce qui précisément caractérise les ordinateurs électriques, c'est leur prodigieuse rapidité d'exécution et leur attention sans cesse égale à elle-même. On conçoit que, pour une machine effectuant 30 000 opérations à la seconde, ce soit détail négligeable que d'effectuer quelques centaines d'opérations de trop pour examiner (stupidement) la validité de démarches que l'esprit humain aurait rejetées au moment même où il les concevait.

En réalité, ce qui est difficile, ce n'est pas de faire fonctionner la machine, c'est de la préparer à sa fonction, c'est-à-dire de la « programmer ».

C'est là qu'interviendra l'opérateur qui devra introduire les règles dans la machine et par là-même les approfondir et les détailler d'une façon originale, en saisissant les moindres incidences et ainsi se livrer à une étude de musicologie expérimentale qui renouvelle entièrement cette science; c'est là le vrai profit de l'opération, et c'est à ce titre qu'il faut juger la validité de ces expériences.

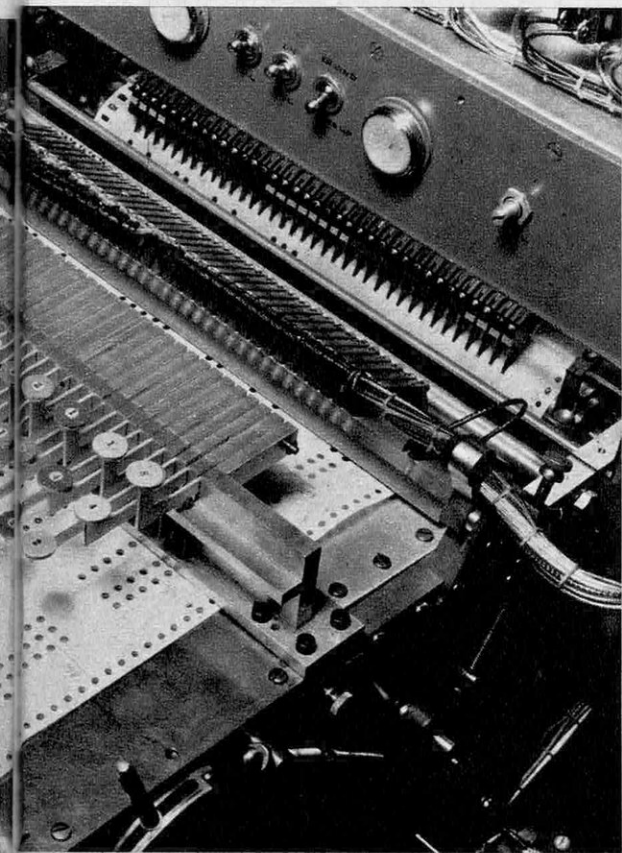
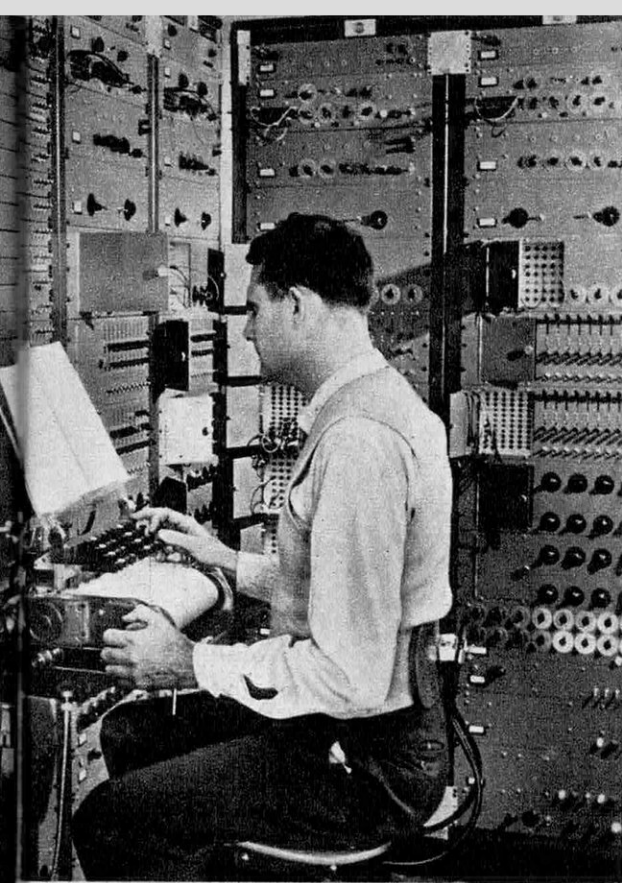
### La machine-orchestre

Ces expériences de musique mécanique ne s'appliquent jusqu'ici qu'à la musique écrite symbolisable par des notes sur une portée, et laissent entièrement de côté ce que les musiques expérimentales ou concrètes décrivent sous le nom d'*objet sonore*, toute cette structure du signal sonore réel qui est liée si directement à la sensualité du plaisir musical. Dès qu'on eut dégagé les caractères intrinsèques de ces phénomènes tels que s'efforce de les définir le solfège concret : sons transitoires, sons vibrés, sons granuleux, sons réverbérés, etc. et que la musique concrète eut montré la possibilité de les assembler en une séquence conforme à une pensée musicale, une autre méthode de réalisation de la musique parut possible, dans laquelle la machine électronique, au lieu de prendre la place du compositeur traditionnel, se situait plus modestement à celle de *l'orchestre*.

Au lieu d'avoir recours à des instruments, « machines à faire des notes » spécialisées mais primitives, on pouvait recourir d'emblée à une machine capable de faire les objets sonores les plus généraux en les synthétisant de toutes pièces.

