

SCIENCE *et* VIE

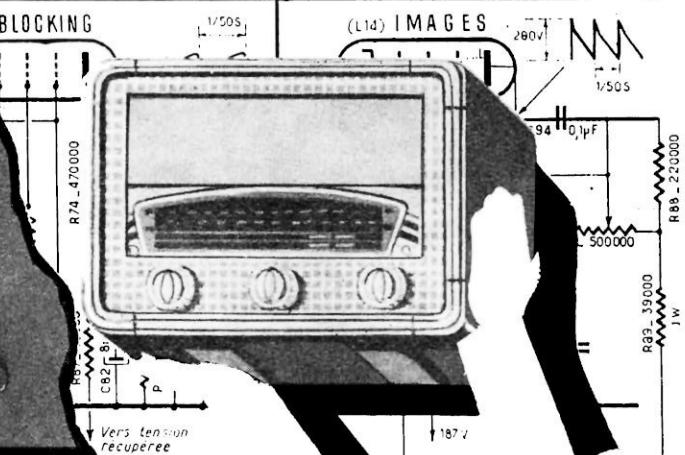
ÉDITION TRIMESTRIELLE N° 65 3 FR

NUMERO HORS-SERIE

radio
tv

radio
tv

Devenez **RADIO-ELECTRONICIEN** EN 6 MOIS



Sans aucun paiement d'avance, sans signer aucun engagement, apprenez facilement et agréablement, par correspondance

**L'ELECTRONIQUE
LA RADIO ET LA TELEVISION**
Avec une dépense minime de 28 F par mois
vous vous ferez

*une brillante
situation*

**VOUS RECEVREZ PLUS DE 120 LEÇONS,
PLUS DE 400 PIÈCES DE MATERIEL,
PLUS DE 500 PAGES DE COURS.**

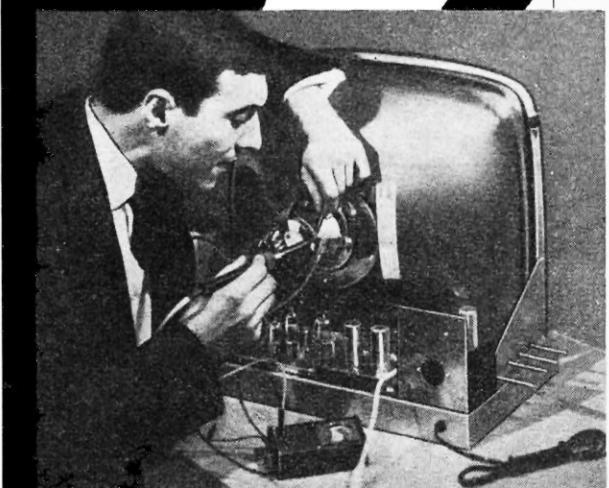
Vous construirez plusieurs postes et appareils de mesure.
Vous apprendrez le montage, la construction
et le dépannage de tous les postes modernes.

Certificat de fin d'études délivré conformément à la loi.

Demandez aujourd'hui même et sans engagement pour vous
LA DOCUMENTATION et la 1^e LEÇON GRATUITE d'Électronique

Notre préparation complète à la carrière de
MONTEUR - DÉPANNEUR - ÉLECTRONICIEN
en **RADIO-TÉLÉVISION**
comporte

25 ENVOIS DE COURS ET DE MATERIEL
Une méthode qui a fait ses preuves
Une organisation unique au monde



INSTITUT SUPÉRIEUR DE RADIO-ÉLECTRICITÉ

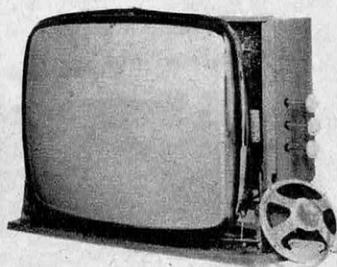
164, RUE DE L'UNIVERSITÉ - PARIS (VII^e)



vous recevrez tout ce qu'il faut !

pour construire vous-même tous ces appareils, en suivant les Cours de Radio et de Télévision d'EURELEC.

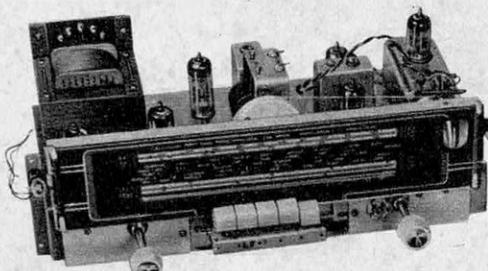
Pour le Cours de TÉLÉVISION : 52 groupes de leçons théoriques et pratiques, 14 séries de matériel. Vous construirez avec les 1000 pièces détachées du cours TV, un Oscilloscope professionnel et un Téléviseur 110° à écran rectangulaire ultra-moderne



Pour le Cours de RADIO : 52 groupes de leçons théoriques et pratiques accompagnés de 11 importantes séries de matériel contenant plus de 600 Pièces détachées qui vous permettront de construire 3 appareils de mesure et un superbe récepteur à modulation d'amplitude et de fréquence !

Et tout restera votre propriété !

NOUVEAU! Encore un cours EURELEC. Consacré à l'étude des **TRANSISTORS**, il vous apprendra **TOUT** sur ces nouvelles techniques et vous permettra d'être à l'avant-garde du progrès.



EURELEC



INSTITUT EUROPÉEN D'ÉLECTRONIQUE

Toute correspondance à :
EURELEC - DIJON (Côte-d'Or)
(cette adresse suffit)

Hall d'information: 31, rue d'Astorg - PARIS 8^e
Pour le Bénélux exclusivement : Eurelec-Bénélux
11, rue des Deux Eglises - BRUXELLES 4

Vous réaliserez, sans aucune difficulté, tous les montages pratiques grâce à l'**assistance technique permanente** d'EURELEC.

Notre **enseignement personnalisé** vous permet d'étudier avec facilité, au rythme qui vous convient le mieux. De plus, notre formule révolutionnaire d'inscription **sans engagement**, est pour vous une véritable "**assurance-satisfaction**".

Et songez qu'en vous inscrivant aux Cours par Correspondance d'EURELEC vous ferez vraiment le meilleur placement de toute votre vie, car vous deviendrez un spécialiste recherché dans une industrie toujours à court de techniciens.

Demandez dès aujourd'hui l'envoi gratuit de notre brochure illustrée en couleurs, qui vous indiquera tous les avantages dont vous pouvez bénéficier en suivant les Cours d'EURELEC.

BON

(à découper ou à recopier)

Veuillez m'adressez gratuitement votre brochure illustrée. SC 208

NOM

ADRESSE

PROFESSION

(ci-joint 2 timbres pour frais d'envoi).

si vous savez lire, si vous êtes soigneux, si vous êtes économe...

...alors vous êtes sûrement intéressé par les "cogekits" !

Pourquoi ? Parce qu'un "Cogékit" est un ensemble de pièces détachées qui vous permet de monter vous-même un appareil électronique donné, sans aucune connaissance radio et sans risque d'erreur, grâce à une notice de montage détaillée, accompagnée de nombreux schémas.

Vous réaliserez du même coup une économie substantielle d'environ 50 % sur un appareil analogue vendu tout monté dans le commerce.

Cogerel, créateur des "cogekits", vous en propose toute une gamme où vous trouverez certainement l'appareil de vos rêves, que vous vous passionnerez à construire vous-même.



alizé

"pocket" de grande classe

2 gammes d'ondes P.O.-G.O.

6 transistors + 1 diode

alimentation par pile 9 V type "racire"
dimensions : 17 x 7,5 x 4 cm

98 F seulement, (franco 99,50 F)



inter 202

Véritable téléphone intérieur à transistors, conçu pour communiquer instantanément entre deux endroits plus ou moins éloignés, sans avoir à vous déplacer. L'"inter 202" se compose d'un poste directeur et d'un poste secondaire reliés par un câble de liaison de 15 m environ. (Possibilité d'augmenter cette distance jusqu'à plus de 100 m). alimentation par pile 4,5 V

98 F seulement, (franco 99,50 F)



tramontane

Le compagnon rêvé de toutes vos évasions

Récepteur portatif de luxe
3 gammes P.O.-G.O.-O.C. (ANT. CADRE)
par commutateur à clavier
7 transistors + 2 diodes
alimentation par 2 piles standard de 4,5 V
dimensions : 28,5 x 19 x 10 cm

219 F seulement, (franco 225 F)



sirocco

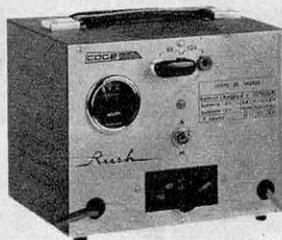
Toute la richesse musicale de la modulation de fréquence (F.M.)

Commutateur de gammes à 4 touches P.O.-G.O.-F.M.-ANT.

9 transistors + 4 diodes

alimentation par 2 piles standard de 4,5 V
dimensions : 28,5 x 19 x 10 cm

295 F seulement, (franco 300 F)



rush

Jamais plus
de batterie
à plat ...

(même l'hiver !) : ce robuste chargeur portatif pour batterie 6 et 12 V, vous évitera tous les inconvénients coûteux d'une batterie déchargée : immobilisation, dépannage, recharge. Dimensions : 18 × 14 × 13 cm

95 F seulement, (franco 100 F)



ampli Hi-Fi 661

Prestige de la Haute-Fidélité

Ce remarquable amplificateur existe en version monaurale ou stéréo. Pour chaque voie, préampli et ampli de 6 W à 4 lampes et 1 redresseur au sélénium.

dimensions : 40 × 26 × 10 cm

Hi-Fi 661 monaural **290 F** (franco 300 F)
complément stéréo 145 F (franco 150 F)

Hi-Fi 661 stéréo **435 F** (franco 445 F)

ampli-auto 204

En voiture l'"ampli-auto 204" donnera à votre transistor la puissance et le rendement musical d'un véritable "auto-radio" (c'est le complément idéal du "simoun")

57 F seulement, (envoi franco 60 F)



adaptateur FM 707

Toutes les émissions R.T.F. en modulation de fréquence.

Il vous suffira de brancher cet excellent adaptateur sur votre récepteur radio à modulation d'amplitude, pour recevoir vous aussi, les remarquables programmes musicaux de la R.T.F. en modulation de fréquence. dimensions 33 × 15,5 × 7,5 cm

195 F seulement, (envoi franco 200 F)

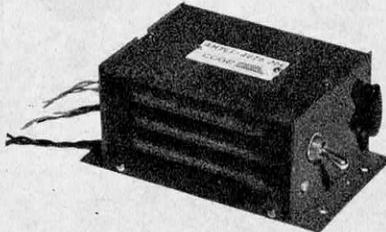


simoun

Portable "spécial auto"

2 gammes d'ondes P.O.-G.O. (ANT. CADRE), 6 transistors + 1 diode alimentation par 2 piles standard 4,5 V bouchon de sortie pour écoute à pleine puissance sur "l'ampli auto 204"; faible encombrement : 25 × 17 × 7 cm

159 F seulement, (franco 163 F)



Pour mieux connaître tous les avantages de ces appareils, demandez dès aujourd'hui notre brochure illustrée en couleurs SC 752 en écrivant à COGEREL-DIJON (Côte-d'Or) (cette adresse suffit) ou passez à notre Magasin Pilote, 3, rue la Boétie, Paris-8^e.

COGEREL

Département "Ventes par correspondance"
COGEREL DIJON (cette adresse suffit)

Magasin-Pilote - 3, RUE LA BOETIE, PARIS 8^e

BON

Veuillez m'adresser gratuitement votre brochure illustrée SC 752

Nom

Adresse

(Ci-joint 2 timbres pour frais d'envoi)

Pizon Bros TV série "multimatic"

TV 12.000

2.150 FRS + TL

TV 6.000

1.750 FRS + TL

TV 7.000

1.900 FRS + TL

TV 10.000 B

1.990 FRS + TL

PIERRE LAZAREFF PIERRE DUMAYET, PIERRE DESGRAUPES,
IGOR BARRÈRE PRÉSENTENT

CINQ COLONNES A LA UNE

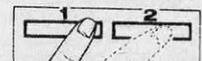
IMPECCABLEMENT REÇUE SUR LES TV Pizon Bros

1^{er}
prix
d'esthétique

Ébénisterie de
très grand luxe
présentation élégante
et raffinée
palissandre
ou noyer

5 TV 12000 le seul téléviseur comportant
perfectionnements techniques

- Changement automatique 1^{ère} - 2^{ème} chaîne par simple pression sur 1 touche
- Réglage visuel automatique par système exclusif "Lumicator"
- Réglage automatique de l'image en fonction de la lumière ambiante.
- Son en relief - Reproduction sonore intégrale et dirigée par 2 haut-parleurs.
- Tube autoprotecteur "Filtromatic" - Vision prolongée agréable et sans fatigue.



6 points de supériorité • Plaisir Audio-visuel multiplié par 6

TÉLÉVISION
TRANSISTORS

Pizon Bros

LA PREMIÈRE MARQUE EUROPÉENNE DE TRANSISTORS

PUB C. BLOCH

LISTE DES DISTRIBUTEURS AGRÉÉS SUR SIMPLE DEMANDE A PIZON BROS SERVICE S^e 18, RUE FÉLICITÉ - PARIS 17^e

POUR AVOIR
VOTRE
SITUATION ASSURÉE

dans l'une des carrières industrielles ne connaissant pas le chômage, suivez les Cours par Correspondance du plus important Centre de Formation Technique.

DEVENEZ TECHNICIEN DIPLOMÉ EN:

ENERGIE NUCLÉAIRE CONSTRUCTIONS DES BATIMENTS

ELECTRONIQUE CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

RADIO TRAVAUX PUBLICS BÉTON ARMÉ

ELECTRICITÉ AUTOMOBILE AVIATION

AUTOMATION MÉCANIQUE

CHIMIE FROID

TOUS LES
DIPLOMES D'ÉTAT
C.A.P., B.E.I., B.P., B.T.,
INGÉNIEUR

Demandez la brochure gratuite "A.1" qui vous édifiera

ÉCOLE TECHNIQUE MOYENNE ET SUPÉRIEURE

PARIS : 36, RUE ÉTIENNE-MARCEL, PARIS-2°

Pour nos élèves belges : BRUXELLES : 22, AVENUE HUART-HAMOIR

CHARLEROI : 64, BOULEVARD JOSEPH II

La seule Ecole au monde ayant des moyens et système d'enseignement brevetés qui garantissent aux élèves, sans connaissances ni diplôme, de réussir facilement leurs études.

TECHNICIEN D'ELITE... BRILLANT AVENIR...

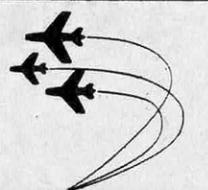
...par les cours progressifs par correspondance
ADAPTÉS A TOUS NIVEAUX D'INSTRUCTION
ÉLÉMENTAIRE, MOYEN, SUPÉRIEUR.

Formation - Perfectionnement - Spécialisation.

Préparation aux diplômes d'Etat : **CAP - BP - BT**, etc.
Orientation professionnelle - Placement.

AVIATION

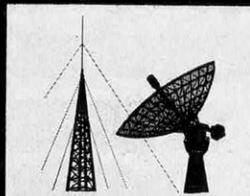
- ★ Pilote (tous degrés).
(Vol aux instruments).
 - ★ Instructeur-Pilote.
 - ★ Brevet Élémentaire des Sports Aériens.
 - ★ Concours Armée de l'Air.
 - ★ Mécanicien et Technicien.
 - ★ Agent technique.
- Pratique au sol et en vol au sein des aéro-clubs régionaux



ELECTRONIQUE

- ★ Radio Technicien
(monteur, chef monteur, dépanneur-aligneur-metteur au point).
- ★ Agent technique et Sous-Ingénieur.
- ★ Ingénieur Radio-Electronicien.

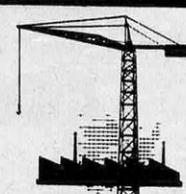
TRAVAUX PRATIQUES
Matériel d'études-outillage



DESSIN INDUSTRIEL

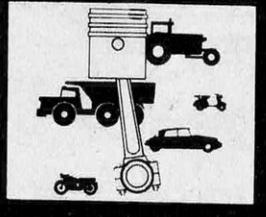
- ★ Calculer-Détaillant
- ★ Exécution
- ★ Etudes et projeteur-Chef d'études
- ★ Technicien de bureau d'études

Tous nos cours sont conformes aux nouvelles conventions normalisées. (AFNOR)



AUTOMOBILE

- ★ Mécanicien Electricien
- ★ Diéseliste et Motoriste
- ★ Agent technique et Sous Ingénieur Automobile



sans engagement, demandez la documentation gratuite SVE en spécifiant la section choisie (joindre 3 timbres à 0,25 F pour frais).

INFRA

Metro Saint Philippe du Roule et F. D. Roosevelt

ÉCOLE PRATIQUE POLYTECHNIQUE
DES TECHNICIENS ET CADRES
24, RUE JEAN-MERMOZ - PARIS 8^e
BAL. 74-65

BON (à découper ou à recopier)

Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite SVE (ci-joint 3 timbres pour frais d'envoi).

Section choisie

NOM

ADRESSE

AU SERVICE DE L'AMATEUR DEPUIS 25 ANS
Spécialiste de la Vente par Correspondance

PHOTO
CINE-SON

LA MAISON DU FILM

104, avenue de la République
MONTGERON (91) - Tél. 922.55.11

Succursale :

10, rue Caumartin, PARIS-9^e - Tél. 81-17

MAGNÉTOPHONES

GRUNDIG LOEWE OPTA

TK 2	«	460	403	«	620
TK 19	«	720	404	«	765
TK 23	«	800	409	«	510
TK 27	«	1 000	414	«	765
TK 40	«	1 150	414	Syncro Dia.	870
TK 47	«	1 570	NORIS	.....	1 390
UHER 4000	....	1 755	BUTOBA MT 5	....	1 530

ELECTROPHONES CLAUDE

CADET I	.....	184	SLECTROPH.	3 HP	510
CADET II	.....	208	SLECTROPH.	6 HP	831
SLECTROPH.	1 HP	367	TELEFUNKEN	105 S	170

RADIO-TRANSISTORS

GRUNDIG	PIZON BROS TRANSLITOR
MICRO Boy «	175 Pocket « 189
CITY Boy «	330 707 « 371
ELITE Boy «	439 1100/FM « 362
PIGMY 601	140 1200/FM « 390
PIGMY Waltron ..	335 1300/FM « 435
PIGMY Varitron ..	350 TELEFUNKEN Ticolo ... 265

NOTEZ TOUT, PARTOUT !



MEMOCORD

AUTHENTIQUE MACHINE A DICTER

SI PETIT : 11 x 8 x 4 cm, SI LÉGER : 320 g.

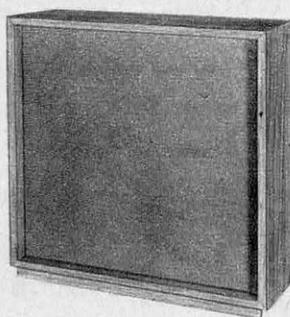
UNE HEURE DE DICTÉE POUR 495 F + T. L.

LA DISTRIBUTION RADIO-ÉLECTRIQUE

24, rue Feydeau - PARIS (2^e)
GUT. 54.30.

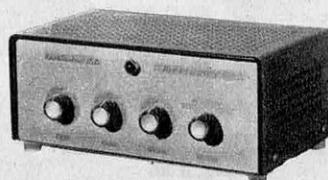
BORDEAUX 48.37.75, BREST 44.42.46, LILLE 57.42.33, LYON 37.51.44, MARSEILLE 59.76.76, NANTES 71.48.13, ROUEN 71.31.64, PARIS SOL 20.48, TOULOUSE 22.02.44.

AMPLIS HAUTE FIDÉLITÉ...



Baffle M 10

...d'une classe inégalée tant par leur qualité que par leurs performances Haute Fidélité et garantis par 40 années d'expérience en B. F.



AM 5 N ou AM 10 N

La Haute Fidélité à la portée de tous avec l'ensemble

« MERLAUD »

Baffle M 10 et Ampli AM 5 N ou AM 10 N incomparable par sa qualité et son prix



Stéréo 2 x 8

NOS PRINCIPAUX AGENTS ET DÉPOSITAIRES :

PARIS:

AU PIGEON VOYAGEUR - 252 bis, Boulevard Saint-Germain - PARIS (7^e) - LIT. 74.71.
CENTRAL RADIO - 35, rue de Rome - PARIS (8^e) - LAB. 12.00.
CIBOT-RADIO - 1, rue de Reuilly - PARIS (12^e) - DID. 66.90.
PARINOR - 104, rue de Maubeuge - PARIS (10^e) - TRU 65.55.
RADIO-ST-LAZARE - 3, rue de Rome - PARIS (8^e) - EUR. 61.10.
RADIO CHAMPERRET - 12, place de la Porte Champerret - PARIS (17^e) - GAL 60.41.

PROVINCE:

AUXERRE - Colinot, 1, pl. Ch.-Lepère.
BORDEAUX - Télédisc, 60, Cours d'Albret.
CLERMONT-FERRAND - Radio du Centre, 1, pl. de la Résistance.
DIJON - Boîte à disques, 46, rue des Forges.

GRANVILLE - Delsarte, 29, rue Couraye.
LE MANS - Englebert Electronic, 5, rue des Champs.
LILLE - Cerutti, 203, Bd V.-Hugo.
LORIENT - Ranson, 3, rue de l'Assemblée-Nationale
LYON-VILLEURBANNE - Corama, 105, av. Dutrievoz, Villeurbanne.
MARSEILLE - Mussetta, 12, av. Th.-Turner, Marseille 16-61, av. Longchamp.
MOULINS - Becker, 82, rue de Lyon.
MOUTIERS - Badarelli, 38, Gde-Rue.
NANTES - Ladmirault, 12, rue d'Aguesseau.
NICE - Sonimar, 17, rue de Foresta.
ORLÉANS - Home Electronic, 4, rue du Colombier
PAU - Comptoir du Béarn, 1, place Albert-1^{er}.
SAINT-BRIEUC - Elravi, 36, rue St-Guillaume.
SAINT-ÉTIENNE - Symphonie, 11, pl. Jean-Jaurès.
SAUMUR - Bracq, 20, rue St-Jean.
STRASBOURG - Radio Adler, 19, rue de la 1^{re}Armée.
TOULOUSE - Augé, 25, rue d'Embarthe.
VANNES - Son et Image, 18, rue Emile-Burgault.

f. Merlaud
CONSTRUCTEUR

76, boulevard Victor-Hugo - CLICHY (Seine) - Téléphone : Per. 75-14



Moi...
j'ai mon portable DEKER
POURQUOI PAS VOUS?

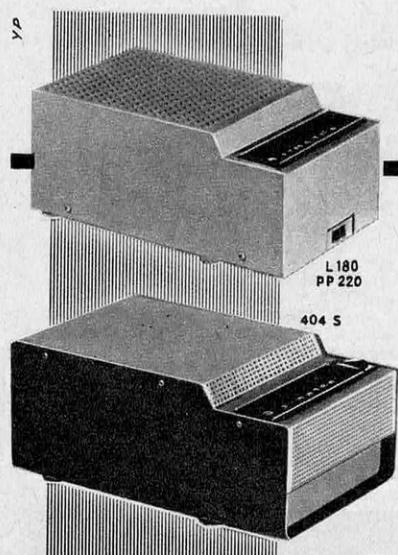
Il est

- tellement plus pratique
- tellement plus agréable
- tellement plus économique

DANS VOTRE SALON - VOTRE CHAMBRE
A COUCHER - VOTRE CUISINE
EN VOYAGE - EN VACANCES

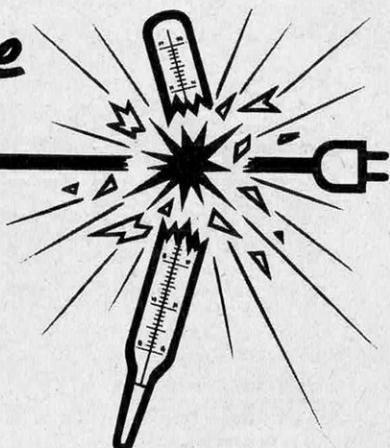
C'EST UN FIDÈLE COMPAGNON
LE PORTABLE DEKER GRAND ÉCRAN (49 cm)

DEKER FRANCE, 20, rue Danjou, **BOULOGNE** (Seine)



*la fièvre
du secteur*

est mortelle
pour vos
installations
protégez-les
avec les
régulateurs
de tension
automatiques



DE 180 A 1000 WATTS

Tous nos modèles, à correction sinusoïdale, comportent deux entrées secteur 110 et 220 volts et deux sorties pour 110 et 220 volts. Coffrets dessinés par la Cie d'Esthétique Industrielle Raymond Loewy.

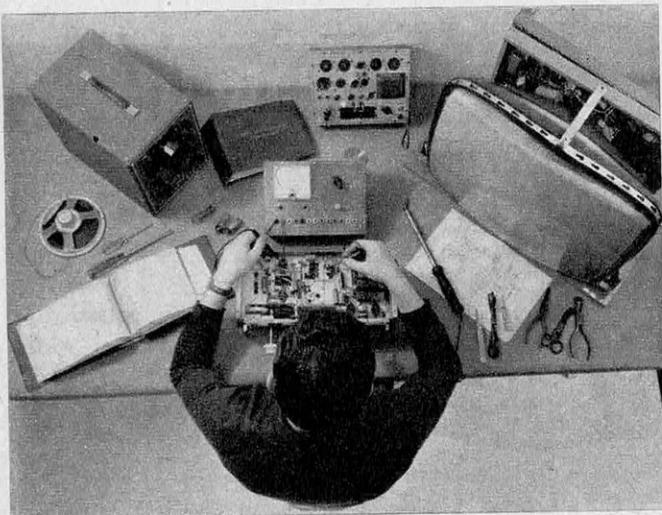
**AUCUN RÉGLAGE - AUCUN ENTRETIEN - AUCUNE USURE
FONCTIONNEMENT STATIQUE**

Documentation SV envoyée sur simple demande

Dynatra

41, rue des Bois - Paris 19^e - tél. : NOR. 32-48 - BOT. 31-63

UNE PROTECTION TOTALE POUR LA VIE DE VOTRE TELEVISEUR



ASSUREZ votre avenir (et celui des vôtres)

Puisqu'en notre siècle de civilisation technique, celui qui veut "arriver" doit ses spécialiser, votre avenir dépend du choix de cette spécialisation.

Or, de tous les domaines de l'industrie, celui qui peut le mieux satisfaire, vos ambitions légitimes, est celui de l'Electronique. Science-clé du monde moderne, sans laquelle n'existeraient ni radio, ni télévision, ni satellites artificiels... son essor est tel qu'elle envahit tous les domaines de l'industrie.

Des carrières de premier plan attendent ceux qui auront étudié la radio-électricité, base de l'électronique.

Pour vous permettre d'y accéder, quelles que soient vos connaissances et votre situation actuelles, EURELEC a mis au point une forme nouvelle et passionnante de cours par correspondance qui remporte un succès considérable : créé en 1959, EURELEC compte déjà plus de 40.000 adhérents !

Associant étroitement leçons théoriques et

montages pratiques, EURELEC vous donnera un enseignement complet : vous recevezz plus de 600 pièces détachées, soigneusement contrôlées, avec lesquelles vous construirez facilement trois appareils de mesure et un récepteur de radio à modulation de fréquence, d'excellente qualité !

Si vous avez déjà des connaissances en radio, EURELEC vous propose son Cours de télévision pour vous perfectionner encore davantage. 14 importantes séries de matériel, contenant plus de 1000 pièces détachées, vous permettront de construire un Oscilloscope professionnel et un Téléviseur ultra-moderne, tout en acquérant une parfaite maîtrise des Techniques TV.

Grâce à notre enseignement personnalisé, vous apprendrez avec facilité, au rythme qui vous convient le mieux. Enfin, notre formule révolutionnaire d'inscription **sans engagement** (avec paiements fractionnés que vous êtes libre d'échelonner ou de suspendre à votre convenance) est pour vous une véritable "assurance-satisfaction".

EURELEC

INSTITUT EUROPÉEN D'ÉLECTRONIQUE

Toute correspondance à :
EURELEC - DIJON (Côte-d'Or)
(cette adresse suffit)

Hall d'information : 31, rue d'Astorg - PARIS 8^e
Pour le Bénélux exclusivement : Eurelec-Bénélux
11, rue des Deux Eglises - BRUXELLES 4

S.P.I.46

BON

(à découper ou à recopier)

Veuillez m'adresser gratuitement votre brochure illustrée SC 129

NOM

ADRESSE.....

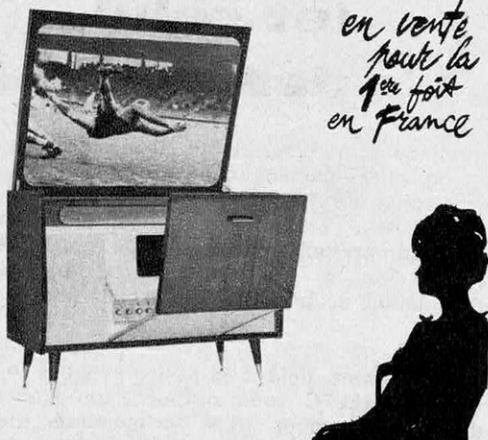
.....

PROFESSION

(ci-joint 2 timbres pour frais d'envoi)

tous les Téléspectateurs attendaient **PRESTEL**

Le projecteur de télévision
sur écran de cinéma 1,20 m.



Ce nouveau Téléviseur,
doté d'un écran plat
4 fois plus grand
que les appareils
conventionnels,
repréduit
une image complète
et sans déformation.
Il est contenu dans
un meuble élégant,
à allumage automatique
par simple ouverture
du couvercle.
Ecran de 45 pouces.
Récepteur
longue distance
multi-standards.
Tous canaux.
Dimensions:
98 1/2 x 78 1/2 x 46 1/2

DOCUMENTATION
SUR DEMANDE



distributeurs
demandés

IMPORTATEUR

15, rue de France
NICE TÉL. 80.33.61

CINE PHOTO LÖEWEN

2 bis, rue Dupin, PARIS (6^e)
Face Bon Marché BAB. 57-39

SPÉCIAL - CADEAUX

PAILLARD C 8 SL, sac cuir, film couleur	510
PAILLARD Zoom P 2	990
TESSINA PAILLARD	630

MAGNETOPHONES GRUNDIG

TK 1	472	TK 4	632
TK 6	840	TK 40	1 216
TK 46	1 624	TK 47	1 600
Projecteur PAILLARD 18,5, Auto Zoom	880		
id	20 mm	760	
Projecteur NORIS	640		
Lanterne ADOX 24x36, Auto Télécde, Ecran	395		

OCCASIONS

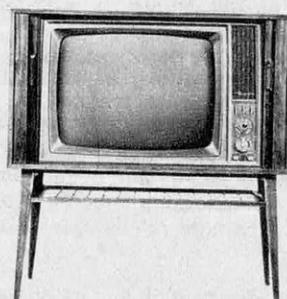
PAILLARD H 16 Mono Zoom Angénieux	2 000
PAILLARD H 16 Reflex, 3 objectifs, sac cuir, poignée neuve	2 500
BAUER auto, 3 objectifs	400
FOCA, objectif F/2,8	400
Lanterne 24x36 AGFA	150

AGENT OFFICIEL

ADOX — BEAULIEU — BELL HOWELL — LEITZ
GRUNDIG — KODAK — PAILLARD, etc.

Expédition Franco France et Outre-Mer

LOEWE OPTA



TÉLÉVISION

2 et 5 standards
RADIOS
MEUBLES DE CONCERT
MAGNETOPHONES
TRANSISTORS

Importateur exclusif :

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DU SON
30, rue Beaujon
PARIS (8^e) - WAG. 19.01

Ce chef des 9^e et 12^e expéditions françaises en Terre Adélie...

... s'appelle

**René
MERLE**



Il a uniquement suivi les cours par CORRESPONDANCE de l'ECOLE CENTRALE d'ELECTRONIQUE.

Paul-Emile Victor écrit à son propos :

"A réussi à prendre contact de façon régulière avec l'expédition au Groenland réalisant ainsi la première liaison radio directe (20.000 km) entre les deux pôles."

AVEC LES MÊMES CHANCES DE SUCCÈS,
CHAQUE ANNÉE,

2000 élèves suivent nos **cours du jour**

800 élèves suivent nos **cours du soir**

4000 élèves suivent régulièrement nos **cours par correspondance** avec travaux pratiques chez soi, et la possibilité, unique en France d'un stage final de 1 à 3 mois dans nos laboratoires.

PRINCIPALES FORMATIONS :

- Enseignement général de la 6^e à la 1^{re}
- Monteur Dépanneur
- Contrôleur Radio Télévision
- Agent Technique Electronicien
- Cours Supérieur d'Electronique
- Carrière d'Officiers Radio de la Marine Marchande

EMPLOIS ASSURÉS EN FIN D'ÉTUDES.

ÉCOLE CENTRALE D'ÉLECTRONIQUE

12, RUE DE LA LUNE, PARIS 2 • CEN 78-87 +

DEMANDEZ LE GUIDE DES CARRIÈRES N° 3 SVR
(envoi gratuit)

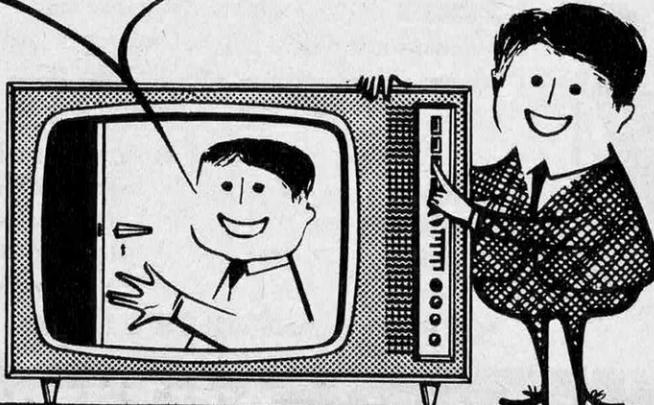
2^{ème} chaîne ?

une porte
à pousser
...c'est tout!

Oui, pour profiter enfin - vous aussi - de l'incomparable technique CSF, vous n'avez qu'une porte à pousser : celle de votre distributeur Clarville ; c'est en technicien averti qu'il vous aidera à choisir entre les 7 modèles 2^{ème} chaîne de la gamme Clarville.

un bouton
à pousser
...c'est tout!

Oui, sur un téléviseur Clarville, vous avez la 2^{ème} chaîne au bout du doigt. Appuyez sur la touche sélective 1^{ère} ou 2^{ème} chaîne et vous serez instantanément sur le programme que vous préférez, grâce à la technique CSF - la technique des constructeurs de la 2^{ème} chaîne.



TELÉVISION
clarville

TECHNIQUE CSF
VOTRE
MEILLEURE GARANTIE

PROVENT CLA 56



NOTRE COUVERTURE

Le monde nocturne moderne que la technique des ondes transforme en spectacle visuel et sonore, où radio et télévision viennent à leur foyer informer les hommes et meubler leurs loisirs

radio-tv

numéro hors-série

sommaire

Radio-TV, révolution sociale?	14
L'évolution des télécommunications	22
Suprématie des transistors	42
Ce qu'apporte la modulation de fréquence	50
L'autoradio	60
Les téléviseurs	68
Bientôt la télévision en couleurs?	82
Visiophonie et télédistribution	104
Piles et batteries modernes	108
Sécurité et longévité des récepteurs	119
Les progrès des semi-conducteurs	124
Le monde des radio-amateurs	140
Les récepteurs de l'avenir	148

Directeur général : Jacques Dupuy

Directeur : Jean de Montulé

Rédacteur en chef : Jean Bodet

Direction, Administration,
Rédaction : 5, rue de la Baume,
Paris-8^e. Tél. : Elysée 16-65.
Chèque postal : 91-07 PARIS.
Adresse téleg. : SIENVIE PARIS.

Publicité : 2, rue de la Baume,
Paris-8^e. Tél. : Elysée 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.

TARIF DES ABONNEMENTS

POUR UN AN :

	France et États d'expr. française	Étranger
12 parutions	20,— F.	24,— F.
12 parutions (envoi recom.)	28,50 F.	33,— F.
12 parutions plus 4 numéros hors série	30,— F.	37,— F.
12 parutions plus 4 numéros hors série (envoi recom.)	42,— F.	49,— F.

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 F 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 Sauvinière, C.C.P. 283.76, P.I.M. service Liège.
Maroc, règlement à Sochepress, 1, place de Bandoeng, Casablanca, C.C.P. Rabat 199.75.



Au cœur de Paris, telle une gigantesque maquette futuriste, la nouvelle Maison de la Radio est maintenant le cerveau central d'où rayonnent à toute heure informations, musique et spectacles, sollicitant sans répit l'audience de 45 millions de Français.

radio-tv

RÉVOLUTION SOCIALE?

385 millions de récepteurs de radio-diffusion, 132 millions de récepteurs de télévision. Ces chiffres sont impressionnantes, même si l'on garde le souvenir que la population du globe dépasse trois milliards d'individus. Ils sont loin d'être définitifs (1) car il y a deux pays tout au plus où l'on peut considérer qu'apparaissent des signes de saturation : les États-Unis avec 240 millions de récepteurs, la Grande-Bretagne avec 15,5 millions. La progression va continuer dans les cinq continents et à une cadence que n'a connue aucune autre industrie.

Cependant la télévision n'existe pas encore dans un grand nombre des pays que l'on nomme (d'un terme assez malheureux, mais qui est devenu maintenant usuel) « sous-développés ». Il ne s'agit pas, il est vrai, d'une absence totale, et certains d'entre eux, comme l'Égypte, se targuent de rivaliser sur ce point, au moins en ce qui concerne la puissance des émetteurs et la durée des programmes, avec les nations fortement industrialisées. En Afrique, quelques-unes des nouvelles Républiques, par exemple celle du Sénégal et celle du Ghana, paraissent à la veille de faire fonctionner des stations émettrices, et le Nigeria est entré dès 1960 dans la voie des réalisations.

Mais quelques remarques s'imposent à ce sujet. D'abord, il apparaît clairement que le désir qu'ont ces gouvernements de se doter d'un réseau de télévision est lié à la recherche du prestige et même, parfois, de l'hégémonie politique. C'est là un des aspects de la puissance du petit écran qui joue et jouera longtemps un rôle important dans l'extension de son règne. Quelques sondages d'opinion faits en Afrique lors des essais expérimentaux ont

d'ailleurs montré que les populations intéressées en étaient assez conscientes. Le bon peuple craint qu'on ne s'engage là dans des dépenses qui servent surtout les intérêts politiques et ne voit pas toujours très bien le profit qu'il en pourra tirer lui-même. C'est ce qui nous conduit à signaler une autre particularité du problème dans les régions sous-développées : l'ambiguïté qu'y présente le rôle culturel de la télévision. C'est en effet pour elle à la fois un handicap et une motivation. Le bas niveau de l'instruction moyenne, le nombre des illétrés et, bien souvent, la diversité des langues ou des dialectes rendent son utilisation très délicate. Mais, en même temps, si l'on songe que l'image est le seul moyen de transmettre un message éducatif à des analphabètes et de passer outre aux barrières linguistiques, on voit aisément que la télévision, si elle est intelligemment dirigée, peut précisément préparer la voie à une formation culturelle et surtout atténuer ou même dissiper le sentiment d'isolement qui caractérise l'insertion dans le monde de ces pays. Enfin, tout comme la radio, la télévision trouve là des conditions sociologiques différentes de ce qu'elles sont dans les nations industrialisées, car, pour des raisons faciles à deviner, la réception collective des émissions y est et y sera longtemps encore aussi usuelle que l'écoute familiale. De ce fait, comme ce fut d'ailleurs le cas naguère dans nos campagnes (et encore parfois aujourd'hui dans les télé-clubs ruraux), la télévision peut être l'occasion de discussions dirigées par des instituteurs donnant les explications nécessaires.

Mais si l'on veut essayer de prévoir ce que sera le rôle de la télévision, pour les années à venir, non seulement dans les pays qui ne la connaissent pas encore et dans ceux où elle

(1) Chiffres approchés, fournis par chaque pays, concernant 1961 ou 1962.

radio-télévision

devance en quelque sorte l'évolution des mœurs, mais aussi dans les régions économiquement avancées qui, comme c'est le cas en France, n'ont pas encore atteint dans ce domaine le niveau de saturation, on en vient tout naturellement à penser que la Grande-Bretagne et surtout les États-Unis nous donnent la préfiguration de ce qui se passera bientôt dans le monde entier, comme si tous les peuples de la terre, avec plus ou moins de retard, étaient appelés à connaître dans l'avenir la situation que nous pouvons observer déjà outre-Manche et outre-Atlantique.

Or, une vue prospective fondée sur cette seule donnée ne serait sans doute pas exacte, et, d'ailleurs, souffrirait au départ d'une assimilation trop rapide entre le phénomène anglais et celui des États-Unis. Dans l'un et l'autre cas, certes, à peu de choses près, on constate que la télévision s'est répandue dans toutes les classes sociales et qu'elle intéresse, en somme, la population dans son ensemble. Mais tandis qu'aux États-Unis les postes émetteurs sont tous exploités commercialement et que les chaînes de diffusion prolifèrent, tout au moins dans les grands centres, au contraire, en Grande-Bretagne, les spectateurs n'ont encore qu'un choix limité en ce qui concerne les programmes, et la B.B.C., sans avoir de monopole, comme notre R.T.F., maintient en tout cas une part importante des émissions hors de la concurrence publicitaire.

Quelles leçons peuvent tirer les sociologues de l'examen de ces deux pays-pilote en matière de télévision ?

C'est l'occasion d'insister sur un problème d'importance et qui ne dépend pas fondamentalement de la télévision elle-même; peut-être sera-t-elle, en effet, un jour, un art, mais en tous cas, pour le moment, elle est le canal grâce auquel peuvent s'exprimer journalistes, musiciens, dramaturges, danseurs, professeurs.

Liberté et monopole

La télévision est devenue l'homme-orchestre de notre temps, mais elle est utilisée à la fois par des industriels désireux d'en tirer le maximum de profits et des gouvernements désireux, soit de servir des desseins politiques bien définis, soit de faire suivre à leurs peuples une progression culturelle rapide. Ces diverses conceptions ont jusqu'à présent conduit à des situations assez fausses. Au nom de la liberté, des états démocratiques applaudissent la création de multiples émissions, de multiples chaînes, qui, grâce aux recettes commerciales, donnent des programmes en abondance. Au nom de cette même liberté, d'autres états démocratiques prétendent monopoliser radio-

diffusion et télévision, les préservant du Veau d'Or et leur conservant pureté et dynamisme.