Le synthétiseur électronique joue ce rôle d'orchestre artificiel. D'un son pur indéfini, fabriqué par des oscillateurs, il découpe une certaine tranche de durée; il le pourvoit d'harmoniques bien choisis, en quantité convenable, lui donne une « attaque » spécifique, une extinction, un vibrato, le transpose dans





une octave particulière, etc. Le même processus sera repris pour la note suivante et éventuellement pour plusieurs notes simultanées, convenablement superposées pour réaliser un accord. L'ensemble de toutes ces notes est assemblé selon un programme global, matérialisé par une bande perforée qui joue le rôle de partition.

Pour un tel orchestre artificiel, la partition peut être faite par un compositeur réel : elle peut aussi provenir d'une autre machine, de sorte qu'au bout de ce processus on aura totalement supprimé l'intervention humaine dans la création du phénomène musical. Il y a là une redoutable perspective sur laquelle il convient de réfléchir.

### Un nouvel art des sons

Le message sonore ainsi réalisé mériterait au plus haut point le nom de musique mécanique et l'on imagine, pour compléter la chaîne, qu'il ne reste plus qu'à faire entendre ce message mécanique par un auditeur également artificiel. Certes il s'agit là d'un jeu humoristique, mais il est amusant de remarquer que si l'auditeur artificiel ne peut manifestement être destiné à remplacer l'auditeur naturel, là encore le progrès scientifique possède un certain humour, car cet auditeur artificiel, tel qu'on le conçoit dans les laboratoires de psychologie, aurait pour rôle, parfaitement raisonnable, de servir de *modèle analogique* de l'auditeur tout court, de ce monstre étrange et inconnu qu'est le public qui ne perçoit les structures musicales qu'en fonction d'un très grand nombre de facteurs sociaux, culturels, éducatifs, ethniques, etc. presque tous inconnus, et que ce serait précisément le rôle d'un tel modèle d'étudier.

Musiques expérimentales, musique concrète, musique algorithmique, compositions à la machine et orchestres artificiels ne sont en eux-mêmes que des aspects du développement d'un art des sons qui marque une rupture par rapport à la musique que nous avons connue. Les machines à musique n'ont pas pour rôle de suppléer l'artiste qui reste la source même de la création, mais elles définissent un nouveau style et un nouveau mode de création.

La position de l'artiste devant son œuvre est changée : au lieu de créer l'œuvre, il crée l'idée originale et confie à la machine le soin d'actualiser cette idée selon les normes qu'il fournit. Il y a là un prodigieux développement en perspective dans lequel la musique apparaît comme le plus progressiste des arts.

Abraham MOLES

# LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE

24, Rue Chauchat, Paris 9<sup>e</sup> - Tél. TAI 72 86

## MUSIQUE — AMPLIFICATION ENREGISTREMENT

**ENCYCLOPÉDIE DE LA MUSIQUE.** 278 spécialistes français et étrangers sous la direction de **François Michel** assisté de **Vladimir Fédorov**, Vice-Président de l'Association Internationale des Bibliothèques Musicales et **François Lesure**, Secrétaire Central du Répertoire International des Sources Musicales. — L'Encyclopédie de la Musique d'une conception entièrement neuve, est le véritable dictionnaire encyclopédique indispensable au musicien professionnel comme à l'amateur de musique : mélomane averti ou non, discophile, auditeur de la radio, etc. Ils y trouveront rassemblés et rédigés par les plus hautes compétences françaises et étrangères toutes les données et tous les renseignements qu'ils peuvent désirer connaître : Guide pratique du monde musical contemporain précédé d'un livre d'or. Tableau de chronologie comparée situant les événements musicaux dans leur contexte historique. 22 000 articles : compositeurs, musicologues, interprètes, avec biographies, œuvres, bibliographie, etc. Les formes musicales, les techniques illustrées de nombreux exemples musicaux. Les instruments de musique dans toutes les civilisations (historique, organologie, lutherie, répertoires). Histoire de la musique dans les différents pays (Antiquité, folklore, musique savante, instruments, etc.). Trois volumes 19 x 26, reliés pleine toile. 2 468 p. 1 620 illustr. en noir et en couleurs. 1958 à 1961. Les 3 volumes ensemble ..... NF 210,00

**LAROUSSE DE LA MUSIQUE.** — Un dictionnaire encyclopédique. Cet ouvrage en deux volumes, œuvre française et entièrement originale, a été réalisé par 140 spécialistes sous la direction de **Norbert Dufourcq**, Professeur d'Histoire de la Musique au Conservatoire national supérieur de Musique, Président de la Société française de Musicologie, avec la collaboration de **Félix Raugel**, Vice-président de la Société française de Musicologie et **Armand Machabey**, Docteur ès Lettres. Par le texte : Ses 12 000 articles, classés en ordre alphabétique, fournissent aux mélomanes la plus large documentation (formes musicales, œuvres, biographies, histoire de la musique, langage technique, instruments, etc.) éventuellement complétée par des renvois à trois importantes annexes : analyse thématique des grandes œuvres, bibliographie, discographie. Par l'image : Une très importante illustration rend sa consultation agréable et place sous les yeux du lecteur une masse de documents souvent inédits qui contribuent à la compréhension du texte : exemples musicaux, reproductions de partitions originales, portraits, tableaux, coupes ou croquis d'instruments, cartes qui permettent de mieux saisir la biographie itinérante d'un artiste, la genèse d'une forme, l'influence d'un style, etc. Deux volumes 20 x 27. 1 270 p. 1 100 illustr. 48 planches hors-texte dont 24 en couleurs. Reliés. 1960... NF 118,00

**HISTOIRE DE LA MUSIQUE.** (Encyclopédie de la Pléiade). Sous la direction de **Roland Manuel**. — Tome I : **Des origines à Jean-Sébastien Bach.** Éléments et genèse (notions d'acoustique, la voix humaine, genèse des instruments de musique, la vie antérieure). La musique dans les civilisations non européennes. La musique dans l'Ancien Orient. La musique dans l'Antiquité classique. La musique dans le monde musulman. La musique dans le monde chrétien. La musique au Moyen Âge. Renaissance, Réforme et Contre-Réforme. L'ère du style concernant (Italie, France, Espagne, Pays-Bas, Angleterre, Allemagne) J.-S. Bach. 2 260 p. 11 x 17, sur papier bible. Relié pleine peau. 1960..... NF 54,50

**HISTOIRE ILLUSTRÉE DE LA MUSIQUE.** Pincherle M. — Des origines à l'âge préclassique. L'âge préclassique.

De Bach à Mozart. Le 19<sup>e</sup> siècle. L'époque contemporaine. 224 p. 24 x 31. Nbr. fig. et illustr. 40 planches en couleurs. Relié. 1959..... NF 54,00

**HISTOIRE DE LA MUSIQUE.** Nef Ch. (2<sup>e</sup> édition française augmentée de nombreux exemples, par Rokseth Y.). — **Musique homophone** : L'antiquité. L'ère chrétienne. **Musique polyphonique** : L'ars antiqua et l'ars nova. Le XVI<sup>e</sup> siècle. Le XVII<sup>e</sup> siècle. Le XVIII<sup>e</sup> siècle. Le XIX<sup>e</sup> siècle. Tendances présentes de la musique. Index des noms (compositeurs et musicologues). 400 p. 14 x 23. 145 exemples musicaux. 1961 ..... NF 13,00

**DICTIONNAIRE ILLUSTRÉ DES MUSICIENS FRANÇAIS.** — Un dictionnaire des principaux compositeurs français, des origines à nos jours. Une abondante illustration reproduisant les portraits de nombreux musiciens avec documents, etc. 384 p. 13,5 x 16. 1961 ..... NF 7,80

**DICTIONNAIRE CRITIQUE DE LA MUSIQUE ANCIENNE ET MODERNE.** Cœuroy A. — Un nombre maximum d'informations précieuses et sur les œuvres et sur les auteurs. 414 p. 14 x 23. 1956. ... NF 16,00

**40 000 ANS DE MUSIQUE.** L'homme à la découverte de la musique. Chailley J. — A la recherche d'un passé. A la recherche d'une musique sacrée. A la recherche d'une musique profane. A la recherche des vedettes. 326 p. 13,5 x 21. 16 illustr. et de nombreux exemples musicaux. 45 illustr. hors-texte. Cartonné. 1961 ..... NF 16,50

**LA DISCOTHÈQUE IDÉALE.** de Nys C. — **Musique sacrée** : Les sources. Les rites chrétiens orientaux. Les rites occidentaux : le chant grégorien. La polyphonie « a cappella » ou avec basse d'orgue. La musique concertante. Le chant religieux populaire. La musique sacrée autochtone extra-européenne. La musique sacrée au concert. **Musique profane** : Les instruments solistes. Musique de chambre. Le concerto. Les œuvres pour orchestre. Musique lyrique. Musique vocale. 470 p. 12,5 x 18. Cartonné. 1960 NF 16,90

**HISTOIRE DU VRAI JAZZ.** Panassié H. — Origines du jazz. Naissance du jazz à la New OrLéans. Où l'on voit le jazz grandir. Chicago. Louis Armstrong. Harlem. Duke Ellington. Les années 1930-1936. La période swing. Le Be-bop n'est pas du jazz. Renaissance Nouvelle-OrLéans. Le jazz en France. Le jazz des années 1950. 236 p. 14 x 19. 1959..... NF 8,50

**DISCOGRAPHIE CRITIQUE DES MEILLEURS DISQUES DE JAZZ.** Panassié H. — Des milliers de disques de jazz ont vu le jour depuis que le jazz est jazz. Comment s'y retrouver dans cette masse où vrai jazz et pseudo-jazz se côtoient ? Un seul homme en France pouvait prétendre mener cette tâche à bien : Hugues Panassié, qui, depuis près de trente ans, consacre tous ses soins au jazz enregistré. On trouvera dans cet ouvrage la liste de tous les enregistrements de jazz authentique et de valeur parus à ce jour ; on y trouvera aussi tous les renseignements que l'on peut espérer : date, genre, interprètes, solistes, qualité, technique de l'enregistrement, etc. Présenté avec clarté et précision, rédigé avec une compétence jamais en défaut, ce livre est indispensable à tout véritable amateur de jazz. 624 p. 14 x 20. 1958 ..... NF 27,00

**DICTIONNAIRE DU JAZZ.** Panassié H. et Gautier M. 366 p. 13,5 x 19,5. 1954 ..... NF 16,00

**COLLECTION « QUE SAIS-JE ? »** — Le point des connaissances actuelles. — Collection dirigée par Paul Angoulvent. — Des mises au point claires, précises, actuelles de toutes les grandes questions. — L'Encyclopédie de l'homme moderne. Chaque vol. 11,5 x 18 ... NF 2,50

- Nos  
 478 Les formes de la musique (A. Hodeir)  
 514 La notation musicale (A. Machabey)  
 495 L'orchestre (L. Aubert et M. Landowski)  
 288 Le chant choral (F. Raugel)  
 412 La mélodie et le lied (E. Reuter)  
 278 L'opéra et l'opéra-comique (R. Dumesnil)  
 276 L'orgue (N. Dufourcq)  
 331 Le clavecin (N. Dufourcq)  
 263 Le piano (P. Locard)  
 272 Les instruments du quatuor (M. Pincherle)  
 40 Histoire de la musique (B. Champigneulle)  
 931 La musique française du Moyen Age et de la Renaissance (B. Gagnepain)  
 878 La musique française classique (J.-F. Paillard)  
 517 La musique française contemporaine (Cl. Rostand)  
 631 La musique étrangère contemporaine (A. Hodeir)  
 894 La musique allemande (Cl. Rostand)  
 823 La musique espagnole (J. Subira)  
 816 La musique hongroise (V. Vigüé et J. Gergely)