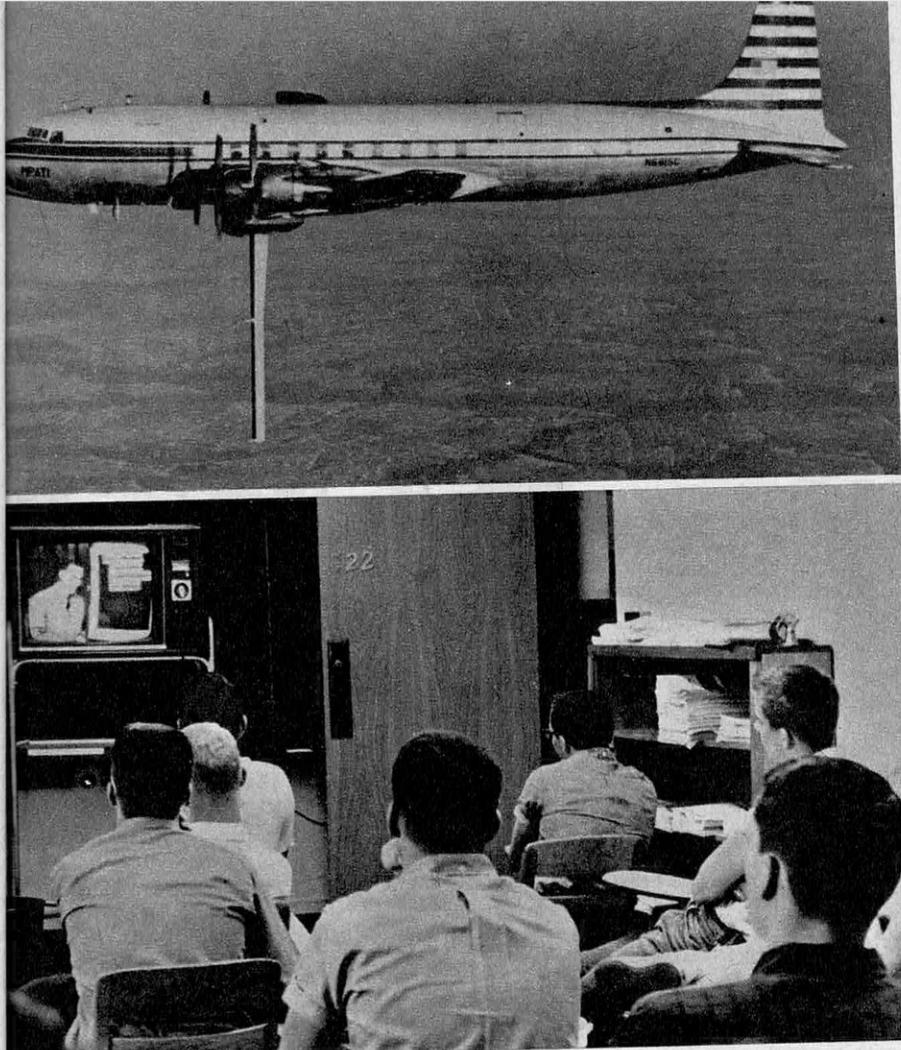
Toutes ces systématisations sont néfastes et elles prouvent seulement que la télévision, comme la langue d'Ésope, peut être la meilleure et la pire des choses. Un point, cependant, est acquis : on peut être démocrate à l'ancienne mode, on peut être démocrate populaire, on peut être conservateur, on peut être révolutionnaire et avoir sur le régime d'une télévision nationale des conceptions semblables ou tout à fait opposées.

Pratiquement, la télévision épouse le degré de civilisation et d'évolution d'un pays. Si elle est introduite dans un pays tout à fait arriéré, elle est en vérité quelque chose comme un Dieu inexplicable et inexplicable, destiné à transmettre les commandements et les divertissements des puissances cachées. Dans un pays en voie d'évolution, la télévision, encore une fois, sera inévitablement assez autoritaire, imposant à des hommes qui ne sont pas encore aptes à organiser harmonieusement leur vie des moments de détente, des moments de travaux, des moments d'enseignement; enfin, les pays évolués méritent une autre télévision qui se contentera d'offrir à ceux qui la suivent les éléments permettant de se construire des loisirs, une augmentation de connaissances et de pures satisfactions esthétiques.

Ce tableau idéal comporte malheureusement dans la pratique beaucoup de corrections plus ou moins heureuses; mais, justement, nous gardant bien de prendre parti, nous laissons les lecteurs arbitrer la présente situation pour chacun des pays que l'on veut envisager.

Qualité et quantité

Dès à présent, néanmoins, aux États-Unis, les sociologues sont à peu près tous d'accord pour signaler les inconvénients d'une croissance incohérente où la seule règle est la recherche du profit pour les firmes qui subventionnent les émissions. Ce n'est pas que la publicité, en soi, gêne beaucoup les téléspectateurs. Des enquêtes faites à ce sujet montrent bien que, dans leur ensemble, ils ingurgitent avec bonne humeur les réclames qui s'insèrent dans le cours des programmes. Mais le plus grave, c'est que les sondages d'opinion servent uniquement à orienter la composition des émissions de manière à plaire à coup sûr à la grande masse du public. Cela ne peut avoir pour effet que de disqualifier les suffrages des minorités, notamment de celle qui, par sa culture et ses goûts, représente l'élite, et, aussi, de décourager d'avance les efforts d'innovation et les audaces.



Aux U.S.A., dans l'Illinois, une classe secondaire assiste à une leçon télévisée à partir d'un avion qui, volant à haute altitude, couvre une région de 320 km de rayon. Deux programmes sont émis simultanément, préparés par des éducateurs spécialisés et enregistrés sur bandes magnétiques.

Cette constatation faite aux États-Unis est largement confirmée par les observations faites dans les pays où, comme en Grande-Bretagne, on voit la chaîne nationale maintenir un niveau élevé dans la qualité des émissions mais perdre le plus grand nombre des spectateurs au profit de la chaîne publicitaire qui, elle, se soucie beaucoup moins d'élever le sens artistique et le standing intellectuel de son public.

Ce conflit entre la quantité et la qualité doit faire réfléchir tous ceux qui se préoccupent de l'avenir de la télévision. En fait, la solution doit être recherchée dans une meilleure utilisation des sondages d'opinion qui, s'ils ne sont pas conduits par un esprit mercantile, doivent non pas avoir pour effet d'asservir les producteurs aux stéréotypes de la masse, mais créer une sorte de symbiose entre ceux qui font les émissions et ceux qui les reçoivent.

Pour bien apprécier la place de la télévision dans notre civilisation et les perspectives socio-

logiques qui s'ouvrent devant elle, il faut d'ailleurs la replacer dans un contexte plus vaste. C'est ce qu'ont fait, en général les sociologues modernes qui s'intéressent aux *mass-media*, ce terme un peu barbare désignant les moyens de diffusion collective, tels que la presse, le cinéma, la radio et le petit écran. Et il faut également situer ce phénomène social dans le cadre des loisirs où il s'insère tout naturellement.

D'ailleurs, le problème des loisirs, s'il est à la mode, ne peut encore être très clair. L'évolution des temps de travail devient si rapide, au moins dans les pays industrialisés, que le contenu psychologique du terme « loisirs » évolue fortement. C'est un même mot pour différentes acceptations. L'ouvrier de l'industrie du caoutchouc qui travaille 32 ou 35 heures par semaine aux États-Unis, le paysan français, et le fellah égyptien ne peuvent avoir la même conception du loisir; et il est même vraisemblable que, pour le dernier nommé, il y a confusion entre repos et loisir.

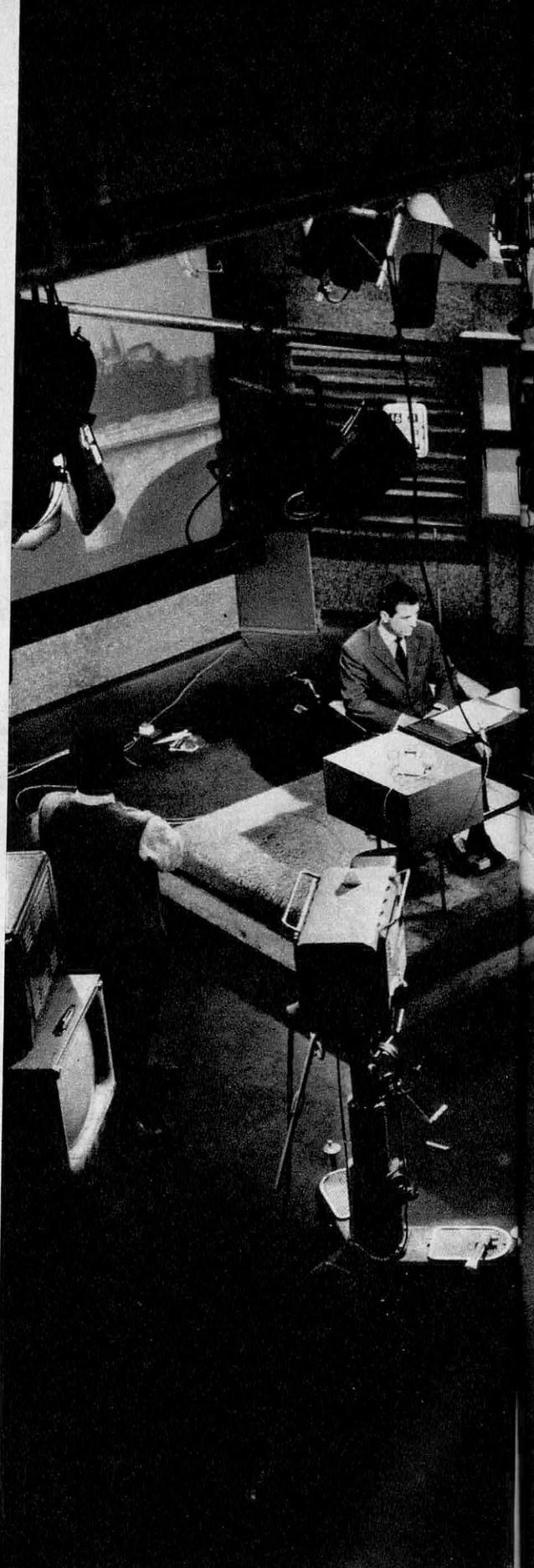
radio-télévision

tandis que, pour le premier, il y a confusion entre loisir, liberté et distraction. Le problème sociologique du loisir prend sans cesse de jour en jour plus d'importance, heureusement sans doute !... mais aussi de complexité. On peut espérer que le loisir pourrait être d'autant plus facilement défini qu'une civilisation est plus évoluée.

Les domaines réservés de la radiodiffusion

De ce point de vue, on peut rendre la télévision responsable de la crise que subit le cinéma, bien qu'à vrai dire elle n'en soit pas la cause unique. Et surtout, on peut se préoccuper des répercussions que son extension peut avoir sur la radio qui lui est souvent organiquement et administrativement associée et qui, comme elle, pénètre dans l'intérieur des foyers. Un récent sondage fait en France indiquerait que pour plus de la moitié des auditeurs la radio joue un rôle plus important que la télévision, cependant qu'un tiers seulement était de l'avis contraire, les autres n'ayant pas pu donner de réponse claire. Et pourtant, un tiers des téléspectateurs français reconnaissent qu'ils n'utilisent plus du tout leur poste de radio; quant aux deux autres tiers, ils l'écoutent beaucoup moins qu'autrefois et, dans bien des cas, uniquement pour avoir un complément d'information. C'est ce qui conduit logiquement la radiodiffusion à se réformer, comme elle est en train de le faire ici, pour s'adapter à cette situation nouvelle. Ce serait une erreur de croire qu'elle est condamnée à n'être plus bientôt qu'une survivance. Il lui reste des domaines réservés, quasi inexpugnables, dont certains lui ont été ouverts assez récemment par les progrès de la technique. C'est d'abord l'emploi du transistor qui rend les postes extrêmement mobiles et permet, notamment, l'écoute dans les automobiles. C'est aussi la modulation de fréquence, qui rend la radio irremplaçable pour les mélomanes. Sociologiquement, la radiodiffusion sonore se distingue de plus en plus de la télévision par le fait qu'elle est en train de créer un mode d'écoute plutôt individuel que familial, et aussi par le fait qu'elle peut plus aisément diversifier son public et, par conséquent, satisfaire des goûts minoritaires, notamment pour ce qui concerne la grande musique ou les émissions instructives. D'autre part, comme elle mobilise beaucoup moins l'attention que la télévision, elle peut accompagner diverses occupations, être employée comme fond sonore.

De ce fait, les problèmes que nous soulevions à propos de la télévision ne se posent pas avec

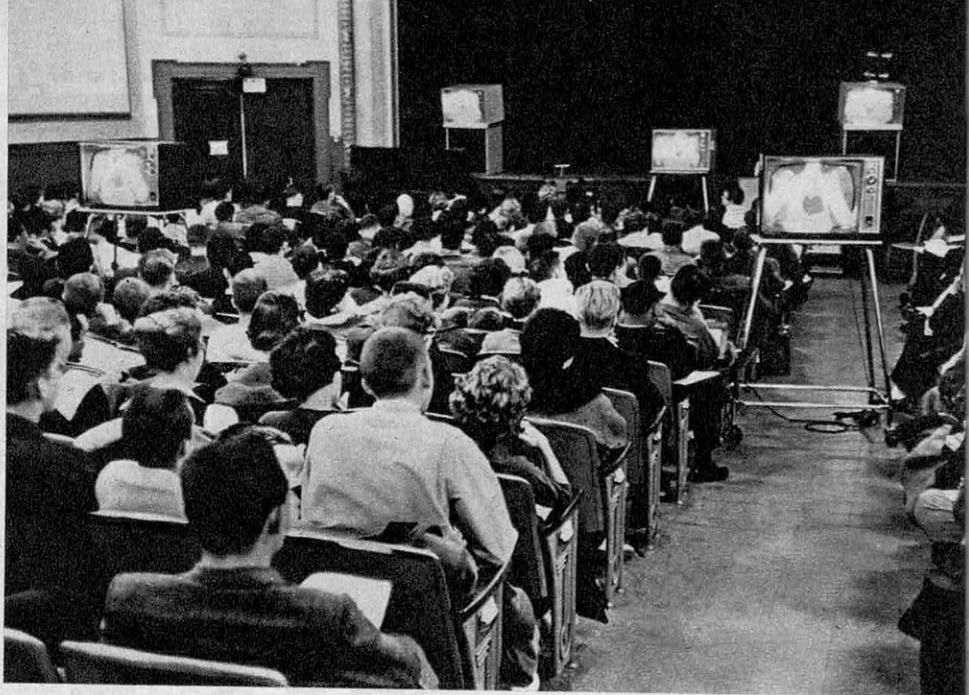




Le présentateur du journal télévisé de la R.T.F. parle devant les caméras électroniques. Son « public » ? Au 1^{er} janvier 1963, 3 millions et demi d'écrans fluorescents.

Département	Télé-viseurs en serv. 1-1-63	Télé-viseurs pour 100 hab.	Nomb. de résidences pour 1 TV
Ain	20 485	6,26	5,0
Aisne	39 841	7,76	3,8
Allier	22 097	5,81	5,6
Alpes (Basses-)	5 972	6,50	5,0
Alpes (Hautes-)	2 881	3,29	9,1
Alpes-Maritimes	66 278	10,72	3,2
Ardèche	9 952	4,00	7,6
Ardennes	22 195	7,39	4,1
Ariège	5 996	4,37	7,1
Aube	13 771	5,40	5,9
Aude	12 388	4,75	6,7
Aveyron	10 317	3,55	8,0
Aude	12 388	4,75	6,7
Bouches-du-Rhône	188 507	15,10	2,1
Calvados	39 457	8,21	3,5
Cantal	5 200	3,00	9,6
Charente	13 411	4,09	7,2
Charente-Maritime	22 260	4,72	6,4
Cher	19 083	6,50	5,0
Corrèze	10 890	4,58	6,7
Corse	6 335	2,30	16,5
Côte-d'Or	24 985	6,44	4,9
Côtes-du-Nord	18 561	3,70	8,2
Creuse	6 746	4,12	7,7
Dordogne	15 283	4,07	7,3
Doubs	22 772	5,92	4,9
Drôme	21 821	7,17	4,3
Eure	22 720	6,28	4,7
Eure-et-Loir	13 845	4,99	6,1
Finistère	21 332	2,84	10,3
Gard	36 843	8,46	3,7
Garonne (Haute-)	48 996	8,24	3,7
Gers	9 144	5,02	5,5
Gironde	70 311	7,51	4,2
Hérault	36 726	7,11	4,5
Ille-et-Vilaine	29 694	4,83	6,3
Indre	10 183	4,05	7,7
Indre-et-Loire	17 060	4,32	7,2
Isère	55 844	7,65	3,9
Jura	10 501	4,65	6,7
Landes	12 968	4,98	5,5
Loir-et-Cher	12 279	4,90	6,4
Loire	53 002	7,61	4,3
Loire (Haute-)	8 662	4,10	7,6
Loire-Atlantique	38 156	4,75	6,2
Loiret	23 441	6,01	5,4
Lot	5 903	3,94	7,5
Lot-et-Garonne	15 104	5,49	5,3
Lozère	2 406	2,94	9,9
Maine-et-Loire	17 851	3,21	8,9
Manche	20 318	4,55	6,6
Marne	41 861	9,47	3,2
Marne (Haute-)	8 549	4,10	7,3
Mayenne	5 964	2,38	12,6
Meurthe-et-Moselle	49 716	7,33	4,0
Meuse	10 664	4,94	6,1
Morbihan	15 447	2,72	10,1
Moselle	72 344	7,87	3,4
Nièvre	13 687	5,56	6,0
Nord	300 606	13,11	2,3
Oise	38 513	8,00	3,6
Orne	12 226	4,36	7,0
Pas-de-Calais	156 489	11,45	2,5
Puy-de-Dôme	36 742	7,22	4,4
Pyrénées (Basses-)	28 707	6,16	4,5
Pyrénées (Hautes-)	16 612	7,86	3,6
Pyrénées-Orientales	15 801	6,29	5,2
Rhin (Bas-)	36 980	4,80	6,1
Rhin (Haut-)	31 510	5,75	5,3
Rhône	112 454	10,07	3,2
Saône (Haute-)	6 628	3,18	9,7
Saône-et-Loire	30 949	5,78	5,6
Sarthe	18 689	4,22	7,3
Savoie	9 480	3,55	8,3
Savoie (Haute-)	14 990	4,55	6,4
Région Paris, Seine et Seine-et-Oise	922 793	11,614	3,1
Seine-Maritime	109 680	10,59	2,9
Seine-et-Marne	48 455	9,24	3,4
Sèvre (Deux-)	9 371	2,92	9,8
Somme	34 582	7,08	4,3
Tarn	15 622	4,89	5,8
Tarn-et-Garonne	8 461	4,81	5,9
Var	52 522	11,18	2,9
Vaucluse	27 103	8,93	3,5
Vendée	8 599	2,10	13,1
Vienne	10 497	3,16	9,5
Vienne (Haute-)	17 998	5,41	5,9
Vosges	11 875	3,12	9,7
Yonne	11 847	4,39	7,6
Belfort (Territoire de)	6 339	5,80	5,4
France métropolitaine			
Total	3 622 125	7,786	4,04

Dans 7.500 écoles pour 3.500.000 enfants, dans 250 universités pour 250.000 étudiants, la télévision, aux Etats-Unis, complète l'enseignement normal. Ci-contre, une séance de télévision en circuit fermé à l'Université de Columbus.



la même acuité pour la radio, ou du moins pas dans les mêmes termes. Son action est en somme beaucoup plus plastique, voire même plus discrète. Elle ne bouleverse pas au même titre les habitudes des personnes et des familles, elle s'adapte à l'emploi du temps de chacun bien plus qu'elle ne le conditionne. De ce fait, l'antinomie de la quantité et de la qualité peut être résolue pour elle par la diversification et aussi par des nuances. Un fond sonore ne peut pas donner lieu à des choix nettement tranchés entre les chaînes concurrentes. L'important est surtout d'atteindre différentes clientèles à l'heure qui convient.

Les réactions des publics

Cependant, que ce soit pour la radio ou pour la télévision, une connaissance aussi précise que possible du public, ou plutôt des publics, est toujours nécessaire. Les sociologues ont d'abord été tentés d'en aborder l'étude en partant des catégories traditionnelles telles que la profession, le statut économique, le degré d'instruction, la classe sociale. Il est certain que ces considérations conduisent à quelques résultats intéressants. On note, par exemple, dans presque tous les pays, que la télévision se répand plus lentement chez les « intellectuels » que dans les milieux peu cultivés. On constate aussi que, dans l'ensemble, les riches passent moins de temps que les pauvres devant le petit écran, parce qu'ils peuvent plus aisément s'offrir d'autres distractions. Mais par contre, il est remarquable qu'exception faite de la résistance des intel-

lectuels, l'expansion de la télévision s'est faite, presque dès le départ, à travers toutes les couches sociales. Et, surtout, on s'aperçoit qu'à quelques légères différences près, les goûts du public sont assez homogènes, ou, plus exactement, que leur éventail est à peu près le même dans toutes les catégories qui déterminent les critères usuels. Cela est vrai aussi bien pour la radio que pour la télévision.

Sociologie de la radiotélévision

La vérité, c'est que ces deux modes de diffusion massive font éclater les cloisonnements sociaux. C'est là non seulement une donnée de base, mais un phénomène évolutif. Non seulement, en effet, l'attitude des familles et des personnes à l'égard des émissions n'est pas très notablement déterminée par leur appartenance à telle ou telle catégorie, mais encore le fait que tous reçoivent les mêmes messages sonores ou visuels les conduit à s'affranchir de plus en plus des particularismes liés à leur condition sociale. Faut-il dire, comme on le fait bien souvent, que la radio et surtout la télévision tendent à uniformiser, à niveler les masses, qu'elles risquent de produire une civilisation de robots d'où seraient absentes les différences individuelles ? Ce serait une erreur. D'abord, les sondages montrent bien que, lorsque les programmes ne sont pas eux-mêmes affadis par les impératifs commerciaux, l'esprit critique des téléspectateurs va en se perfectionnant. D'autre part, au fur et à mesure que le public devient moins passif (ce qui normalement se produit, comme l'ont

radio-télévision

montré notamment les études de Belson, quand on se défait de l'envoûtement des premiers mois), ses préférences se précisent et se diversifient, même à l'intérieur du groupe familial. En définitive, les auditeurs et les téléspectateurs ne tendent pas à se couler tous dans le même moule, bien au contraire. Mais la diffusion par les ondes crée entre eux ou plutôt développe des orientations spécifiques, des variétés de comportement et d'appréciation qui ne reflètent pas leurs statuts sociaux. Il ne s'agit donc pas d'une « massification », d'un anéantissement des personnalités ; on constate plutôt l'apparition d'une nouvelle structure sociale qui ne reflète pas l'ancienne. Ce n'est donc pas d'après leurs ressources financières ou leurs professions qu'il faudrait classer les auditeurs, c'est selon leurs goûts, leur réceptivité, leur attitude plus ou moins active, leur degré de participation et aussi leur possibilité d'évolution.

Culture de masse et distances sociales

C'est selon les mêmes conclusions qu'il faudrait aborder le problème, aujourd'hui classique, de la culture de masse. Il est peu probable, en effet, qu'il y ait beaucoup à tirer, du point de vue prospectif, de la notion d'une culture qui serait directement sécrétée par ces moyens de diffusion et qui tirerait sa spécificité de son uniformité. En réalité, si la radio et la télévision peuvent avoir quelque action véritable dans le développement de la vie intellectuelle, c'est plutôt par l'élargissement de l'audience et par l'affaiblissement des particularismes qui s'opposent à l'extension de la culture tout court.

La principale conséquence sociologique de la diffusion des paroles et des images par les ondes réside dans le raccourcissement de ce qu'on nomme la distance sociale. L'individu, chez lui, se trouve lié à l'univers, il est ainsi concerné par tout ce qui autrefois pouvait lui être totalement étranger. La société globale accroît ainsi son emprise sur lui, mais il peut, de ce fait, enrichir sa personne en participant davantage à tout ce qui lui est extérieur. Ainsi on voit déjà s'estomper, surtout dans les régions conquises par le petit écran, les différences qui séparent le rural du citadin, le provincial du Parisien, et même le pauvre du riche. Il ne s'agit pas, bien entendu, d'une suppression des distinctions de fait, mais d'un élargissement de l'environnement.

La radio, et plus encore la télévision, ont donc un bel avenir devant elles, et elles peuvent contribuer à faire progresser la civilisation. Mais ce ne sont que des possibilités, ou des espoirs

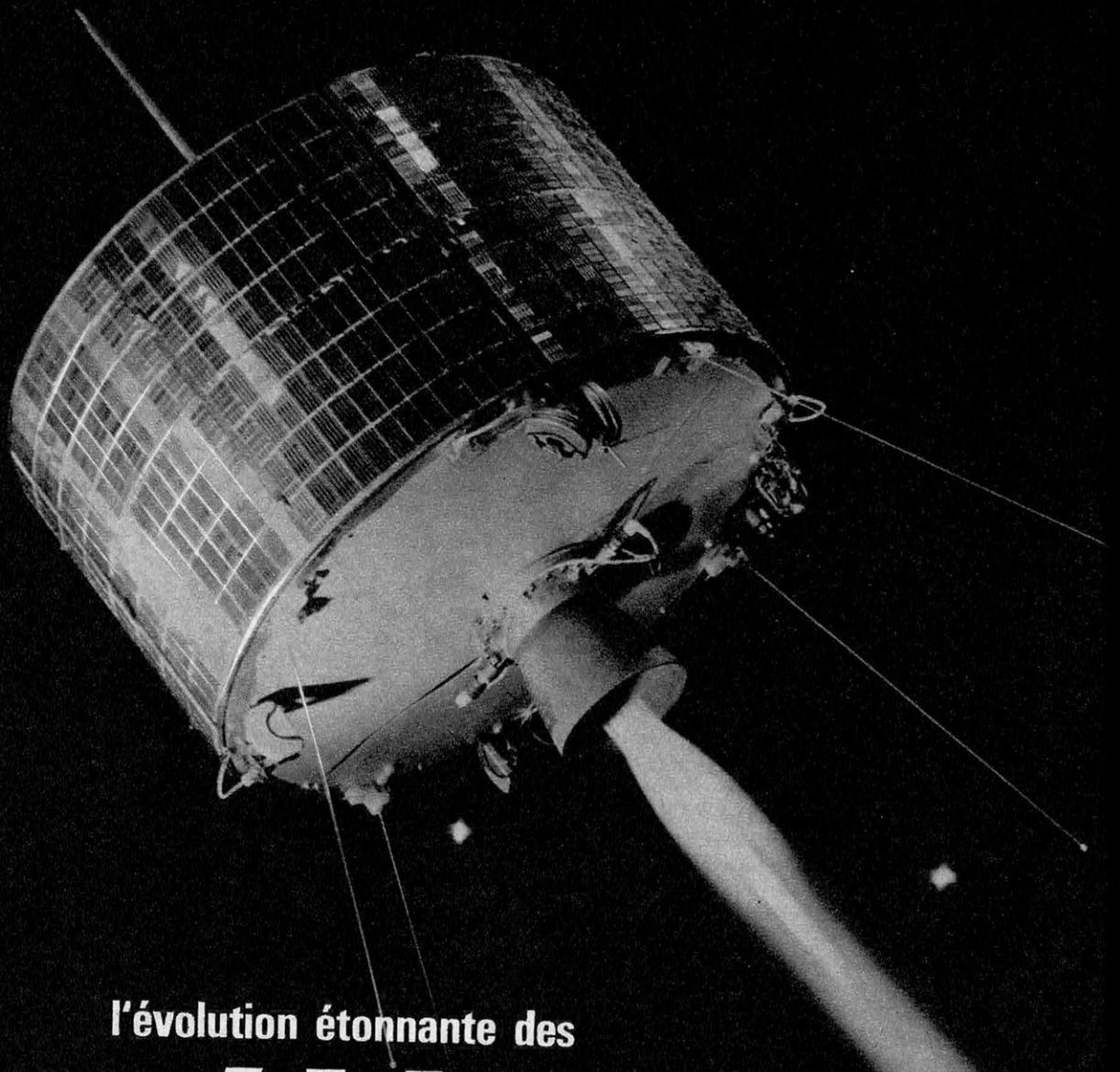
optimistes. Si elles ne se gardent pas des excès de la facilité, elles peuvent aussi bien gâcher ces promesses. La routine, l'imprévoyance, la démagogie sont des menaces qui pèsent sur elles. Nous avons dit comment elles se font sentir déjà dans certaines formes d'exploitation uniquement commerciale. Il faudrait ajouter aussi que le public, de son côté, peut se laisser intoxiquer par ces nouvelles moutures de l'opium. On pourrait, à ce sujet, faire une sorte d'étude pathologique de la télévision, étude pathologique qui serait injuste car elle concerne plus précisément l'individu que le téléspectateur. Que faisait-il avant d'être passionné du « petit écran » ? lecteur assidu ? bricoleur ? sportif ? amateur de cinéma ? fanatique de théâtre ? Il semble que celui qui accepte de se laisser intoxiquer n'était auparavant rien de tout cela. Les statistiques tendent à prouver que des Américains passent autant de leur temps devant le « petit écran » en une semaine qu'à leur travail, et ce n'est qu'une moyenne, c'est-à-dire que dans de nombreux foyers la télévision règne en maîtresse, non seulement reléguant les autres distractions, mais empiétant sur les occupations de l'individu normal. Ce sont là de véritables cas pathologiques qui pourraient rendre haïssable le phénomène « télévision ».

Dangers et promesses

Il est rare de trouver en France de pareils excès. Néanmoins, des familles avouent que lorsque le récepteur est en panne, elles se sentent « perdues », et le rythme de leur existence s'en trouve brisé. La faute en est-elle à la télévision ? Peut-être pas. C'est la démonstration, en effet, qu'avant la présence dans leur foyer de cette boîte magique, les membres de la famille avaient une existence tellement neutre, tellement insignifiante, sans lectures, sans distractions dignes, sans véritable goût de la vie, que la télévision est pour eux comme un météore et une fantastique commotion.

Des excès caractérisés en découlent qui peuvent alimenter la chronique de la toute petite histoire ; les mentionner peut être un amusement, mais il est préférable de rester sur ces quelques allusions et de terminer avec optimisme, car tous ces paroxysmes tendront à s'atténuer et la parfois brutale révélation de la culture, de la distraction, et de la connaissance pratiquée par la télévision pourra aboutir à une homogénéisation des petits groupes sociaux les plus disparates. Ceux qui font la télévision ont pour devoir de réussir cette homogénéisation au niveau le plus élevé.

Jean CAZENEUVE et Jean OULIF



l'évolution étonnante des

télécomm

Depuis fort longtemps, les radio-électriciens se sont efforcés d'imaginer des méthodes de liaisons sans fil sur des distances de plus en plus longues, pour assurer des diffusions radiophoniques et la transmission de messages.

Le problème avait d'abord été résolu, au moins en partie, en employant des ondes radioélectriques de longueur relativement grande, c'est-à-dire de fréquence réduite ;

communications

ces ondes permettent, en principe, des transmissions tout autour de la Terre, en se propageant dans l'espace au-delà de l'horizon et en suivant la courbure du globe. L'intensité...

télécommunications

... avec laquelle on reçoit une émission en un endroit déterminé, ce qu'on appelle le « champ » utile, dépend, en effet, d'un assez grand nombre de facteurs. Elle est normalement d'autant plus faible que le poste émetteur est de puissance plus réduite et plus lointain; mais il faut faire entrer en ligne de compte d'autres causes de variation : disposition géographique et même géologique de la région qui environne le récepteur, conditions atmosphériques variables, suivant l'heure, les saisons, et les facteurs météorologiques.

La longueur d'onde

La réception est généralement assez régulière à distance relativement grande avec des ondes longues; il en est ainsi en France pour les émissions de R.T.F.-Inter, Luxembourg et Europe n° 1. On constate des variations d'intensité à d'assez grandes distances, et l'audition de nuit est généralement plus intense que celle de jour; mais ces variations ont un caractère défini; en employant une énergie suffisante, les résultats à grandes distances sont réguliers, sauf dans les régions où les parasites atmosphériques sont particulièrement à craindre.

Avec des ondes courtes, c'est-à-dire de longueur inférieure à 50 m, par exemple, les phénomènes sont tout à fait différents; il devient possible d'effectuer des transmissions à de très grandes distances avec une puissance relativement faible et l'influence des parasites est réduite.

Malheureusement, cette propagation ne s'effectue pas toujours d'une manière régulière, tenant compte uniquement des variations dues à la distance et à la puissance de l'émetteur. On constate d'importantes modifications, des renforcements accentués ou, au contraire, des affaiblissements importants, suivant les saisons, les heures, les jours, sinon les années et la situation géographique ou même parfois géologique du récepteur.

Ces variations ne présentent pas un caractère périodique; la longueur d'onde joue un rôle très net, mais on constate aussi des variations plus ou moins rapides de caractères irréguliers à cadence variable, du moins à assez grande distance de l'émetteur. Ces phénomènes se manifestent même parfois d'une manière sélective sur des éléments successifs d'une même transmission.

Ces perturbations se manifestent pour des radio-concerts de longueurs d'onde comprises entre 50 et 10 m environ; pour des longueurs plus faibles, métriques ou centimétriques, les phénomènes changent encore complètement.

La propagation ne s'effectue plus au delà d'une zone locale d'un rayon de quelques di-

La constitution de l'atmosphère et la propagation habituelle des ondes courtes au-dessus de 10 m de longueur d'onde. On voit que de tels signaux se réfléchissent sur la couche ionisée de la haute atmosphère avant de revenir vers le sol.

zaines de kilomètres; les ondes se transmettent à la manière des ondes lumineuses dans une zone de visibilité directe, entre l'émetteur et les récepteurs. C'est ce qui se passe, en particulier, pour les ondes de télévision ou les radio-concerts à modulation de fréquence.

Les ondes ultracourtes

Les ondes très courtes semblaient ainsi permettre seulement la diffusion sur une zone locale très réduite; mais de nouveaux procédés rendent possibles maintenant leur propagation à de très grandes distances, ce qui peut transformer complètement les techniques utilisées dans un grand nombre d'applications.

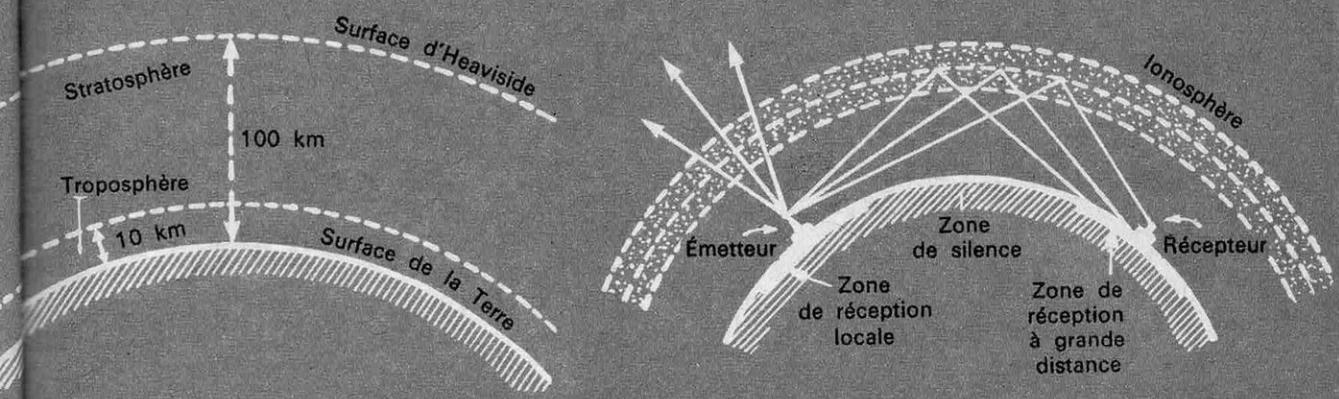
Ce n'est pas tout; les radioélectriciens n'étudient plus seulement la transmission des ondes radioélectriques à la surface de la Terre; ils ont réussi à envoyer des rayons hertziens pour établir des liaisons avec les engins spatiaux et pour améliorer encore les procédés de télécommunication terrestres eux-mêmes.

Ils ont songé à se servir de la surface des astres qui nous entourent et, en premier lieu, de la Lune; ils ont surtout employé des satellites artificiels qu'on peut faire graviter autour du globe terrestre.

Pour exposer les principes de transmission à grandes distances les plus récents, il est d'abord utile de rappeler comment est constitué l'espace qui entoure notre globe et ses propriétés, en ce qui concerne la propagation des ondes électriques.

La constitution de l'atmosphère

L'atmosphère terrestre est composée, en gros, de deux couches sphériques concentriques. La plus basse, ou « troposphère », a une épaisseur de l'ordre de 10 km; c'est dans sa masse que se produisent les différents phénomènes météo-



rologiques. La deuxième couche, plus élevée, la « stratosphère », ne contient que les gaz les plus légers, tels que l'hydrogène et l'hélium et même, sans doute, l'hydrogène seulement aux plus hautes altitudes, au delà de 200 km.

La caractéristique de la stratosphère, dans sa partie supérieure et au point de vue radioélectrique, consiste dans son degré élevé d'« ionisation »; on donne ce nom au phénomène qui produit la libération d'électrons des atomes constituant les molécules d'un gaz, et la formation d'ions, atomes ou groupes d'atomes possédant une charge résiduelle. Cette ionisation est surtout produite, semble-t-il, par l'action du rayonnement solaire.

Il y aurait donc dans la stratosphère une zone de grande épaisseur, ou « ionosphère », qui joue un rôle décisif sur la propagation des ondes.

Cette couche ionisée est bonne conductrice de l'électricité; par ailleurs, les ondes électriques se réfléchissent sur la surface des corps conducteurs, un peu comme la lumière sur un miroir, et la profondeur de pénétration est là d'autant plus faible que la longueur d'onde est plus courte.

En fait, les ondes très longues sont bien réfléchies par cette ionosphère, de même qu'elles le sont par la surface du globe. Elles se propagent ainsi tout autour de la Terre par des réflexions multiples, le long d'une sorte de « tunnel », dans les couches d'air médiocrement conducteur entre la Terre conductrice et la couche ionisée de la haute atmosphère, avec une perte d'énergie relativement réduite.

La transmission directe en radiophonie et en télévision est possible pour des ondes plus courtes dans une zone réduite et locale; elle est également possible à une distance souvent assez grande, à condition que les émissions puissent se réfléchir sur la couche ionisée qui constitue pour elles aussi un miroir. Mais, pour obtenir ce résultat, l'angle d'attaque ne doit pas être

trop réduit, et la longueur d'onde ne doit pas être trop faible.

Les ondes réfléchies ne sont, d'ailleurs, pas toujours reçues d'une manière régulière, sauf à très faible distance de l'émetteur, et seulement à partir d'une certaine limite, ce qui entraîne la production, en général, d'une zone intermédiaire d'affaiblissement, ou même de silence.

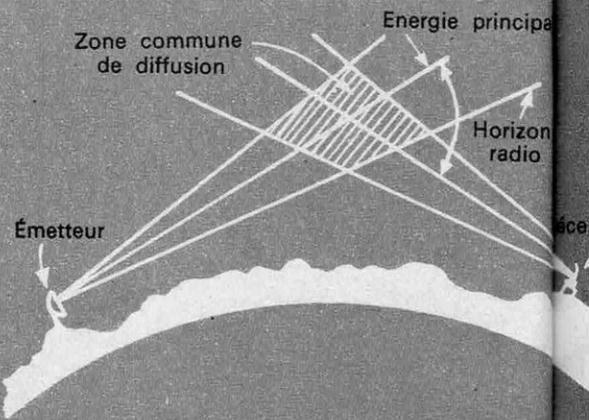
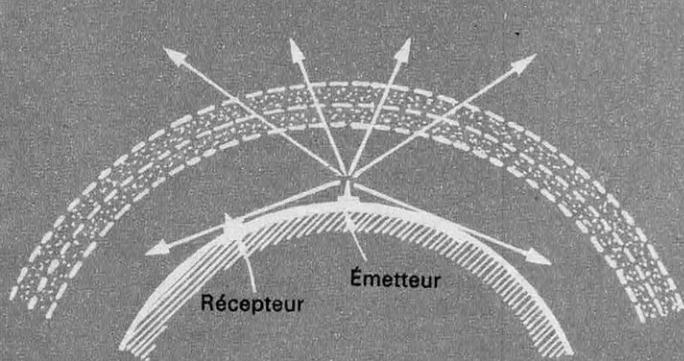
La diffusion des ondes très courtes

Avec les émissions de radio plus récentes, de longueur inférieure à 10 m, tout change. Il n'y a plus de réflexion sur les couches ionisées de l'atmosphère, les ondes émises depuis la surface terrestre traversent directement ces couches pour atteindre les zones supérieures de l'atmosphère sans revenir vers la Terre.

La transmission est donc assurée uniquement dans une zone locale, à faible distance de l'émetteur pour les ondes ultracourtes de télévision, par exemple.

Mais de nouveaux procédés révolutionnaires ont encore permis de transformer ces phénomènes, et d'envisager désormais la transmission de ces ondes à de très grandes distances, bien au delà de l'horizon, soit dans la troposphère, soit dans l'ionosphère; on utilise, à cet effet, des méthodes qu'on appelle « procédés de diffusion » (en anglais *scattering*). Ils rendent possibles les télécommunications à grande distance avec des ondes de longueur inférieure au mètre, c'est-à-dire des ondes qui semblaient se propager jusqu'ici uniquement d'une manière rectiligne dans l'espace, comme des ondes lumineuses.

L'ionosphère est toujours pourtant une sorte de miroir réfléchissant, de moins en moins efficace à mesure que la longueur d'onde diminue, et les ondes électriques qui frappent les couches ionisées sous un angle inférieur à un angle limite la traversent toujours complètement. Il



est impossible d'éviter ce phénomène; aussi, dans ces nouvelles méthodes, renonce-t-on aux effets de réflexion des ondes : on utilise uniquement des effets de diffusion, aussi bien dans l'ionosphère que dans la troposphère.

Les câbles hertziens

Les télécommunications à distances moyennes, de l'ordre de 80 km au maximum, sont désormais assurées couramment au moyen de faisceaux très étroits d'ondes très courtes, ou micro-ondes, dirigées avec précision. Les antennes d'émission et de réception sont placées aux sommets de tours ou sur des montagnes, et sont en vision optique directe, comme s'il s'agissait d'une transmission par signaux lumineux.

On établit ainsi de véritables réseaux hertziens avec des « câbles hertziens » remplaçant les câbles ordinaires téléphoniques ou télégraphiques ; des émetteurs de faible puissance, de l'ordre de quelques watts, suffisent.

Le procédé à diffusion troposphérique est en fait une extension de ces réseaux hertziens et ses bases avaient déjà été étudiées depuis longtemps, tout au moins à titre d'essai. On peut citer des expériences de Marconi datant de 1932 ; mais, comme il arrive souvent pour les applications techniques, la diffusion n'a été adoptée industriellement que depuis peu.

En 1949, E.C.S. Megaw, technicien de l'Amirauté anglaise, effectuait des essais de transmission de signaux à ondes courtes entre un émetteur radar et un récepteur mobile installé sur un navire. L'émetteur était monté sur la côte est de l'Angleterre ; le navire portant le récepteur traversa la mer du Nord et atteignit la côte norvégienne, à une distance de près de 500 km, sans interruption de la réception.

Le résultat était surprenant en apparence, la zone de transmission des ondes employées étant, en principe, uniquement locale. Ce cher-

cheur supposa que les mouvements continuels de l'atmosphère produisaient, en fait, des variations locales des propriétés de réfraction des différentes couches. Ce phénomène était suffisant pour assurer la diffusion des signaux et permettre leur réception bien au delà de l'horizon.

D'une manière élémentaire, ce phénomène peut se comparer à ce qui se produit lorsqu'on observe le pinceau lumineux très puissant d'un phare. Le signal est aperçu au delà de l'horizon grâce à la lumière diffusée par des particules de poussière et d'eau en suspension dans l'air.

La lumière est pourtant constituée par des radiations de longueurs d'onde très courtes, mais elle est aisément diffusée par les petites particules de ce genre. Le même phénomène, ou du moins un phénomène analogue, peut se produire avec ces ondes radioélectriques, dont la longueur est pourtant plus grande, d'où un effet de diffusion dû à la turbulence de l'atmosphère.

Les transmissions troposphériques

Le rendement de ces diffusions est très faible ; aussi l'énergie projetée par l'émetteur doit-elle être transmise sous la forme d'un pinceau très étroit, et dirigée avec une grande précision, de façon à atteindre le récepteur sur une surface concentrée ; l'effet directionnel doit être très accentué.

Les antennes doivent donc avoir de grandes dimensions par rapport aux longueurs d'onde adoptées. Elles ont habituellement la forme d'un réflecteur parabolique et portent au foyer un dispositif rayonnant ou récepteur de très petites dimensions. On peut les comparer à des phares lumineux à miroir parabolique, dont la lampe est disposée au foyer.

L'orientation de ces antennes est très critique ; malgré les apparences, elles ne doivent pas être dirigées vers le ciel, mais orientées vers l'horizon.

Les signaux sur ondes ultracourtes ne se propagent pas, en principe, au delà de l'horizon de l'émetteur et ces ondes, ne se réfléchissant plus sur la couche ionisée de la très haute atmosphère, ne reviennent plus au sol à grande distance. Mais on a songé à employer des faisceaux très étroits d'ondes très courtes pour constituer, par diffusion dans la troposphère, de véritables câbles hertziens.

Quelles sont les longueurs d'ondes utilisables ? La transmission est possible avec des signaux dont la fréquence varie depuis quelques centaines de mégahertz jusqu'à 10 000 MHz, c'est-à-dire pour des longueurs d'onde comprises entre 1 m et 3 cm.

La longueur d'onde dépend de la nature du signal et de la distance envisagée. Plus la longueur d'onde est relativement importante, plus les pertes d'énergie sont faibles, et il est alors plus facile d'utiliser des tubes d'émission de grande puissance. Mais, au fur et à mesure de l'augmentation des longueurs d'onde, les dimensions des antennes sont également plus grandes. Les « aériens » deviennent coûteux et doivent présenter une grande résistance mécanique, en particulier pour résister à la pression du vent. La dimension des antennes est également limitée par des phénomènes électriques, parce que les pinceaux radioélectriques peuvent frapper à des instants légèrement différents les différentes parties de la surface réceptrice.

Le choix des antennes

On emploie souvent deux antennes de réception, disposées à une faible distance l'une de l'autre. À un moment donné, le signal arrivant sur une antenne est souvent plus faible que celui qui est reçu par l'autre ou inversement, ce qui réduit les variations d'intensité. C'est là le système « diversity » utilisé déjà depuis longtemps dans les installations de liaison à ondes courtes.

Avec des ondes de plus en plus courtes, les antennes utilisables sont plus réduites et moins coûteuses, plus faciles à construire et à installer, mais les pertes d'énergie sont plus grandes. La puissance maximale d'émission obtenue est aussi souvent plus faible ; on peut employer des appareils mobiles, mais leur écartement est souvent limité. Par contre, on peut transmettre à la fois un plus grand nombre de signaux di-

vers ou, comme on dit à l'heure actuelle, d'« informations » parce que la bande de fréquences passante devient de plus en plus large.

Pour la transmission des signaux à longue distance, sans station relais, il faut employer des ondes de longueur relativement grande ; si l'émetteur et le récepteur peuvent être placés à des distances inférieures à 300 km l'un de l'autre, les ondes très courtes sont préférables.

Les appareils employés doivent aussi être différents des matériels habituels de transmission ; ils exigent l'utilisation de tubes émetteurs et amplificateurs spéciaux, tels que les klystons ; on peut ainsi produire des puissances importantes pour des émetteurs de radio ou de télévision sur la bande de 400 à 800 MHz.

La liaison hertzienne établie par la R.T.F. entre les Pyrénées-Orientales et l'Algérie est la liaison troposphérique à forte capacité la plus grande du monde. Elle permet la transmission de signaux de télévision sur une distance de 630 km en deux sections seulement ; la station intermédiaire est située dans l'archipel des Baléares.

La fréquence de transmission est de l'ordre de 4 000 MHz, ce qui correspond à une longueur d'onde de 7,5 cm ; la puissance totale d'émission ne dépasse pas 10 W, et, malgré la réduction de la bande passante de fréquences à 5 MHz, l'image retransmise reste d'une qualité convenable.

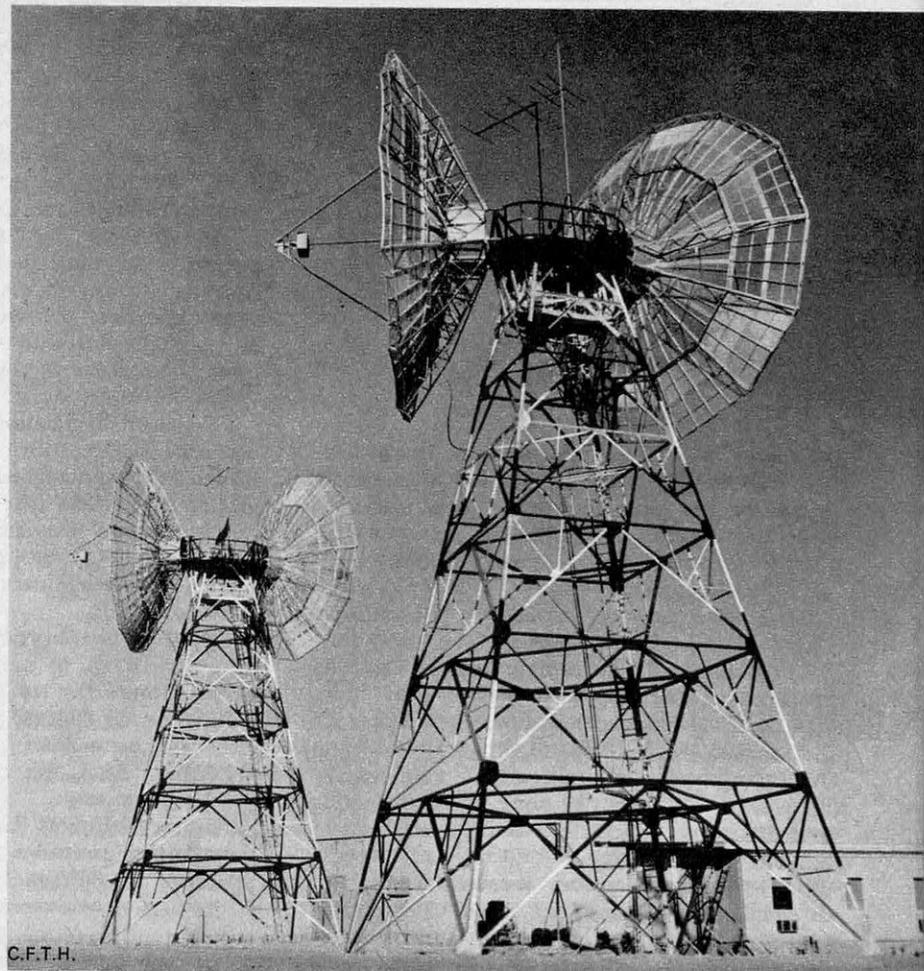
Nous ne sommes pas à la limite des perfectionnements possibles, en particulier en ce qui concerne les puissances d'émission. La limite d'une liaison troposphérique ne dépend guère que du seuil de réception du signal, c'est-à-dire de la puissance d'émission. Aussi les portées actuelles, de l'ordre de 300 à 500 km, seront-elles largement dépassées à l'aide de nouveaux équipements ; des résultats encourageants sont obtenus aux États-Unis d'une manière régulière sur des distances supérieures à 1 000 km.

Les miroirs artificiels pour les ondes

La haute atmosphère a pourtant ses imperfections et une très faible partie de l'énergie transmise, de l'ordre du 1/100 000 peut-être, est seulement recueillie au sol. Cette infime partie de l'énergie envoyée vers le ciel suffit à actionner cependant les appareils récepteurs, grâce à leur incroyable sensibilité.

D'autres moyens plus séduisants encore semblent pourtant utilisables et offrent un aspect encore plus révolutionnaire ; une première méthode envisagée depuis longtemps a consisté à augmenter artificiellement l'altitude d'une station relais au-dessus de la Terre, en l'installant à bord d'un avion, ce qui permettait d'aug-

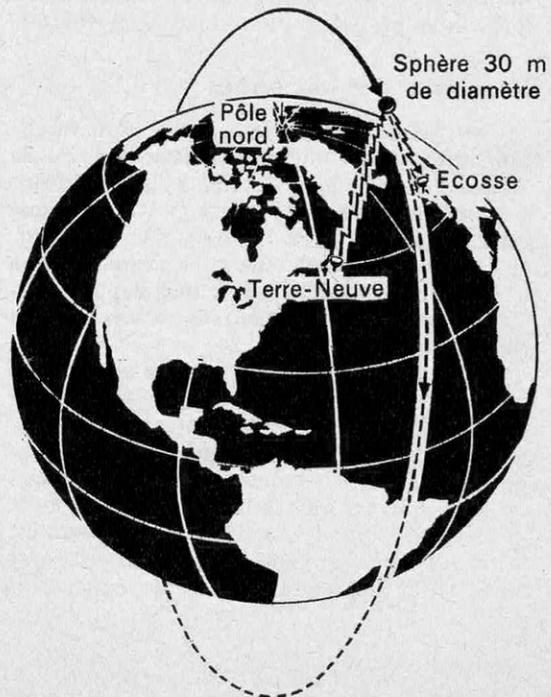
télécommunications



C.F.T.H.

Les transmissions troposphériques sont assurées par des faisceaux hertziens très étroits et émetteurs et récepteurs sont orientés avec une grande précision. Les antennes ont la forme de réflecteurs paraboliques et portent en leur foyer un dispositif rayonnant ou récepteur de très petites dimensions. On peut les comparer à des phares lumineux dont la lampe est au foyer. On voit ici les antennes Trans-horizon à Laghouat.

Télécommunications par satellite passif : le satellite ici représenté est sur orbite polaire à une altitude relativement faible.



menter d'une façon remarquable la portée d'un émetteur de télévision; c'est ce qu'on a appelé la « Stratovision ».

Ainsi, aux États-Unis, la diffusion des images sur les bandes de l'ordre de 800 MHz a été assurée par des émetteurs de 5 kW, placés sur des avions tournant en rond à une altitude de l'ordre de 7 000 m, et il a été possible d'obtenir une diffusion sur une zone de l'ordre de 200 000 km². Mais la portée admissible ne correspond pas à la théorie; à 10 000 m d'altitude, la portée optique ne dépasse pas 350 km environ.

Il fallait viser encore plus haut et placer dans l'espace extra-atmosphérique, soit des miroirs artificiels réfléchissant les ondes vers la surface terrestre, et remplaçant ainsi le miroir naturel constitué par la zone ionisée ionosphérique, soit un relais de transmission à une altitude telle que la zone couverte soit encore largement étendue. De là les « miroirs artificiels » atmosphériques, les essais de réflexion effectués sur la surface des planètes et surtout l'emploi des satellites artificiels actifs ou passifs.

Une première idée qui vient à l'esprit consiste à remplacer l'ionosphère par une sorte de ceinture artificielle jouant le rôle d'un immense miroir plus efficace.

C'est là ce qu'on semble tenter aux États-Unis en mettant sur orbite autour de la Terre, dans le projet Westford, des centaines de millions d'aiguilles métalliques, fils de cuivre de faible section.

Dans un premier essai, 350 millions d'aiguilles étaient contenues dans un cylindre, l'ensemble étant enrobé de naphtalène et pesant 33 kg; en un an, l'anneau devait atteindre sa forme définitive avec 40 km de largeur, 5 km d'épaisseur et évoluer à 3 800 km de la surface terrestre. Chaque aiguille devait devenir un satellite individuel, selon les lois de la mécanique céleste.

Cette première expérience ne réussit pas, les aiguilles étant restées agglomérées les unes aux autres, et la ceinture n'ayant pu se former. L'expérience a été reprise récemment avec 400 millions d'aiguilles projetées à une altitude inférieure à celle du premier essai, soit 2 900 km, selon une orbite circulaire; le nuage s'est répandu suivant les prévisions, l'anneau s'est formé en un mois.

Des essais de télécommunications ont été assurés normalement entre la station de Millstone Hill, près de Boston, et celle de Parp Park, près de San Francisco; l'ensemble des aiguilles a été réparti sur une ceinture de dimensions voisines de 50 km, mais la dispersion est très grande: il y a moins de 25 aiguilles par kilomètre carré.

La durée de cet anneau artificiel est limitée;

les aiguilles tournent sur elles-mêmes, elles se déforment sous l'action des chocs avec les micrométéorites; elles sont soumises à l'action des rayons ultraviolets du soleil; leur charge électrique est variable; elles passent dans le cône d'ombre de la Terre, d'où des modifications continues. La ceinture serait cependant utilisable pendant une durée de l'ordre de trois ans.

L'écartement moyen des aiguilles ne semble pas rendre possible pour le moment la transmission des paroles, ni surtout celle des images de télévision, mais seulement celle des signaux télégraphiques. Les techniciens songent surtout à utiliser cet anneau artificiel pour transmettre des signaux radioélectriques tout autour du globe, depuis les centres de commandement ou de guidage jusqu'aux engins spatiaux, avions, fusées et satellites.

Les Américains envisagent de réaliser deux anneaux, l'un polaire, comme la ceinture actuelle, l'autre équatorial comme les anneaux de Saturne; tous les points du globe seraient ainsi accessibles depuis n'importe quel émetteur.

Mais les savants qui s'intéressent à la radioastronomie redoutaient la présence de cette ceinture réfléchissante autour de la Terre, qui pouvait s'opposer au passage des radiations provenant des astres plus ou moins éloignés. Ce risque semble heureusement exagéré.

La Lune sert de miroir

La Lune, planète relativement rapprochée de la Terre, peut-elle constituer, dans certaines conditions, le miroir électrique cherché? Toute une série d'expériences destinées à obtenir des échos lunaires ont eu lieu aux États-Unis depuis plus de quinze ans; dès 1946, des signaux émis de la Terre avaient pu être reçus après réflexion sur la surface lunaire. En 1954, il était possible de déchiffrer les premiers messages en code Morse envoyés vers la Lune et réfléchis sur sa surface.

La première transmission relativement fidèle d'un message transmis par voie spatiale date cependant du 14 mai 1959. Elle a eu lieu entre l'Angleterre et les États-Unis, grâce au puissant radiotélescope de Jodrell Bank de 76 m de diamètre, d'une part, et la station de Hamilton dans le Massachusetts, d'autre part.

Ce premier résultat devait être suivi rapidement d'une autre réussite: la réception d'un message en téléphonie, échangé entre les deux stations, dans des conditions satisfaisantes. On a pu même envisager à ce moment une liaison bilatérale via la Lune, entre la station navale de Pearl Harbour et New York, liaison particulièrement intéressante au point de vue militaire.

télécommunications

Mais la Lune ne constitue pas un miroir idéal; elle est trop éloignée de la Terre. Cet écartement n'est pas nécessaire pour renvoyer les signaux sur la zone de réception utile; par contre, l'intensité de l'écho hertzien diminue comme la quatrième puissance de la distance de la surface de réflexion. La surface de la Lune n'a d'ailleurs qu'un faible pouvoir réflecteur pour les ondes très courtes; l'absorption et la diffusion sont considérables, le sol étant sans doute formé de pierre ponce ou de cendres volcaniques.

De toutes façons, la Lune se déplace constamment dans le ciel; selon son écartement ou son rapprochement de la Terre, il se produit une dilatation ou une contraction des ondes réfléchies, d'où un glissement continual de la fréquence, ce qui ne permet pas de régler le récepteur sur une émission dont la longueur d'onde varie constamment, sans parler du balancement apparent de notre satellite.

Les satellites de télécommunications

Les réflecteurs naturels ne semblent pas pouvoir être utilisés comme des miroirs électriques efficaces pour la diffusion des sons et des images; mais les progrès remarquables de l'astronautique permettent désormais d'utiliser des satellites artificiels tournant autour de la Terre pendant des mois, sinon des années. Ces satellites offrent la solution idéale pour réaliser des liaisons entre deux stations terrestres, et peuvent être de deux types : les satellites « passifs » constituent de simples réflecteurs d'ondes radioélectriques, des miroirs électriques mobiles; les satellites « actifs » remplacent, en quelque sorte, les avions utilisés dans les expériences de Stratovision, et transportent de véritables relais électroniques formés d'ensembles récepteurs amplificateurs et réémetteurs. L'emploi des premiers peut paraître plus simple; mais les puissances des émetteurs au sol doivent être beaucoup plus élevées puisque les signaux frappant le satellite sont seulement réfléchis.

Les satellites peuvent aussi être classés suivant l'altitude de leur orbite; une liaison est assurée entre deux points du globe seulement lorsqu'un satellite est visible facilement au-dessus de l'horizon d'un angle de 5 à 10° ou davantage, et pour les deux points simultanément. Plus le satellite est élevé, plus grande est la surface du globe couverte à chaque instant et plus réduit est le nombre de satellites nécessaires pour couvrir toute la surface terrestre; chaque satellite doit apparaître sur l'orbite déterminée à l'avance, à un moment exact prévu avec précision.

Le nombre des satellites nécessaire à la cons-

titution d'un réseau mondial peut, d'ailleurs, être sensiblement réduit si l'on parvient à synchroniser leurs mouvements relatifs, ce qui exige des dispositifs de stabilisation complexes.

En dehors de satellites se déplaçant par rapport au sol et dits à « défilement », on envisage aussi des satellites stationnaires, immobiles par rapport à un observateur terrestre, à condition qu'ils gravitent sur des orbites circulaires, équatoriales, à 36 000 km d'altitude, ce qui leur assure une période de révolution de 24 heures, comme pour la Terre. Trois satellites stationnaires, équidistants sur un cercle équatorial, suffiraient alors à desservir le globe, à l'exclusion pourtant des régions polaires.

Un autre facteur important conditionne le choix de l'altitude : c'est la présence de l'atmosphère. Si le satellite est placé trop bas, son orbite est affectée par l'atmosphère et sa « vie » peut être réduite.

Le problème des radiations, en particulier de la « ceinture de Van Allen » qui se trouve autour de la Terre, est à considérer en raison des risques pour l'équipement électronique à semi-conducteurs et les piles solaires qui constituent la source d'énergie la plus généralement envisagée. Pour éviter ces risques, le satellite devrait se trouver au-dessous de 1 600 km, ou au-dessus de 18 000 km; en recouvrant les cellules solaires d'une pellicule de quartz ou de saphir de quelques millimètres d'épaisseur, on réalise une protection efficace contre les électrons, mais partielle contre les protons.

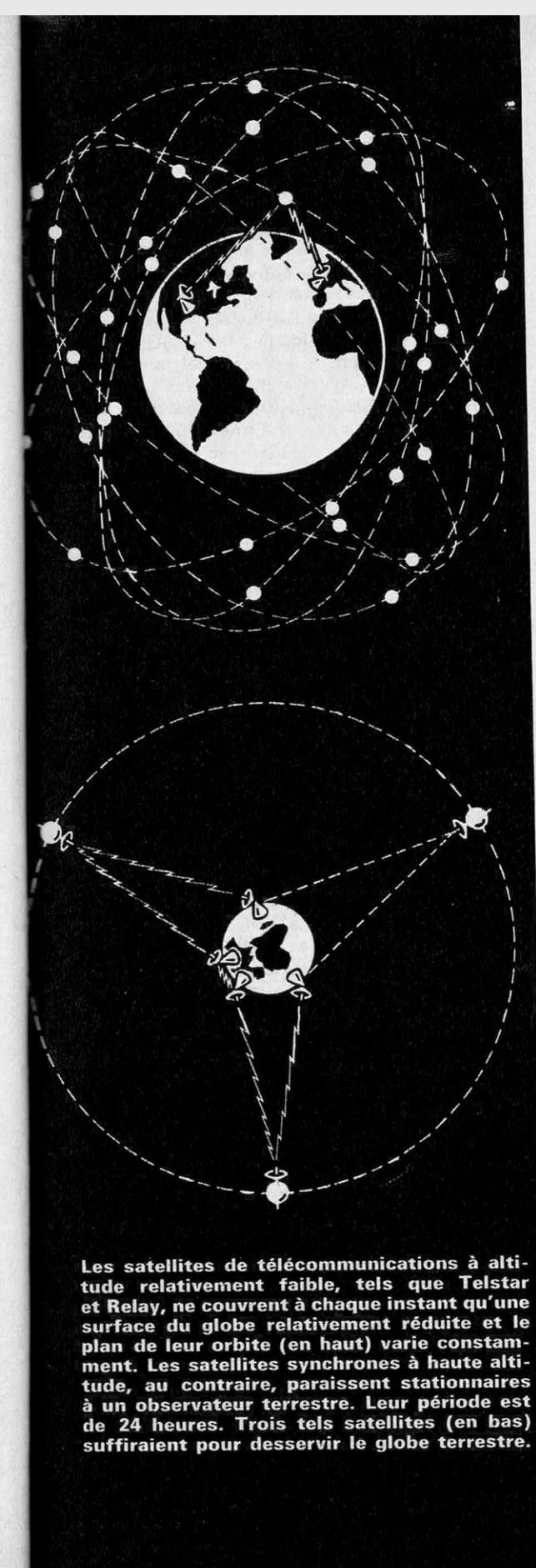
Les satellites commerciaux, qui devront fonctionner pendant plusieurs années, devront se déplacer au-dessous de 6 000 km environ.

Les ballons géants

Le premier satellite passif ayant permis à la fin de 1960 la transmission régulière entre la station laboratoire de Holmdel dans le New Jersey, à 60 km de New York, et la tour de Nançay dans le Cher, était une sorte de ballon géant baptisé Echo I.

Ce satellite passif, simple réflecteur, était constitué par un ballon en plastique de 30 m de diamètre, recouvert de poudre d'aluminium. Après son lancement, il s'est gonflé par dilatation des gaz contenus dans son enveloppe, et se situait à l'origine à 1 500 km de hauteur. Il faisait le tour de la Terre en 2 heures, donc douze fois par jour, et était relativement bas sur son orbite, à 1 300 km, au mois de décembre, quand ses signaux ont été captés à Nançay.

Cet engin était théoriquement visible par l'Amérique et par l'Europe au cours de ses deux passages quotidiens qui durraient environ 5 minutes. Malheureusement, malgré une puissance à l'émission de 10 kW et l'emploi d'antennes



Les satellites de télécommunications à altitude relativement faible, tels que Telstar et Relay, ne couvrent à chaque instant qu'une surface du globe relativement réduite et le plan de leur orbite (en haut) varie constamment. Les satellites synchrones à haute altitude, au contraire, paraissent stationnaires à un observateur terrestre. Leur période est de 24 heures. Trois tels satellites (en bas) suffiraient pour desservir le globe terrestre.

de 26 m de diamètre pointées avec une précision de moins de 1/10 de degré, les signaux réfléchis n'avaient qu'une puissance de l'ordre du millionième du watt, ce qui compliquait la question de la réception.

Echo I avait, par ailleurs, des dimensions trop importantes et des parois trop minces pour résister très longtemps, en principe, à l'action des météorites. La durée ne devait pas dépasser quelques dizaines de jours; en fait, il a pu servir encore en avril 1962 à de premiers essais de retransmission spatiale de télévision.

On étudie maintenant un satellite semi-rigide de 41 m de diamètre, et de 225 kg, avec des parois en sandwich, deux couches d'aluminium de moins d'un centième de millimètre appliquées sur une lame en Mylar d'une épaisseur du même ordre, ce qui assurerait une résistance au plissage et au cloquage vingt fois supérieure à celle d'Echo I.

Telstar a créé la Mondovision

Depuis le 10 juillet 1962 une fusée Thor-Delta, lancée du cap Canaveral, a mis en orbite le satellite actif Telstar I qui a permis, pour la première fois, d'une manière régulière, des transmissions d'images télévisées entre les États-Unis et l'Europe, en assurant ainsi les débuts de ce qu'on a appelé la « Mondovision ».

La mise en place d'un réseau passif suppose l'établissement de stations de réception capables de recevoir des signaux très faibles et, par conséquent, dotés d'appareils plus sensibles; en contrepartie, l'installation d'un réseau de satellites actifs exige la mise au point de tout un appareillage complexe de réception et de réémission pouvant être placé dans un engin spatial.

La construction des premiers engins actifs américains a été entièrement réalisée par l'American Telephone and Telegraph; puis est apparu le Relay dont la réalisation est due à la Radio-Corporation of America.

L'entrée en service de Telstar a été spectaculaire puisque, sitôt mis en orbite, il a été employé pour relayer des émissions de télévision entre le Nouveau Monde et le vieux continent; pour la première fois, au mois de juillet 1962, on vit apparaître sur le petit écran des téléviseurs européens, grâce à la station américaine d'Andover et aux stations de réception établies en France à Pleumeur-Bodou et à Doonhilly en Grande-Bretagne, des images filmées au même moment de l'autre côté de l'Atlantique.

Telstar parcourt une orbite elliptique dont le périphée se trouve à environ 960 km de la surface terrestre et l'apogée à quelque 5 600 km; il gravite sur un plan faisant un angle d'environ

télécommunications

45° par rapport à l'équateur. Son trajet autour de la Terre dure 2 heures 40 minutes.

Il se présente sous la forme d'une sphère de 87 cm de diamètre, comportant 72 facettes et pesant environ 77 kg; sa charpente de magnésium supporte une coque d'aluminium revêtue d'une autre couche d'oxyde d'aluminium pulvérisé à sa surface. Des cellules, ou piles solaires, sont montées sur 60 des facettes; trois autres de celles-ci portent des miroirs qui renvoient la lumière solaire jusque vers des observateurs terrestres utilisant des appareils de repérage optique.

L'électricité est directement fournie aux circuits électroniques par 19 éléments rechargeables nickel-cadmium chargés par les 3 600 piles solaires placées à la surface.

Les signaux sont envoyés au satellite sur la fréquence de 6 490 MHz, soit 6,49 milliards de périodes par seconde, et retransmis au sol sur une fréquence plus faible, de 4 170 MHz, soit 4,17 milliards de périodes par seconde.

Quatorze transistors au germanium sont utilisés pour amplifier les signaux environ un million de fois en fonctionnement normal, et l'amplification totale est contrôlée automatiquement. La puissance du signal de sortie renvoyé vers la Terre doit rester à peu près constante et de l'ordre de 2,25 W, quelle que soit la force du signal transmis de la Terre et le vieillissement des transistors.

Des systèmes de télécommande sont également prévus pour interrompre et déclencher la principale fonction des satellites, c'est-à-dire la transmission des télécommunications. Le montage comprend deux radiorécepteurs recevant les ordres transmis sur 120 MHz sous forme d'impulsions codées, deux décodeurs, un réseau de commande et de relais, mettant les appareils en circuit ou hors circuit. Ces appareils de télécommande ont même permis d'effectuer un véritable dépannage de l'engin toujours sur son orbite !

Les stations terrestres

Les antennes de réception des stations terrestres sont destinées à recevoir des signaux très faibles et doivent être orientées avec une extrême précision. Chaque station comprend des appareils permettant de repérer le satellite, de calculer son orbite, de lui envoyer des ordres et d'effectuer les expériences de transmission.

Les signaux de télécommunication sur large bande sont émis par le satellite uniformément dans presque toutes les directions et, lorsqu'ils atteignent la Terre, ils sont extrêmement faibles. L'amplification d'un tel signal sur une largeur de bande de plus de 25 MHz est une opération difficile, lorsque l'émetteur est

un objet de 87 cm, se déplaçant dans l'espace à une vitesse de 25 000 km/h.

Pour capter ce très faible signal, il faut une antenne de très grandes dimensions protégée des radiations émises par les arbres, la terre et même les êtres humains. L'antenne d'Andover ou de Pleumeur-Bodou est la plus grande antenne en cornet jamais construite; son ouverture de quelque 335 m² doit lui permettre de capter environ un milliardième de watt du signal à large bande; les parois du cornet arrêtent les radiations terrestres indésirables. Sa structure rotative d'acier et d'aluminium pèse environ 380 t et sa longueur totale est de 54 m.

L'antenne doit suivre son minuscule objectif avec une précision régulière et continue de moins d'un cinquantième de degré; elle doit donc être réalisée avec plus de précision qu'une montre de qualité !

Pour éviter les effets du vent, et mettre l'antenne à l'abri des vibrations mécaniques ou déformations dues aux variations de température, le système est doté d'une enceinte à température constante à l'abri de l'action des vents, de la pluie et des perturbations atmosphériques. Ce « radome », terme dérivé de l'anglais, abri gonflé mesurant 64 m de diamètre et 49 m de haut, réalisé en diacron et caoutchouc synthétique, est parfaitement perméable aux ondes radioélectriques et assez vaste pour recouvrir 1,20 ha lorsqu'il est étalé à plat. Il pèse 20 t; la pression de l'air qu'il contient suffit pour le maintenir en place, en lui conservant sa rigidité, malgré les plus violentes tempêtes. A l'intérieur, l'air est aussi desséché, légèrement pressurisé, et maintenu en permanence à une température supérieure à 7 °C.

L'antenne utilisée à la fois à l'émission et à la réception est reliée à deux émetteurs, l'un de 2 kW, fonctionnant sur 5 cm de longueur d'onde pour communiquer avec Telstar, et l'autre de 10 kW sur 17 cm de longueur d'onde, pour communiquer avec le nouveau satellite Relay. La longueur d'onde des signaux des deux satellites est cependant la même et un seul récepteur suffit; mais il a fallu employer un appareil d'un type très nouveau, en raison du faible niveau des signaux.

Ce récepteur comporte un premier étage d'amplification à grande sensibilité ou « maser »; dans cet appareil, l'amplification n'est pas obtenue au moyen d'un tube électronique ou d'un transistor, mais au sein d'un cristal de rubis synthétique, placé dans une enceinte refroidie à l'hélium liquide. Le gain de sensibilité est de l'ordre de cent par rapport aux appareils plus classiques; mais le maser doit être placé à l'emboîture même du cornet.

La précision de l'orientation de l'antenne est extrême; le satellite est repéré au moyen de deux



S.I.S.

**Echo I était un ballon en plastique de 30 m de diamètre une fois gonflé après mise sur orbite à 150 km d'altitude. Il faisait le tour de la Terre douze fois chaque jour. Recouvert de pou-
dre d'aluminium, ce satellite pas-
sif réfléchissait les ondes radio-
électriques comme un miroir.**

télécommunications

radars, un premier « traqueur » de repérage, et un deuxième « traqueur » de précision, au 1/100 de degré près. L'azimut et le site sont calculés instantanément par un centre de calcul équipé d'un ordinateur électronique qui, à son tour, met en mouvement sans intervention humaine la machinerie de l'antenne et fait pointer le récepteur en direction du satellite. Un dispositif électronique à correction automatique maintient l'axe de l'antenne dans la direction où les signaux reçus du satellite sont d'amplitude maximale, ce qui assure la précision finale nécessaire.

La mise en mouvement de cette antenne géante a posé de nombreux problèmes ; elle tourne horizontalement sur deux chemins de roulement, constitués par un rail extérieur de 40 m de diamètre et un rail intérieur de 28 m, autour d'un pivot central par lequel passent toutes les télécommandes ; son poids est de 250 t. On est loin de la première antenne de

réception de Nançay, montée sur un affût de canon de marine et orientée par deux opérateurs !

Une fois la communication établie avec le satellite, les signaux amplifiés sont dirigés vers un centre hertzien ; en France, c'est la tour de Meudon, en liaison avec ce centre, qui assure la redistribution vers le réseau hertzien.

Le Relay, construit par la Radio Corporation of America a été placé le 13 décembre 1962 sur une orbite elliptique un peu plus élevée que celle de Telstar, avec un périgée de 1 320 km et un apogée à 7 440 km. Sa forme est différente de celle de Telstar, mais ses caractéristiques sont assez voisines. Les antennes, à fentes rayonnantes, sont placées sous des capots protecteurs en dehors du corps du satellite. Le nombre des cellules photoélectriques, soit 8 215, est plus élevé que sur Telstar et l'ensemble est mieux éclairé par le Soleil. La puissance obtenue est de 45 W au lieu de 15 ; mais l'utili-

Weste

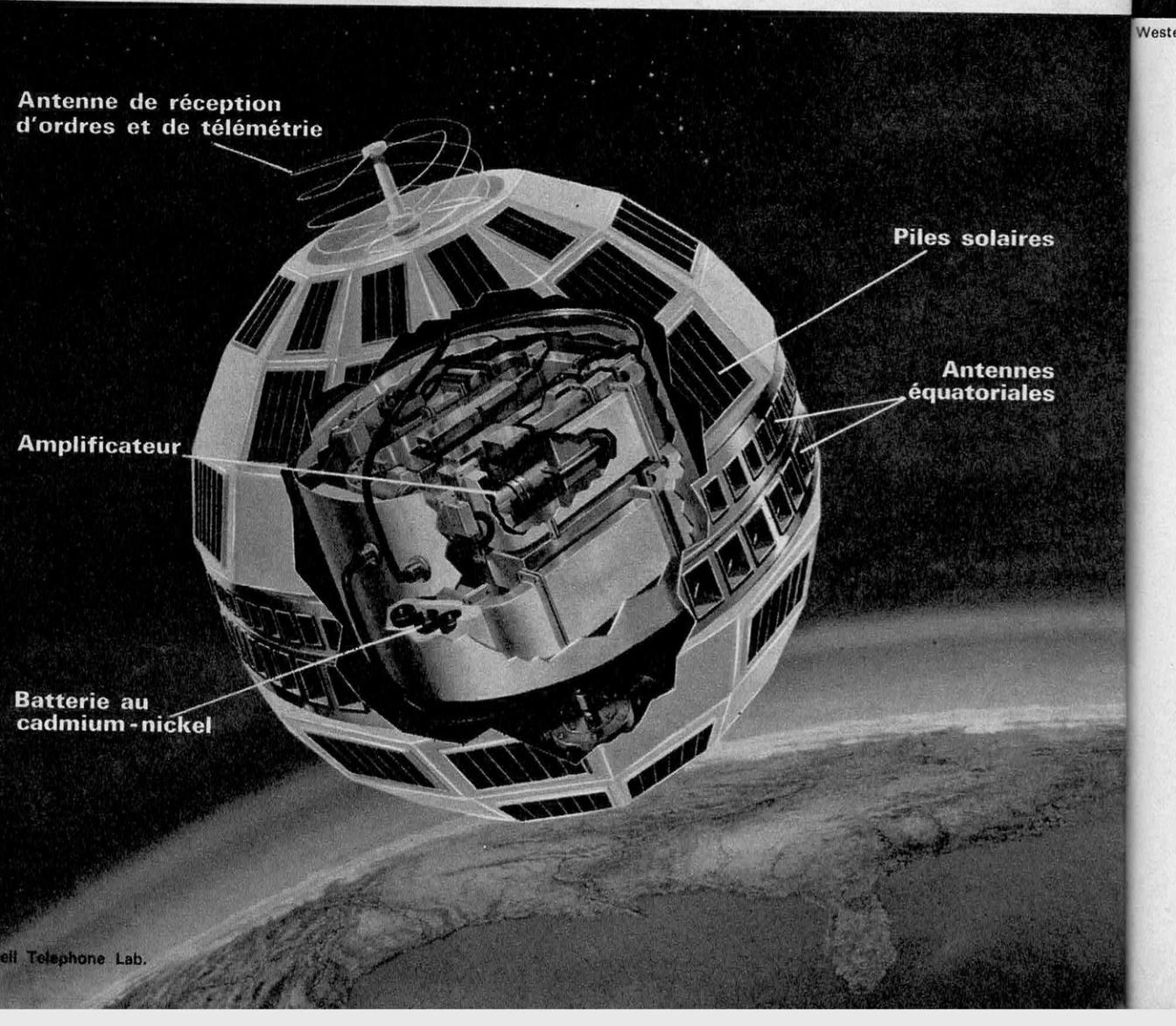
Antenne de réception
d'ordres et de télémetrie

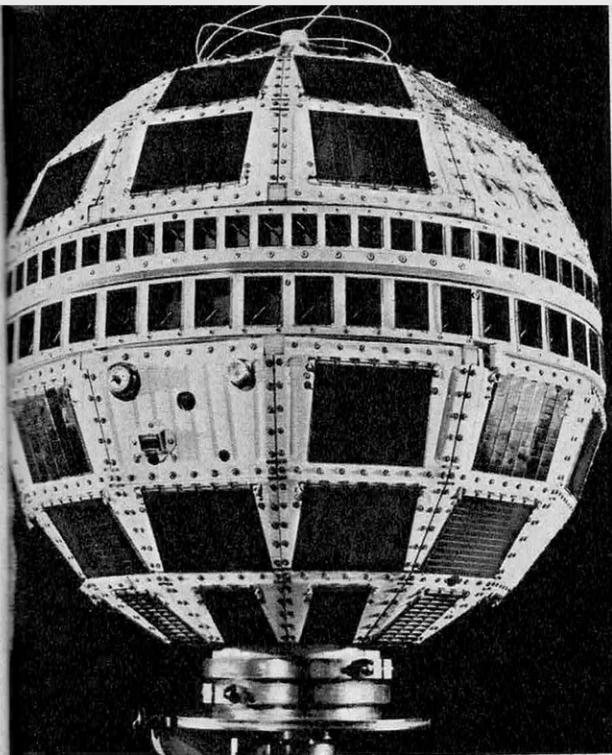
Amplificateur

Batterie au
cadmium-nickel

Piles solaires

Antennes
équatoriales





Western Electric.

sation permanente n'est pas possible, la consommation en fonctionnement étant de 82 W.

Deux autres satellites de même type ont été lancés en 1963, dont un modèle pesant 270 kg au lieu de 78 kg. Les résultats obtenus montrent la difficulté de passer actuellement d'un fonctionnement intermittent à un fonctionnement permanent.

Un autre problème à résoudre concerne l'augmentation de puissance nécessaire, au fur et à mesure de l'augmentation de l'altitude, et on pourrait aussi envisager l'emploi d'antennes directives sur les futurs satellites. Enfin, le problème du lancement sur orbite à 11 000 km d'un satellite qui doit peser au moins une centaine de kilogrammes nécessite l'emploi de fusées très sûres difficiles à mettre au point.

Les satellites synchrones

Les satellites à basse altitude, passifs ou actifs, offrent de grands avantages; mais les spécialistes envisagent également la mise en orbite de satellites de très haute altitude, dits *satellites synchrones*, ou satellites de 24 heures, destinés à permettre, en principe, une transmission continue entre deux stations définies.

Ces satellites seraient placés en orbite à une altitude de 36 000 km environ; à une telle altitude, si l'orbite du satellite est parallèle à l'équateur et située exactement au-dessus de celui-ci, la durée de rotation autour de la Terre est égale à celle du globe autour de son axe, soit 24 heures. Pour un observateur installé au sol, le satellite semble donc immobile au-dessus d'un point

En bas, à gauche, Telstar est le premier satellite actif, ou satellite relais, qui a permis d'obtenir des transmissions d'images en Mondovision entre l'Amérique et l'Europe. Il a la forme générale d'une sphère de 87 cm de diamètre et pèse 77 kg. Des piles solaires sur 60 des facettes chargent 19 éléments de batteries nickel-cadmium.

Ci-contre, Telstar II, version améliorée de Telstar I, a même diamètre, mais pèse 88 kg. La surface porte aussi 3 600 piles solaires. Les circuits de commande sont équipés avec des transistors pour le décodage des signaux qui sont adressés à l'engin par les postes terrestres.

donné de la surface du globe, et joue le rôle d'une station relais d'une hauteur et d'une portée inconnues jusqu'ici.

Le Syncor II, placé ainsi sur la première orbite synchrone au monde au-dessus du Brésil, se déplace à une vitesse de 10 900 km/h, alors que la rotation de la Terre s'effectue à une vitesse de 1 600 km/h. Le fait semble surprenant à première vue; mais ces deux vitesses, malgré l'écart qui les sépare, sont, en fait, pourtant synchronisées, comme le seraient celles de deux chevaux, engagés sur une piste circulaire, et qui voudraient demeurer à la même hauteur, mais dont l'un serait « à la corde », tandis que l'autre se trouverait du côté extérieur de la piste, donc beaucoup plus loin du centre.

Un système comportant un nombre suffisant de tels satellites présenterait, en principe, de nombreux avantages, puisque toutes les stations au sol pourraient communiquer n'importe quand avec d'autres stations, et chaque station terrestre n'utiliserait que la capacité des relais dont elle aurait besoin à un moment donné.

Deux satellites de ce type situés, l'un au-dessus de l'Atlantique sud et l'autre au-dessus du Pacifique central, assureraient déjà la liaison entre toutes les grandes zones internationales de télécommunication. Avec trois satellites à peu près équidistants, on réalisera un système couvrant le monde entier.

L'équipement au sol serait très simplifié puisqu'on pourrait supprimer les antennes indispensables pour suivre dans leur course les satellites à faible altitude.

Certains imaginent même que les signaux de

télécommunications

télévision, lancés par un satellite stationnaire, pourraient dans l'avenir être captés directement, sans autre intermédiaire, par les antennes des téléspectateurs.

L'avenir des télécommunications spatiales

Une conférence sur les postes et télécommunications, réunissant des représentants de tous les pays européens, a eu lieu récemment à Munich ; les Européens semblent surtout orienter leurs recherches spatiales vers le secteur des télécommunications. La Conférence mondiale des Radiocommunications spatiales, qui s'est ouverte récemment à Genève, a réuni aussi plus de 1 500 délégués.

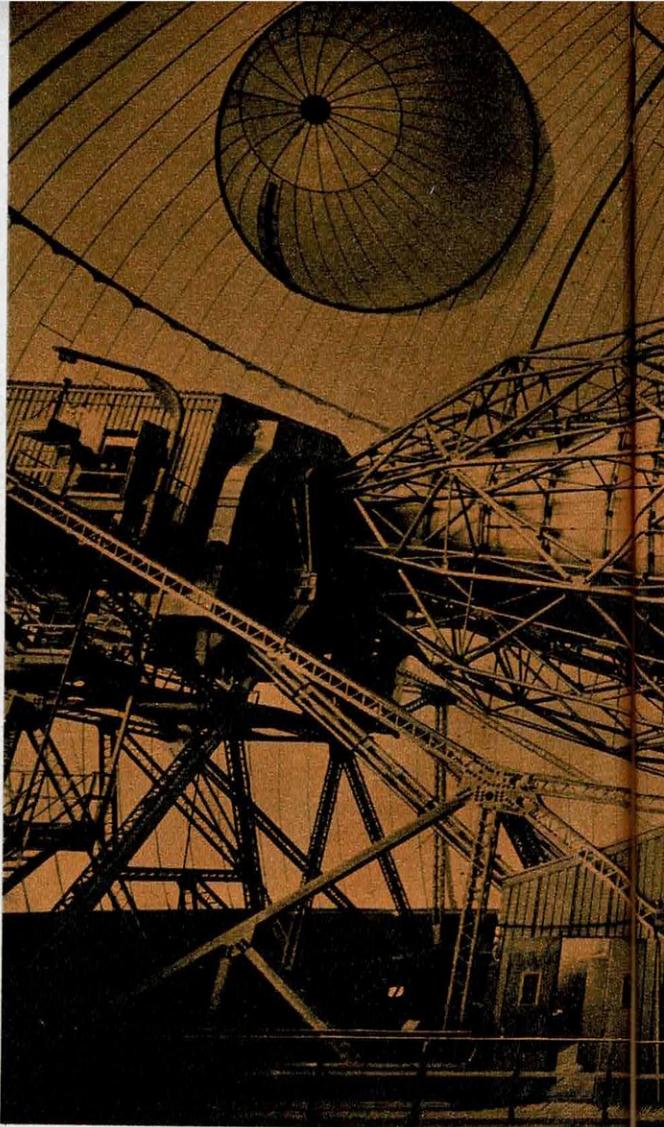
Différents projets ont été présentés à la conférence de Munich : une étude de l'American Telephone and Telegraph, un autre projet britannique, et un troisième système, enfin, du genre de celui prévu au moment du lancement de Syncom.