## ACOUSTIQUE

**LES DÉCIBELS.** Chrétien L. — Table universelle à 3 décimales. Comment les utiliser, les calculer. Tableau des « Phones ». Graduation des appareils de mesures. 37 p. 15 x 24, 4 fig. 1952 ..... NF 4,50

**ÉLECTROACOUSTIQUE** (Coll. A. C. n° 347). Rouard P. — Ondes acoustiques. Systèmes à constantes localisées. Généralisation de la notion d'impédance. Systèmes à constantes réparties. Étude générale de la propagation des ondes. Notion d'impédance intrinsèque (ou caractéristique). Application de la notion d'impédance à l'étude de la réflexion et de la réfraction des ondes acoustiques planes monochromatiques en incidence normale et à la propagation des ondes planes dans les tuyaux. Propagation des ondes acoustiques dans les pavillons. Microphones. Étude de quelques microphones usuels. Rayonnement des ondes acoustiques. Haut-parleurs. 224 p. 11 x 17. 71 fig. 1960 ..... NF 5,70

**THÉORIE ET PRATIQUE DE L'ÉLECTROACOUSTIQUE.** Korn T. S. — Analyse électroacoustique. Caractéristiques de l'oreille humaine, de la musique et de la parole. La technique sonore. Microphones. Haut-parleurs. Acoustique d'auditorium. L'enregistrement du son. Acoustique médicale. Mesures électroacoustiques. 203 p. 14,5 x 21,5, 102 fig., 1953 ..... NF 5,70

**LE PROJET ACOUSTIQUE EN ARCHITECTURE.** Knudsen V. O. et Harris C. M. — Traduit et adapté de l'américain par Cadiergues R. et Moles A. — Propriétés du son. L'audition. La parole et la musique. Réflexion et diffraction du son dans les salles. Les théâtres en plein air. Les matériaux absorbants. Dispositifs acoustiques spéciaux. Principes de l'acoustique des salles. Projet acoustique des salles. Contrôle du bruit. Réduction des bruits aériens, des bruits d'impact. Acoustique des installations à air pulsé. Les systèmes amplificateurs. Les auditoriums. Écoles. Bâtiments commerciaux et publics. Habitations et hôtels. Édifices religieux. Studios d'enregistrement. 376 p. 16 x 25, 188 fig., relié toile, sous jaquette. 1957 ..... NF 42,00

**L'ACOUSTIQUE DANS LES BATIMENTS.** Théorie et applications. Conturie L. — Généralités. Acoustique des salles suivant les vues géométriques. Matériaux absorbants. Acoustique ondulatoire. La protection contre les bruits. Propagation des bruits. Pratique de l'isolement phonique. Sonorisation. 384 p. 17 x 24. 212 fig. 4 abaques. 22 planches. 1955 ..... NF 19,00

## AMPLIFICATION

**BASSE FRÉQUENCE ET HAUTE FIDÉLITÉ.** Brault R. — Notions d'acoustique. Notions sur la théorie atomique. Rappel de quelques notions d'électrécité. Notions : sur les tubes électroniques, sur les transistors. Réaction et contre-réaction. Étude du circuit à charge cathodique et du circuit ultra-linéaire. Systèmes de déphaseurs. Commandes de tonalité. Transformateurs B.F. Les haut-parleurs. Baffles et enceintes acoustiques. Les pick-up. L'alimentation des amplificateurs B.F. Étude d'un amplificateur à haute fidélité. Les préamplificateurs. Mesures à faire sur les amplificateurs. Versions commerciales et amateurs d'ampli-Hi-Fi. Notions sur les magnétophones. Stéréophonie. Écoute A.M. et F.M. en Hi-Fi. Matériel pour haute fidélité : H.P., P.U., transfo de sortie, tubes, disques, etc. 700 p. 14,5 x 21. 450 schémas. Relié toile. 1960 ..... NF 40,00

**AMPLIFICATION BASSE FRÉQUENCE.** (BB. Technique Philips). Voorhoeve N.A.J. — Principes. Tubes amplificateurs. La préamplification. Amplification de sortie. La réaction. Adaptation, réglages et limitations. Pièces détachées. Tubes redresseurs et redresseurs secs. Blocs d'alimentation. Quelques principes d'acoustique et leurs applications dans la technique des installations sonores. Transducteurs d'entrée. Appareils reproducteurs. Aspects généraux de l'amplification B.F. Amplificateurs et systèmes d'amplification. Systèmes de distribution de radio. Les mesures dans les installations sonores. Index bibliographique. Table analytique. 516 p. 16 x 25. 475 fig. Relié toile, sous jaquette. 1955 ..... NF 46,00

**THÉORIE ET PRATIQUE DE L'AMPLIFICATION B.F.** Besson R. — Le tube électronique: Tube diode. Tube triode. Tube à grille écran ou tétode. Tube pentode. Les tubes de puissance. L'amplification à basse fréquence. Amplification : de tension, de puissance, amplification symétrique ou push-pull. Caractéristiques des transformations de sortie. Le déphasage. La polarisation. La contre-réaction. Détermination d'une gamme d'amplificateurs: Les sources d'alimentation. Le filtrage. Caractéristiques des entrées et des sorties d'un amplificateur. Les étages d'un préamplificateur. Les étages de puissance. Les circuits de contrôle. Réalisation d'une gamme d'amplificateurs. L'utilisation des amplificateurs: Les organes qui fournissent l'énergie modulée à l'amplificateur, qui utilisent l'énergie produite par l'amplificateur. Utilisation de la puissance fournie par l'amplificateur. 236 p. 13,5 x 21. 230 fig. et nbr. tableaux. 2<sup>e</sup> édition. 1959 ..... NF 13,50