Il s'agit essentiellement d'attribuer des bandes de fréquences destinées aux radiocommunications passant par l'espace extra-atmosphérique. Selon la délégation américaine, en 1980 les deux tiers environ de besoins globaux seront couverts par des satellites, les liaisons par câbles et les liaisons radioélectriques classiques n'interviendront plus que pour un tiers. La portion du spectre des fréquences attribuée aux télécommunications par satellites devrait être comprise, selon les Américains, entre 3 700 et 8 500 MHz.

Les techniciens français de Pleumeur-Bodou, pour leur part, ont présenté un projet de réseau constitué de satellites synchronisés entre eux et gravitant à 9 000 km. Chaque satellite pourrait être suivi par les stations au sol durant 1 heure 30 minutes, de l'équateur au pôle Nord, jusqu'au moment où le satellite suivant apparaîtrait à l'horizon. Il suffirait ainsi de deux antennes et de huit satellites.

Le « bruit » à la réception

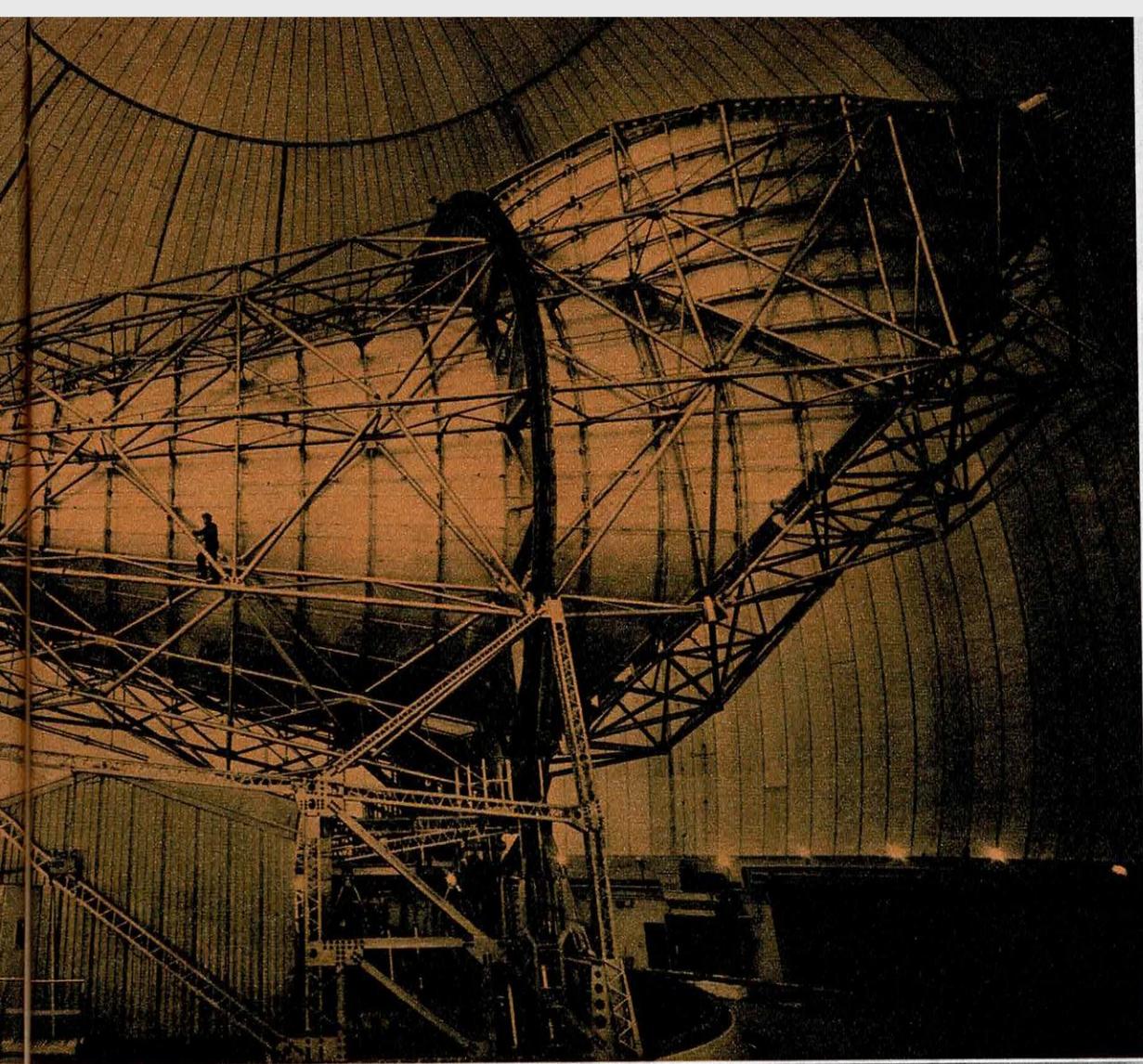
Les signaux qui nous parviennent de distances qui se chiffrent par des dizaines de milliers de kilomètres sont de plus en plus faibles. Pour les recevoir et les utiliser d'une manière efficace, il est nécessaire d'employer des niveaux d'amplification de plus en plus considérables, et bien au delà des valeurs considérées dans les montages classiques. Or, il est impossible d'augmenter le pouvoir amplificateur des montages actuels au delà d'une certaine limite, même en multipliant le nombre des étages, en raison du bruit de fond, proportionnel même au nombre des éléments amplificateurs ; ce bruit



réduit d'autant l'amplification efficace, et le rapport signal-bruit constitue la caractéristique essentielle des systèmes habituels.

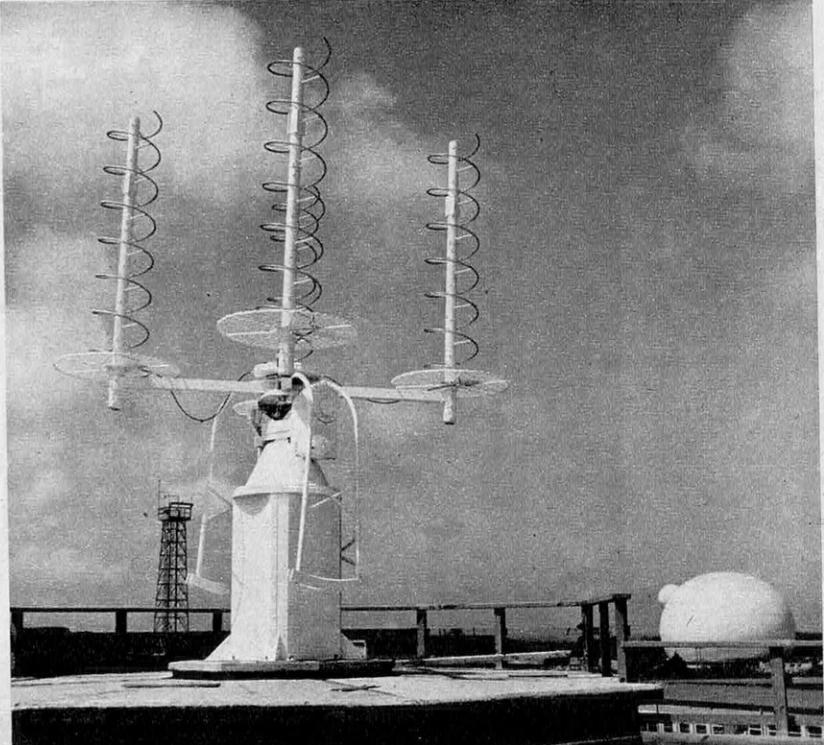
Lorsqu'on veut recevoir des signaux très faibles, l'augmentation nécessaire du gain d'amplification détermine, la plupart du temps, un accroissement du « bruit », qui brouille les images et rend inaudibles les communications. Ce « bruit » est créé, en grande partie, par les éléments du récepteur lui-même, en particulier, par l'agitation thermique des molécules du corps émissif constituant la cathode des tubes à vide. Mais il se produit également d'une façon presque aussi gênante jusqu'ici dans les éléments à semi-conducteurs, tels que le germanium ou le silicium.

La réduction des bruits de fond est donc un facteur d'importance capitale, en particulier



Bell Telephone Lab. U.S.I.S.

On voit ci-dessus l'antenne en corset d'émission et de réception de Pleumeur - Bodou dans son radome. La structure d'acier et d'aluminium pèse quelque 380 t et la longueur totale atteint 54 m. Elle doit suivre son minuscule objectif avec une précision d'un cinquantième de degré. Ci-contre l'antenne quadruple en spirales de transmission d'ordres.



télécommunications

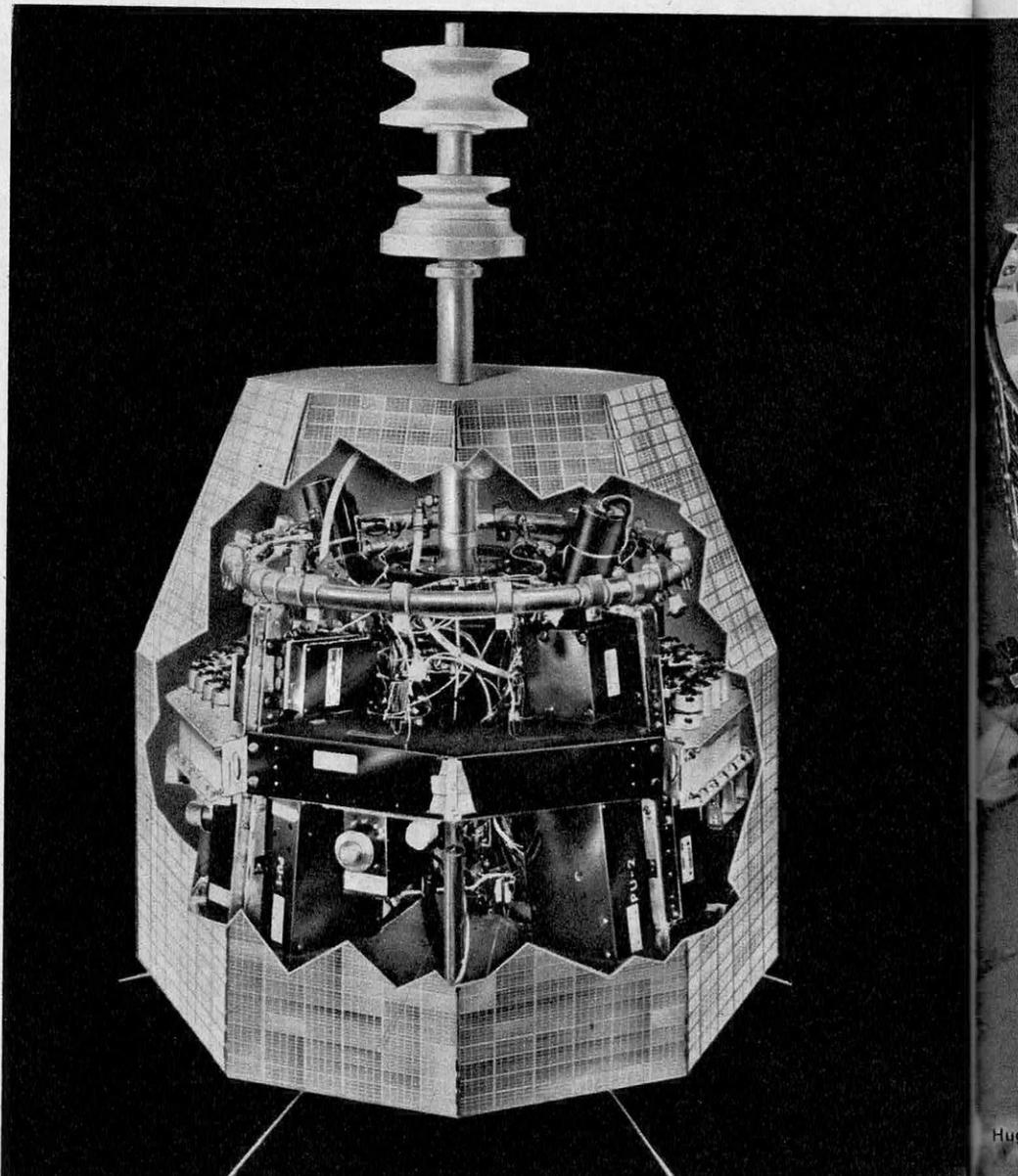
pour les télécommunications spatiales. Pour résoudre le problème, il a fallu envisager l'emploi de nouveaux procédés d'amplification, très différents des méthodes à tubes à vide et à transistors. On utilise désormais de nouveaux amplificateurs à très haute fréquence et à faible bruit, qui sont le *maser* et l'amplificateur paramétrique, en particulier le *mavar*; on envisage aussi la possibilité de remplacer pour certains usages le support constitué par les ondes électriques par des ondes lumineuses « cohérentes ».

L'électronique quantique

Jusqu'à il y a une dizaine d'années, le fonctionnement de tous les montages électroniques reposait exclusivement sur le tube à vide, dérivé de la lampe triode inventée par Lee de Forest en 1906; cet appareil, merveilleux pour l'épo-

que, permettait d'injecter de l'énergie dans un système électrique oscillateur, et de réaliser ainsi un émetteur de signaux et un amplificateur. La structure des ensembles électroniques a été bouleversée par l'apparition des semi-conducteurs, mais la généralisation de leur emploi n'a pas apporté la solution de tous les problèmes auxquels se heurtent les électroniciens.

Un moyen nouveau d'obtenir des résultats encore supérieurs nous est maintenant donné par un nouveau principe, dit de « l'électronique quantique », avec cette différence qu'au lieu d'utiliser les mouvements des électrons dans les tubes à vide ou les transistors, on a recours aux propriétés des systèmes atomiques, et plus spécialement au phénomène déterminé par l'action des ondes électromagnétiques sur les divers niveaux d'énergie selon lesquels les électrons peuvent s'organiser dans un atome.



Le Relay, également satellite relais, a une forme différente de celle de Telstar, mais ses caractéristiques sont analogues et avec 8 000 piles solaires, la puissance obtenue est de 45 watts. Les antennes, à fentes rayonnantes, sont placées sous des capots protecteurs en dehors du corps du satellite.

Le physicien américain Charles Townes a eu le mérite en 1952 de songer à tirer profit d'une découverte d'Einstein datant de 1917, celle de l'émission stimulée.

On pensait à ce moment que toute émission d'énergie lumineuse par un système atomique excité devait se produire sans intervention extérieure; ce physicien a montré que cette émission se produirait plus facilement grâce à un apport extérieur d'énergie. L'adjonction d'énergie pouvait ainsi « stimuler » l'émission d'une autre énergie déjà emmagasinée par le système atomique excité; il y avait, en fait, amplification de l'énergie reçue.

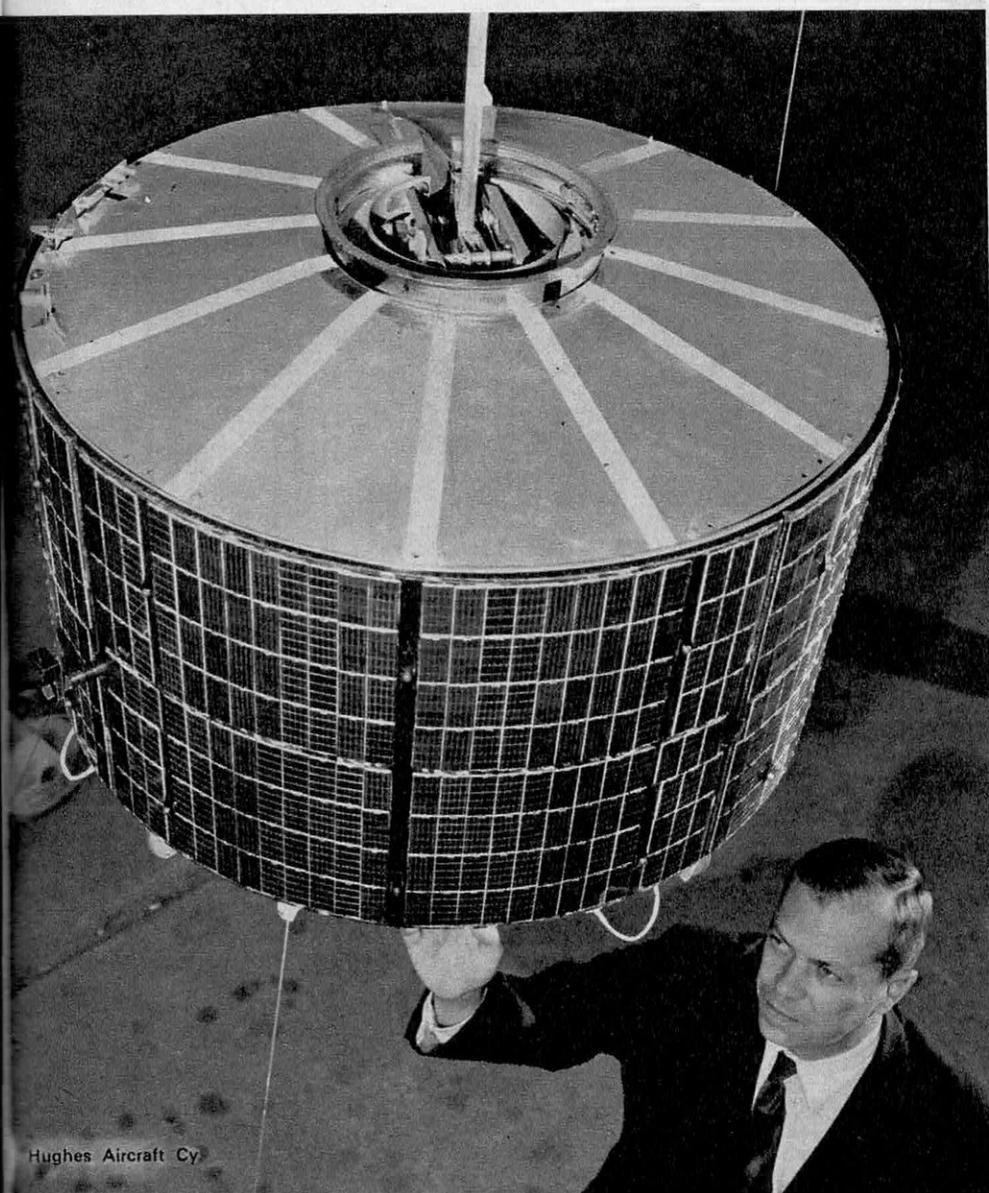
Townes a réalisé en 1955 le premier système quantique auto-oscillant, ou « maser » à ammoniac. Le terme maser correspond aux initiales de l'expression américaine Microwave Amplification by Stimulated Emission of Ra-

diation. C'est un montage dans lequel, sous certaines conditions, un apport d'énergie ou un signal est amplifié par le jeu des électrons de la matière sur laquelle on le dirige; l'émission d'énergie s'effectue sur une fréquence bien déterminée, et le bruit de fond si gênant dans les appareils classiques est imperceptible.

Déjà le maser permet d'obtenir des amplifications extrêmement grandes des signaux radioélectriques, pratiquement exempts de parasites et de bruits de fond.

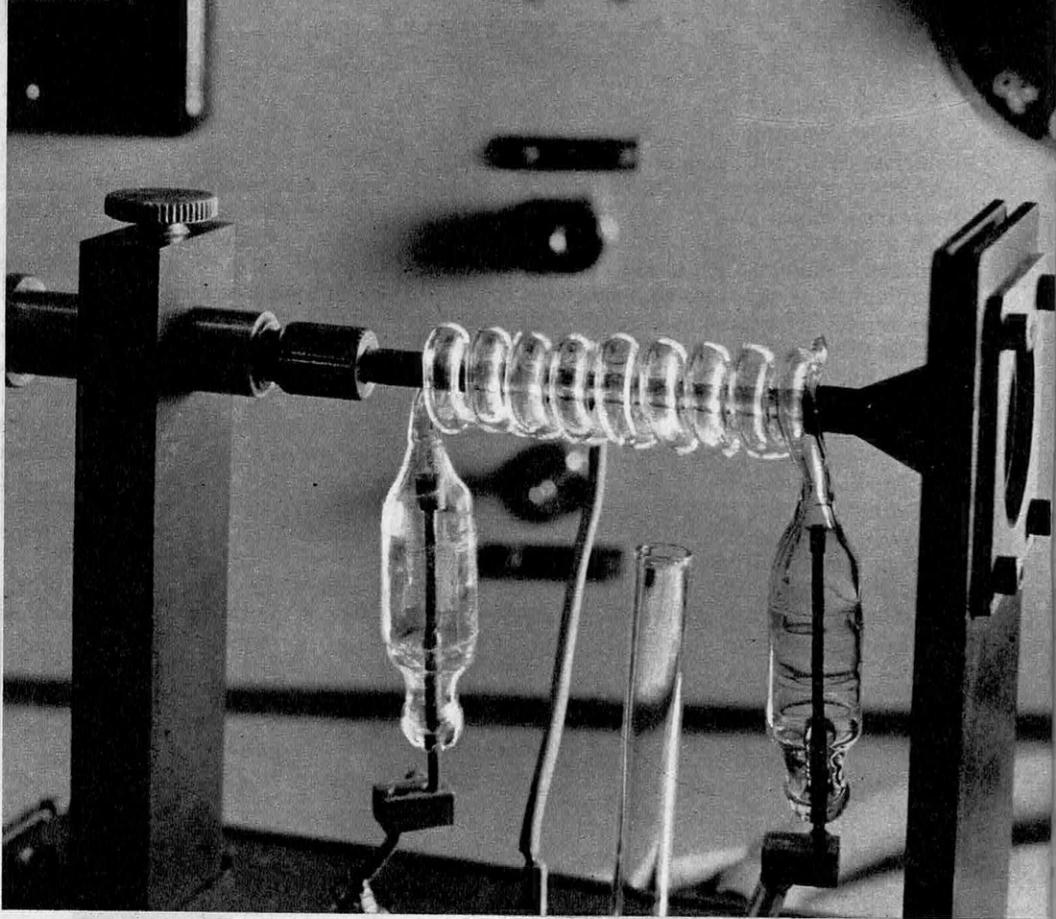
Avec un des premiers masers, les techniciens américains avaient déjà capté un écho de radar provenant de la planète Vénus; la puissance du signal reçu avait pourtant seulement la valeur d'un milliardième de milliardième de milliardième de watt, soit 10^{-27} W.

Les communications les plus lointaines à l'aide de micro-ondes deviennent ainsi possibles

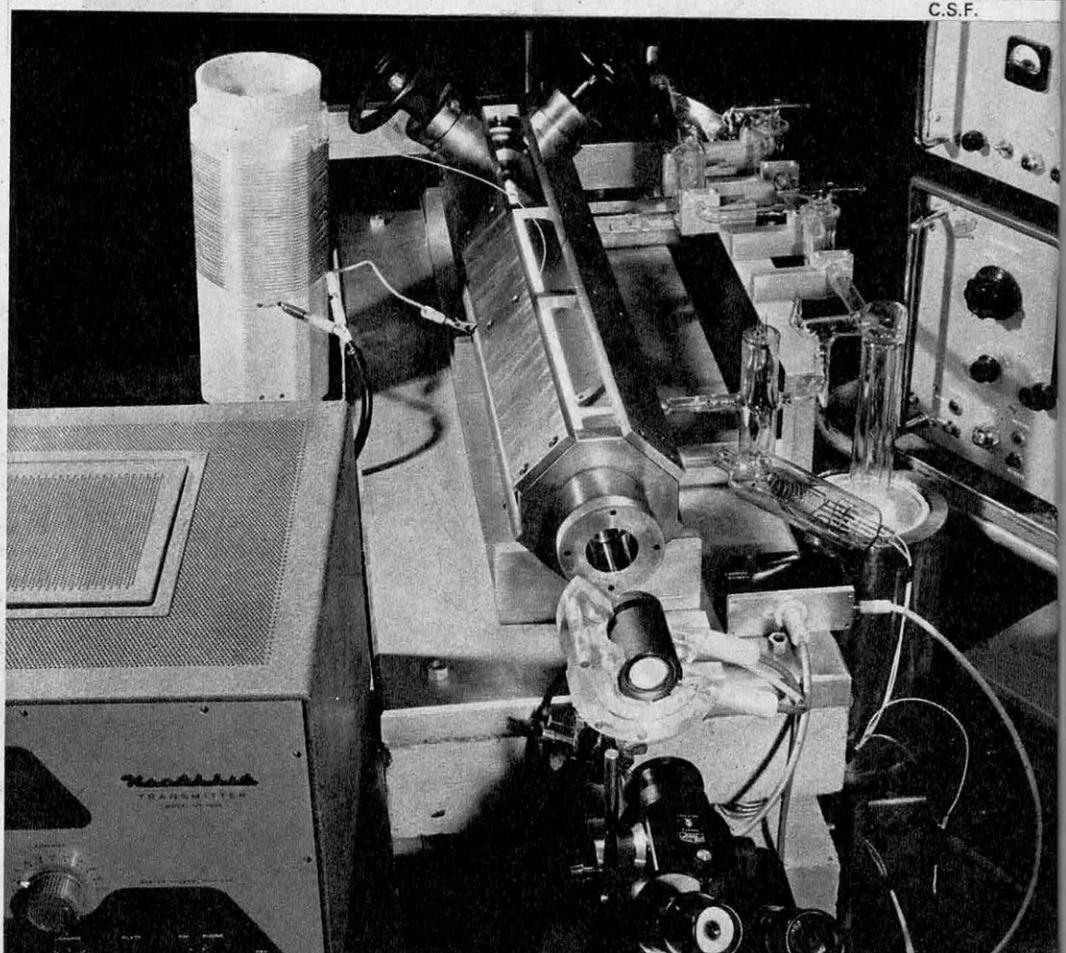


Le satellite synchrone Syncom II, ou satellite de 24 heures, a été placé sur la première orbite synchrone du monde au-dessus du Brésil. Deux tels satellites installés, l'un sur l'Atlantique sud, l'autre sur le Pacifique central assureront déjà les liaisons entre toutes les grandes zones internationales.

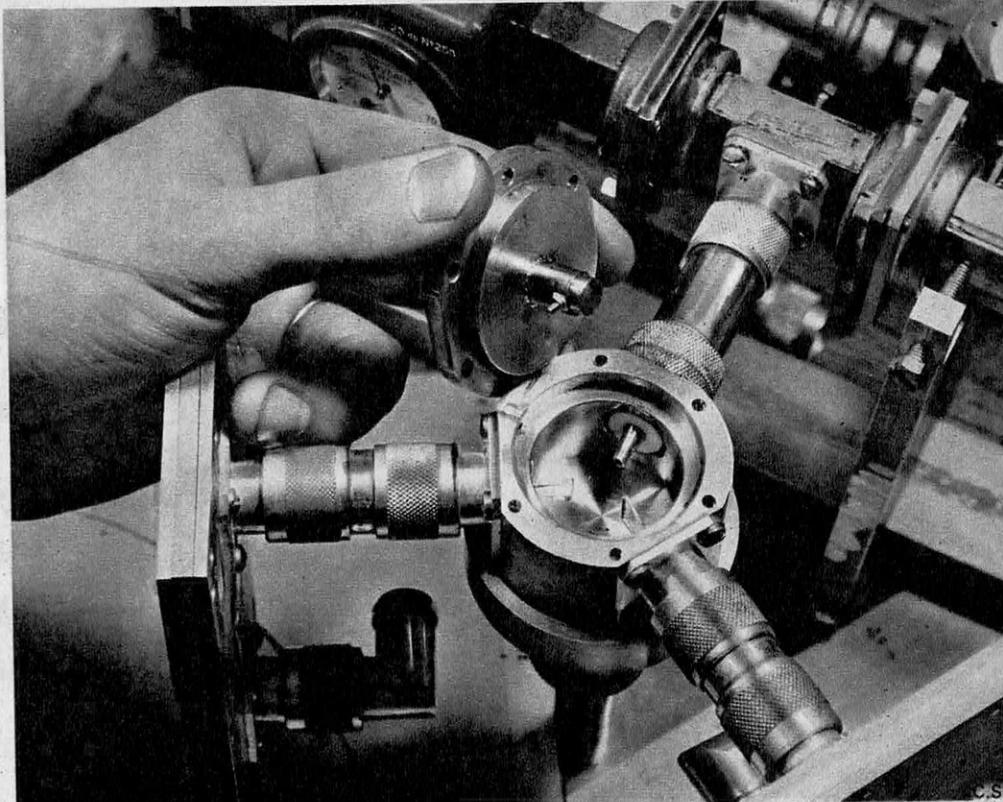
Le laser, ou maser optique, permet de produire un faisceau très étroit de lumière « cohérente » de caractéristiques très précises. Un seul rayon de laser pourrait transmettre, si cela était nécessaire, 160 programmes de télévision simultanés. On voit ci-contre la partie active d'un laser à rubis expérimental de petite puissance. La lampe de pompage optique est enroulée en spirale autour du cylindre de rubis. L'éclair sort par la face droite de celui-ci. Ci-dessous, un laser à gaz.



C.S.F.



Pour réaliser des télécommunications spatiales, il faut pouvoir recevoir des signaux extrêmement faibles ce qui exige des niveaux d'amplification de plus en plus considérables. Il est ainsi nécessaire de disposer d'éléments produisant un bruit de fond beaucoup plus réduit que celui des tubes à vide et des transistors classiques. Cet amplificateur paramétrique présente des possibilités de beaucoup supérieures à celles offertes par les amplificateurs habituels.



avec une dépense d'énergie incroyablement faible. Pour assurer des télécommunications entre la Terre et la Lune, il suffit de 9 μ W en télégraphie et 90 μ W en téléphonie par ondes de 3 cm. Pour Mars, il faudrait cependant 4 W, ou 40 W respectivement, et pour Vénus 9 W et 90 W respectivement. Une petite pile de lampe de poche suffirait ainsi à assurer les communications téléphoniques entre la Terre et la Lune !

Le « laser »

Les premiers masers à gaz ont été remplacés par des éléments à solide, et on a réussi, par le même principe, à réaliser sur des longueurs d'onde encore beaucoup plus faibles un maser optique, ou laser, terme dérivé de l'expression : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, découverte encore peut-être plus importante pour les applications à venir que celle du transistor.

Le laser est un appareil capable de produire un faisceau d'énergie dans la gamme des fréquences du spectre visible, extrêmement directive et d'une remarquable « cohérence », c'est-à-dire de la lumière présentant des caractéristi-

ques déterminées avec une très grande précision, en ce qui concerne la fréquence et le rayonnement.

L'étroitesse du faisceau produit et la possibilité de lui conserver sa concentration ont été illustrées par l'envoi d'un rayon sur la Lune, où la surface éclairée avait un diamètre à peine supérieur à 3 km.

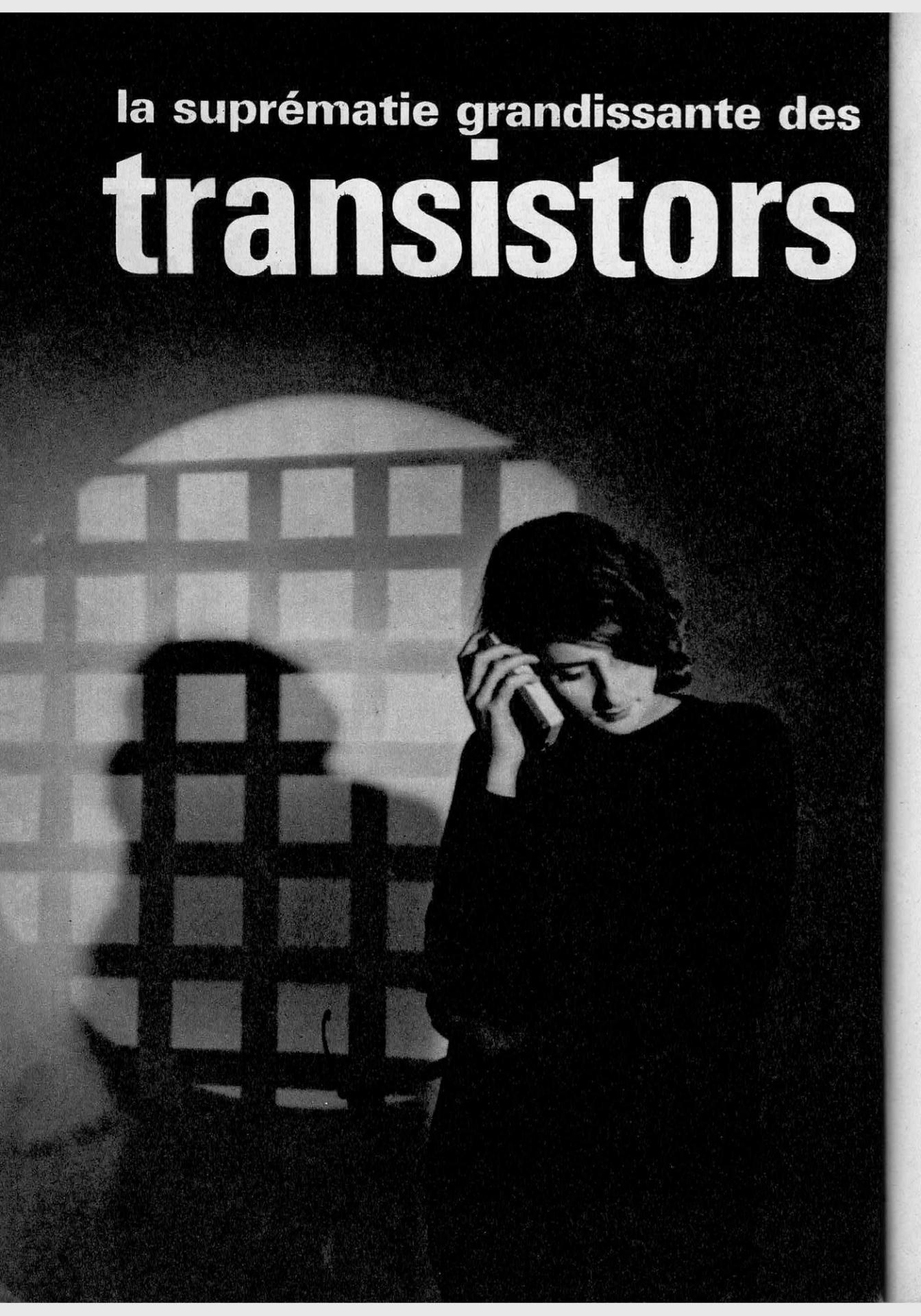
Ainsi les portées des rayons lumineux atteignent aisément des centaines et des milliers de kilomètres, alors qu'elles dépassent péniblement parfois quelques centaines de mètres avec les sources actuelles.

Par l'emploi du laser, et l'utilisation des rayons lumineux visibles ou invisibles, le spectre des fréquences disponibles pourrait être étendu d'un facteur dépassant un million; un seul rayon de laser pourrait transmettre, en pratique, 160 programmes de télévision simultanés et 100 000 canaux téléphoniques.

En équipant de lasers un satellite de télécommunications, un seul engin mis en orbite autour du globe terrestre serait capable de transmettre cent fois plus d'informations que l'ensemble du réseau des câbles sous-marins actuellement en exploitation !

P. HEMARDINQUER

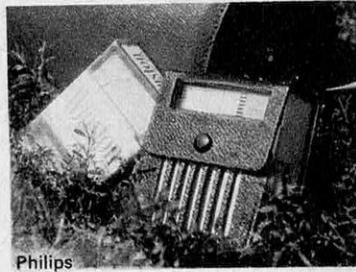
la suprématie grandissante des
transistors





Le récepteur de poche « personnel » constitue toujours le poste-type à transistors. Cet appareil minuscule renferme cependant une antenne cadre à noyau de ferrite et un petit haut-parleur.

PO-GO. Guère plus volumineux qu'un paquet de cigarettes, ce récepteur miniature est alimenté par une pile 9 volts. Comme le précédent il comporte une prise pour haut-parleur extérieur, puissance sonore 0,7 watt.



Philips

L'invention des transistors, ces éléments à semi-conducteurs minuscules, ne date que de 1948, et pourtant ils ont déjà permis d'équiper presque tous les montages électriques et, en particulier, ces fameux radio-récepteurs qui ont bouleversé toutes les conditions de la radiodiffusion et ont parfois même déterminé de véritables transformations sociales.

La plus grande partie, la quasi-totalité même de la production française de radiorécepteurs, soit près de 90 %, est maintenant constituée par ces appareils; sur un total de 2 772 000 modèles vendus en 1962, il y en a 2 306 148 de ce type. Suivant les dernières estimations, il y en aurait 4 millions et demi au minimum en usage en France.

Partout le « transistor » est roi, il commence à équiper aussi bien les téléviseurs que les postes d'auto, et on le voit apparaître sur les amplificateurs de diffusion sonore. A quoi est dû ce succès sans précédent? Le transistor est un élément très différent du tube à vide; les radiorécepteurs, comme les téléviseurs à transistors, ne sont pas des appareils comme les autres; avant tout il est nécessaire de s'en rendre compte et de rappeler sommairement quelques propriétés de ces éléments.

Les premiers postes sans tubes

Les amateurs de radio d'autrefois utilisaient déjà des appareils très simples, avec des éléments de détection et d'amplification sans aucun filament chauffé, et sans batterie d'alimentation, sans aucune ampoule, et qui leur permettaient pourtant de capter les premières transmissions de paroles et de musique. C'étaient les postes à détecteurs à cristaux et plus spécialement à détecteurs à galène qui peuvent être encore attrayants pour les enfants, voire pour les « économiquement faibles », en raison de leur simplicité et de leur prix très modique.

Ces détecteurs à cristaux ne permettaient pourtant, en réalité, que la détection, c'est-à-dire le redressement ou, en termes plus techniques, la « démodulation », et non une véritable amplification des signaux radiophoniques;

l'audition était faible et la sélectivité était insuffisante, ce qui risquait de produire des brouillages.

Les possibilités de ce procédé n'avaient pourtant pas été oubliées par les techniciens, et lorsqu'il a fallu équiper les fameux appareils de radar fonctionnant sur des longueurs d'ondes très courtes, on a reconnu, de nouveau, l'intérêt de certains éléments de redressement à cristal de germanium, tout d'abord, et du type diode, c'est-à-dire à deux électrodes, car il s'agissait alors uniquement d'effets de redressement et non d'amplification.

La naissance des transistors

La création des transistors a été rendue possible par les études entreprises sur les propriétés des *semi-conducteurs* après la guerre de 1939-1945, et retracées d'ailleurs dans ce numéro. Tous ceux qui s'intéressent au développement de la radio et de l'électronique ont entendu parler, à l'heure actuelle, de ces minuscules éléments à cristal de germanium ou de silicium.

Ce sont réellement des éléments incomparables, au même titre que les tubes à vide, parce qu'ils s'appliquent comme eux à des domaines très variés et presque illimités. Le transistor est ainsi le premier concurrent valable du tube à vide, mais il est très différent de ce dernier; on devrait plutôt le comparer, d'une manière élémentaire, au détecteur à galène d'autrefois.

C'est un élément minuscule qui ne comporte plus de filament chauffé quelconque ni d'ampoule de verre ou de métal, dans laquelle on fait le vide. Sa forme classique est constituée essentiellement par un petit cristal miniature, de la dimension d'un pois, sinon d'une tête d'épingle, formé au moyen d'un corps rare, le germanium, ou le silicium, préparé spécialement à la suite de traitements complexes et auquel sont fixés des fils de connexion servant à le relier aux circuits d'utilisation.

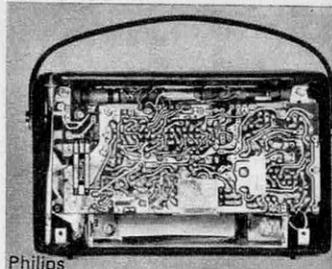
Les recherches les plus récentes ont permis de réduire de plus en plus leurs dimensions, en particulier de les réaliser sous des formes

Le Cogekit
« Alizé », transis-
tistor de poche
très musical et
d'une grande
sélectivité que
l'on peut cons-
truire soi-même
avec une
notice de mon-
tage détaillée.
Il dispose de 2
gammes d'ondes.
Alimentation
pile 9 V.

Cogerel



Voici, boîtier ouvert pour montrer le circuit imprimé de base, un récepteur équipé de 9 transistors et 4 diodes prévu pour OC-PO-GO et FM. On voit à gauche l'antenne télescopique orientable.



Philips

presque complètement plates et intégrées dans le montage lui-même.

Pourtant, ces éléments minuscules ont une durée de service extrêmement longue, puisqu'en pratique, sauf accident ou fausse manœuvre, elle atteint plusieurs dizaines de milliers d'heures. Au point de vue mécanique, leurs propriétés sont remarquables; comme il n'y a plus ni filament, ni ampoule, ils sont placés simplement dans de petits boîtiers protecteurs étanches n'exigeant aucune surveillance pendant des mois, sinon des années.

Grâce à ces propriétés mécaniques, ils sont très résistants; on peut les placer dans des appareils soumis à des conditions très dures, à des vibrations ou même à des chocs. C'est pourquoi ils sont spécialement destinés à l'équipement des appareils portatifs de toutes sortes; comme il n'y a pas de filament, la mise en marche est instantanée et la quantité de chaleur dissipée est normalement très faible, ce qui permet leur adaptation dans un espace très réduit ou un boîtier minuscule.

Au point de vue électrique, les tensions d'alimentation nécessaires deviennent extrêmement faibles; elle ne dépassent pas une dizaine de volts. La puissance d'alimentation, surtout en haute fréquence, est infime, de l'ordre d'une fraction de milliwatt, par suite du rendement extrêmement élevé.

Cette transformation des conditions d'alimentation rend facile et économique l'emploi de piles sèches ou de petits éléments d'accumulateurs étanches; on a même réussi à construire des montages fonctionnant sans aucune source d'alimentation habituelle, et en ayant recours seulement à l'énergie produite par la lumière solaire ou artificielle qui agit sur une photopile, c'est-à-dire une cellule photoélectrique de grandes dimensions, transformant directement l'énergie lumineuse en énergie électrique.

Les possibilités et les limitations des transistors

Il y a de nombreuses différences entre le transistor et le tube à vide; ce dernier permet d'amplifier des tensions appliquées sur le

circuit d'entrée et de recueillir à la sortie des tensions beaucoup plus élevées, pouvant actionner un appareil traducteur d'énergie et, par exemple, un haut-parleur. Au contraire, le transistor assure essentiellement l'amplification du courant électrique.

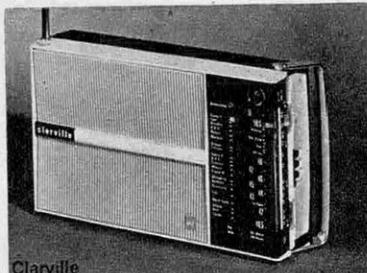
Il y a aussi des modes de montage et de liaison qui doivent être différents; mais, bien entendu, l'énergie recueillie dans le circuit de sortie est toujours empruntée à la source d'alimentation et le signal d'entrée joue uniquement le rôle d'un élément de déclenchement. Dans un tube à vide, le signal appliqué sur la grille permet également de déclencher le fonctionnement du circuit de plaque; mais, dans un transistor, le rendement est très bon, puisque toute l'énergie consommée est utile et ne sert pas, en partie, à échauffer un filament ou une cathode.

Cependant, les premiers modèles de transistors, malgré leurs dimensions minuscules, leur résistance et leur durée de service pratiquement illimitée, présentaient encore certaines limitations, qui tendent à disparaître progressivement.