**SCHEMAS D'AMPLIFICATEURS BASSE FRÉQUENCE.** Besson R. — 14 schémas d'amplificateurs de 2 à 40 watts avec description détaillée des accessoires et particularités de chaque montage. 48 p. 27 x 21. 61 figures et schémas. 1958 ..... NF 5,40

**SCHEMAS D'AMPLIFICATEURS B. F. A TRANSISTORS.** Besson R. — Amplificateurs pour radio, pick-up, prothèse auditive, classes A et B, de 1 mW à 4 W. Préamplificateurs et amplificateurs à haute fidélité. Interphone, magnétophone, flash électronique, compteur de Geiger-Muller, appareils de mesure. 32 p. 27 x 21. 40 fig. et schémas. 1958 ..... NF 4,50

**LES SECRETS DE L'AMPLIFICATION A HAUTE FIDÉLITÉ.** Conception. Réalisation. Mesures. Traduction et adaptation de Dolhem et Jouanneau E. — Filtrage correcteurs. Circuits séparateurs. Haut-parleurs multiples. Schémas d'amplificateurs à un et plusieurs canaux. Mesures d'impédance, de phase et de distorsion. 128 p. 16 x 24. 97 fig. 1957 ..... NF 6,00

**LES AMPLIFICATEURS A COURANT CONTINU ET LEURS APPLICATIONS.** L'amplification des courants de fréquence très basse ou quasi nulle. Les divers types d'amplificateurs « à courant continu » et leur réalisation. Exemples d'applications dans divers domaines de l'industrie et de la biologie. 72 pages 16 x 24. 69 fig. 1959 NF 6,00

**HI-FI. - DU MICROPHONE A L'OREILLE.** Technique de l'enregistrement et de la restitution du son. Slot G. Traduit par Clément-Jumet A. — De la feuille d'étain au microsillon. Du hertz au phonographe. Du son au disque. Lecteurs de son; explication de leur fonctionnement; propriétés. De l'aiguille au disque. Soins apportés à l'aiguille et au disque. Tourne-disques et changeurs de disques. Amplification. Haut-parleurs; fonctionnement et propriétés; problèmes d'acoustique et solutions. Haute fidélité; appréciation et mesures. Enregistrements sur ruban magnétique. La technique au service de la musique. 184 p. 14 x 22. 118 fig. 1956 ..... NF 18,00

**HAUT-PARLEURS.** Briggs G. A. Traduit de l'anglais par Lafaurie R. — L'évolution du haut-parleur. Aimants et circuits magnétiques. Bobines mobiles et diaphragmes. Systèmes de centrage. Impédance et phase. Réponse en fréquence. Qualité et distorsion. Décibel et phono. Volume sonore et watts. Rendement d'un haut-parleur et maximum de puissance admissible. Haut-parleurs pour salles de cinéma. Effets directs et déphasages. Résonances et vibrations. Baffles plans. Encintes acoustiques. Pavillons acoustiques. Transitoires. Haut-parleurs électrostatiques. Filtrés séparateurs. Contre-réaction. L'oreille et l'audition. Acoustique de la salle d'écoute. Stéréophonie. Salles de concerts. Sonorisation des écoles. Transformateurs de sortie. 356 p. 16 x 24. 221 fig. Cartonné. 1961 ..... NF 27,00

**DISQUES, HAUTE FIDÉLITÉ, STÉRÉOPHONIE.** Douriau M. — Symboles des unités utilisées. D'Edison à la haute fidélité. La haute fidélité des disques. Constitution et entretien des disques. Les tourne-disques. Les pick-up. Du pick-up à l'amplificateur. Les amplificateurs. Les haut-parleurs. La stéréophonie. 150 p. 14,5 x 21. 109 fig., photos et schémas. Cartonné. 1960 ..... NF 15,00

**TOUTE LA STÉRÉOPHONIE.** Besson R. — Principes. Le disque stéréophonique. Les pick-up stéréophoniques. Les magnétophones stéréophoniques. La prise de son stéréophonique. L'amplification basse fréquence. Les haut-parleurs en stéréophonie. La radiophonie stéréophonique. Réalisations d'amplificateurs. Modernisation des installations monophoniques. 168 p. 16 x 24. 125 figures. 1961 ..... NF 12,00

**LA PRATIQUE DE LA STÉRÉOPHONIE.** Hémarquinier P. — Les bases de la stéréophonie. Possibilités réelles et limitation. Les machines parlantes stéréo. Amplification stéréo. Les disques stéréo. Les P.U. et leur emploi. La pratique des disques stéréo. Les stéréophones. Adaptation des électrophones à la stéréo. Les magnétophones stéréo. Radiophonie, stéréophonie. Haut-parleurs et stéréo. Amplificateurs Hi-Fi stéréo. Amplificateurs simples et de bonne qualité. Un amplificateur simple. Le matériel stéréo en France. 160 p. 13,5 x 21. Figures, photos et schémas. 1959 ..... NF 8,70