La puissance sonore modulée que l'on peut obtenir avec les modèles d'amateurs dépasse rarement une valeur de l'ordre du watt; il est encore assez difficile de les monter sans précaution sur les étages de sortie des radiorécepteurs de grande puissance, par exemple, des postes meubles ou des radiophonographes.

La quantité d'énergie perdue en chaleur est à peu près nulle, puisqu'il n'y a pas de filament chauffé; par contre, la température ambiante peut avoir une influence très nette sur le fonctionnement. Les appareils équipés avec les transistors classiques au germanium ne peuvent généralement fonctionner normalement lorsque la température ambiante de leur boîtier dépasse 70° C; même pour les températures inférieures, on constate des variations de rendement, qui doivent être atténues souvent à l'aide de dispositifs compensateurs.

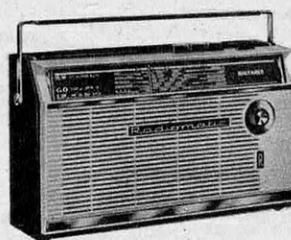
Par ailleurs, avec les modèles habituels, il est plus difficile d'équiper des montages destinés à recevoir les émissions sur ondes courtes;



Claryville

Les postes à transistors peuvent maintenant comporter, comme celui-ci, un indicateur visuel ou « œil magique » et un cadran éclairable. Boîtier prévu pour des piles « torches » ou modèles plats.

Un appareil à transistors portable qui peut s'adapter dans une automobile et comporte une prise pour antenne auto. Il possède un clavier 3 touches pour GO-PO et commutation antenne auto-câble de ferrite.



Radiomatic

mais ces imperfections sont constamment réduites ou éliminées, grâce aux progrès constants de la construction.

Le poste à transistors est différent des autres

La production des « transistors » est devenue le souci essentiel des fabricants de radio-récepteurs; peut-être est-il curieux, en passant, de remarquer la formation de cette appellation populaire.

Au lieu de leur poste de télévision, ou de leur téléviseur, beaucoup ont l'habitude de parler de leur « télévision », ce qui consiste à prendre le tout pour la partie ! Mais personne n'aurait l'idée d'appeler un poste d'appartement un « tube », ou une « lampe » et c'est pourtant une déformation analogue, qui nous fait appeler « transistor » un radiorécepteur équipé avec des transistors !

Le poste à transistors ne ressemble pas à ses aînés. Le radiorécepteur habituel de nos foyers est un appareil familial et les membres de la famille se groupent près de lui pour écouter les radioconcerts ; il y a déjà quelques modèles aussi d'appareils à transistors familiaux, mais la plupart des modèles en usage sont, par excellence, des modèles individuels et personnels.

Le poste à transistors est, en effet, bien souvent un appareil de dimensions réduites, très léger, très portatif, pouvant même parfois être transporté en bandoulière ou placé dans une poche, et complètement autonome grâce à son alimentation par piles. C'est, par excellence, le compagnon inséparable des week-ends et des vacances ; il envahit les coins les plus reculés de la campagne, les plages, les bords des lacs et des rivières, et il a fallu même édicter parfois des règlements pour limiter ce déluge sonore !

Mais, dans l'appartement lui-même, chaque membre de la famille peut avoir son transistor personnel, à condition de réduire le niveau sonore, et écouter ainsi le radioconcert qui lui plaît, sans gêner les autres. L'appareil à transistors est ainsi, par excellence, un appa-

reil d'appoint, il n'élimine pas l'appareil d'appartement à tubes, musical et puissant, mais plus complexe et plus lourd, et qui doit toujours être relié à une prise de courant.

Les formes que peut désormais revêtir l'appareil à transistors surprennent également par leur diversité ; leurs avantages se manifestent dans des domaines très différents de ceux envisagés au début de son emploi.

La large diffusion détermine même de véritables transformations sociales, en particulier dans les pays sous-développés, dans lesquels les moyens les plus modernes doivent pourtant être employés. La radiodiffusion, moyen de transmission idéal des paroles et des informations, devait trouver sa place essentielle dans les États rendus nouvellement indépendants, et les difficultés pratiques ont été parfois importantes.

La radiodiffusion s'adresse, dans ces pays, à des populations très diverses, et la vie européenne, pratiquée seulement dans les capitales, est sans commune mesure avec l'existence du villageois. Dans le confort d'une ville, le poste-secteur s'impose autant que le réfrigérateur ; dans une case de brousse, il faut un récepteur capable de capter les ondes courtes, efficace, d'un maniement simple, robuste et, bien entendu, à alimentation autonome, et « tropicalisé ».

Le succès des postes à transistors a ainsi été foudroyant en Afrique et à Madagascar ; 70 000 postes ont été vendus l'an dernier en République Malgache, alors que précédemment il s'en vendait quelque 5 000 annuellement. En 1960, le nombre de récepteurs de cette île ne dépassait pas 60 000 unités, soit un récepteur pour 100 habitants.

Les divers types de postes à transistors

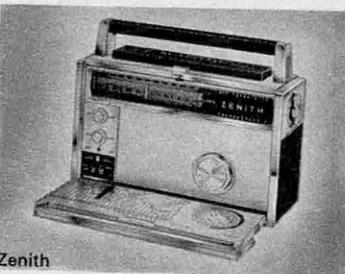
En raison des caractéristiques et des avantages des transistors, les appareils qui en étaient équipés ont été, tout d'abord, essentiellement des modèles portatifs, souvent extrêmement réduits ; mais la multiplication des fabrications s'est peu à peu accompagnée d'une spécialisation.

Pesant moins d'un kilogramme, ce petit récepteur à 6 transistors et 1 diode offre deux gammes d'ondes. Il est doté d'un cadre ferrite de 20 cm, d'une prise pour antenne voiture et d'un haut-parleur 0,3 W.



Des appareils sont étudiés spécialement pour la réception de plusieurs gammes d'ondes courtes ou très courtes, en particulier dans les pays tropicaux. Ici cadran éclairé rotatif, contrôle des graves et aigus.

Zenith



Il y a toujours des modèles de poche, de plus en plus réduits, qui souvent ne sont pas plus encombrants que des paquets de cigarettes, sinon des briquets ou des boîtes d'allumettes.

Les appareils simplifiés sont prévus pour la réception de deux gammes d'ondes seulement en Europe : « petites ondes » et « grandes ondes », et comportent une antenne-cadre à noyau de ferrite incorporée.

Nous voyons ensuite des modèles « portables » moyens, de plus en plus perfectionnés. Ils peuvent comporter 3 ou 4 gammes d'ondes, c'est-à-dire 2 gammes « d'ondes courtes », en dehors des gammes normales « petites ondes » et « grandes ondes », avec généralement une « gamme étalée », des commandes par touches à poussoirs, des haut-parleurs de musicalité suffisante à diffuseur circulaire ou elliptique, des antennes télescopiques pour ondes courtes, des prises pour antenne-auto, antenne extérieure, haut-parleur extérieur et pick-up.

Dans une catégorie un peu plus spéciale, on trouve même maintenant des modèles à multiples gammes d'ondes courtes, et « tropicalisés », c'est-à-dire destinés essentiellement à être employés dans les pays tropicaux.

La réalisation récente des appareils portables équipés pour la réception des émissions à modulation de fréquence a constitué un progrès important ; il devient possible d'obtenir, pour la première fois, avec un appareil autonome et portatif, des auditions de haute qualité musicale, grâce aux avantages intrinsèques du procédé à modulation de fréquence, étudié par ailleurs dans ce numéro, et qui consiste dans la transmission d'une large bande de fréquences musicales avec le minimum de risques de perturbations de propagation et de parasites.

Mais il s'agit d'émissions locales sur ondes métriques et la réalisation de ces nouveaux types de récepteurs a exigé ainsi l'avènement de types de transistors capables d'amplifier les fréquences élevées.

Enfin, le transistor équipe désormais également, tout au moins sous une forme encore limitée, les radiorécepteurs d'appartement, alimentés par des batteries de piles, ou même

par le secteur. Les avantages sont nombreux et divers, tout en étant un peu différents de ceux obtenus dans les postes portatifs.

Un très grand nombre de modèles portables moyens peuvent être ainsi utilisés facilement sur des automobiles, et les constructeurs ont prévu des accessoires pour faciliter cette adaptation ; il s'agit alors d'appareils universels, pouvant servir aussi bien sur automobiles que dans les appartements et à l'extérieur. Mais il existe maintenant également des modèles destinés uniquement à être montés sur automobiles et qui sont alors exclusivement alimentés par la batterie de la voiture.

Les catégories de postes deviennent ainsi nombreuses, et les formes sous lesquelles elles sont présentées sont extrêmement diverses, suivant les marques qui les présentent et les usages considérés.

Les accessoires eux-mêmes, tels que cadans de recherche, boutons de commande ou touches à poussoirs, indicateurs d'accord, etc. varient et ont été constamment améliorés.

Le poste d'appartement à transistors

Le poste d'appartement familial, lui-même, n'est donc plus toujours équipé avec des tubes ; de nombreux constructeurs réalisent d'excellents modèles « tout transistors », montés dans des ébénisteries élégantes, d'une puissance sonore relativement élevée, de l'ordre de 2 à 3 watts. Ils sont équipés avec des haut-parleurs musicaux à grand diffuseur, contiennent une antenne-cadre à noyau de ferrite incorporée et orientable pour la réception des émissions en grandes ondes et en ondes moyennes, et des antennes également incorporées pour la réception en modulation de fréquence.

Il y a dans cette catégorie des appareils complètement autonomes à batterie de grande capacité et d'autres alimentés par le secteur ; les deux solutions ont leurs partisans et l'usager peut choisir suivant ses préférences.

Ces nouveaux récepteurs de salon se caractérisent généralement par leur musicalité élevée et leur nouvelle présentation ; l'ébénisterie est étudiée comme une caisse de réso-



Philips

Des montages récents permettent de réduire la consommation et donc d'augmenter la durée des piles. Cet appareil comporte un montage « Ecodyne » à pile de polarisation assurant une notable économie.

D'une grande musicalité avec son haut-parleur elliptique de grandes dimensions, ce récepteur à 7 transistors est d'un montage aisément grâce à ses trois modules sur circuits imprimés prérglés pour les PO-GO-OC.

Cogerel



nance et le faible encombrement des montages à transistors permet de loger des haut-parleurs de plus grand diamètre que dans un appareil à tubes de plus grandes dimensions.

L'absence d'échauffement des éléments amplificateurs permet de réduire les avants d'aération du coffret; la mise en fonctionnement est immédiate, les qualités de robustesse et de stabilité des transistors permettent d'assurer des durées de service extrêmement longues. En raison de sa faible profondeur, l'appareil peut être plaqué au mur, voire même encastré, en constituant ainsi un précurseur du poste radio de l'avenir.

Il ne s'agit plus ici de l'appareil de poche minuscule, sorte de « boîte à musique » destinée uniquement à l'écoute des informations et de la musique de danse, mais d'un véritable instrument de musique radiophonique, grâce, en particulier, à la possibilité de réception des émissions à modulation de fréquence.

Les postes à transistors à modulation de fréquence

Les transistors ont été perfectionnés de mois en mois, et presque de semaine en semaine. Ces perfectionnements résident dans l'amélioration des caractéristiques et du fonctionnement, dans la diminution du « bruit de souffle » gênant, qui diminue la qualité musicale, dans l'utilisation possible sur des fréquences de plus en plus élevées. L'emploi des éléments dits transistors « drifts », permet désormais la réception des émissions en ondes courtes habituelles et, en particulier, celles de la gamme F.M., de l'ordre de 100 MHz.

En dehors de l'amélioration des transistors, il ne faut pas négliger les perfectionnements des autres composants, des blocs de bobinages, des transformateurs de liaison, réalisés désormais sous des formes miniatures et combinés avec des montages à circuits imprimés, qui offrent des qualités remarquables de sécurité, de facilité de montage et de dépannage.

Dans le domaine de l'amplification musicale, le transistor de type commercial permet de réaliser des amplificateurs d'une puissance de

l'ordre de 5 à 6 watts. Néanmoins, sur les appareils portatifs et, en particulier, ceux qui sont destinés à la réception des radioconcerts F.M., on ne dépasse pas une puissance qui varie entre 0,5 et 2 watts.

L'énergie qui sert à actionner le haut-parleur est, en effet, fournie essentiellement par la batterie des piles; il faut savoir se limiter à une puissance sonore raisonnable pour ne pas réduire la durée de service de la batterie, à moins d'adopter une batterie de plus grande capacité ou des éléments d'accumulateurs plus encombrants et plus lourds.

Les transistors fournissant une puissance supérieure ne sont donc employés normalement que sur des appareils spéciaux fonctionnant sur accumulateurs, tels que les récepteurs auto-radio, ou les amplificateurs auxiliaires à fréquence musicale.

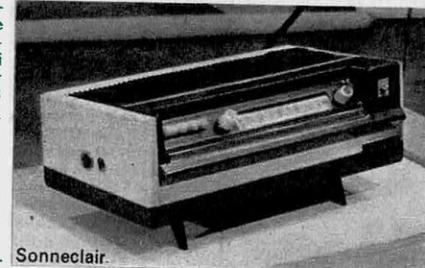
Il n'y a pas de postes à transistors destinés exclusivement à la réception des radioconcerts à modulation de fréquence, et il s'agit toujours d'appareils universels à usages multiples, avec un cadre à noyau de ferrite pour la réception des émissions en petites ondes et en grandes ondes, des antennes télescopiques pour la réception en ondes courtes et en modulation de fréquence. Cette dernière antenne est orientable dans la direction de l'émetteur recherché, ce qui permet d'améliorer la réception. Ce sont des appareils musicaux, comportant ainsi une prise pour l'adaptation d'un haut-parleur extérieur de plus grande puissance avec coupure du haut-parleur incorporé, un dispositif de contrôle de la tonalité et, en tous cas, des sons aigus, très souvent aussi une prise pour l'adaptation d'un magnétophone ou d'un pick-up. L'alimentation est assurée par deux batteries de piles de 4,5 volts, genre piles de lampes de poche, ou des éléments de piles torches de 1,5 volts.

Les postes-auto à transistors

Les avantages de l'emploi des transistors sur les postes auto-radio sont particulièrement remarquables. Un poste monté sur automobile est, en effet, soumis à des chocs et à des vibra-

transistors

Ce poste d'appartement de forme originale peut aussi être adapté sur automobile. Il se fait à deux ou trois gammes d'ondes. Cadre à noyau de ferrite, haut-parleur elliptique, contrôle de tonalité par touches.



tions, qui étaient néfastes pour les tubes; la réduction des dimensions rendue possible par les transistors est également très intéressante.

Les appareils auto-radio récents sont ainsi tous transistorisés; ils comportent généralement un étage supplémentaire, dit à haute fréquence, destiné à améliorer la sensibilité en raison de la difficulté plus grande des réceptions, provenant de la présence de la carrosserie métallique et de la hauteur forcément insuffisante de l'antenne au-dessus du sol. La puissance sonore est généralement également de l'ordre de 2 à 6 watts, car il faut obtenir une écoute agréable, malgré le bruit de fond inévitable de la route. Enfin, le réglage doit être rapide et facile, sans risque de distraire l'attention du conducteur, d'où l'emploi de cadrons lumineux d'accord simplifiés, de systèmes de préréglage, sinon de réglages automatiques.

Il est également possible, cependant, de réaliser des modèles simplifiés, extrêmement réduits, dont la largeur ne dépasse pas 10 à 12 cm et qui ne sont pas plus encombrants que deux paquets de cigarettes superposés.

Mais, dans beaucoup de cas, les automobilistes adoptent des récepteurs universels, pouvant être utilisés tels quels en postes portatifs, en poste-auto ou en postes d'appartement.

Ce poste universel, qui comporte souvent un cadran sur le dessus du coffret, de façon à permettre une lecture facile dans la position horizontale du boîtier, est disposé sur un support prévu par le constructeur et monté facilement au-dessous du tableau de bord de la voiture. L'alimentation est assurée par la batterie normale de l'appareil, par une autre batterie de piles extérieure de plus forte capacité, ou, de préférence, par la batterie d'accumulateurs de la voiture, avec commutation automatique, obtenue simplement en posant l'appareil sur son support.

Les perfectionnements des systèmes d'accord

Les appareils de poche sont pourvus généralement de cadrons circulaires ou rectan-

gulaires simplifiés, suffisants lorsqu'il s'agit uniquement d'accorder l'appareil sur quelques émissions puissantes ou locales.

Mais il y a maintenant de nombreux modèles portables, plus sensibles et plus musicaux, pourvus d'un cadran de grande surface, analogue à ceux des postes à tubes, et portant les noms d'un grand nombre de stations des différentes gammes.

L'éclairage de ces cadans est évidemment plus difficile, car il faut éviter l'usure de la pile.

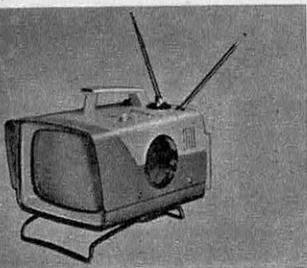
Certains fabricants nous montrent cependant des modèles pourvus de cadans éclairés; le fonctionnement de l'ampoule n'est pas continu, on la met en circuit au moment de la recherche des émissions, en appuyant sur un bouton-poussoir placé sur le dessus de l'appareil. Il s'agit, en outre, de tubes d'éclairage à faible consommation.

Par ailleurs, presque tous les radiorécepteurs à tubes comportent un système d'indicateur visuel, œil ou ruban magique, dont les formes sont diverses, mais qui fonctionnent toujours suivant le même principe, avec variation de la largeur d'un secteur lumineux au moment de l'accord sur la station choisie.

L'emploi d'un système visuel de ce genre était plus difficile sur les postes à transistors, en raison de la consommation électrique correspondante, même en supposant la tension suffisante.

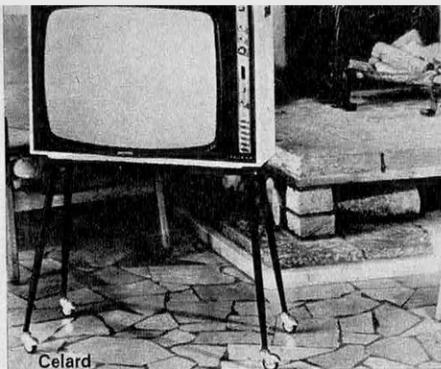
Cette limitation a été supprimée par certains constructeurs qui ont recours à un indicateur de résonance de principe électromécanique. Les contrôleurs visuels adoptés sont, en fait, des galvanomètres, ou milliampermètres minuscules, dont la consommation est extrêmement faible, et qui sont placés dans les circuits de transistors amplificateurs. L'aiguille indicatrice se déplace devant un petit cadran à deux échelles; elle permet le contrôle automatique du réglage sur une émission déterminée, ainsi que l'orientation du boîtier et, par conséquent, du cadre de réception intérieur pour obtenir la réception maximale.

Ce dispositif extrêmement simple peut également servir à contrôler l'état des piles lorsque l'appareil est sous tension, et en l'absence de



Les transistors commencent à équiper les téléviseurs, et tout d'abord des appareils portables. Ici l'écran a 22 cm. Il reçoit les émissions belges, luxembourgeoises et françaises, avec la 2^e chaîne. Batterie 12 V.

Un téléviseur tout transistor de forme extra-plate avec pourtant un grand écran de 59 cm. Ce modèle multi-canal et multi-standard comporte antenne double télescopique et contrôle automatique de gain.



General Television

modulation, uniquement par la position de l'aiguille, car cette position dépend, en fait, de la tension des piles.

Les nouveaux montages d'alimentation économiques

La plupart des appareils à transistors sont alimentés par des batteries de piles assurant un fonctionnement autonome, mais qui peuvent présenter quelques inconvénients. Bien souvent, ces piles doivent être remplacées avant la fin de leur durée de service normale, par suite de l'apparition de défauts de fonctionnement gênants, bruits parasites et distorsions musicales.

Les progrès des piles sont continuels, et un article de ce numéro est consacré à cette question, mais la durée de service de ces éléments dépend aussi évidemment du montage du poste, et les fabricants se sont efforcés de réduire encore la consommation, à égalité de puissance sonore obtenue.

Sur de nouveaux modèles, nous trouvons ainsi des montages fonctionnant normalement sur une gamme de tensions plus large, même réduites par suite du vieillissement des batteries. La stabilisation du courant de repos des transistors, au moyen d'une pile auxiliaire indépendante, suffit également pour assurer une augmentation de 30 à 50 % de la durée moyenne des batteries, et les circuits d'alimentation sont simplifiés.

Le transistor à la conquête des téléviseurs

La transistorisation des téléviseurs ne peut encore être envisagée sur une base comparable à celle des radiotéléphones. La consommation d'un récepteur d'images à transistors demeure, d'ailleurs, encore relativement élevée, malgré les appareils, car son montage exige aisément, dans les conditions actuelles, plus d'une cinquantaine de transistors et de diodes.

Cette consommation atteint ainsi normalement 25 à 30 watts sur batterie, et 50 watts sur le secteur; elle est, sans doute, 5 fois plus faible que celle d'un téléviseur à tubes, d'où une

économie annuelle de consommation d'électricité qui n'est pas négligeable. Par contre, lorsqu'on envisage une alimentation autonome, l'emploi des piles deviendrait d'un prix prohibitif, et il faut recourir à des accumulateurs cadmium-nickel, dont le poids vient évidemment alourdir l'ensemble, et combinés avec un chargeur à fonctionnement automatique. L'utilisation de la batterie d'une voiture peut constituer parfois une solution.

On ne peut donc encore parler de téléviseur de poche.

Les plus petits modèles réalisables pèsent encore 8 kg environ; ils fonctionnent sur ces batteries rechargeables ou sur le secteur; par contre, on peut les équiper pour les deux chaînes, et il existe déjà des modèles presque universels, établis pour capter les émissions de différents standards au moyen d'antennes télescopiques incorporées.

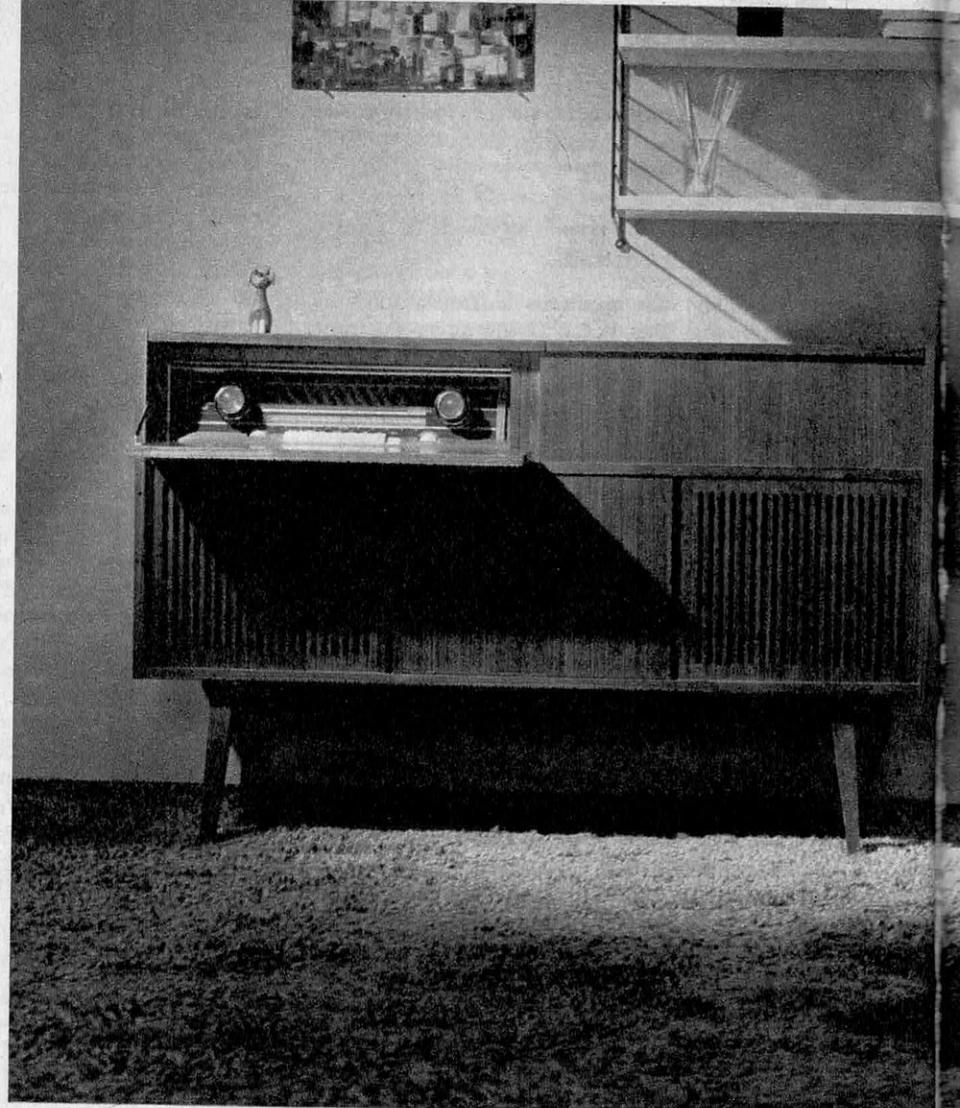
Leurs écrans ont une vingtaine de centimètres de base, ce qui semble suffisant pour un appareil portable. On ne songerait pas à placer un haut-parleur de grand diamètre sur un petit radiotéléphone à transistors; il n'y a pas de raison non plus de monter un tube cathodique à grand écran sur un téléviseur autonome de ce genre.

On croyait jusqu'ici fort difficile, sinon impossible, de réaliser un téléviseur d'appartement à grand écran de l'ordre de 59 cm équipé entièrement avec des transistors, en raison de la difficulté d'établissement des dispositifs de balayage de lignes. Ce problème semble avoir été résolu par des constructeurs français; l'avantage consiste essentiellement dans la sécurité et la stabilité de fonctionnement, une durée de service plus longue, sans risque de trouble, un montage intérieur plus facile et plus aéré, permettant l'emploi de châssis à plaquettes imprimées, plus faciles à entretenir et à vérifier, s'il y a lieu.

Ainsi, la suprématie du transistor s'affirme dans le domaine des radiotéléphones et au moins pour quelques modèles de téléviseurs, ce qui n'annonce pas forcément d'ailleurs la fin des tubes !

R. SINGER

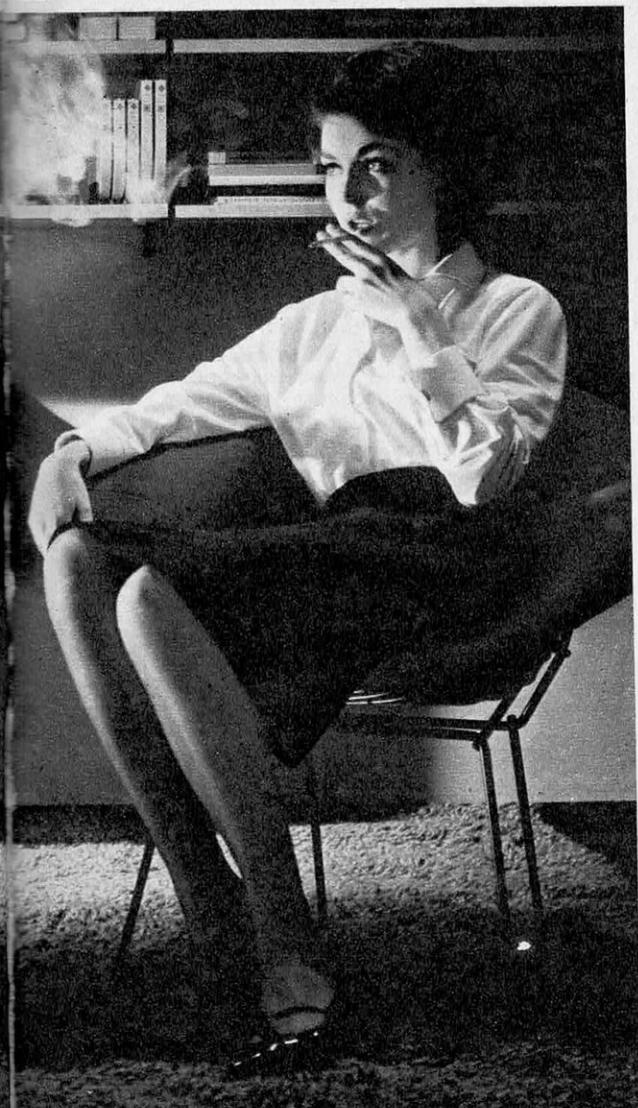
LA MODULATION



Telefunken

Les radiorécepteurs à modulation de fréquence constituent de remarquables machines musicales, souvent combinées avec électrophone et magnétophone, capables de recréer réellement à domicile l'ambiance des salles de concert.

ON DE FRÉQUENCE



La qualité musicale des réceptions radio-phoniques fait des progrès continuels et le niveau actuel dépasse certainement ce que pouvaient espérer les premiers auditeurs, il y a 40 ans déjà.

Cependant, cette qualité est encore limitée par celle des émissions; le récepteur ne peut guère faire entendre que ce qu'il reçoit, même si certains artifices de fabrication atténuent des défauts de transmission, tels que bruits parasites ou variations d'intensité sonore.

Le résultat est d'autant moins satisfaisant que les radio-concerts proviennent de postes émetteurs plus lointains et plus faibles. Ainsi la radiophonie reste malgré tout loin de la perfection et même, au gré des mélomanes, de la haute fidélité pratique promise dans les catalogues.

Des programmes remarquables de radio-diffusion sont donc méprisés par les amateurs de grande musique, habitués, par ailleurs, à l'usage de chaînes sonores et de machines parlantes très étudiées. L'avènement des disques micro-sillons leur a permis des joies artistiques difficilement offertes par les appareils ordinaires de radio.

Mais ces joies sont coûteuses, incomplètes aussi, car les plus belles discothèques ont des limites; les prix des enregistrements de haute qualité sont élevés et tout n'a pas été inscrit sur la surface sillonnée !

Fort heureusement, des radio-concerts d'un nouveau genre assurent désormais la diffusion de programmes dont la qualité ne déçoit plus l'auditeur le plus exigeant. Inaugurées en 1953, ces émissions dites « à modulation de fréquence » (ou F.M.) couvrent maintenant la plus grande partie du territoire national, avec des fréquences très élevées, de 87,5 à 100 MHz, soit sur des longueurs d'onde de 3,42 à 3 m.

Elles semblent pourtant avoir été jusqu'ici moins appréciées par les auditeurs français que par leurs collègues étrangers, sans doute parce qu'ils n'en connaissent pas suffisamment les avantages. La R.T.F. fait, cette année, des efforts particuliers pour accroître le nombre des récepteurs capables d'assurer de telles auditions de qualité et le récent Salon Radio-Télévision vient de le démontrer.

Un exposé, tout au moins élémentaire, sur cette nouvelle technique et ses remarquables possibilités s'impose donc ici.

FM

Quels sont les défauts divers dont se plaignent les auditeurs ?

Il y a d'abord les bruits parasites, d'origine industrielle ou atmosphérique, de formes acoustiques très diverses; ils obligent souvent à réduire l'amplification au-dessous des possibilités du radiorécepteur, ou à mettre en œuvre des dispositifs « d'étouffement », qui ont malheureusement pour effet trop fréquent une diminution correspondante du naturel et de la clarté.

Il y a, ensuite, les conditions de propagation des ondes électriques qui servent de support à la parole et à la musique et qui affectent parfois inégalement les différentes bandes de modulation musicales, c'est-à-dire finalement les sons de différentes tonalités. On redoute, en particulier, un phénomène d'« évanouissement » ou « fading sélectif », qui risque de faire subir aux émissions sur ondes plus ou moins courtes des distorsions très gênantes.

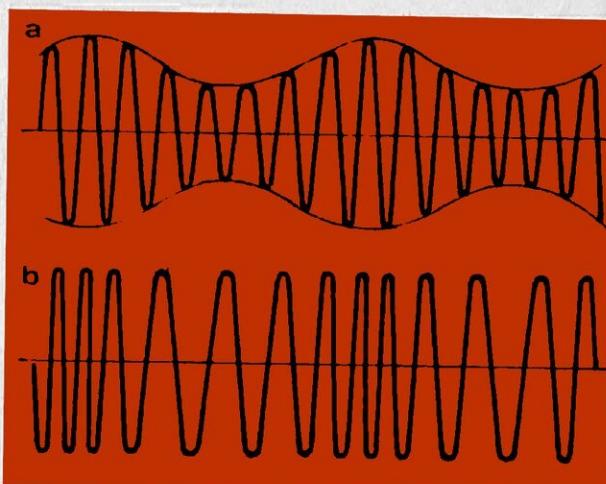
Des bruits de fond, généralement sous la forme de bruissements ou de craquements, se manifestent spécialement pour les émissions faibles ou lointaines, et sur grandes ondes, et sont dus au montage du récepteur lui-même, mais aussi aux conditions de réception.

Ajoutons des troubles, ou interférences, qui se manifestent surtout par des sifflements de différentes hauteurs et qui sont dus à l'encombrement de « l'éther » hypothétique par un nombre sans cesse croissant d'émissions provenant de postes puissants et plus ou moins rapprochés.

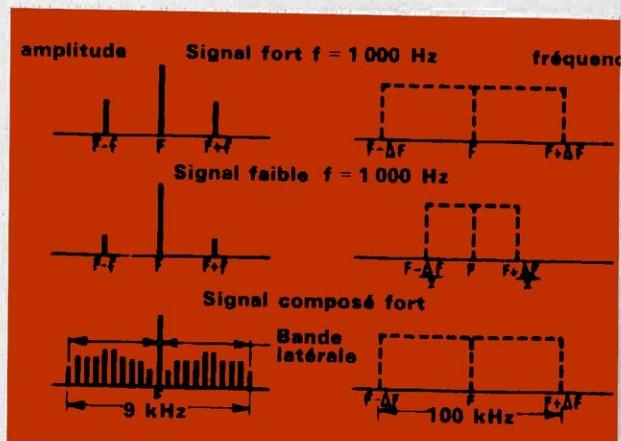
On essaie de lutter contre ces phénomènes néfastes par l'accroissement de la puissance utile rayonnée par les émetteurs, l'emploi d'antennes et de descentes antiparasites efficaces, l'utilisation de circuits très sélectifs ou même à sélectivité variable; ils risquent cependant d'altérer aussi la reproduction des sons aigus et des transitoires, qui donnent à l'audition radiophonique une grande partie de son agrément pour les amateurs de musique.

Mais il y a plus. La plupart des émissions radiophoniques habituelles sont transmises depuis leur origine par un procédé dit « *en amplitude* », qui présente, par son principe même, l'inconvénient essentiel de limiter la bande des fréquences transmises, spécialement du côté des sons aigus. La transmission obtenue, même dans les meilleures conditions, et avec les appareils les plus récents, est donc très satisfaisante pour la parole, sinon pour le chant; elle paraît parfois agréable aux auditeurs de musique de variétés et de chansons, mais ne suffit plus aux mélomanes.

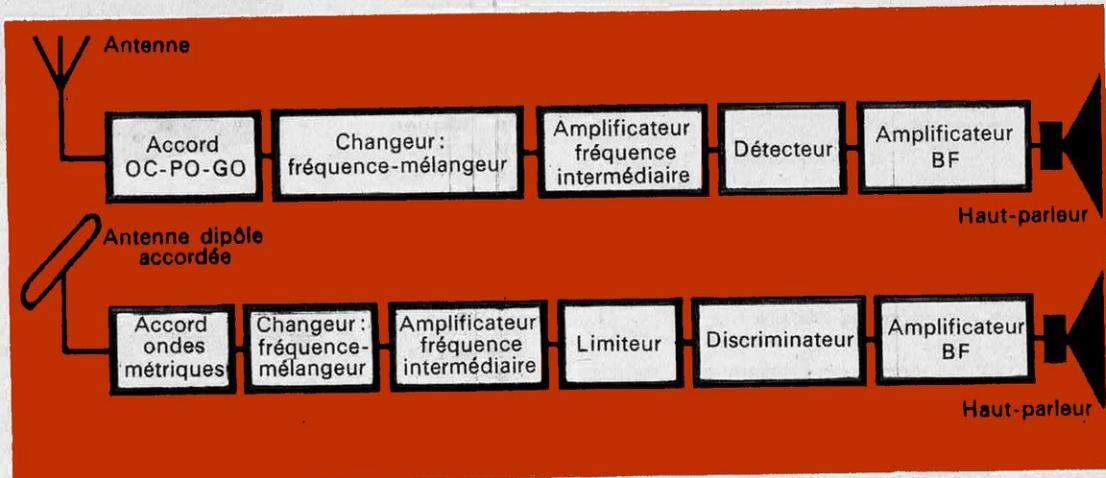
Pour aller plus loin, il est impossible de continuer à utiliser la méthode classique; il a fallu mettre au point des procédés assurant le maxi-



Représentation schématique d'une onde modulée en amplitude (a) et en fréquence (b). Dans la première, l'amplitude varie au rythme de la modulation microphonique; dans la deuxième, c'est la fréquence qui varie, l'amplitude restant constante. Ainsi peut-on, en particulier, transmettre plus facilement des sons d'intensité variable, faibles ou très forts, et obtenir une meilleure « dynamique » ou contraste sonore.



Comparaison des bandes de fréquence occupées par des transmissions à modulation en amplitude, à gauche, et en fréquence, à droite, pour un signal fort de 1 000 Hz, un signal faible de même fréquence, et un signal composé. Dans ce dernier cas, la bande de brouillage en modulation d'amplitude couvre seulement 9 kHz environ, mais la gamme des sons musicaux diffusée est également restreinte. En modulation de fréquence, la bande est beaucoup plus large et peut atteindre 100 kHz, ce qui permet la diffusion presque intégrale de tous les sons musicaux utiles, mais exige l'emploi d'émetteurs sur ondes métriques de faible portée.



Comparaison schématique entre le récepteur ordinaire à modulation d'amplitude et le récepteur à modulation de fréquence. Ce dernier comporte des dispositifs particuliers : le limiteur et le discriminateur. D'autres organes : changeur de fréquence-mélangeur (avec adaptation), amplificateurs intermédiaire et à fréquence musicale, peuvent être communs. Cela permet d'établir des appareils mixtes, qui sont pratiquement les seuls utilisés par les amateurs.

num de rendement et une qualité musicale très supérieure, tout en offrant également de remarquables possibilités en ce qui concerne la suppression ou l'atténuation des troubles de transmission que nous venons de citer. C'est là le rôle essentiel de ces nouvelles émissions à modulation de fréquence qui peuvent désormais être reçues dans la plupart des villes de France, en employant des récepteurs convenables, réalisés sous diverses formes, de manière simple et offerts à des prix qui ne sont nullement prohibitifs.

Le problème essentiel de la modulation

Pour bien comprendre les avantages et les possibilités de ces émissions, il faut savoir, d'une manière élémentaire, en quoi consiste le problème général de la « modulation radiophonique ».

Les vibrations sonores à basse fréquence agissent dans le studio sur un microphone et sont transformées en courants téléphoniques qui modifient les oscillations électriques à haute fréquence du poste émetteur.

L'onde haute-fréquence forme l'onde « porteuse » ; la modulation consiste à réaliser une variation dans les éléments de cette onde. Il peut ainsi exister plusieurs procédés de modulation, suivant qu'on agit sur des éléments différents ; on peut ainsi agir sur l'*amplitude*, mais aussi sur la *fréquence*.

La modulation en *amplitude* (on dit en abrégé A.M.) constitue le procédé le plus simple ; l'onde porteuse est transmise sur une fréquence bien déterminée, mais l'émission se répartit sur une bande de fréquences de part et d'autre de la fréquence porteuse et l'amplitude du signal varie constamment au rythme de la modulation.

De part et d'autre de la fréquence porteuse, il y a des fréquences constamment variables et à amplitude variable ; c'est pourquoi on doit résérer de part et d'autre de l'onde porteuse ce qu'on appelle une « bande de brouillage ».

La gamme des fréquences électriques à notre disposition n'est pourtant pas infinie ; sur chaque gamme, les émetteurs se multiplient et doivent fonctionner simultanément sans se gêner les uns les autres. Le problème est d'autant plus difficile à résoudre que la longueur d'onde de l'émetteur est plus grande ; c'est pourquoi il y a seulement en Europe quelques postes émetteurs sur « grandes ondes », tels que Luxembourg, Europe N° 1 ou R.T.F.-Inter, alors qu'il y a de nombreux émetteurs sur « petites ondes ».

Dans tous les cas, la bande de brouillage possible est toujours très limitée et elle correspond à la transmission de fréquences de l'ordre de 4 500 à 5 000 Hz au maximum, gammes toujours trop restreintes pour permettre les transmissions musicales en haute fidélité, avec leurs sons aigus et leurs transitoires.

On est obligé, de plus, au moment de l'émis-

FM

sion, de comprimer, en quelque sorte, l'amplitude musicale provenant des microphones, au moment des fortissimi, en raison même des caractéristiques des émissions, ce qui ne permet pas non plus d'obtenir un « contraste sonore » ou « dynamique » suffisant et altère le naturel et l'ampleur de la transmission.

C'est ainsi que les émissions courantes de radiodiffusion sont pourtant effectuées ; la largeur de bande est égale à deux fois la valeur la plus élevée des fréquences audibles transmises, ce qui ne permet pas de dépasser la limite indiquée plus haut.

Ce premier inconvénient permettrait déjà de juger cette méthode d'une manière défavorable pour les transmissions de qualité. L'emploi des ondes porteuses courtes, même métriques, correspondant à des fréquences porteuses élevées, permettrait cependant d'envisager déjà une bande de transmission musicale plus large, avec des signaux sonores de fréquences supérieures à 10 000 Hz. Les chaînes de réception sonore à haute fidélité, déjà très répandues, pourraient ainsi reproduire des radio-concerts de qualité, si ceux-ci n'étaient pas perturbés par les troubles divers déjà indiqués.

D'ailleurs l'accompagnement sonore des émissions télévisées habituelles paraît déjà, en France, très satisfaisant à beaucoup d'amateurs de bonne musique et pourtant il est effectué de la même manière, mais, cette fois, sur ondes très courtes.

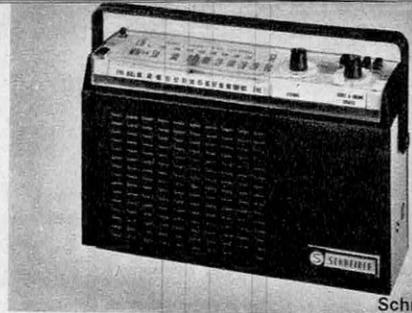
Pourquoi, dans ces conditions, conserver la modulation en amplitude sur grandes ondes et petites ondes ? Cela tient essentiellement à ce que la réception de ces émissions est réalisée d'une façon simple, efficace et économique, et à des distances qui peuvent être considérables, ce qui permet d'établir des récepteurs de qualité suffisante pour un grand nombre d'auditeurs moins difficiles. Par ailleurs, l'énorme capital investi à l'heure actuelle dans les stations d'émissions en service dans le monde entier est tellement considérable qu'il ne permet aucunement d'envisager leur abandon prochain.

Lé principe de la modulation de fréquence

La méthode de modulation de fréquence est très différente de la précédente ; on n'agit plus dans le poste émetteur sur l'amplitude de l'onde porteuse, mais sur la fréquence de celle-ci.