## ENREGISTREMENT

**ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE DU SON.** (Théorie et pratique de l'enregistrement et de la reproduction). (Bibliothèque Technique Philips). Snel D. A. — Traduit et adapté par Piraux H. Le son fixé. Enregistre-

ment d'amateurs. Magnétisme et électricité. Introduction au processus d'aimantation. Le processus d'aimantation. Le mécanisme de l'enregistreur. Rubans et têtes. Têtes magnétiques. La bande magnétique. La partie amplificatrice. Haut-parleurs. Microphones. La pratique de l'enregistrement, de la reproduction. La machine à dicter. Stéréophonie. Sonorisation magnétique de films d'amateurs. Dérangements. Appareils professionnels. Possibilités d'application. Enseignement général et étude de musique. Divers. 220 p. 15,5 x 23,5. 162 fig. 37 photos hors-texte. Relié. 1961 ..... NF 26,00

**LA NOUVELLE PRATIQUE DES MAGNÉTOPHONES.** Construction. Mise au point. Entretien. Dépannage. Hémarquinier P. — Principes des magnétophones. Les supports magnétiques et leur emploi. Les platines mécaniques. Montage électronique des magnétophones. Montage d'une platine de machine à ruban. Réalisation d'une machine à ruban. Magnétophones types d'amateurs. L'enregistrement à quatre pistes et sa pratique. Les magnétophones pour usages spéciaux. La stéréophonie. La télécommande et le contrôle automatique des magnétophones. L'emploi des transistors et les magnétophones autonomes. Les bandes perforées et les films à pistes magnétiques et leur emploi. Le « service » des magnétophones : entretien et mise au point. Le dépannage des magnétophones. Magnétothèque : Quelques montages types. 304 p. 13,5 x 21. 179 fig. et photos. 15 tabl. 3<sup>e</sup> édit. complétée et entièrement refondue. 1961 ..... NF 18,00

**L'ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE.** Hickman R. E. B. — Histoire de l'enregistrement magnétique. Théorie de l'enregistrement magnétique. L'enregistrement magnétique type. Équipements commerciaux. Équipements français. Pratique de l'enregistrement magnétique. Maintenance et entretien. Méthodes et applications spéciales. 236 p. 14 x 22. 133 fig. 1958 ..... NF 18,80

**MON MAGNÉTOPHONE.** Hémarquinier P. et Aubier M. — Connaissance de l'appareil : Petite histoire du magnétophone. Principes et fonctionnement. Différents types de magnétophones. Comment choisir, essayer et manœuvrer un magnétophone. Usages multiples d'un magnétophone. Le magnétophone et le cinéma d'amateur. Quelques perfectionnements et tours de main. Je deviens chasseur de sons : Montage et classement des bandes. Apprentissage de la prise de son. Vocabulaire alphabétique du magnétophone. 160 p. 13,5 x 21,5. 82 fig. 1960 NF 8,70

**REPRODUCTION SONORE A HAUTE FIDÉLITÉ.** Briggs G.-A. Traduit de l'anglais par Lafaurie R. — Haut-parleurs et haute fidélité. Baffles, enceintes et pavillons. Acoustique architecturale. Enregistrement magnétique et sur disques. Pick-up et têtes de lecture. 368 p. 16 x 24. tr. nbr. fig. 1955 ..... NF 18,00

**L'INGÉNIEUR DU SON EN RADIODIFFUSION, CINÉMA, TÉLÉVISION.** Jean-Louis V. — Acoustique Psychotechnique : Le son et l'oreille. Les microphones. Acoustique architecturale. La Prise de son : Espace sonore. Les emplacements microphoniques. Dynamique sonore. Le mixage. Les systèmes d'enregistrement. Les fonctions : Une grande expérience : concours pour le recrutement d'ingénieurs du son par le studio d'essai. L'examen écrit. Tests sonores. Critique d'un concours. 196 p. 16 x 24. 160 fig. 1954 ..... NF 33,00

Les commandes doivent être adressées à la LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, Paris (9<sup>e</sup>). Elles doivent être accompagnées de leur montant, soit sous forme de mandat-poste (mandat-carte ou mandat-lettre), soit sous forme de virement ou de versement au Compte Chèque Postal de la Librairie : Paris 4192-26. Au montant de la commande doivent être ajoutés les frais d'expédition, soit 10 % (avec un minimum de NF 1,00). Envoi recommandé : NF 0,70 de supplément.

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

**LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, PARIS (9<sup>e</sup>)**

# Je n'ai qu'un regret

c'est de n'avoir pas connu plus tôt l'École Universelle !

écrivent des centaines d'élèves enthousiastes, rendant ainsi hommage au prestigieux ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE de la plus importante école du monde, qui permet de faire chez soi, à tout âge, brillamment, à peu de frais, les études les plus variées, d'obtenir en un temps record tous diplômes ou situations.

**Demandez l'envoi gratuit de la brochure qui vous intéresse :**

- Br. 69.630 : **Les premières classes : 1<sup>er</sup> degré, 1<sup>er</sup> cycle** : Cours préparatoire (classe de 11\*), Cours élémentaire (classes de 10\* et 9\*), Cours moyen (classes de 8\*, 7\*). Admission en 6\*.
- Br. 69.635 : **Toutes les classes, tous les examens, 1<sup>er</sup> degré, 2<sup>e</sup> cycle** : classe de fin d'études, Collèges d'Enseignement général, C.E.P., Brevets, C.A.P.; — **2<sup>e</sup> degré** : de la 6\* aux classes de Lettres sup. et de math. spéc., Bacc., B.E.P.C., E.N., Bourses; — **Classes des Lycées techniques**, Brevet d'enseignement industriel et commercial, Bacc. technique.
- Br. 69.632 : **Les études de Droit** : Capacité, Licence, Carrières juridiques (Magistrature, Barreau, etc.).
- Br. 69.644 : **Les études supérieures de Sciences** : P.C.B., M.G.P., M.P.C., S.P.C.N., etc., Certificats d'études sup., C.A.P.E.S. et Agrégation de Math.
- Br. 69.653 : **Les études supérieures de Lettres** : Propédeut., Licence, C.A.P.E.S., Agrégation.
- Br. 69.657 : **Grandes Ecoles et Ecoles spéciales** : Polytechnique, Ecoles Normales Supérieures, Chartes, Ecoles d'Ingénieurs (Ponts et Chaussées, Mines, Centrale Supérieure Aéro, Électricité, Physique et Chimie, A. et M., etc.); **militaires** (Terre, Mer, Air); d'**Agriculture** (France et Républiques africaines, Institut agronomique, Ecoles vétérinaires, Ecoles nationales d'Agriculture, Sylviculture, Laiterie, etc.); de **Commerce** (H.E.C., H.E.C.F., Ecoles supérieures de Commerce, Ecoles hôtelières, etc.); **Beaux-Arts** (Architecture, Arts décoratifs); **Administration** (Lycées techniques d'Etat, Ecoles spéciales d'Assistants sociaux, Infirmières, Sages-Femmes);
- Br. 69.634 : **Carrières de l'Agriculture** (Régisseur, Directeur d'Exploitation, Chef de culture, Assistant, Aviculteur, Apiculteur, Contrôleur laitier, Conseiller agricole, etc.), **des Industries agricoles** (Laiterie, Sucrerie, Meunerie, etc.), **du Génie rural** (Entrepreneur, Conducteur, Chef de chantier, Radiesthésiste), **de la Topographie** (Géomètre expert).
- Br. 69.645 : **Carrières de l'Industrie et des Travaux publics** : Electricité, Electronique, Physique nucléaire, Mécanique, Automobile, Aviation, Métallurgie, Mines, Prospection pétrolière, Travaux publics, Architecture, Mètre, Béton armé, Chauffage, Froid, Chimie, Dessin industriel, etc.; préparations aux C.A.P., B.P., Brevet de Technicien (Bâtiment, Tr. Publics, Chimie), préparations aux fonctions d'ouvrier spécialisé, agent de maîtrise, contre-maître, dessinateur, sous-ingénieur; Cours d'initiation et de perfectionnement toutes matières; Admission aux stages payés de formation profes. accélérée (F.P.A.).
- Br. 69.633 : **Carrières de la Comptabilité** : Caissier, Chef Magasinier, Aide-Comptable, Comptable, etc., Préparation au C.A.P. d'Aide-Comptable, au B.P. de Comptable, au diplôme d'Expert-Comptable.
- Br. 69.646 : **Carrières du Commerce** : Employé de bureau, Sténodactylo, Employé de banque, Publicitaire, Secrétaire, Secrétaire de Direction, etc.; préparations aux C.A.P. et B.P.; **Publicité, Banque, Bourse, Assurances, Hôtellerie**.
- Br. 69.637 : **Pour devenir fonctionnaire** : Toutes les fonctions publiques; Ecole Nationale d'Administration.
- Br. 69.647 : **Tous les emplois réservés**.
- Br. 69.640 : **Orthographe, Rédaction, Versification, Calcul, Dessin, Ecriture**.
- Br. 69.649 : **Calcul extra-rapide et calcul mental**.
- Br. 69.636 : **Carrières de la Marine Marchande** : Ecole nat. de la Mar. march., Elève-Officier au long cours; Elève-chef de quart; Capitaine de la Marine Marchande; Capitaine et Patron de pêche; Officier Mécanicien de 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> classe; Certificats internationaux de Radio de 1<sup>er</sup> ou de 2<sup>e</sup> classe (P. et T.).
- Br. 69.654 : **Carrières de la Marine de Guerre** : Ecole Navale; Ecole des Elèves officiers; Ecole des Elèves ingénieurs mécaniciens; Ecoles de Service de Santé; Commissariat et Administration; Ecoles de Maistrance; Ecole d'Apprentis marins; Ecoles de Pupilles; Ecoles techniques de la Marine; Ecole d'application du Génie maritime.
- Br. 69.648 : **Carrières de l'Aviation** : Ecoles et carrières militaires: Ec. de l'Air, Ec. milit. de sous-offic. élèves-offic.; Personnel navigant; Mécaniciens et Télémécaniciens; — Aéronautique civile; — Carrières administratives; — Industrie aéronautique; — Hôteliers de l'Air.
- Br. 69.631 : **Radio** : Construction; dépannage de poste. — **Télévision**.
- Br. 69.656 : **Langues vivantes** : Anglais, Allemand, Russe, Espagnol, Italien, Arabe. — **Tourisme**.
- Br. 69.638 : **Etudes musicales** : Solfège, Harmonie, Composition, Direction d'orchestre; Piano, Violon, Flûte, Clarinette, Guitare, Accordéon, Instruments de Jazz; Chant; Professorats publics et privés.
- Br. 69.650 : **Arts et Dessins** : Dessin pratique, Cours universel de Dessin; Anatomie artistique; Illustration; Figurine de mode, Composition décorative; Aquarelle, Gravure, Peinture, Pastel, Fusain; Professorats.
- Br. 69.655 : **Carrières de la Couture et de la Mode** : Coupe, Couture (Flou et Tailleur), Lingerie, Corset, Broderie, préparations aux C.A.P., B.P., Professorats officiels; préparations aux fonctions de Petite main, Seconde main, Première main, Vendeuse-Retoucheuse, Modiste, Coupeur hommes, Chemisier, etc.; Cours d'initiation et perfectionnement toutes spécialités. — **Enseignement ménager** : Monitorat et Professorat.
- Br. 69.641 : **Secrétariats** (Secrétaire de direction, Secrétaire particulier, Secrétaire de médecin, d'avocat, d'homme de lettres, Secrétaire technique); **Journalisme** : l'Art d'écrire (Rédaction littéraire) et l'Art de parler en public (Eloquence usuelle).
- Br. 69.651 : **Cinéma** : Technique générale, Décoration, Prise de vues, Prise de son. — **Photographie**.
- Br. 69.639 : **Coiffure et Soins de beauté**.
- Br. 69.658 : **Toutes les Carrières féminines**.
- Br. 69.642 : **Cultura** : Cours de Perfectionnement culturel, Lettres, Sciences, Arts, Education civique, Actualités.