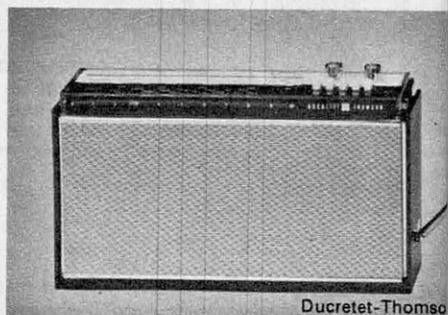
Il n'y a plus, à chaque instant, une fréquence fixe et celle-ci est modifiée constamment. C'est cette variation, suivant le rythme des vibrations microphoniques, qui détermine la profondeur de modulation et correspond, en quelque sorte, à la variation d'amplitude dans le procédé pré-

Poste à transistors prévu pour la modulation de fréquence, puissance sonore de 1 watt.



Schneider

Poste F.M. à transistors avec cadran de recherche des stations à triple aiguille, prise antenne de voiture commutable et antenne télescopique.



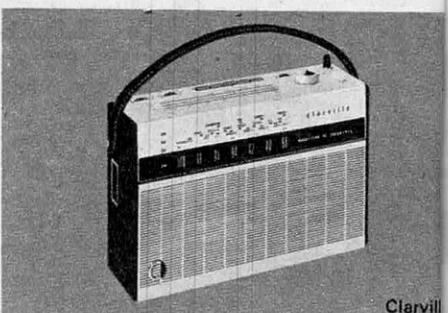
Ducretet-Thomson

Muni d'un haut-parleur de 17 cm puissance 1 W, et de potentiomètres séparés pour le grave et l'aigu, ce transistor est d'une grande musicalité.



Sonneclair

Cadran éclairable, échelle séparée F.M., contrôle indépendant grave et aigu, prise de sortie pour haut-parleur extérieur et haute fidélité.



Clarville

Clavier à 5 touches, double cadre ferrite, prises commutables diverses, nombreux perfectionnements sur ce poste musical et puissant (1,40 watt).



Pizon Bros

céder. Si la variation de fréquence est faible, le signal reçu est faible; si la variation est importante, le signal reçu est intense.

En fait, la modulation de fréquence exige l'emploi d'une bande de fréquences extrêmement large; c'est pourquoi il n'existe pas d'émission de ce genre réalisée en « grandes ondes » ou en « petites ondes » et qu'il faut nécessairement adopter des ondes courtes ou très courtes.

C'est là une caractéristique originale complémentaire, qui augmente encore l'intérêt de ces émissions; elle ajoute aux avantages du procédé de modulation des propriétés particulières provenant de la transmission sur ondes courtes. Par contre, elle explique aussi la nécessité de dispositifs de réception spéciaux et la limitation de la portée des transmissions, qui demeurent presque toujours locales.

Pourquoi les émissions FM sont-elles musicales ?

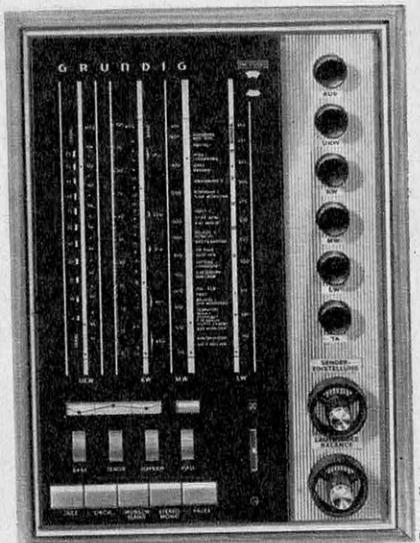
On ne peut écouter un radio-concert en modulation de fréquence sans ressentir agréablement une impression de présence et de naturel très particulière. Cette sensation est encore plus remarquable lorsqu'on compare des radio-concerts identiques transmis simultanément par le procédé classique A.M. et par la méthode F.M.; cette comparaison est généralement facile, puisque certaines émissions sont transmises par R.T.F.-Promotion et Haute-Fidélité. De nombreux programmes sont aussi diffusés, à la fois, en petites ondes par des postes A.M. et en ondes courtes par des postes F.M.

La modulation d'amplitude, en effet, coupe les sons aigus et diminue les contrastes, nous venons de le préciser et, pour une fois, la technique est d'accord avec l'impression psychophysiollogique. Au contraire, en modulation de fréquence, la fréquence limite des sons aigus transmis peut atteindre 16 000 Hz, ce qui dépasse la valeur admise pour un grand nombre d'instruments d'orchestre, et avec un niveau sonore absolument naturel.

Ainsi, la largeur de bande occupée par une émission modulée en fréquence est toujours assez grande; elle est proportionnelle à l'indice de modulation en fréquence. La largeur utile est de l'ordre de 200 kHz par station et pour une déviation maximale de + 75 kHz. Normalement, la bande couverte est ainsi, en réalité, plus large que celle de la modulation d'amplitude; d'où l'adoption nécessaire de fréquences de transmission élevées de l'ordre de 80 kHz et au delà, c'est-à-dire d'ondes métaphysiques, ce qui offre des avantages nombreux, mais ne permet des transmissions que dans des zones limitées.

Cette limitation de la portée a pour premier

Ce « tuner » adaptable à un poste ordinaire pour la F.M. et même la stéréophonie, permet des réglages divers suivant la nature du radio-concert reçu.



Grundig

avantage de supprimer les risques de brouillage, puisqu'on peut seulement recevoir, en principe, les émissions provenant des récepteurs locaux; mais il a d'autres avantages intrinsèques tels que la suppression des variations d'intensité des signaux reçus, puisqu'il n'y a plus à considérer les phénomènes de propagation dans la haute atmosphère. La transmission est, en principe, directe, comme celle des rayons lumineux; il en résulte une diminution des risques de troubles et de la plupart des perturbations.

En contre-partie, un certain inconvénient semble être dû à la complication apparente du récepteur à modulation de fréquence, qui doit être établi avec des pièces détachées de qualité et parfaitement mis au point. Il est également nécessaire d'utiliser une petite antenne de réception spéciale de courte longueur, très souvent intérieure, mais qui doit être cependant adaptée au but à atteindre et distincte de l'antenne-cadre habituelle des radiorécepteurs actuels pourvue généralement d'un noyau en bâtonnet de ferrite.

La suppression des bruits parasites

Les principaux avantages de la modulation de fréquence, dus au principe même du procédé, consistent dans une extension de la gamme musicale et une diminution des interférences. On obtient aussi une augmentation de ce qu'on appelle le rapport signal/bruit, c'est-à-dire une amélioration des sons musicaux et une diminution du bruit de souffle continu, si gênant sur beaucoup de récepteurs.

Ce progrès est dû d'abord à l'emploi des ondes très courtes, car les signaux parasites se manifestent surtout sur des fréquences relative-

ment basses, correspondant aux grandes ondes et aux petites ondes. Certains signaux parasites demeurent cependant particulièrement à craindre; il en est ainsi pour les perturbations produites par les dispositifs d'allumage des moteurs d'automobiles et de motocyclettes, mais des décrets récents ont imposé le montage de câbles spéciaux antiparasites et d'étoffeurs sur le circuit électrique des voitures, ce qui évite en grande partie cet inconvénient.

La suppression des bruits parasites est également due au principe même de la modulation de fréquence. Pour en comprendre les raisons, il est nécessaire de rappeler d'abord les caractéristiques des bruits qui peuvent troubler une audition. Les perturbations peuvent être dues à des sources intérieures ou extérieures aux récepteurs; ces dernières transmettent des signaux parasites à haute fréquence sous forme d'impulsions provenant de phénomènes atmosphériques ou industriels, avec des pointes de tension de différentes formes, périodiques, continues ou intermittentes.

Ces perturbations agissent très difficilement sur les récepteurs à modulation de fréquence, en raison de leur nature qui se traduit presque toujours par une modulation parasite d'*amplitude* et non de *fréquence*. La caractéristique essentielle de la modulation de fréquence consiste, en effet, à utiliser, comme nous l'avons noté, une onde porteuse d'amplitude constante, puisque la modulation ne s'applique qu'à la valeur instantanée de la fréquence du signal.

Bien plus, sur un appareil à modulation de fréquence, il existe un dispositif limiteur ou « écrêteur », destiné encore à supprimer les variations résiduelles d'amplitude de l'onde porteuse.

Ce limiteur joue le rôle d'un véritable « nettoyeur de parasites », qui peut agir fortement et efficacement, sans risque d'altérer la qualité de la modulation.

On obtient ainsi une amélioration globale qui peut atteindre une proportion de 400 à 1, c'est-à-dire de 26 dB, par comparaison avec la modulation d'amplitude.

Une audition d'orchestre vraiment naturelle

C'est le contraste sonore ou « dynamique », correspondant au contraste photographique des images, qui assure à l'audition musicale son caractère de naturel et, en quelque sorte, de relief sonore et, en même temps, permet de diminuer les bruits de souffle se manifestant par des bruissements ou des craquements continuels, surtout sensibles pour la réception des émissions faibles.

Dans les appareils de musique mécaniques de

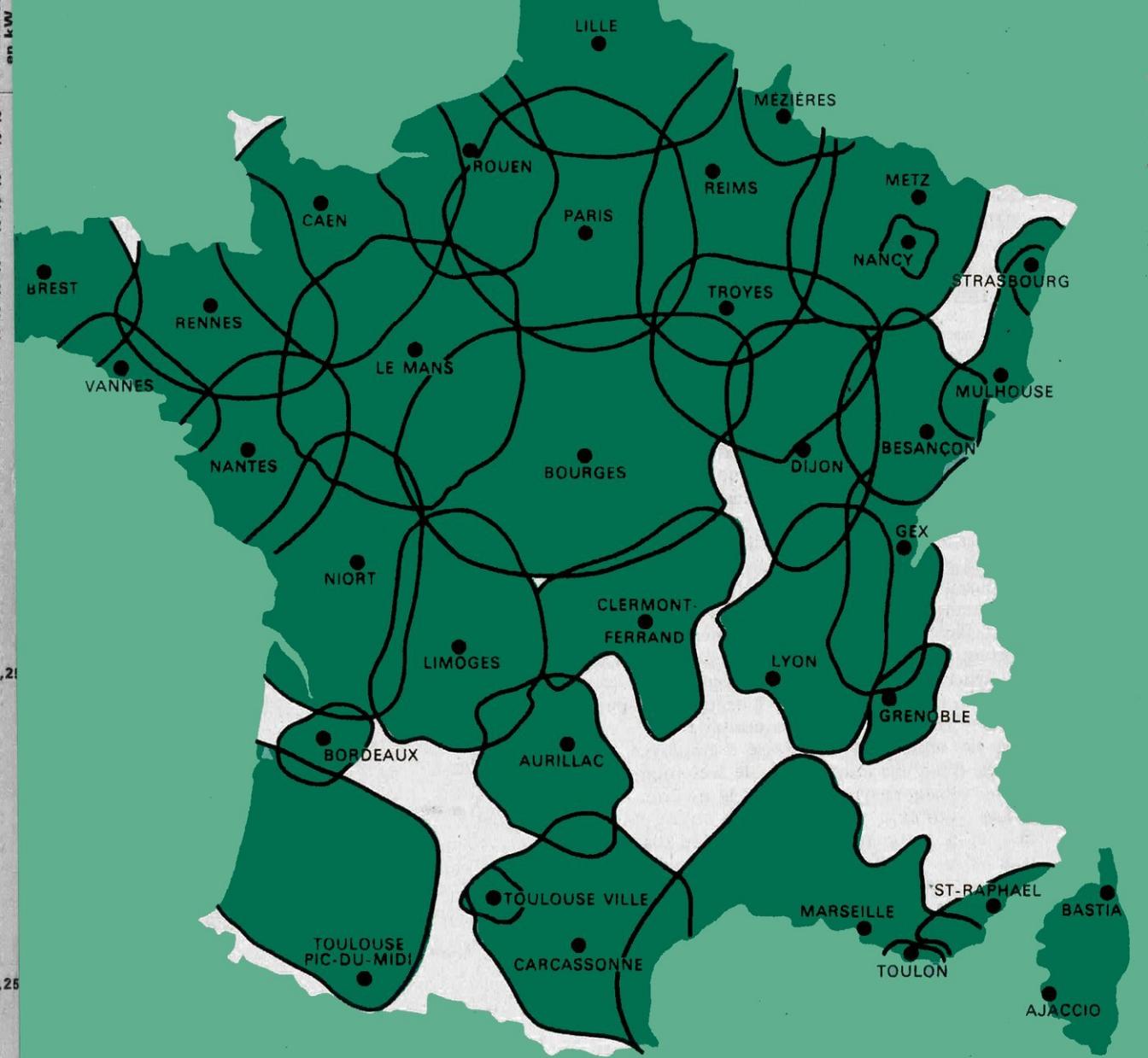
ÉMETTEURS DIFFUSANT OU QUI DIFFUSENT EN 1963-1964 EN F.M.

NOMS DES STATIONS	Haute Fidélité	Promotion	Inter	Puissance en kW
AJACCIO	88,0	92,4	97,6	2
BASTIA	95,9	98,2	93,9	2
AURILLAC:				
LABASTIDE DU HAUT-MONT	94,5	98,0	91,9	2
BESANÇON: LOMONT	92,9	97,7	90,0	2
BORDEAUX: BOULIAC	93,5	89,7	98,1	2
BOURGES:				
NEUVY-DEUX-CLOCHERS	91,8	94,9	88,5	12
BREST: ROC TREUDON	93,0	89,4	97,8	12
CAEN: MONT PINÇON	95,6	91,53	99,6	12
CARCASSONNE: PIC DE NORE	90,9	96,5	88,3	12
CLERMONT-FERRAND:				
PUY-DE-DOME	95,5	90,4	98,4	2
DIJON: NUITS-ST-GEORGES	95,9	99,2	93,7	2
GEX: MONT ROND	96,7	89,6	94,4	2
GRENOBLE: CHAMROUSSE	91,8	99,4	88,2	2
LE MANS: MAYET	92,6	97,0	89,0	12
LILLE: BOUVIGNY	88,7	98,0	94,7	12
LIMOGES: LES CARS	97,5	93,0	89,5	12
LONGWY (ÉTÉ 1964)				
LYON: MONT PILAT	92,4	88,8	99,8	12
MARSEILLE: GRANDE ÉTOILE	94,2	99,0	91,27	12
METZ: LUTTANGE	89,7	94,5	99,8	12
MÉZIÈRES: SURY	90,1	95,8	93,5	2
MULHOUSE: BELVÉDÈRE	91,6	95,7	88,6	12
NANCY: VANDOEUVRE	96,9	—	—	0,25
NANTES: HAUTE-GOULAINNE	90,8	94,2	98,9	12
NIORT: MAISONNAY	91,1	96,4	99,4	12
PARIS: TOUR EIFFEL	90,35	97,6	93,35	12
PERPIGNAN:				
NEOULOUS (ÉTÉ 1964)				2
REIMS: HAUTVILLERS	89,2	98,85	96,8	12
RENNES: SAINT-PERN	89,9	98,3	93,55	12
ROUEN: LES ESSARTS	92,0	94,0	96,6	12
ST-RAPHAËL: PIC DE L'OURS	99,6	88,7	96,3	2
STRASBOURG:				
LAUTH (FIN 1964)	95,0	—	—	12
TOULON: CAP SICIE	97,1	89,6	92,7	2
TOULOUSE: PIC DU MIDI	91,5	95,7	87,9	2
TOULOUSE: VILLE	90,3	—	—	0,25
TROYES: LES RICEYS	91,4	95,3	97,9	12
VANNES:				
LANDES DE LANVAUX	96,0	88,6	91,8	2

qualité, électrophones ou magnétophones, cette dynamique, appelée aussi « intervalle de puissance », peut atteindre entre 50 et 80 dB. Avec la modulation d'amplitude, il est impossible d'obtenir une valeur supérieure, bien souvent, à plus de 30 dB, en raison du niveau inévitable du bruit de fond.

Dans les sons d'orchestre naturels la variation maximale entre les fortissimi et les pianissimi est de 10 000 000 à 1, soit de 70 dB; cette

E RÉSEAU FRANÇAIS DE F.M.
ZONE DE SERVICE 100 μ V/M)



variation est généralement trop forte pour une chambre d'appartement normale, de sorte qu'un certain effet de compression est nécessaire. Il est pourtant désirable d'atteindre une valeur de 32 000 à 1, soit 45 dB.

Ce rapport peut être amélioré dans de telles proportions avec la modulation de fréquence (puisque en théorie il n'y a pas à considérer de limites des amplitudes maximales et minimales) qu'on peut envisager des valeurs de l'ordre de

50 dB sans avoir recours à aucun système artificiel de compression ou d'expansion.

Le contraste est, en effet, proportionnel à la déviation de fréquence et la fréquence de modulation lui est liée; il est ainsi possible de faire varier cette caractéristique importante suivant la fréquence à transmettre.

Le meilleur résultat ne peut être atteint qu'avec des radiotéléphones de très haute qualité, ce qui permet un contraste maximum de

FM

l'ordre de 60 dB; avec la plupart des appareils courants, on obtient de 45 à 50 dB, ce qui améliore déjà d'une manière considérable la qualité.

L'effet obtenu est alors saisissant pour la musique; les attaques des instruments à percussion, aussi bien que les pianissimi des solistes, sont rendus avec une vérité jusque-là impossible, à condition, bien entendu, d'utiliser un haut-parleur avec une enceinte acoustique rationnelle et disposé rationnellement dans la chambre d'écoute.

Les appareils récepteurs et leurs progrès

La réception de ces émissions de haute qualité musicale ne peut être assurée par des récepteurs prévus uniquement pour la réception des émissions habituelles à modulation d'amplitude et généralement sur petites ondes ou grandes ondes. La modulation est différente, la fréquence porteuse prévue est beaucoup plus faible et la largeur de bande de fréquences transmise est plus restreinte.

Il est donc nécessaire d'utiliser un récepteur spécial, mais qui est très souvent combiné avec l'appareil à modulation d'amplitude; une simple touche de commutation assure alors la mise en service des éléments supplémentaires permettant la réception des émissions F.M. Les constructeurs réalisent même, désormais, d'excellents appareils portatifs à transistors, permettant la réception de ces émissions.

Il est seulement nécessaire d'employer des étages d'amplification musicale très soignés et un ou plusieurs haut-parleurs de qualité.

Les auditeurs possédant déjà un récepteur de qualité ordinaire pour modulation d'amplitude n'ont pas besoin de le remplacer par un autre. Il leur suffit de faire l'acquisition d'un adaptateur F.M., ou *tuner*, qui peut être relié au récepteur ordinaire à la prise pick-up et permet d'utiliser les étages à basse fréquence et le haut-parleur de l'appareil ancien.

Ce tuner, dont il existe d'excellents modèles, peut aussi être combiné avec une chaîne sonore de reproduction phonographique et assurera alors des résultats remarquables.

L'alimentation est indépendante ou assurée, dans ce cas, par l'amplificateur à fréquence musicale. De toutes façons, le radiorécepteur à modulation de fréquence, qu'il s'agisse d'un appareil mixte à tubes ou à transistors ou d'un montage tuner adaptateur, est ainsi plus complexe que celui à modulation d'amplitude. Mais sa manœuvre n'est guère plus difficile; l'accord de l'aiguille indicatrice du tableau de repère sur l'émission à recevoir est seulement un peu plus délicat, car il peut se produire un léger décalage au début du fonctionnement.

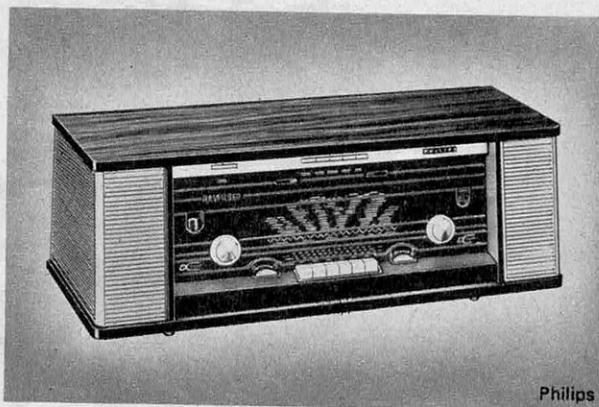
Le réglage d'un appareil pour la réception des ondes très courtes doit d'ailleurs être toujours plus précis.

Les indications du dispositif de contrôle visuel, genre «œil magique» ou «ruban magique», sont ainsi quelquefois moins précises et il peut être préférable d'effectuer ce réglage «au son», plutôt qu'en observant les modifications de ce système optique.

L'antenne est constituée par deux éléments métalliques courts ou dipôles et doit, de préférence, être dirigée dans la direction de l'émetteur; il existe de petits éléments télescopiques peu encombrants, placés sur le récepteur lui-même, et qui donnent généralement de bons résultats, à proximité relative des émetteurs. L'antenne extérieure de toit est évidemment encore préférable.

La modulation de fréquence et la radio-stéréophonie

La stéréophonie est, on le sait, un procédé de reproduction musicale dans lequel on utilise finalement deux haut-parleurs distincts, qui doivent transmettre chacun des sons légèrement différents destinés, en principe, les uns à l'oreille droite, les autres à l'oreille gauche de l'auditeur. On obtient ainsi, sinon un effet réel



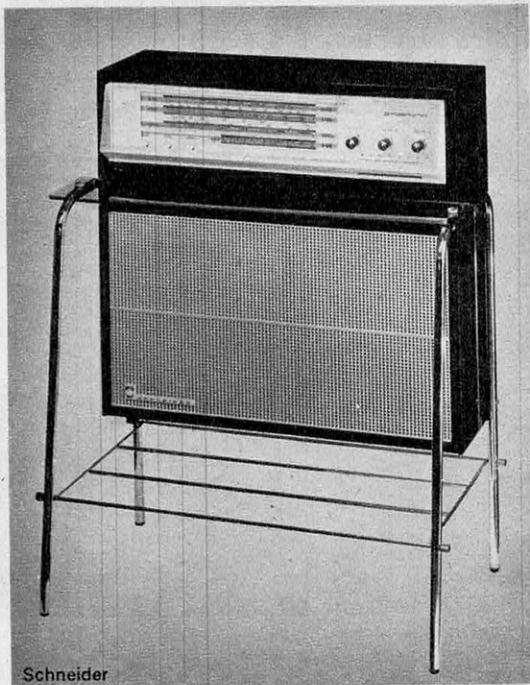
Philips

Les récepteurs haute fidélité reçoivent tous la F.M. Ici 4 gammes d'ondes, 2 haut-parleurs et réglage des tonalités par touches.

de relief sonore, analogue au relief stéréoscopique en optique, du moins une sensation saisissante de naturel et de «distribution sonore».

Des émissions de radiodiffusion en stéréophonie ont été organisées régulièrement en France. Les méthodes utilisées peuvent être diverses. Elles font généralement appel également à la modulation de fréquence.

Dans un premier procédé, dit F.M.-A.M.,



Schneider

Appareil-secteur à 3 haut-parleurs, prises haut-parleur extérieur et magnétophone, cadre orientable PO-GO et antenne F.M.

La première méthode est actuellement la plus populaire et peut, d'ailleurs, être appliquée en utilisant les signaux sonores provenant d'une station de télévision. Elle est très facile à utiliser et il existe maintenant en France des appareils « tuners » spéciaux de haute qualité, pourvus de deux chaînes distinctes, permettant de recevoir simultanément les signaux à modulation d'amplitude et de fréquence de deux stations émettant simultanément.

Enfin, on va sans doute bientôt utiliser, tout au moins à titre d'essai, un nouveau procédé dit « multiplex », dans lequel on utilisera une seule station émettrice F.M. étudiée spécialement, et qui permettra une réception plus facile de ces émissions remarquables avec un seul appareil adaptateur.

Le réseau français des émetteurs à modulation de fréquence

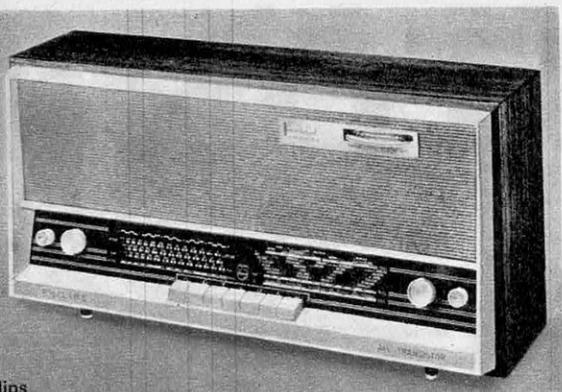
Le 19 mars 1961 a constitué une étape importante dans le développement du réseau de modulation de fréquence en France; c'est, en effet, à cette date que la R.T.F. a mis en service des émetteurs nouveaux diffusant le programme de France I (R.T.F.-Inter) et de France III (R.T.F.-Promotion). En même temps, elle a complété le réseau des émissions France IV (Haute-Fidélité), qui, depuis son origine, était spécialisé dans la modulation de fréquence.

Ces émissions s'adressent maintenant à tous les auditeurs et le procédé permet d'écouter généralement toutes les émissions françaises obtenues sur un radiorecepteur ordinaire en ondes longues, moyennes et courtes avec une qualité sonore très supérieure. Le récepteur équipé pour la modulation de fréquence permet en outre de capter les émissions de Haute-Fidélité qui offrent un concert permanent pendant 17 heures chaque jour et peut être entendu sur l'ensemble du territoire, grâce aux 33 émetteurs relayant ce programme.

Le réseau de modulation de fréquence de R.T.F.-Promotion est, de son côté, pratiquement complet, avec 30 émetteurs, et 28 émetteurs sont consacrés à la diffusion de R.T.F.-Inter. Il y a donc trois programmes distincts en modulation de fréquence et la couverture du territoire est très complète pour chacun de ces programmes. En particulier, avec les nouveaux émetteurs prévus, les émissions de R.T.F.-Inter en F.M. devraient couvrir en 1964 l'ensemble du territoire.

Les avantages remarquables et divers des émissions en modulation de fréquence qui doivent les faire apprécier de plus en plus sont ainsi à la portée de tous les auditeurs, quel que soit l'emplacement de leurs récepteurs.

H. PICARD

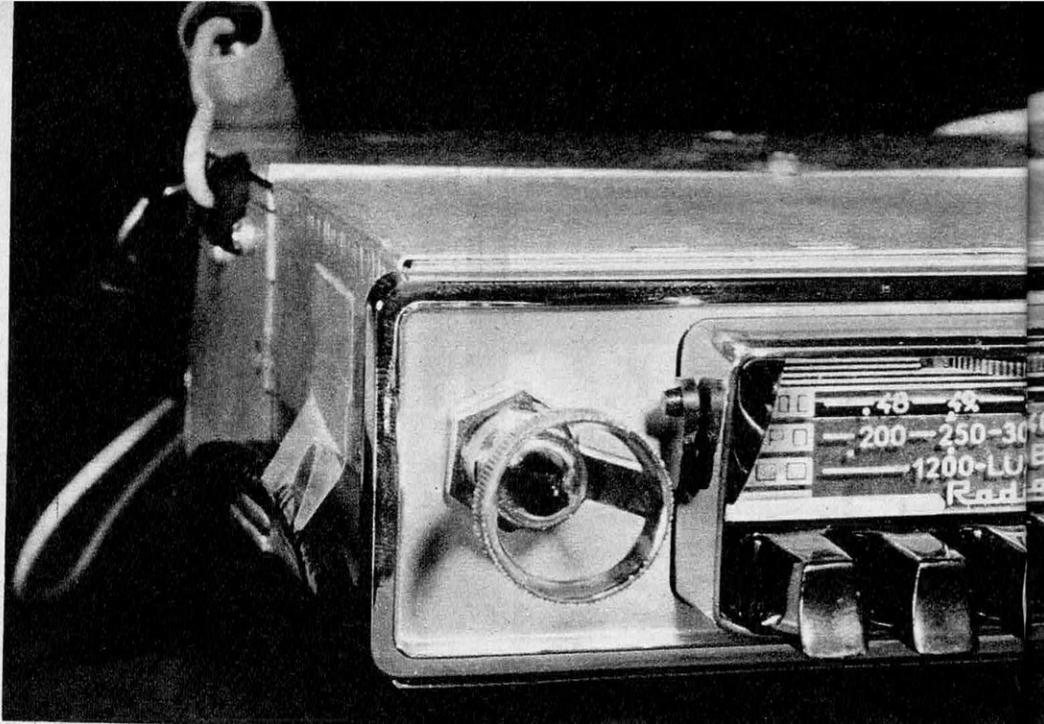


Philips

Poste de salon tout transistors à cadre intérieur orientable, puissance 2,8 W, correction des graves et aigus effectuée séparément.

on utilise une station à modulation de fréquence pour transmettre un premier « canal sonore » et une station en modulation d'amplitude pour transmettre le second; c'est ce que les Américains appellent le « simulcasting ».

Dans un deuxième procédé, appelé F.M.-F.M., on utilise deux stations à modulation de fréquence pour transmettre les deux canaux sonores; c'est le « multicasting ».



LE MEILLEUR COMPAGNON L'AUTORADIO

L'autoradio a ses fidèles et ses détracteurs. Ces derniers lui reprochent de détourner l'attention du conducteur et d'être indirectement une cause d'accidents. Or, il est prouvé que l'écoute de la radio constitue au contraire un élément de sécurité pour les voyages de nuit et les trajets longs et monotones car elle évite l'assoupissement du conducteur.

La suspicion vis-à-vis de l'autoradio provient aussi de sa complexité et de son installation qui doit être faite par un spécialiste, conduisant à un prix plus élevé par rapport aux récepteurs d'appartement de même performance.

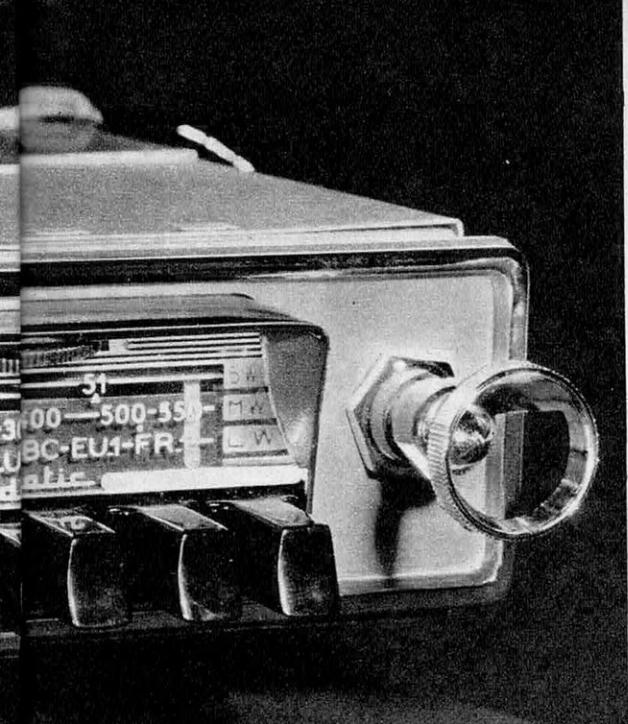
Certes, pour acquérir la robustesse et la qualité voulues, l'autoradio a posé aux constructeurs des problèmes mécaniques et électroniques dont ils n'ont pas à se préoccuper avec les autres récepteurs. Il s'agit d'une technique par-

ticulière, parfaitement au point actuellement, mais qui explique pourquoi ces récepteurs ne sont pas construits par tous les fabricants de récepteurs, mais seulement par des firmes spécialisées.

Du point de vue électrique, les problèmes essentiels ont pour objet le récepteur et son alimentation par la batterie de bord, l'antenne et l'antiparasitage du circuit électrique de la voiture. Mécaniquement, ce sont la robustesse et la réduction de volume qui constituent les plus grands soucis des constructeurs.

Conditions exigées par la réception sur voiture

Même les meilleures antennes de voiture ne sont pas très efficaces car elles ne peuvent être



adiomatic

DE ROUTE ADIO

complétées par une prise de terre et, si l'on veut capter confortablement des stations éloignées, le récepteur doit d'abord être sensible. Cette qualité est obtenue par un étage amplificateur haute fréquence accordé, qui accroît en même temps la sélectivité et constitue une protection contre les sifflements résultant d'interférences.

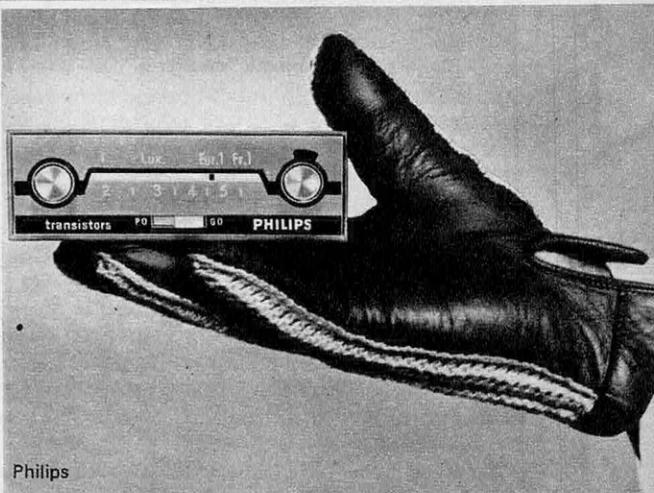
A bord des voitures, les fluctuations du champ qui impressionne l'antenne, donc de l'énergie qu'elle recueille, varient dans des proportions beaucoup plus importantes que pour un poste fixe. On sait que ces variations sont réduites par le circuit automatique de sensibilité ou anti-fading. Pour que le niveau d'entrée, et en conséquence le volume sonore, reste constant, il convient donc que cette commande automatique soit aussi efficace que possible.

Poste « tout transistors » spécialement étudié pour l'automobile. Avec un haut-parleur supplémentaire, on pourra doser le volume sonore à l'avant ou à l'arrière du véhicule.

Deux transistors autoradio, l'un mixte portable, l'autre spécial miniature, de la dimension de deux étuis de cigarettes superposés ; sa puissance sonore atteint cependant 1,30 watt.



Telefunken



Philips

autoradio

Une voiture en mouvement, même la plus silencieuse, devient bruyante aux grandes vitesses. Le son fourni par le haut-parleur doit avoir une puissance suffisante pour dominer ces bruits. Il est donc indispensable que le récepteur délivre une puissance de sortie relativement grande et cela d'autant plus que les haut-parleurs, ne pouvant être placés de façon que la puissance acoustique qu'ils rayonnent soit bien utilisée, ont un rendement très bas.

Ces conditions expliquent les déboires éprouvés par les possesseurs de récepteurs portatifs à transistors quand ils ont voulu les utiliser à bord, croyant que, du fait que leur appareil possédait une commutation antenne-cadre, il suffisait d'avoir une antenne de voiture pour obtenir, à bord, des résultats analogues à ceux qu'ils avaient à poste fixe. C'est pourquoi, après un fléchissement sévère du marché de l'autoradio au moment du rush des appareils portatifs, la clientèle désireuse de recevoir la radio à bord se dirige à nouveau vers le véritable autoradio.

Les différents types de récepteurs autoradio

Actuellement, sur le marché, on distingue, en fonction de leur équipement, trois sortes d'appareils :

- des récepteurs à tubes électroniques;
- des récepteurs hybrides, tubes et transistors;
- des récepteurs tout transistors.

Les tubes électroniques sont encore utilisés pour quelques récepteurs. Ils ont pour eux la longue expérience de ce genre de fabrication, mais ils ont l'inconvénient d'exiger une alimentation assez complexe pour fournir aux anodes la haute tension demandée, et ceci en partant de la batterie de la voiture comme source d'énergie. Alimentation qui吸orbe un courant important, de l'ordre de 3,5 A sous 12 V ou 7 A sous 6 V pour un récepteur de moyenne puissance.

Le problème de cette alimentation est le suivant : en partant d'une batterie 6 ou 12 V, obtenir un courant alternatif de 250 à 300 V. On peut le résoudre par l'emploi d'un convertisseur rotatif mais, comme il est moins coûteux, on lui préfère le vibreur à lame vibrante attirée périodiquement par l'aimantation d'un électro-aimant. Ce vibreur a pour mission de couper automatiquement, un grand nombre de fois, le courant fourni par la batterie pour le transformer en courant alternatif qui est élevé à la valeur voulue par un transformateur, puis re-

dressé et filtré. En provoquant le passage du courant dans deux directions et en réalisant le transformateur avec prise médiane, on obtient un courant ayant une alternance positive et une alternance négative. Des précautions doivent être prises pour éviter que le vibreur soit une source de parasites et pour que ses contacts assurent leur service sans défaillance.

Cette servitude d'une alimentation à haute tension a fait que, avant que les transistors puissent remplir toutes les fonctions des différents étages d'un récepteur, on a cherché à l'éliminer avec des tubes spéciaux n'exigeant que 6 ou 12 V de tension anodique et permettant de supprimer le vibreur. Ces tubes sont employés dans les montages hybrides où ils sont adoptés pour les étages haute fréquence et moyenne fréquence et les transistors pour la basse fréquence.

On peut se demander pourquoi les transistors qui sont robustes, de faible encombrement, résistants aux vibrations et ne demandant qu'un faible courant à basse tension n'ont pas complètement supplanté les tubes électroniques. Jusqu'ici le prix de revient des récepteurs autoradio, tout transistors, était plus élevé et leur réalisation plus compliquée. Mais leur prix a été bien réduit et leur technique, parfaitement au point, leur donne actuellement la suprématie. Avec les circuits imprimés, les transistors permettent la réalisation d'appareils de très petit volume.

Caractéristiques d'un autoradio

Qu'ils soient à tubes ou à transistors, les postes autoradio se distinguent entre eux par leur sensibilité et leur puissance de sortie plus ou moins élevées, ainsi que par les perfectionnements dont ils sont pourvus et qui conduisent à des gammes de prix qui s'échelonnent entre 200 et 1 000 F environ.

On peut les classer en cinq catégories :

— Les récepteurs populaires à deux gammes d'ondes (PO et GO ou, en version méditerranéenne, PO et OC) dont la puissance est de l'ordre de 1,5 à 2,5 W.

— Les récepteurs à trois gammes d'ondes (PO, GO et OC) avec claviers à touches pour différentes commutations. Suivant les modèles, ces touches servent à la commutation de gammes, au changement de tonalité, à la mise en marche et à l'arrêt. Dans les appareils d'une certaine classe, des touches sont destinées au préréglage sur différentes stations, le choix de celles-ci pouvant être modifié facilement au gré de l'usager. Ce privilège est très utile puisque le conducteur n'a qu'à appuyer sur une touche



Philippe

Pour la sonorisation des autocars et des poids lourds, on réalise des postes de grande puissance sonore. Celui-ci, tout transistors, délivre 8 watts, avec prises pour 8 haut-parleurs, 2 microphones, pick-up, etc.

pour que son récepteur se trouve réglé sur l'émission à laquelle correspond la touche du circuit prégréglé. Leur puissance varie de 3 à 10 W.

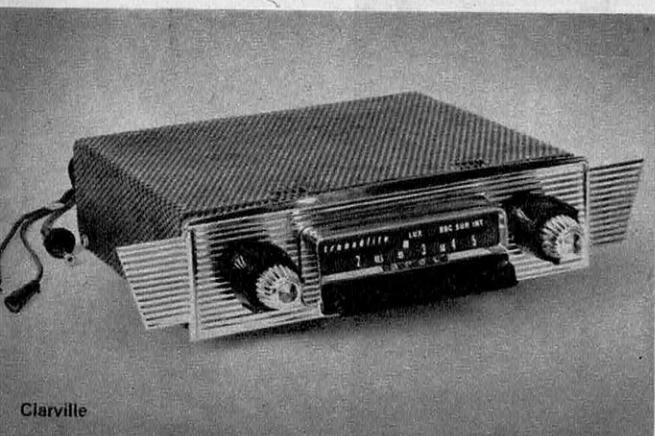
— Les récepteurs avec gamme pour la réception des émissions en modulation de fréquence (PO, GO et FM), à part cela analogues aux précédents.

— Les récepteurs à grande puissance de sortie (8 à 14 W) pour cars de tourisme. Ils sont généralement conçus pour permettre à volonté, en dehors de la radio, de raccorder leurs circuits basse fréquence à des microphones, un pick-up ou un magnétophone; ils possèdent aussi des prises pour le branchement et l'alimentation simultanée de plusieurs haut-parleurs.

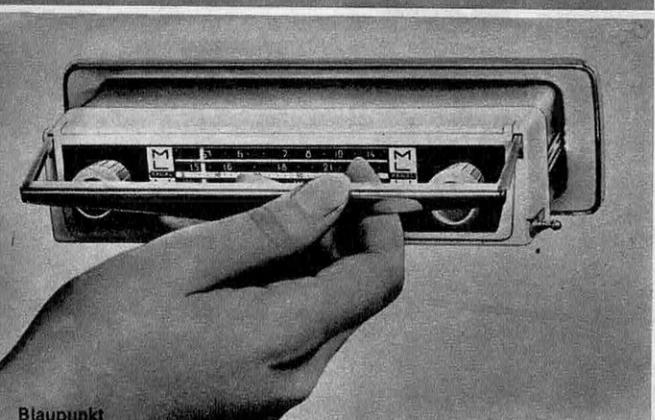
— Les récepteurs avec système de recherche automatique des stations. Il s'agit d'un mécanisme asservi commandant l'exploration automatique d'une gamme pour rechercher un signal haute fréquence d'un niveau suffisant pour une bonne audition. Lorsque celui-ci est trouvé, le système se bloque et un dispositif accorde parfaitement le récepteur sur l'émission captée. Si cette dernière ne plaît pas, on met à nouveau en route la « tête chercheuse » qui déplace, toujours automatiquement, le réglage pour parvenir à un signal correspondant à une autre émission.

La recherche automatique des stations par « tête chercheuse » conduit à des récepteurs très compliqués et coûteux, ce qui fait que leur

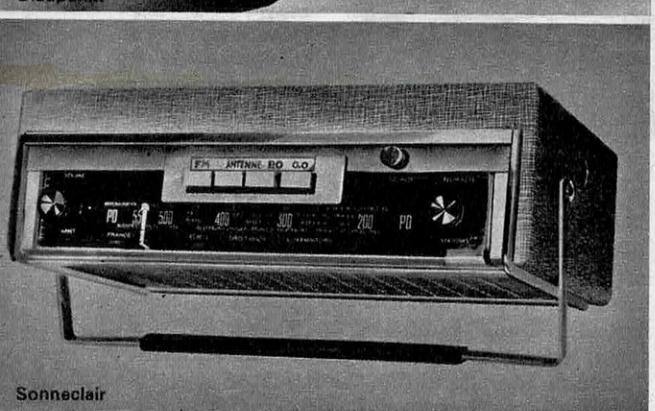
autoradio



Clarville



Blaupunkt



Sonneclair

L'autoradio comporte généralement plusieurs gammes d'ondes. En haut, un type fixe avec touches pré-réglées et haut-parleur extérieur. Au-dessous, deux modèles donnant la modulation de fréquence et qui peuvent être utilisés à volonté comme postes portables ou postes-auto au tableau de bord.

nombre est restreint et que leur construction a été abandonnée par quelques constructeurs. Pourtant, l'accord automatique des récepteurs, qui avait été appliqué voici une vingtaine d'années à quelques postes de salon, a une utilité beaucoup plus grande pour les postes autoradio. Il est toujours en faveur dans le matériel allemand.

Pour la réception dans les territoires d'outre-mer certains constructeurs proposent, pour adjoindre aux récepteurs PO-GO, des convertisseurs pour ondes courtes, avec de nombreuses gammes assurant la réception des OC en bandes étalées comprises entre 13 à 90 m de longueur d'onde.

En ce qui concerne la tension d'alimentation, on trouve des récepteurs prévus pour une tension déterminée, 6 ou 12 V et d'autres à commutation dans le circuit d'entrée pour les adapter à 6 ou 12 V, ou à 12 et 24 V, pour les modèles destinés aux cars. Cette disposition est préférable puisque le récepteur peut ainsi s'adapter à toutes les batteries.

Les récepteurs portatifs « spécial auto »

Les postes portatifs à transistors possèdent en majorité une prise pour antenne voiture. Précisons d'abord que cette prise ne peut être valable que si elle est combinée avec une commutation permettant de mettre hors circuit le cadre, qui constitue le collecteur d'onde normal de ces récepteurs, et de le remplacer par un bobinage.

Cette condition n'est malheureusement pas la seule, comme nous l'avons vu. Normalement, les postes à transistors ne répondent pas aux conditions optimales de réception du point de vue sensibilité et puissance. Certains récepteurs portatifs conçus spécialement pour l'écoute en voiture approchent de ces conditions. Cependant, la puissance sonore qu'ils doivent fournir conduit à une usure assez rapide des piles alors que l'on dispose d'une source gratuite d'énergie : la batterie de bord.

Des solutions d'alimentation mixte ont été proposées. Elles consistent à prévoir un bloc spécial d'alimentation par batterie installé à demeure sur la voiture. Souvent, dans ces ensembles, le coffret du récepteur portatif est prévu pour s'encastre dans un autre coffret fixé sur le tableau de bord. Ce dernier renferme un circuit de branchement de la batterie avec commutation pour mettre les piles hors circuit et un étage d'amplification basse fréquence qui

permet d'obtenir la puissance nécessaire à l'écoute confortable à bord.

Cette formule, malgré son ingéniosité, n'a pas été retenue par de nombreux constructeurs car elle conduit à des ensembles d'un prix élevé, sensiblement le même que celui de deux appareils séparés à usage unique, l'un autoradio, l'autre portatif.

Les haut-parleurs de l'autoradio

Les haut-parleurs sont séparés du bloc récepteur. Ce sont des modèles à haut rendement car, pour les loger sur ou sous le tableau de bord, leurs dimensions ne peuvent dépasser certaines limites (12 à 17 cm de diamètre). Ils sont livrés avec des grilles de protection, des pièces de fixation et, s'ils doivent être séparés du tableau, des écrans formant baffles.

Comme les récepteurs, ces haut-parleurs et leurs accessoires forment en général des ensembles étudiés pour chaque marque de voiture et assortis aux autres accessoires du tableau de bord.

Avec des récepteurs dont la puissance égale et dépasse 2,5 W il est intéressant, surtout pour les grandes voitures, de prévoir deux haut-parleurs, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. De ce fait, la répartition du son est meilleure et il n'est pas utile d'avoir un volume de son trop fort à l'avant pour que les passagers se trouvant à l'arrière entendent convenablement.

Pour permettre d'adopter différents haut-parleurs ou de combiner leur branchement, la sortie des récepteurs est souvent prévue pour s'adapter à deux valeurs d'impédance.

L'antenne de l'autoradio

Les récepteurs de voiture se trouvent placés dans un champ de rayonnements parasites ayant sa source dans le circuit électrique de la voiture. Dans ces conditions, les antennes ne peuvent attaquer directement le récepteur. Comme dans toutes les antennes antiparasites, l'énergie captée est appliquée à l'enroulement primaire d'un transformateur dont l'enroulement secondaire est relié au récepteur par des câbles blindés. Le transformateur est lui-même blindé et étudié de façon que sa résonance favorise le passage des fréquences correspondant aux gammes de radiodiffusion.

La carrosserie métallique d'une voiture est comparable à une cage de Faraday ne laissant pas pénétrer les ondes. C'est pourquoi les antennes autoradio doivent être extérieures. Suivant leur emplacement, elles sont dites : an-

tennes d'aile, antennes de toit ou de pavillon, antennes de gouttière. Elles sont formées d'une tige métallique verticale de 0,8 à 1,5 m. Cette tige est généralement en acier inoxydable, mais elle peut être en scion fiberglas ou colorflex (conducteur souple enrobé de fibre de verre polymérisée avec des résines synthétiques) de différents coloris.

Les antennes d'aile sont généralement, avec la conduite à droite, placées sur l'aile gauche. Elles sont télescopiques en deux ou trois éléments et escamotables dans des tubes de laiton chromés où l'on peut même les enfermer à clé.

Les antennes de toit, en raison de leur emplacement, sont moins vulnérables et, théoriquement, étant plus élevées, elles fournissent les meilleurs résultats. Elles sont, dans leur forme la plus simple, du type fouet, constitué par une tige en acier d'environ 2,5 mm de diamètre et 80 cm de long, réunie à l'embase par un ressort compensateur. Mais elles existent en modèles plus perfectionnés à deux éléments télescopiques avec réglage en incidence. Certaines peuvent être déployées ou refermées de l'intérieur de la voiture, la commande s'effectuant électriquement par l'intermédiaire d'un petit moteur.

Les antennes de gouttière sont du type monobrin. Elles se fixent à la portière par une bande souple en rilsan épousant les contours, sans nécessité de perçage. Elles sont économiques, faciles à poser ou à retirer, mais leur efficacité est moindre.

La réception des émissions en modulation de fréquence peut se faire, elle aussi, avec une antenne verticale. On considère que, pour celle-ci, la longueur optimale est de 1,10 m; il vaut donc mieux avoir une antenne télescopique pour l'adapter à cette dimension.

Le montage

Les récepteurs actuels, qu'ils soient monobloc ou en deux blocs séparés, offrent les facilités maximales de montage.

Le boîtier monobloc est général pour tous les appareils à transistors. Les postes à tubes sont, au contraire, souvent en deux blocs séparés dans des boîtiers entièrement blindés, mais formant un ensemble homogène.

Aujourd'hui, les constructeurs de récepteurs autoradio prévoient les accessoires de montage (supports et cages spéciaux) en fonction des marques de voitures, et ils fournissent des notices particulières à chaque type de voiture où se trouvent toutes les indications et conseils pour un montage correct et rapide. D'autre

autoradio

part, les constructeurs de voitures font également des efforts pour assurer leur mise en place facilement sur le tableau de bord.

Il convient d'éviter le montage des récepteurs au voisinage du dispositif de chauffage et, du point de vue électrique, d'éviter aussi la proximité de la clé de contact et des fils de câblage de l'installation électrique pour les câbles de l'alimentation. Cette dernière doit, de préférence, être reliée directement à la batterie afin de ne pas avoir des parcours communs avec les autres circuits électriques qui peuvent véhiculer des parasites.

La défense contre les parasites

Nous avons vu, à propos des antennes, que celles-ci étaient prévues pour éviter que les parasites ne troublent les auditions. Malheureusement, cette mesure est loin de suffire étant donné la violence des perturbations engendrées par les étincelles aux bougies et au distributeur d'un moteur à explosions.

Pour le moteur, on sait que l'antiparasitage est obligatoire afin que la circulation des voitures ne trouble pas le fonctionnement des téléviseurs et des récepteurs F.M., car ces ondes parasites sont de courtes longueurs. Cependant, il ne suffit pas d'être en règle avec la loi pour qu'un autoradio, placé au centre de l'équipement électrique, ne soit pas perturbé, car, en dehors du circuit haute tension, les organes basse tension peuvent également être une source de parasites.

En ce qui concerne l'élimination des parasites provoqués par l'allumage, la méthode classique consiste à modifier les constantes du circuit perturbateur. Pour y arriver on intercale, en série sur chacun des fils aboutissant aux bougies et sur celui allant de la bobine d'allumage au distributeur, une résistance de 5 000 à 20 000 Ω . Les résistances peuvent se trouver incluses aux bougies ou fixées sur ces dernières après avoir été placées dans un protecteur en matière plastique. De cette façon elles sont voisines de l'étincelle, ce qui représente la meilleure solution à moins de pouvoir distribuer cette résistance dans la totalité du circuit. C'est ce qui est obtenu avec les faisceaux antiparasites dans lesquels le conducteur normal est remplacé par un fil de fer inoxydable, bobiné à spires légèrement espacées, sur une âme isolante souple.

Pour que ces parasites ne soient pas transmis au circuit basse tension et véhiculé par lui, il convient d'éviter que les conducteurs haute tension et basse tension suivent des parcours

parallèles. Il est nécessaire aussi de brancher un condensateur de 1 à 2 μF entre les bornes du primaire de la bobine d'allumage.

Quelques organes du circuit basse tension sont eux-mêmes la source de parasites, moins violents, mais pour lesquels des précautions sont néanmoins à prendre.

Il convient d'abord de shunter la sortie de la dynamo par un condensateur placé entre la borne positive et la masse, dont la capacité optimale est comprise entre 0,5 et 2 μF . Il faut aussi prévoir un condensateur de 0,5 μF , branché entre la masse et le fil d'alimentation de l'essuie-glace. Des condensateurs de même valeur sont aussi à brancher entre la borne d'arrivée et la masse des clignotants afin d'éviter le bruit de rupture. Tous les petits moteurs actionnant des accessoires, comme les montres électriques par exemple, doivent posséder un condensateur antiparasite de 0,5 μF .

Des retours à la masse par d'excellents contacts sont nécessaires pour éviter les parasites. On constate malheureusement que quelques voitures sont peintes avant d'être montées et que d'autres possèdent, d'origine, des pièces complètement isolées entre elles. Le remède consiste à réunir ces différents éléments par des tresses métalliques ou des points de soudure.

On observe aussi l'existence de parasites qui n'ont pas leur source dans l'équipement électrique, mais sont dus à des charges d'électricité statique engendrées par différents frottements qui se manifestent lorsque la voiture se déplace. Elles peuvent provenir des pneumatiques et, dans ce cas, ne se manifestent que par temps très sec. Les garnitures de freins frottant sur le tambour en sont aussi la cause; il suffit, pour les faire disparaître, de relier les sabots avec la masse par une petite tresse métallique. Cependant, ces parasites ne se produisent que lorsque les garnitures sont usées, le meilleur remède est de les remplacer.

Afin d'éviter les parasites statiques provenant des fusées de roues on établit une liaison entre ces dernières et l'arbre au moyen d'un ressort en cuivre qui assure un contact franc entre la roue et l'arbre. Ce ressort est placé dans le cache-moyeu des roues motrices de telle façon que sa pointe s'appuie contre l'extrémité de l'arbre.

Voici donc les principales précautions à observer pour que l'autoradio soit le compagnon à la voix pure et distincte qui transmet musique et information, et en particulier informe de l'état des routes, des embouteillages, etc. par les émissions de la R.T.F. destinées aux automobilistes.

Marc DORY



et ce simple geste
aussi simple (*et aussi sûr*) que l'allumage de vos phares
vous assurent (à vous... et aux autres)
la SECURITE dans le CONFORT

* Seul le plus important fabricant français d'auto-radio
peut vous garantir le meilleur poste et la meilleure audition.

Radiomatic LEADER DE L'AUTO-RADIO

- c'est 2000 ingénieurs, employés, ouvriers à votre service.
- c'est le meilleur réseau de techniciens de France.
(150 centres techniques, 450 stations-service)
- c'est un réseau Vente-Service réparti dans le monde entier.
57 pays connaissent RADIOMATIC.
- c'est une fabrication nationale en Argentine, Espagne,
Italie, Iran.

RADIOMATIC, a, le premier au monde, créé l'équipement personnalisé,
le premier au monde, utilisé les circuits imprimés.

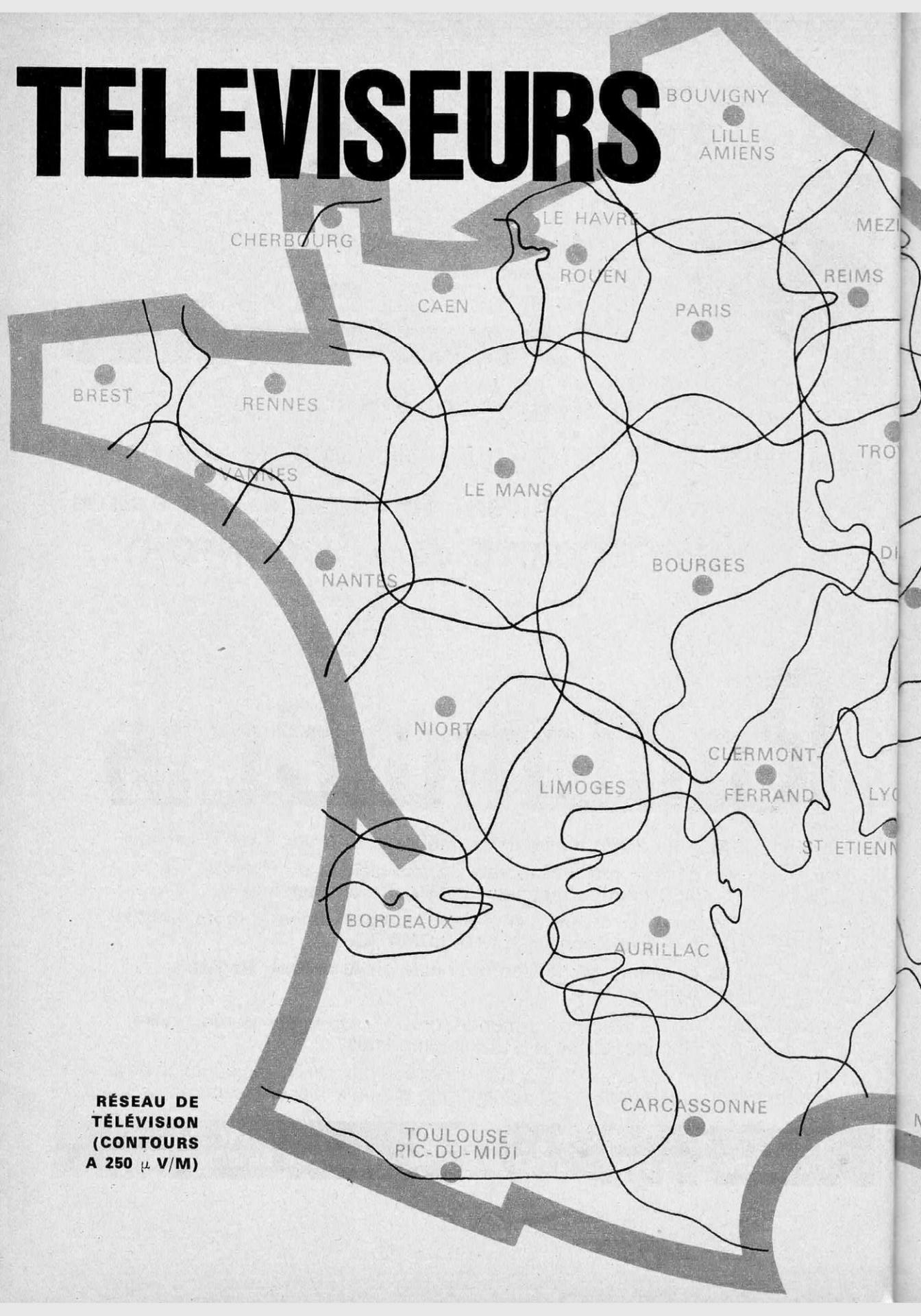
RADIOMATIC, c'est aussi "la technique" agréée par les Travaux publics pour
la fabrication des appareils répétiteurs de signaux d'avertissement.

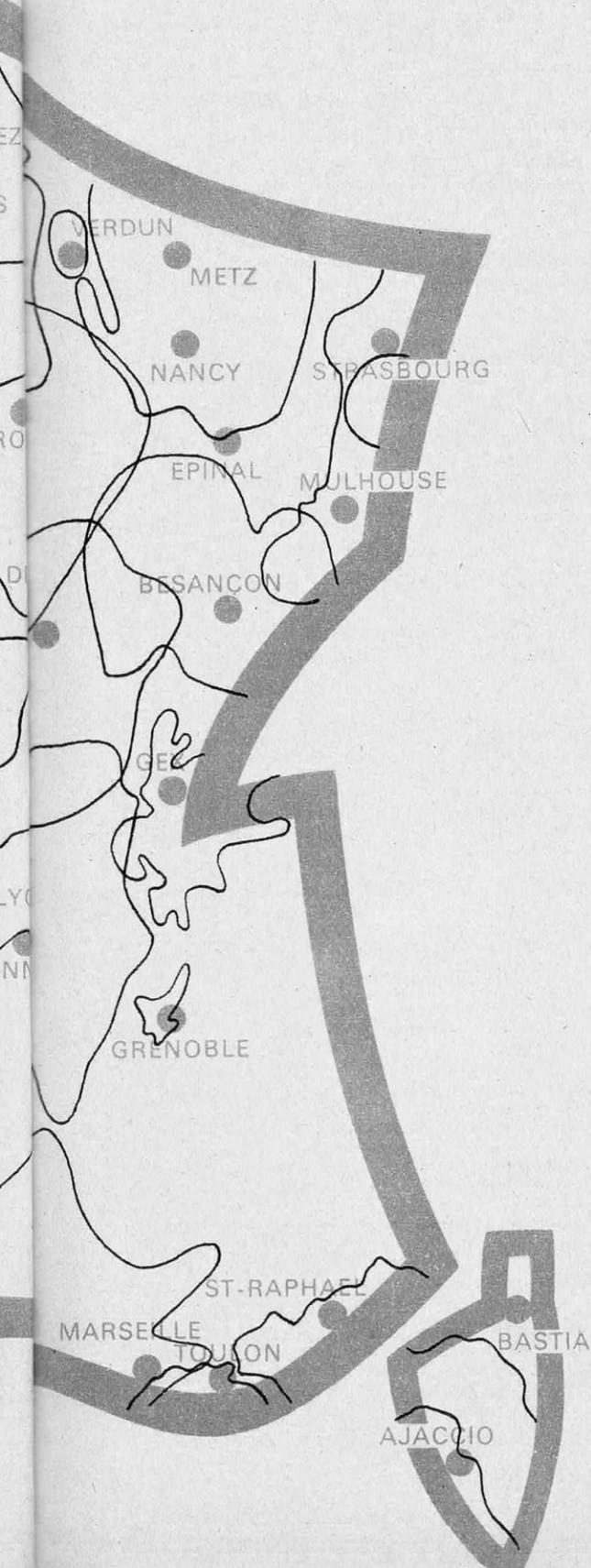
atelier lefrancçois

VOTRE VOITURE EST DE LOIN LA MEILLEURE

RADIOMATIC SERA POUR VOUS LA MEILLEURE ASSURANCE DE BONNE ROUTE

TELEVISEURS





Jusqu'à ce jour, dans ses normes et son principe, la transmission et la réception des images n'ont pas varié depuis l'avènement du standard 819 lignes. Néanmoins, en attendant le deuxième programme, les téléviseurs se sont beaucoup perfectionnés afin de satisfaire une clientèle toujours plus nombreuse. En faisant le bilan de ces perfectionnements on constate qu'ils portent principalement : sur les tubes à rayons cathodiques ; sur l'automatique des réglages ; sur la stabilité de la réception malgré des conditions géographiques défavorables.

Les tubes à rayons cathodiques

Voici quelques années on aurait pu croire à la disparition du tube à rayons cathodiques au profit de l'écran plat. Celui-ci, malgré son principe séduisant, n'est toujours que du domaine du laboratoire; mais peut-être en sortira-t-il un jour. Rappelons qu'il s'agit d'un panneau en matière isolante pouvant avoir n'importe quelles dimensions et recouvert d'une couche très mince de substances électroluminescentes qui, soumise à l'action d'un champ électrique, devient lumineuse proportionnellement à l'intensité de ce dernier. Pour que les points plus ou moins lumineux de l'image soient reproduits, l'écran est recouvert d'un réseau de fils métalliques parallèles, verticaux et horizontaux, qui reçoivent les tensions donnant la luminosité voulue d'un point de l'écran à l'intersection de deux lignes.

Les écrans des téléviseurs sont donc toujours la partie plane, sensiblement rectangulaire, de tubes à rayons cathodiques. Ils se caractérisent, du point de vue dimension, par leur diagonale.

Les premiers tubes avaient un écran de 16 et 22 cm et ces dimensions, qui étaient devenues complètement désuètes, sont à nouveau à l'ordre du jour pour les téléviseurs portatifs. Mais ils reviennent avec les qualités des tubes de plus grandes dimensions.

A l'origine, ces tubes avaient deux défauts : une très grande longueur par rapport à la surface de l'écran, et ce dernier était rond et bombé.

Petit à petit, les écrans des tubes à rayons cathodiques ont vu leur diagonale augmenter à 36-43-54 et 70 cm. Du fait de la réduction de l'arrondi des angles, les écrans de 54 cm sont devenus de 59 cm sans que leur hauteur et leur largeur aient changé. Pour les tubes de 43 cm, à la réduction de l'arrondi se sont ajoutées quelques autres améliorations qui ont conduit à la surface d'écran des tubes actuels de 48 cm qui, avec les tubes 59 cm, sont les

téléviseurs

plus courants. Toutefois ces derniers sont plus demandés (environ 75 %).

Malgré l'augmentation de leur surface, la longueur de ces tubes ne s'est pas accrue car on a pu la réduire en adoptant un angle de déviation du faisceau électronique plus grand. De 70° il est passé à 90°, puis à 110/114°. Et ceci explique pourquoi les téléviseurs modernes sont plus plats que leurs aînés.

Cette conquête pour l'amélioration de l'esthétique des téléviseurs n'a pas été sans créer des difficultés aux constructeurs car, plus l'angle de déviation augmente, plus il faut une énergie importante pour assurer le balayage correct de l'écran par le faisceau électronique.

D'autre part, malgré les pressions de plusieurs tonnes résultant du vide à l'intérieur de l'ampoule et de la pression atmosphérique que supporte un tube cathodique, les verriers sont arrivés à réaliser des tubes à écran presque plan.

Ce ne sont pas là les seuls perfectionnements des tubes récents. On a cherché aussi à simplifier leur montage et à supprimer la glace de protection sans nuire à la sécurité d'emploi. Outre l'économie réalisée par la suppression de la glace, on ne risque plus la condensation et l'accumulation de la poussière entre l'image et la face interne de cette glace où elle provoque une perte de lumière. Deux types de tubes le permettent : les « twin panel tube » et les « auto-protecteurs » ou similaires.

Comme son nom l'indique le « twin panel » possède deux écrans : l'écran où se forme les images, plus un écran protecteur teinté de façon à améliorer les contrastes et s'adaptant exactement à la forme du premier sur lequel il est aggloméré par une couche de plastique.

La sécurité, vis-à-vis du très rare risque d'implosion d'un tube à rayons cathodiques, est obtenue dans le « twin panel » par le double écran et la couche incluse entre eux. Cependant la zone la plus critique est la base du cône, à l'endroit de sa soudure avec l'écran ; c'est pourquoi tout risque est radicalement éliminé avec une protection sur les côtés du cône en le ceinturant par une bande de métal. Elle a pour mission d'absorber toute l'énergie qui pourrait résulter d'une éventuelle implosion. Une autre solution consiste à prévoir deux demi-coquilles en métal embouti qui s'appliquent sur le point critique et empêchent la propagation d'une amorce de fente.

Les tubes-images auto-protecteurs ont une ceinture constituée d'une bande métallique mise en forme et leur cône est protégé par un revêtement en tissu de verre-polyester. Il est impossible après fabrication de séparer ce chemisage de l'ampoule qui résiste aux chocs violents de toute nature. Ces tubes peuvent

RÉSEAU PRINCIPAL T. V.

Nom de la station	Département	Puissance en kW (1)	Canal et polarisation
RÉGION DE PARIS			
BOURGES-Neuvy 2 clochers	Cher	20	9 H
PARIS - Tour Eiffel	Seine	20	8 aH
ROUEN - Grand Couronne (2)	Seine-Maritime	10	10 H
RÉGION DE LILLE			
AMIENS - Bouvigny	Pas-de-Calais	20	11 V
LILLE - Bouvigny	Pas-de-Calais	20	8 aH
RÉGION DE LIMOGES			
LIMOGES - Les Cars	Haute-Vienne	20	2 H
NIORT - Maisonnay	Deux-Sèvres	20	7 V
RÉGION DE MARSEILLE			
AJACCIO - La Punta	Corse	0,05	4 H
BASTIA - Serra di Pigno	Corse	0,5(3)	2 V
ST-RAPHAËL Pic de l'Ours	Var	3	6 V
MARSEILLE Grande Étoile	Bouches-du-Rhône	20	8 H
RÉGION DE TOULOUSE			
AURILLAC - La Bastide du Haut-Mont	Lot	0,5	11 V
CARCASSONNE Pic de Nore	Aude	20	4 V
PIC DU MIDI	Hautes-Pyrénées	2	5 H
RÉGION DE LYON			
BESANÇON - Lomont	Doubs	3	4 V
CLERMONT Puy-de-Dôme	Puy-de-Dôme	10	6 V
DIJON-Nuits-St-Georges	Côte-d'Or	0,5	10 V
GEX - Mont Rond	Ain	3	7 V
LYON - Fourvière	Rhône	0,25	5 H
LYON - Pilat	Rhône	20	12 H
RÉGION DE NANCY			
METZ-Luttange	Moselle	10	6 H
MÉZIÈRES - Sury	Ardennes	0,5	8 aV
REIMS - Hautvillers	Marne	10	5 V
TROYES - Les Riceys	Aube	20	2 H
RÉGION DE STRASBOURG			
MULHOUSE - Belvédère	Haut-Rhin	20	8 H
STRASBOURG - Lauth (4)	Bas-Rhin	3	5 H
RÉGION DE RENNES			
BREST - Roc Trédudon	Finistère	10	8 H
CAEN - Mont Pinçon	Calvados	20	2 H
CHERBOURG-Diagoville	Manche	0,5	12 H
LE MANS - Mayet	Sarthe	10	12 V
NANTES - Haute Goulaine	Loire-Atlantique	20	4 V
RENNES - St-Pern	Ille-et-Vilaine	20	5 H
VANNES Landes de Lanvaux	Morbihan	0,5	12 H
RÉGION DE BORDEAUX			
BORDEAUX - Bouliac	Gironde	0,5	10 H

(1) Cette puissance est celle de la porteuse image ; la puissance de la porteuse son est égale au quart de cette valeur.

(2) Cet émetteur sera déplacé.

(3) Sera portée ultérieurement à 3 kW.

(4) Cet émetteur sera déplacé à Nordheim.

Voir p. 75 les fréquences correspondant aux canaux.

être utilisés nus, ce qui évite les déformations optiques dues au protecteur. Leur écran teinté吸re les reflets parasites et améliore le contraste apparent de l'image. Leur montage s'effectue par quatre vis, il est donc très simple et rapide. D'autre part, la manipulation des tubes en usine, ou au cours de dépannages, ne présente aucun danger.

Pour un tube à rayons cathodiques, la dimension d'écran 70 cm est un maximum. Les images plus grandes sont demandées à des systèmes de projection sur écran de cinéma. Cette technique fait des apparitions sporadiques dans les téléviseurs domestiques. Elle est certes séduisante puisque, par réflexion, elle donne une image agrandie ne donnant aucune fatigue visuelle. Malheureusement cette image est peu lumineuse; de plus, les tubes à rayons cathodiques utilisés pour la projection exigent d'être alimentés à des tensions très élevées, beaucoup plus que les tubes normaux. Ces téléviseurs à projection de salon sont contenus dans des meubles assez encombrants dont souvent le couvercle porte l'écran.

L'automaticité des réglages

Les premiers téléspectateurs se rappellent peut-être les difficultés qu'ils avaient à régler leur téléviseur et l'ennui qu'ils éprouvaient à retoucher ces réglages en cours d'émission. Ces temps sont révolus depuis longtemps.

Tous les téléviseurs actuels ont une commande automatique de sensibilité. Celle-ci est obtenue en agissant sur la cathode ou la grille d'un ou deux tubes de l'amplificateur à fréquence intermédiaire, ou d'un tube haute fréquence. Leur polarisation négative doit être d'autant plus élevée que le signal capté est intense de façon à réduire le gain de l'amplificateur. C'est le même procédé qui est utilisé pour la commande automatique de gain de la partie sonore.

La régulation automatique des dimensions de l'image est également courante. Elle s'effectue généralement par des circuits utilisant les propriétés des résistances VDR (résistances variant avec la tension qui leur est appliquée).

Certains téléviseurs possèdent des dispositifs d'alignement du niveau du noir choisi par l'usager. On trouve aussi, sur quelques téléviseurs, des circuits de compensation automatique des variations de la tension du secteur.

Le réglage automatique du contraste par cellule photorésistante est très répandu. Il évite aux téléspectateurs la modification du réglage lorsque l'éclairage ambiant varie. La cellule est placée sur la façade du téléviseur de façon que sa partie active soit impressionnée par l'éclairage existant dans la pièce. Les

différences d'éclairage provoquant des fluctuations proportionnelles de la résistance de la cellule, celles-ci sont utilisées pour faire varier la polarisation des grilles de façon que l'amplification soit maximale pour un fort éclairage et diminue avec l'intensité de ce dernier. L'action de la cellule se superpose à la régulation automatique qui, comme nous l'avons vu, est fonction du signal capté. On ne risque pas ainsi d'avoir, quand l'éclairage diminue, des images trop dures par l'accentuation des contrastes ou, au contraire, par leur absence, des images sans relief, si l'éclairage augmente.

On obtient ainsi le rapport moyen contraste/luminosité correspondant à l'image la plus nette et la moins fatigante pour la vue.

Pour les réceptions difficiles

Certains téléviseurs actuels atteignent, lorsqu'ils sont destinés à la réception dans des conditions géographiques défavorables, un très haut degré de sensibilité. D'autre part, ils sont munis d'un comparateur de phase qui a pour mission de régler la stabilité horizontale automatique de l'image et éviter l'effilochage des lignes. Ces comparateurs, utiles pour la réception à longue distance, sont généralement commutables de façon à pouvoir les mettre hors circuit si leur action n'est pas nécessaire.

Les circuits antiparasites pour l'image sont également commutables et réglables car leur action, en évitant les parasites, réduit en même temps tous les détails dans les blancs de l'image et lui enlève sa finesse. L'antiparasitage ne doit donc être appliqué que s'il est nécessaire. Pour cette raison, quelques téléviseurs possèdent un contrôle automatique du seuil de fonctionnement du dispositif antiparasite.

Tout est prévu dans les téléviseurs modernes pour une grande stabilité des images et l'emploi des circuits imprimés y a contribué, car ils sont peu sensibles aux variations de température.

La suppression des lignes horizontales

Les lignes horizontales, peu visibles sur l'image avec le standard 819 lignes, le deviennent un peu plus avec le 625 lignes; c'est pourquoi les constructeurs étrangers ont cherché à les faire disparaître.

Un des procédés utilisés consiste à ovaliser verticalement le spot de façon à étaler légèrement chaque ligne et à faire disparaître l'intervalle sombre qui délimite les lignes.

La forme elliptique du spot est obtenue par une lentille électronique électromagnétique

téléviseurs

formée d'une bobine toroïdale placée sur le col du tube à rayons cathodiques.

Quoique la stabilité et l'automatique des téléviseurs ne demandent pas que l'on retouche les réglages en cours d'émissions, pour les malades et les infirmes la télécommande est très utile. C'est pourquoi certains téléviseurs sont prévus pour être équipés d'une commande à distance par fil. En général cette commande double les réglages de la luminosité, du contraste, du volume sonore et permet l'arrêt du son.

La commande à distance et l'allumage instantané

Pour des téléviseurs prévus en vue de la réception du deuxième programme en ultra-haute-fréquence, des télécommandes sont réalisées pour permettre le changement de programme et possèdent des systèmes motorisés pour l'ajustage sur le canal à recevoir de la bande IV dont nous parlerons plus loin à propos de la deuxième chaîne.

Des commandes plus originales, sans fil, sont proposées. Les unes utilisent un petit émetteur d'ultrasons ne comprenant qu'un transistor, monté en oscillateur et alimenté par une pile minuscule. Son rayon d'action est réduit (5 à 7 m); cela suffit pour qu'il soit capable de transmettre les signaux voulus à l'antenne d'un récepteur, également de faible volume, placé dans le téléviseur dont il commande automatiquement le réglage. Son antenne doit être éloignée des différents organes qui pourraient être perturbés par des interférences.

Plus simples sont les télécommandes dans lesquelles on se sert du faisceau d'une lampe de poche braquée de façon à éclairer une cellule photoélectrique placée sur la face avant du téléviseur. Sous l'action de la lumière, la cellule engendre un courant qui déclenche le mécanisme de commande automatique des réglages. Bien entendu, ce dispositif ne peut convenir que si le téléviseur ne se trouve éclairé que faiblement à l'arrière.

Chacun sait qu'avec les tubes électroniques, le son et l'image ne se manifestent pas instantanément après avoir mis l'appareil sous tension. Un certain temps est nécessaire pour le chauffage des filaments. Pour éviter ce temps d'attente, certains téléviseurs sont munis d'une touche de préchauffage qui, lorsqu'elle est enfoncée, laisse les filaments des tubes sous tension après l'arrêt du poste par l'interrupteur. La légère consommation supplémentaire qui en résulte est compensée par une durée de vie plus longue des tubes, car celle de leur filament est abrégée par les mises sous tension et les arrêts trop fréquents, surtout lorsqu'il

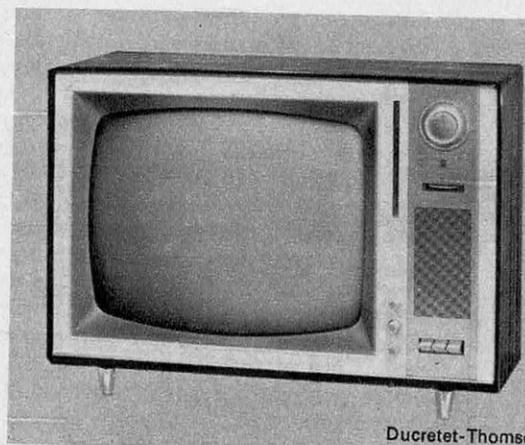
s'agit de filaments réunis en série, ce qui est le cas des téléviseurs actuels.

Les ébénisteries des téléviseurs actuels se présentent sous deux aspects : symétrique (avec commande en dessous de l'écran ou sur le côté) et asymétrique. Ce dernier, qui semble le plus en faveur, conduit au groupement des commandes à gauche ou à droite de l'écran sur la face avant, où souvent elles peuvent être dissimulées par une porte fermant à clé. Des volets ou des portes coulissantes recouvrant toute la face avant (écran et commandes) sont également prévus, mais assez rarement.

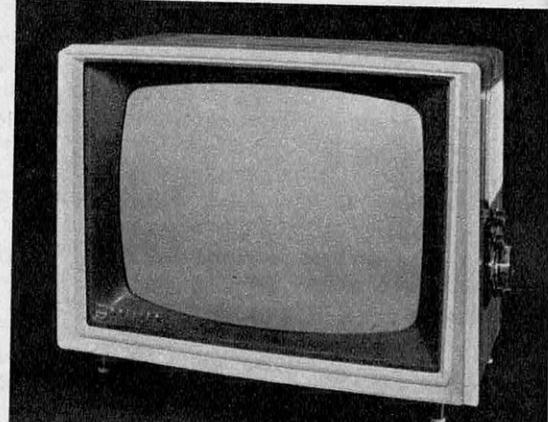
Technologie des téléviseurs

L'emploi des claviers pour les réglages manuels est général. On les adopte, par exemple, pour la correction des qualités d'images ou de la musicalité. Ces touches sont quelquefois légèrement illuminées pour les rendre plus visibles.

Afin de faciliter les dépannages éventuels, la majorité des constructeurs ont adopté, pour



Ducretet-Thomson



Philips

leurs téléviseurs, des châssis verticaux et pivotants qui concurrencent les classiques châssis horizontaux, quelquefois prévus basculants, également pour rendre plus accessibles circuits et organes.

Les modèles de table sont de beaucoup les plus nombreux. Certains sont prévus pour permettre de leur adapter des pieds les transformant en consoles. Les véritables consoles, avec enceinte acoustique contenant les haut-parleurs à la base, sont, malgré tout, toujours demandées, en raison de leur aspect luxueux et de leur excellente reproduction sonore.

Les transistors dans les téléviseurs

On peut s'étonner du faible nombre de téléviseurs équipés de transistors. Pourtant, ils permettent maintenant d'assurer toutes les fonctions, même en ultra-haute fréquence, que remplissent les tubes dans un téléviseur, mais ces derniers fournissent la possibilité d'atteindre plus facilement et plus sûrement les performances voulues.

L'emploi des transistors dans un téléviseur de salon, dont les dimensions dépendent de celles du tube à rayons cathodiques, ne peut conduire à une réduction d'encombrement ; ils apportent cependant les avantages d'une consommation réduite et d'un moindre échauffement qui assure une longévité plus grande des organes. Ces avantages ne sont pas négligeables et les téléviseurs équipés de transistors (en partie ou en totalité) qui font cette année une timide apparition doivent — en même temps que s'améliorent les caractéristiques des transistors, en particulier pour le balayage ligne — se multiplier dans l'avenir.

Les transistors, en raison de leur robustesse, de leur faible encombrement et de leur consommation réduite, sont indispensables pour la réalisation des téléviseurs portatifs. Mais ce genre d'appareil, en dehors de son prix élevé qui limite le nombre des acheteurs éventuels, ne semble pas appelé au même succès que le récepteur radio portatif. Et ceci pour deux raisons :

La première, et la plus grave, est que l'éner-

Un téléviseur superplat (profondeur 34 cm), multicanaux et entièrement automatique. La sélection des 1^{er} et 2^e programmes s'effectue par clavier à 3 touches. Haut-parleur 100 mm avec puissance de sortie 2 watts.

Avec un écran de 48 cm et un tuner incorporé pour ondes ultra-courtes, ce téléviseur est équipé pour les standards français (y compris la 2^e chaîne), belges, flamand et luxembourgeois. Haut-parleur de 16 cm, 1,5 W.

Un luxueux meuble de salon qui groupe dans une même ébénisterie un téléviseur à écran de 48 cm, un radiorécepteur pour modulation d'amplitude et de fréquence et aussi un électrophone stéréophonique à haute fidélité.



réputée dans 53 pays la technique schneider



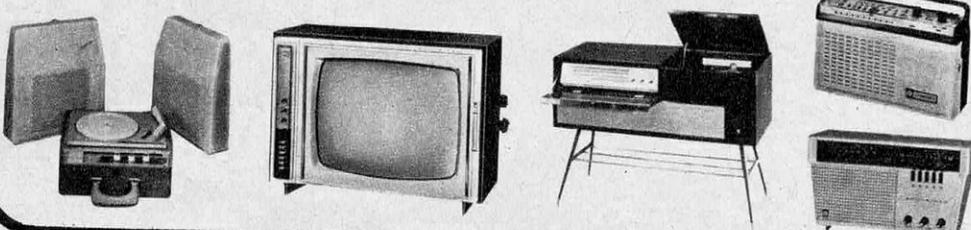
est aussi l'une des meilleures d'Europe.

45.000 m² construits pour 2 unités de production ultra-modernes au Mans et à Ivry, animées par 2.400 personnes, 2 usines en Espagne et en Italie, donnent à SCHNEIDER un potentiel de recherches et de production incomparable.

Le corps des ingénieurs et électroniciens des laboratoires électroniques SCHNEIDER perfectionne constamment les méthodes d'aujourd'hui et met au point les techniques de demain, pour une plus grande diffusion du plaisir musical et de la culture générale.

Parfaite sonorité, souci du détail esthétique et technique, garantie d'un matériel solide et sans faille, expliquent la notoriété des 52 productions SCHNEIDER, pour la restitution intégrale de l'image et du son.

SCHNEIDER
radio télévision



CALENDRIER DE LA MISE EN PLACE DES ÉMETTEURS DE LA 2^e CHAINE

Émetteurs	Mise en service	Puis- sance en kW	Canal	Fré- quence image en MHz	Fré- quence son en MHz
PARIS	Avril 1964	10 (1)	22	479,25	485,75
LYON-FOURVIÈRE	Avril 1964 (expérimental au 1 ^{er} trimestre)	2	58	767,25	773,75
LILLE	Avant été 1964 (décision en janvier 1964)	50	27	519,25	525,75
MARSEILLE	Avant été 1964 (décision en janvier 1964)	50	23	487,25	493,75
CLERMONT-FERRAND	Été 1964 (décision en juin 1964)	20	28	527,25	533,75
LYON MONT-PILAT	Été 1964 (décision en juin 1964)	50	40	623,25	629,75
CAEN	Automne 1964 (décision en juillet 1964)	50	25	503,25	509,75
LE HAVRE	Automne 1964 (décision en juillet 1964)	10	43	647,25	653,75
SAIN-T-RAPHAËL	Automne 1964 (décision en juillet 1964)	20	28	527,25	533,75

(1) Emetteur provisoire à puissance réduite

La deuxième chaîne sera exclusivement diffusée dans les nouvelles fréquences (ondes ultra-courtes, ou décimétriques, ou U.H.F.) de la bande IV (de 470 à 930 MHz) avec le standard français de 625 lignes. Tous les émetteurs seront à polarisation horizontale. Des émissions d'essai ont lieu dans la région parisienne (Tour Eiffel) depuis le 2 septembre 1963 à l'intention des professionnels pour permettre les réglages et mesures. A partir du 4 janvier, elles seront diffusées pour le public les samedis et dimanches, à titre expérimental, et deviendront quotidiennes à partir d'avril 1964. Durant l'année 1965, 20 à 25 autres émetteurs seront mis en service, notamment ceux de St-Etienne et Grenoble, ceux du groupe de l'Est (Mulhouse, Nancy, Strasbourg, Metz), ceux du groupe du Sud-Ouest (Bordeaux, Toulouse), ceux du groupe de Bretagne (Rennes, Nantes, Brest), etc. La propagation des ondes U.H.F. ne permet pas, à partir d'une même station, de recouvrir exactement la zone desservie par l'émetteur de la 1^e chaîne ; des stations intercalaires couvriront progressivement l'ensemble du pays.

gie nécessaire au fonctionnement d'un téléviseur portatif à transistors, tout en étant relativement réduite, atteint cependant une valeur prohibitive pour des piles ou des accumulateurs d'encombrement acceptable.

Elle conduit à une autonomie de fonctionnement en général assez brève : de l'ordre de 5 à 6 heures.

Ceci explique pourquoi il sont équipés d'un chargeur incorporé pour remettre facilement les accus en état de fonctionnement.

On sait, d'autre part, qu'une lumière ambiante atténuee est nécessaire pour une vision confortable des images télévisées. En plein air, ces images manqueront de contrastes. De ce fait, un téléviseur portatif ne peut donner entière satisfaction qu'utilisé à l'intérieur, ce qui n'est généralement pas ce qu'on demande à un appareil portatif.

Il ne peut, comme le récepteur radio que l'on écoute partout, convenir en tous lieux.

Les téléviseurs portatifs sont en général équipés de tubes à rayons cathodiques de 16, 22 et 36 cm de diagonale et dont l'angle de déviation est de 90°. Leur alimentation est généralement possible par deux sources, soit par une batterie d'accumulateurs qui peut être rechargée par un chargeur incorporé,

soit par secteur alternatif lorsque le téléviseur est utilisé en appartement. La charge s'effectue, sans inconvenient, en même temps que le téléviseur fonctionne, alimenté sur secteur. Il sont munis d'antennes télescopiques orientables, formant un dipôle.