La liste ci-dessus ne comprend qu'une partie de nos enseignements. N'hésitez pas à nous écrire. Nous vous donnerons gratuitement tous les renseignements et conseils qu'il vous plaira de nous demander.

**DES MILLIERS D'INÉGALABLES SUCCÈS**

remportés chaque année par nos élèves dans les examens et concours officiels prouvant l'efficacité de l'enseignement par correspondance de

**L'ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, boulevard Exelmans - PARIS (XVI<sup>e</sup>)**

**14, Chemin de Fabron, NICE (A.-M.) 11, place Jules-Ferry, LYON**

# 8 GRANDS SUCCÈS 250 N.F.

BRIGITTE BARDOT  
QUAND L'AMOUR EST MORT  
DANS LE CŒUR DE MA BLONDE  
PEPITO - TUTTI FRUTTI  
DIVINE - CARAVELLE  
TWIST TWIST

Le Gala vous présentera  
toutes ces prestigieuses vedettes  
dans le courant des mois prochains

Maurice Chevalier • Joséphine Baker • Lucienne Delyle • Jean Sablon • Renée Lebas  
Sydney Béchét • June Richmond • Mick Michéyl  
André Claveau • Ben et sa tumba • Michel  
Legrand et son orchestre

**GARANTIE**  
écoutez-les gratuitement,  
payez seulement si vous êtes ravi



PropArt

**Voici vraiment un microsillon extraordinaire sur lequel sont gravés les 8 plus grands succès du moment, ces refrains qui courent sur toutes les lèvres. Si vous le désirez, ce microsillon longue durée 33 tours vous sera envoyé pour audition gratuite afin de vous faire connaître le Gala des Variétés.**

**Le Gala des Variétés :** C'est un nouveau club de disques destiné à apporter à tous ceux qui aiment se distraire, danser, recevoir leurs amis au son de la musique... ou même rêver des microsillons à des prix qu'on attendait encore !

Mais c'est seulement en écoutant un de ces disques que vous pourrez éprouver la sensation de vie et de mouvement, l'impression de vraiment participer à un Gala de Variétés. Voilà la raison pour laquelle nous vous faisons cette offre sensationnelle.

Écoutez les 8 grands succès présentés par ce microsillon longue durée et si comme nous n'en doutons pas, vous êtes enchanté, vous paierez seulement 2,50 NF pour ce disque, une fraction du prix normal d'un tel enregistrement. En même temps que nous vous enverrons notre microsillon, nous réserverons un abonnement d'essai de 3 mois à votre nom dans notre Club.

## Comment fonctionne le Gala des Variétés :

Chaque mois, notre Comité de vedettes sélectionne parmi les plus grands succès d'aujourd'hui et d'hier, un programme étudié pour plaire à tous ceux qui aiment chanter, danser et se distraire. Ce disque du mois qui comporte toujours non pas un ou deux titres à succès, mais six, sept ou même huit airs célèbres comme sur le microsillon de Gala décrit ici, est interprété par les vedettes ou les orchestres dont les talents conviennent le mieux à ces sélections. Cet extraordinaire programme est enregistré en haute-fidélité sur un microsillon 33 tours 17 cm longue durée, de près de 20 minutes d'audition. Il est envoyé à nos adhérents au prix exceptionnellement bas de 7,80 NF (+ quelques centimes de frais d'envoi) c'est-à-dire avec une économie de 30 % sur les prix habituels.

Pour votre commodité et pour éviter les frais de facturation, les « disques du mois » vous seront facturés seulement tous les deux mois. Vous pouvez démissionner du Club à tout moment après avoir reçu les 3 premiers « disques du mois » de votre abonnement d'essai. Votre participation durera aussi longtemps que vous le désirez.

Avant de décider de votre abonnement, vous pourrez écouter sans engagement, ce premier enregistrement du Gala des Variétés. Si dans les 10 jours qui suivent sa réception vous n'en êtes pas enchanté et ne désirez pas participer à ce Club unique, vous nous le retournez simplement et votre réservation sera annulée. C'est seulement si vous êtes pleinement satisfait et décidé de conserver ce microsillon que nous vous inscrirons au Gala des Variétés.

Vous avez donc tout intérêt à remplir le bon de réservation aujourd'hui même. Vous profiterez de l'audition gratuite des 8 grands succès du jour et vous pourrez conserver ce disque au prix de bienvenue de 2,50 NF seulement. Mais il n'y a pas un jour à perdre.

## BON DE RÉSERVATION

à découper ou recopier et à envoyer au  
GALA DES VARIÉTÉS - 49, r. Vivienne, Paris 2<sup>e</sup>

Veuillez m'envoyer pour audition gratuite, le microsillon des 8 grands succès, et réservez-moi une participation au Gala des Variétés décrit dans cette annonce. Au cas où je ne serai pas pleinement satisfait il est entendu que je pourrai retourner le disque dans les dix jours suivant sa réception et que dans ce cas ma réservation sera annulée. Si je décide de garder le disque, je vous le réglerai seulement 2,50 NF (+ quelques centimes de frais d'envoi), et ma participation au Club sera confirmée.

Nom.....  
Adresse.....  
Ville.....Dépt.....  
Signature.....

DECOUPEZ ICI V-183

En Belgique : MUSIC ACADEMY, 31, rue Saint Brice, Tournai

GALA DES VARIÉTÉS - 49, r. Vivienne, Paris 2<sup>e</sup>