Les Japonais, champions incontestés dans la technique de la miniaturisation, ont été les premiers à réaliser des téléviseurs portatifs de très faible encombrement. Voici les dimensions de l'un d'entre eux à écran de 22 cm : hauteur 17 cm (pied non compris); largeur

TABLEAU DES FRÉQUENCES CORRESPONDANT AUX CANAUX 1^e CHAÎNE

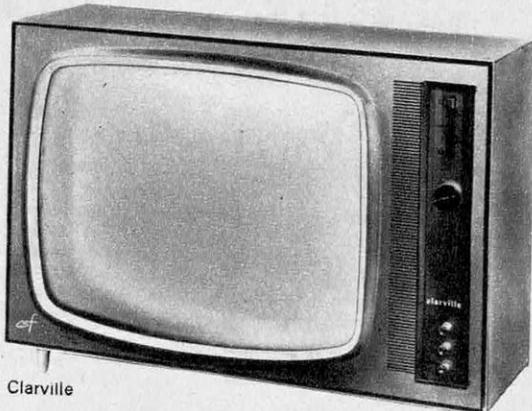
Canal	Fréquences en Mc/s	
	Image	Son
2	52,40	41,25
4	65,55	54,40
5	164,00	176,15
6	173,40	162,25
7	177,15	188,30
8	185,55	175,40
8 a	185,25	174,10
9	190,30	201,45
10	199,70	188,55
11	203,45	214,60
12	212,35	201,70

téléviseurs



Philips

Téléviseur multicanaux y compris 2^e chaîne, avec tuner incorporé, contrôles automati-ques, 2 haut-parleurs de 16 cm, 2,5 watts.



Clarville

Équipé pour la 2^e chaîne, avec changement de programme instantané, ce téléviseur possède 2 haut-parleurs, frontal et latéral.

22 cm; profondeur 30 cm (batterie non comprise).

Précisons que, sur le marché français, existent deux nouveaux tubes à rayons cathodiques pour récepteurs portatifs. Ils ont respectivement 21 et 36 cm de diagonale et possèdent une cathode qui offre l'avantage de pouvoir être chauffée sous 11,5 V (valeur de la tension de batterie) et de n'absorber que 0,7 W.

Le démarrage de la deuxième chaîne

L'avènement de la deuxième chaîne et les problèmes qu'elle pose sont plus voisins d'une révolution que d'une évolution dans la réception des images.

Pour les techniciens, voici plus de deux années qu'ils se préparent à recevoir les émissions.

Pour le public, ce deuxième programme, qu'il désespérait de voir un jour, a été enfin tangible aux manifestations du dernier Salon de la Radio et de la Télévision.

Des promesses formelles sont faites par la R.T.F., les émissions régulières commencent en avril 1964. En attendant, à partir du 4 janvier, débuteront pour la région parisienne des émissions expérimentales qui auront lieu le samedi et le dimanche. Cette question de la deuxième chaîne est donc d'actualité, d'autant plus que l'intérêt manifesté par le public est très grand et, déjà, son influence est bénéfique pour les ventes.

Du point de vue technique, ce deuxième programme a provoqué de grands bouleversements dans la construction des téléviseurs, car

il utilise un standard de normes différentes de celles qui sont en vigueur pour le premier.

Les différences de transmission portent sur deux points principaux :

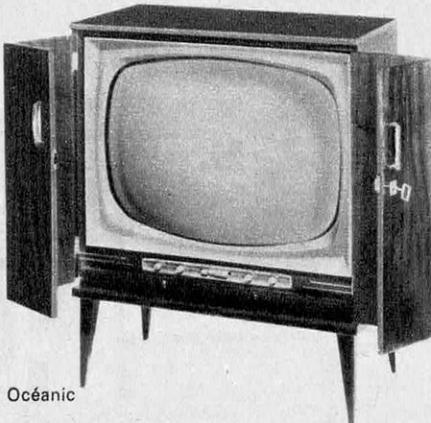
la définition, c'est-à-dire le nombre de lignes pour le balayage de l'écran;

la bande de fréquences de l'onde porteuse.

Pour différentes raisons, la définition 819 lignes a été abandonnée pour le deuxième programme au profit du 625 lignes. La principale a été d'adopter la définition du standard C.C.I.R. (ou standard européen) de façon à ce que les échanges internationaux de programmes puissent se faire sans avoir recours à un convertisseur d'images. A noter cependant, qu'en dehors de la définition, le standard de la deuxième chaîne n'est pas analogue au standard C.C.I.R. et qu'un téléviseur prévu pour la deuxième chaîne n'est pas un multi-standard. Ce type de téléviseur, intéressant pour les régions frontalières, permet la réception des standards 819 lignes, français et belge, 625 lignes, français, belge et européen.

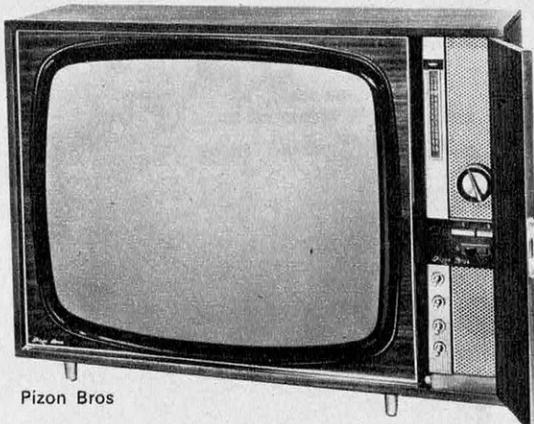
Une autre raison du choix du 625 lignes est que, si la R.T.F., dans un avenir assez lointain, nous gratifiait d'images en couleurs, elles seraient, d'après les accords internationaux, transmises en 625 lignes et en bande IV. La compatibilité étant assurée, aucun problème ne se poserait donc pour recevoir en noir et blanc, avec un téléviseur actuel prévu pour la deuxième chaîne, les images transmises en couleurs par cette chaîne. A noter également que le 625 lignes conduit à de meilleurs résultats pour l'enregistrement des programmes en magnétoscope.

La bande IV, dont nous venons de parler, constitue aussi une très importante différence



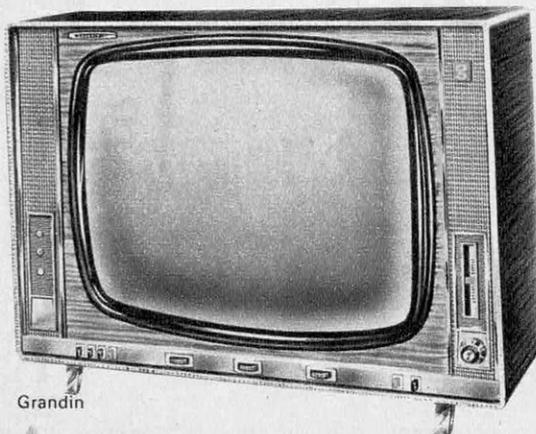
Océanic

Tube panoramique de 72 cm, rotateur à 12 positions, lumière d'ambiance, commutation 1^{er}-2^e programmes par une seule touche.



Pizon Bros

Automatisme de réglage d'image en fonction de la lumière ambiante et de passage 1^{re}-2^e chaînes par touche. Deux haut-parleurs.



Grandin

Téléviseur ultra-plat multicanaux à tube de 60 cm, deux haut-parleurs, commandes par molettes encastrées et clavier 4 touches.

Récepteur extra-plat à automatisme poussé, passage 1^{re}-2^e chaîne par une seule touche, tube-image de 59 cm, deux haut-parleurs.

du mode de transmission de la deuxième chaîne par rapport à la première. Celle-ci est, en effet, véhiculée dans l'espace par les ondes métriques, ou V.H.F., des bandes I et III, mais il n'existe plus aucune place disponible dans cette gamme d'ondes pour la deuxième chaîne. Elle a dû demander asile aux ondes décimétriques ou U.H.F. (ultra-courtes) de la bande IV.

Les problèmes du constructeur

Deux solutions sont possibles pour recevoir les U.H.F. et les V.H.F. avec le même téléviseur : soit placer, à l'entrée du téléviseur,

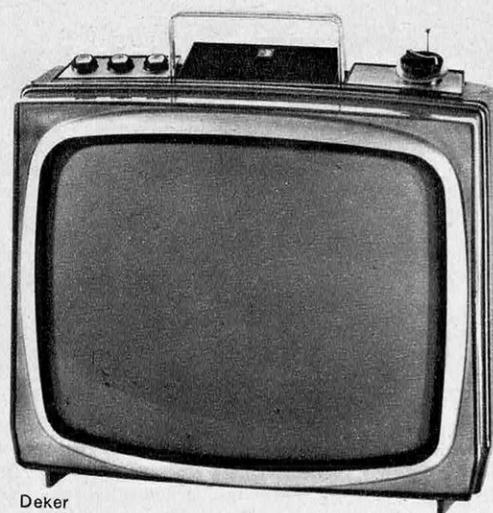


Schneider-Cérès

un convertisseur et avoir un double changement de fréquence, soit doubler le sélecteur V.H.F. par un sélecteur U.H.F. dont la commutation s'opère en même temps que celle des autres circuits. C'est le sélecteur U.H.F. qu'ont adopté les constructeurs français qui souvent l'appellent — en bon français — « tuner U.H.F. ».

Plus la longueur d'onde diminue, où si l'on préfère plus la fréquence augmente, plus la réception devient difficile. En passant des V.H.F. aux U.H.F., les constructeurs de téléviseurs se sont trouvés en face de nouveaux problèmes. Ils ont dû s'inspirer de la technique du matériel électronique professionnel où les

téléviseurs



Deker

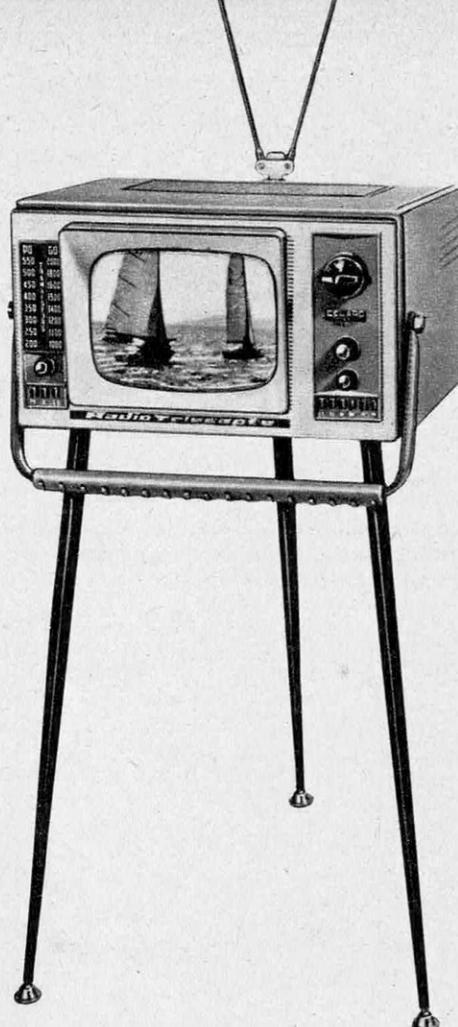
Ce téléviseur portable à lampes et diodes au germanium possède un écran de 49 cm invulnérable aux chocs et fonctionne sur l'ensemble du réseau français. Son encombrement est minime, son poids inférieur à 20 kg.

Cet appareil portatif tout transistors ultra-léger (9,5 kg) fonctionne sur accus incorporés rechargeables, sur batterie auto ou sur secteur. Clavier 6 touches pour sélection des standards divers tant en 819 qu'en 625 lignes.

U.H.F. sont d'un usage plus courant. C'est ainsi que l'accord ne se fait plus par des bobines, mais par des lignes d'une longueur déterminée, en fonction des fréquences à recevoir. De ce fait, l'accord, sur un canal donné, est à variation continue, au lieu de se faire par bonds, au moyen d'un rotateur, suivant le procédé utilisé pour le changement des canaux de la bande III.

En ce qui concerne la faculté de recevoir deux standards, la difficulté a été que la commutation, pour passer d'une définition à l'autre, doit se faire sur un assez grand nombre de circuits. Et le problème a été de n'utiliser qu'une ou deux touches ou boutons pour que s'effectue automatiquement le changement de standard.

Tout ceci a donné lieu à des études et à des essais délicats et souvent onéreux car les laboratoires s'occupant du matériel « grand public » n'étaient pas équipés d'instruments de mesures pour U.H.F. Toute chose ayant son bon et son mauvais côté, la lenteur de la R.T.F. à nous offrir un deuxième programme a donné aux constructeurs le temps de résoudre



Radio-Celard

parfaitement, pour le téléviseur et l'antenne, tous les problèmes qui se sont présentés.

Tous les visiteurs qui ont vu au Salon de la Radio et de la Télévision l'excellente qualité des images du deuxième programme, malgré les lignes un peu plus apparentes, souhaitent avoir un téléviseur capable de le recevoir.

Les problèmes du téléspectateur

Trois cas sont à envisager :

- le téléviseur est récent et entièrement équipé pour la deuxième chaîne ;
- le téléviseur a été prévu pour l'adaptation à la deuxième chaîne ;
- le téléviseur est un modèle ancien.

Si le téléviseur est entièrement équipé pour la deuxième chaîne, il n'existe pas de problème en dehors de celui de l'antenne dont nous parlerons plus loin. Il suffit d'ajuster l'accord sur le canal de l'émetteur à recevoir (canal 22 pour Paris).

Un téléviseur vendu avec la mention « prêt pour la deuxième chaîne » a ses circuits établis pour le changement de standard et possède

Un système optique placé en avant de l'écran d'un téléviseur peut permettre d'améliorer le contraste et d'obtenir un agrandissement apparent. Cette feuille de plastique moulé s'adapte facilement sur tous modèles de postes.



le dispositif de commutation pour passer de l'un à l'autre. Mais il n'est pas équipé du tuner U.H.F.; seul l'emplacement est prévu de même que les sorties des fils auxquels il doit être relié.

Si le téléviseur a été sérieusement étudié pour cette adjonction, l'opération est facile. Elle est néanmoins coûteuse car le prix d'un tuner est de l'ordre de 150 à 250 F, auquel il faut ajouter celui de la main-d'œuvre pour le branchement et le réglage.

Encore plus onéreuse est la transformation d'un récepteur ancien qui n'a pas été prévu pour la deuxième chaîne, puisque, en plus du tuner, il faut modifier les circuits pour la réception du 625 lignes et prévoir la commutation des standards. Le prix de cette transformation supplémentaire varie suivant les téléviseurs. On estime à environ 100 F les pièces nécessaires et, pour la main-d'œuvre, il faut compter au moins quatre heures de travail d'un professionnel qualifié.

Cette transformation ne doit donc être envisagée que si le téléviseur en vaut la peine, c'est-à-dire s'il est en bon état, équipé d'un

tube à angle de déviation 110° ou 90°. Du reste, tous les téléviseurs ne sont pas transformables et, pour les modèles antérieurs à 1956, il convient plutôt de prévoir leur remplacement par un téléviseur récent. L'ancien récepteur aura toujours son utilité comme poste secondaire dans une famille où, comme pour la radio, quand il y aura deux programmes, tous les membres ne seront pas forcément d'accord sur le choix.

L'antenne UHF

Les conditions de propagation des ondes centimétriques de la bande IV sont différentes de celles des ondes décimétriques du premier programme. Il ne faut pas s'attendre à ce qu'elles recouvrent exactement les mêmes zones. Pour y remédier, la R.T.F. a prévu l'installation par la suite de stations intercalaires.

La réception de la bande IV demande aussi des antennes spéciales composées, par rapport aux antennes de la bande III, d'éléments plus nombreux, car un gain important est

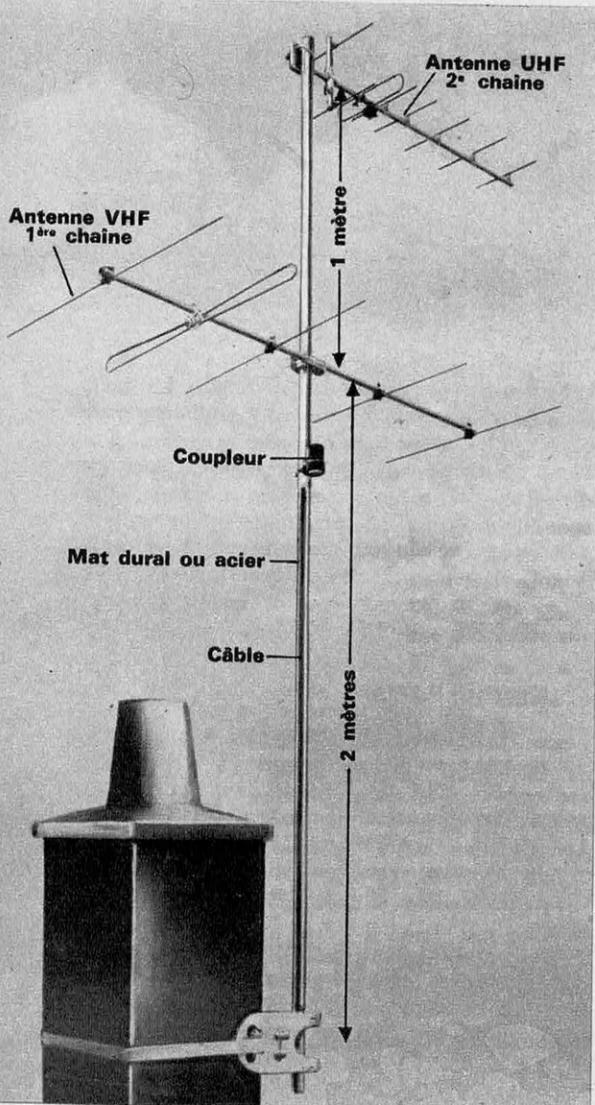
téléviseurs

nécessaire, et plus courts, puisque la longueur d'une antenne dépend de la longueur d'onde à capter. D'autres part, les câbles de descente doivent être à très faibles pertes, car celles-ci croissent avec la fréquence.

Pour les antennes de réception de la bande III, dans les conditions normales de réception, trois à cinq éléments donnent en général satisfaction. Pour la bande IV, ce sont des antennes avec huit à vingt-deux éléments et même plus (antennes double nappe, deux fois vingt-deux éléments) qui sont proposées.

Encore moins qu'en bande III on ne peut théoriquement s'attendre à obtenir avec l'an-

Une installation-type d'antennes 1^{re}-2^e chaînes permettant la réception à courte distance (région parisienne) des deux chaînes.



tenne intérieure de bons résultats en bande IV. Il existe cependant pour cet usage de petites antennes, importées du Japon, montées sur un socle et constituées par deux lames cambrées qui peuvent être déployées en V ou, pour former un dipôle replié, rattachées à une pièce centrale qui coulisse sur ces lames. De cette façon on peut adapter l'antenne à toutes les longueurs d'ondes de la bande I à la bande V.

Pour les antennes extérieures de la bande IV, des précautions supplémentaires sont nécessaires de façon à ce qu'elles soient bien dégagées par rapport aux obstacles voisins.

Comme pour la modification du téléviseur, l'adjonction d'une antenne bande IV pose aux téléspectateurs différents problèmes.

On peut évidemment doubler l'antenne bande III par une antenne indépendante bande IV. A la rigueur, sur un pavillon individuel, cela est possible, mais peu élégant.

Si l'antenne bande III possède un mât robuste, avec un double cerclage, on peut, en surélevant ce mât, ajouter une antenne bande IV et même, au voisinage de l'émetteur, se servir pour les deux antennes du câble de descente existant. Cependant, avec une installation classique d'antenne bande III, il est préférable, pour être certain d'avoir la résistance mécanique suffisante, de la remplacer par une nouvelle installation mixte, l'économie réalisée en utilisant l'ancienne antenne étant généralement peu appréciable.

Le prix des installations mixtes varie avec le nombre des éléments; pour les modèles normaux on peut le situer entre 270 et 330 F. pose comprise.

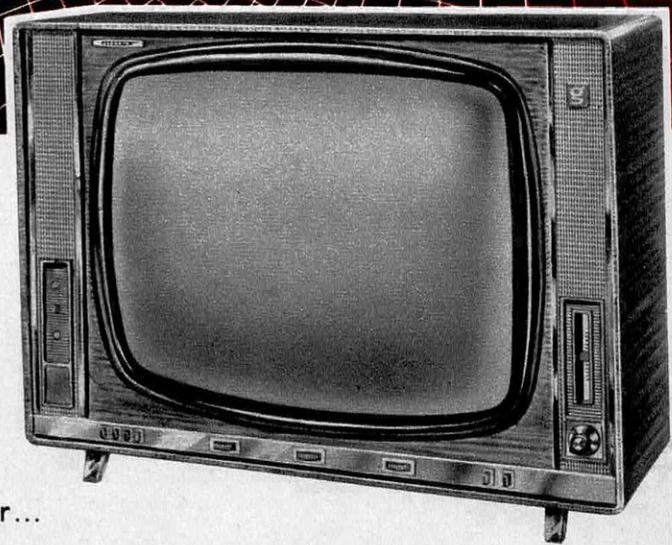
C'est en tête du mât, et à environ un mètre de l'antenne bande III, que se place l'antenne bande IV. Si la descente s'effectue par un seul câble, ce qui est plus esthétique, un coupleur V.H.F.-U.H.F. est indispensable pour la liaison des antennes à la descente. Après leur acheminement par le câble de descente, les signaux doivent passer par un séparateur qui dessert les deux entrées indépendantes, V.H.F. et U.H.F., du téléviseur.

Pour éviter, par la suite, des frais de changement d'antenne, il est donc prudent, même si la mise en place d'émetteurs pour la deuxième chaîne n'est pas pour la région habitée dans un proche avenir, de faire une installation mixte, lorsqu'on acquiert un téléviseur. Et celui-ci doit, bien entendu, être choisi entièrement équipé pour la deuxième chaîne. De cette façon, sans dépense supplémentaire, avec impatience, mais en toute quiétude, le téléspectateur attendra le deuxième programme dont il pourra capter les premières images transmises.

Marthe DOURIAU

GRANDIN

RADIO - TÉLÉVISION



Grandin
a concentré
pour vous
les plus récents
perfectionnements
de l'Electronique
sur votre téléviseur...

"TOUS PROGRAMMES"

"techniquement sûr"

TÉLÉVISEZ JUSTE, CHOISISSEZ GRANDIN

Documentation sur demande - GRANDIN, 72, rue Marceau, Montreuil (Seine)

la TV

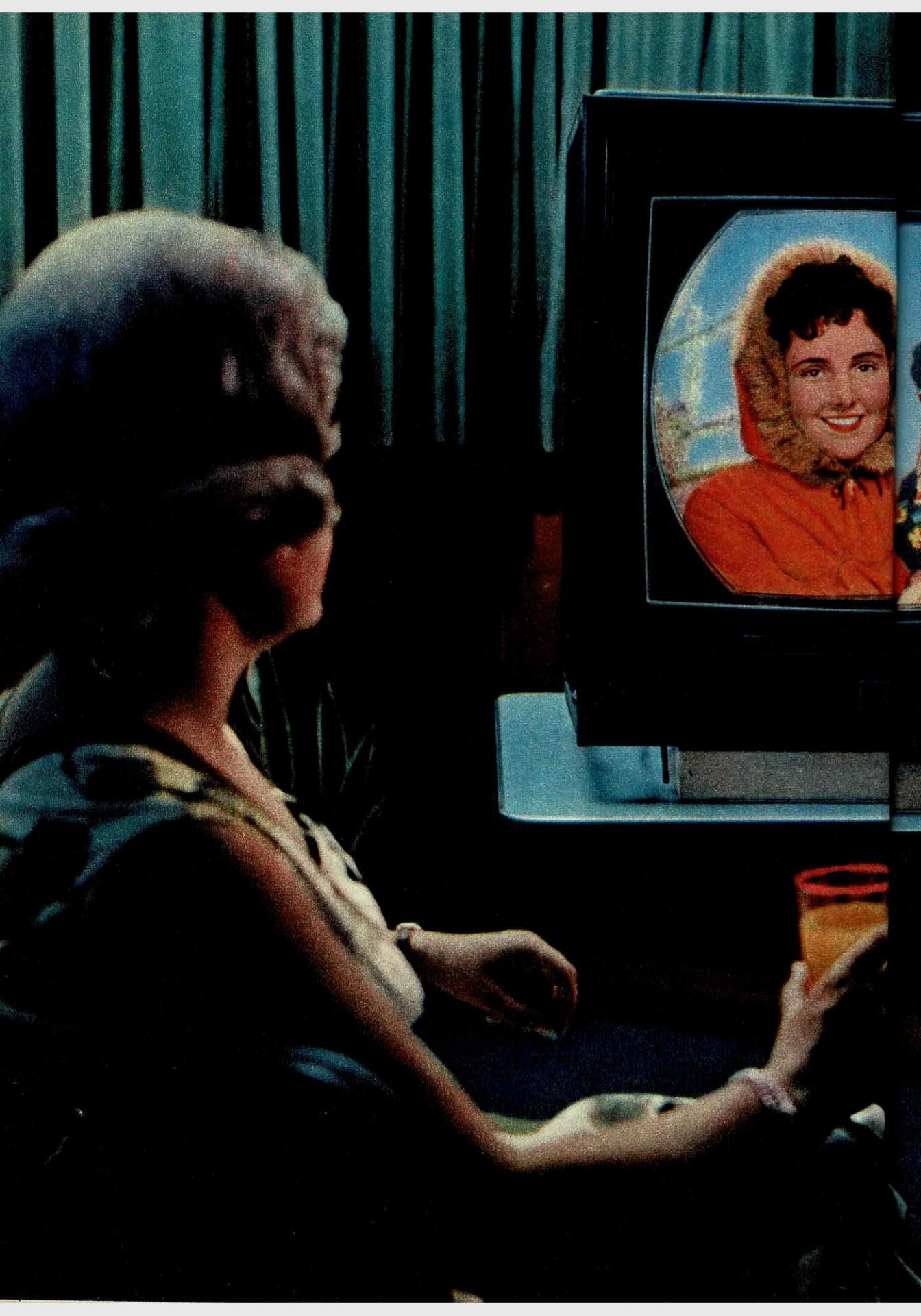


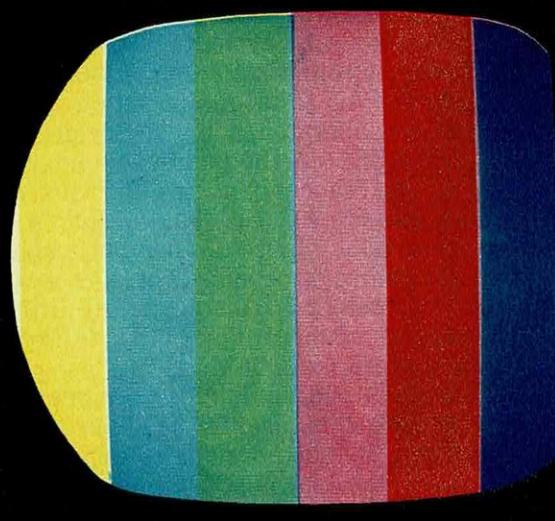
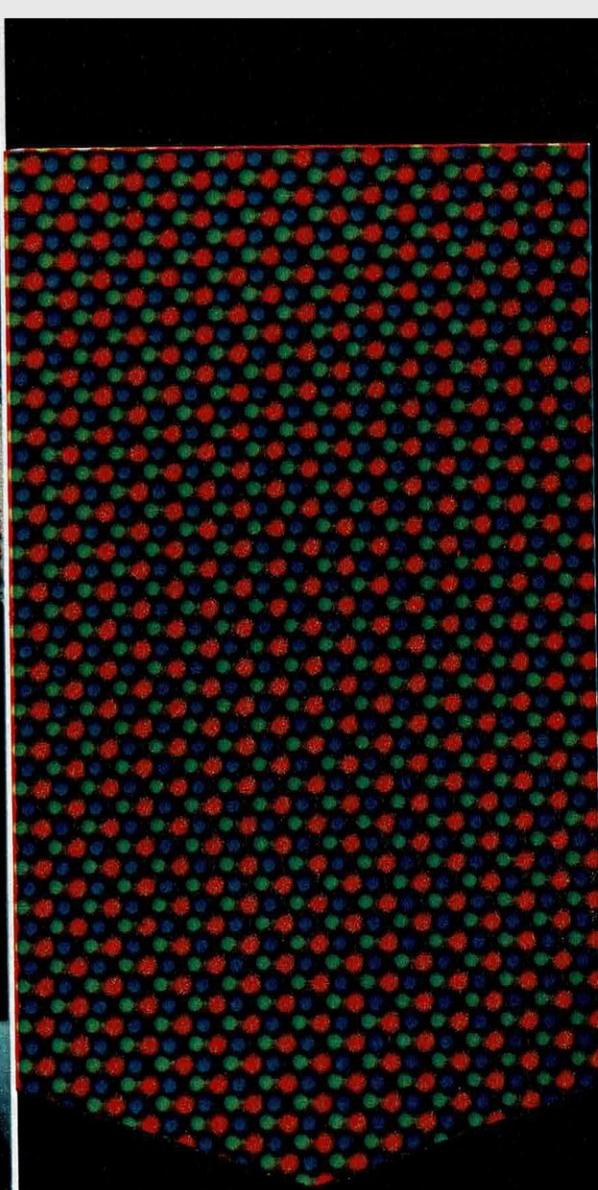
Quatre années
de patience...
mais tournez la page,
l'hymne à la couleur
chantera dès lors
dans vos foyers



'couleurs
en
France
fera ses
débuts
peut-être
en ... 1968

mais 3 systèmes s'affrontent
pour la conquête de l'Europe





Toutes les nuances de couleurs peuvent être reproduites par l'entrelacement de centaines de milliers de « bouquets » de phosphores choisis dans les trois tons fondamentaux. L'addition des tons primaires permet de reconstituer, par exemple, cette mire utilisée pour la mise au point des récepteurs dans les laboratoires spécialisés.

TV couleurs

Pour la centaine de privilégiés qui s'entassaient, le 13 septembre dernier, dans un auditorium privé du Salon de la Radio, la télévision revêtait une nouvelle dimension. Sur chaque petit écran (que rien ne distinguait, au repos, d'un récepteur traditionnel), un million de points de « phosphores » luminescents, excités 25 fois par seconde par les « rafales » de trois canons électroniques recomposaient, selon le principe classique de la trichromie, les teintes délicates d'un bouquet d'amarillis et la chaude blondeur de Jacqueline Huet, présentatrice du spectacle. Les images, élaborées au centre « video » des laboratoires R.T.F. d'Issy-les-Moulineaux, étaient transmises par des relais de reportage jusqu'à la porte de Versailles. Dans un même temps, les signaux de couleur étaient dirigés sur le centre R.T.F. des Buttes-Chaumont, puis acheminés par le réseau national de faisceaux hertziens jusqu'à la Maison de la Radio de Marseille où d'autres personnalités pouvaient concurremment les recevoir. Un bouclage ramenait ensuite les images à Paris, si bien qu'après un parcours de quelque 1 500 km, seuls les techniciens pouvaient faire la différence entre les images émises de Paris et celles réémises par Marseille : la qualité de réception demeurait pratiquement inchangée.

Une avant-première dans la semi-clandestinité

Faut-il donc, en cette fin d'année 1963, être journaliste, technicien ou « officiel » patentés pour détenir le privilège d'assister à ces « avant-premières », non seulement séduisantes, mais qui pèsent lourd demain parmi tous les moyens d'expression qui s'exercent déjà sur l'information humaine ? La télévision en couleurs redoute les démonstrations spectaculaires et, comme on s'en étonne (car la technique est au point), les augures répondent : Patience. La télévision en couleurs n'est plus, dans son exploitation, un problème national. Le pas le plus important avant d'introduire la télévision en couleurs dans les différents pays, est que le continent européen tombe, tout d'abord, d'accord sur le système le plus avantageux. Les conditions techniques de ce choix ne relèvent pas du grand public, mais concernent un groupe de travail de l'Union Européenne de Radiodiffusion, dans lequel figurent aussi des experts des administrations des postes et de l'industrie. Cette commission spécialisée a choisi trois systèmes de télévision en couleurs pour les mettre à l'épreuve : le système NTSC (**National Television System Committee**), introduit déjà aux Etats-Unis d'Amérique et au Japon ; le système PAL (**Phase Alternation Line**) développé par Walter Bruch dans les laboratoires de la Société Telefunken à Hanovre ; enfin le système SECAM (**Séquentiellement et à Mémoire**), mis au point par Henri de France dans les bureaux d'étude de la Compagnie Française de Télévision (filiale C.S.F. à participation Saint-Gobain). La France, donc, livre un combat capital qui trouvera sa conclusion au printemps prochain. D'ores et déjà les organismes gouvernementaux compétents d'Allemagne, de Grande-Bretagne, d'Italie, de Suisse et plus récemment d'U.R.S.S., de Pologne et de Tchécoslovaquie, ont expérimenté le SECAM.

« Dans ces conditions, concluent les officiels, rien ne sert présentement d'assurer à la télévision en couleurs une trop large publicité. Il faut attendre le dénouement de la partie. »

Ce « fair-play » gouvernemental est louable, mais tout le monde est à peu près certain que les qualités et les avantages fondamentaux du SECAM emporteront la décision. Le directeur général de la

B.B.C., Mr. Carlton Greene, n'a-t-il pas laissé entendre qu'après avoir préconisé pendant plusieurs années le système américain, les techniciens britanniques tendaient maintenant à opter pour le système français ? Et ne déclare-t-on pas en Angleterre que la télévision en couleurs y ferait probablement ses débuts dans la première moitié de 1965, alors qu'on espérait seulement, en France, la voir commercialisée pour les Jeux olympiques de ... 1968 ?

LA « FICHE D'IDENTITE » DE LA TV EN COULEURS

Définition retenue : 625 lignes (soit la définition de la deuxième chaîne en noir et blanc).

Spectre occupé : de 0 à 5 MHz pour le signal de luminance. Les deux signaux de chrominance occupent un intervalle de 2 MHz environ, centré sur la fréquence de 4,43 MHz, commun, par conséquent avec la partie haute du

spectre du signal de luminance.

Spectre son : la porteuse son est située, en Europe, entre 5,5 MHz et 6,5 MHz selon les standards.

Nota : Ce sont là des normes communes imposées à tout système de télévision en couleurs destiné à la radiodiffusion.

Il faut donc chercher d'autres raisons — plus officieuses (ou plus subtiles) — à la semi-clandestinité à laquelle les pouvoirs publics et les représentants mêmes des industries intéressées condamnent à l'heure actuelle la télévision en couleurs. Des confidences reçues, on peut dégager surtout l'argument suivant : Sur le plan commercial, la télévision en couleurs s'est soldée aux Etats-Unis et au Japon par un échec. Aux Etats-Unis, les téléviseurs NTSC (dont les premiers appareils furent mis en service il y aura bientôt dix ans) ne représentent guère que 2 à 3% du parc total des récepteurs en service. Sur 400 000 appareils fabriqués l'an passé, plus de la moitié sont restés en stock chez les fabricants et détaillants. C'est ce qu'en argot commercial on appelle un « bouillon »⁽¹⁾. Même situation au Japon où l'on compte beaucoup sur les Jeux Olympiques de Tokyo, en 1964, pour stimuler les ventes, car des 15 000 appareils (de 14 et 21 pouces) fabriqués déjà par Shibaura Electric, Matsushita Electric Industrial et Nippon Columbia, plus d'un bon tiers n'ont pas encore trouvé preneurs ! Cela donne à réfléchir et les mots d'ordre de « prudence » commandent de n'envisager qu'avec circonspection l'introduction de la télévision en couleurs sur le marché français.

Ne pas confondre carmin et permanganate

L'opinion des dirigeants de la Compagnie Française de Télévision est beaucoup plus nuancée : « Même en Amérique, disent-ils, l'intérêt porté à l'image en couleurs croît régulièrement, entraînant le passage à la couleur des principaux programmes de variétés. La lenteur relative avec laquelle s'est manifesté l'engouement du public vient peut-être de certaines difficultés techniques qu'un public gâté par l'automatisme est d'autant moins enclin à admettre qu'il s'agit de

(1) Les pertes subies depuis 7 ans ont été peut-être plus grandes que dans aucune autre entreprise privée des années cinquante. 1960 aura été la seule année montrant un profit avec des ventes d'appareils de télévision en couleurs s'élevant à 200 millions de dollars. Les prévisions demeurent cependant optimistes pour 1963.

**Dans le match
Secam - NTSC
le système français
abat tous les atouts**



Défaut de bande passante



SECAM (FRANCE)

Phase différentielle



NTSC (U.S.A.)



DES REGLAGES TROP DELICATS

Les deux images ci-contre illustrent de façon probante l'extrême sensibilité d'un récepteur américain lors d'une correction éventuelle de tonalité. Les usagers ont à leur disposition deux boutons, l'un commandant la saturation des couleurs et l'autre la nuance. Nous n'avons agi ici que sur ce dernier bouton. En le tournant à gauche, l'image est devenue rougeoante; une rotation de 100 degrés vers la droite a verdi le fond et les chairs reflètent d'inquiétantes tonalités amarante.

Gain différentiel



FACE AUX INCIDENTS TECHNIQUES

Nous devons à l'obligeance des techniciens de la Compagnie Française de Télévision d'avoir pu contrôler et enregistrer directement sur l'écran les perturbations apportées aux images en couleurs par différents types de distorsion. Ces sautes d'erreurs sont inévitables en cours de transmission et peuvent affecter la nature des signaux de télévision. Les ondes ne se propagent pas sans défaut : les échos, les diffractions, d'une part, et les altérations de phase, imputables, d'autre part, aux installations de studio, au matériel, aux câbles utilisés, peuvent conduire à des erreurs de teinte et de saturation.

Trois principaux types de distorsion ont été recréés en laboratoire, altérant les informations chromatiques reçues simultanément sur un récepteur SECAM et sur un récepteur NTSC. Les photographies reproduites ici sont celles des deux écrans respectifs. On remarquera la parfaite stabilité de l'image SECAM qui conduit à un récepteur où il n'est pas utile de prévoir des réglages autres que ceux d'un téléviseur noir et blanc normal.



TV couleurs

L'année 63, révèlent les dirigeants de la Société RCA en Amérique, sera peut-être l'une des plus fastes dans l'expansion de la T.V. en couleurs. La hausse des ventes atteindrait 30% d'une année à l'autre, ce qui justifie peut-être le sourire de cette charmante spécialiste qui vient de procéder à l'un des 24 contrôles d'un rotateur V.H.F. à 12 canaux.



son plaisir et de ses distractions. Ce n'est pas à l'heure où fleurissent les caméras de cinéma amateur à réglage d'ouverture automatique, les cuisinières qui marchent toutes seules, les voitures qu'il faut à peine encore conduire, bref, tout cet arsenal d'équipements fondés sur la courtoisie électronique, qu'on peut demander aux usagers de manipuler de nombreux boutons de réglage pour obtenir une image en couleurs plus ou moins conforme à la réalité. C'est une tâche difficile et insupportable, quand cette réalité est fugitive et inconnue, que le modèle idéal n'est fait que de souvenirs de teintes ou de préférences subjectives à la reproduction. Il fallait donc trouver un système qui allie l'extrême fidélité de la reproduction trichrome, sans rien en sacrifier, absolument, à l'extrême facilité des réglages habituels aux téléviseurs noir et blanc, qui excèdent d'ailleurs encore parfois la capacité technique ou artistique du téléspectateur moyen, brouillé avec les notions de contraste et de luminosité. Or, c'est cette simplicité de réglage du téléviseur en couleurs qui a gouverné les promoteurs du SECAM.

Nous avons voulu, tout à la fois, nous mettre dans les conditions de réception du spectateur moyen américain et dans celles du futur utilisateur français d'un téléviseur en couleurs. Les laboratoires de la Compagnie Française de Télévision nous étaient ouverts, à Levallois, et des techniciens, mis à notre disposition, n'avaient reçu pour consigne que celle d'appliquer scrupuleusement les tests et les épreuves auxquels nous jugerions bon de soumettre les différents systèmes. Nous avons d'ailleurs résumé par l'image (voir pages ci-contre) les conclusions pratiques qui s'imposaient.

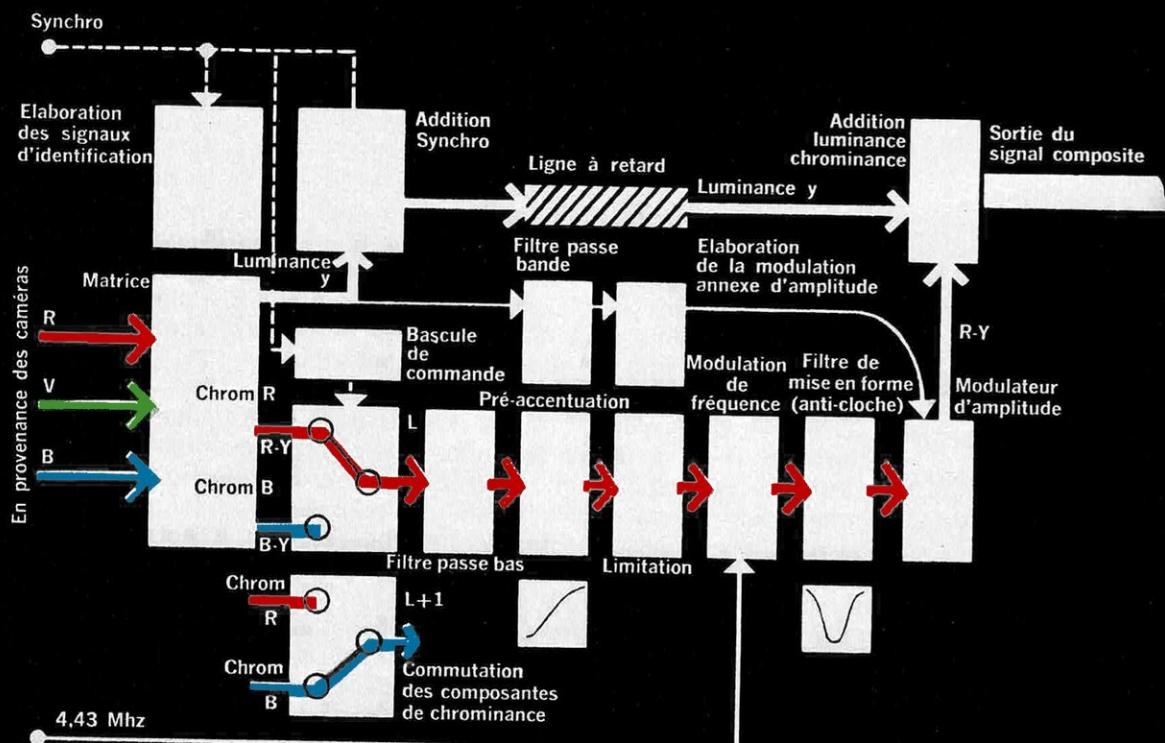
La facilité d'emploi des téléviseurs et la stabilité de l'image face aux défauts de propagation des ondes (toujours fréquents, bien que n'affectant pas l'image en noir et blanc) commandaient ces essais. Facilité d'emploi : en ce qui concerne le SECAM, les réglages sont ceux d'un récepteur noir et blanc. Contraste et luminosité agissent de la même façon sur l'image en couleurs que sur une image noir et blanc : la réception est indéréglable. Sur le NTSC américain, c'est une autre affaire. Deux boutons sont mis à la disposition de l'utilisateur : l'un commande la « saturation » des couleurs, l'autre agit sur les teintes. Un demi-tour de bouton suffit pour parer de permanganate de potassium ce qui fut le carmin d'une lèvre. (Nous ne cédons pas ici au plaisir facile de l'ironie. La « plage » de correction est extrêmement étendue, alors que le déplacement linéaire du bouton n'est que de quelques centimètres.)

La grande aventure du signal de télévision

Il est bien évident qu'en l'absence d'une image couleur de référence, il est à peu près impossible de retrouver la combinaison optimum « saturation-teinte ». (Au cours de la projection d'un dessin animé nous avions relevé le défi. C'était très réussi... mais les images d'un téléviseur SECAM devaient ajouter à notre confusion en nous révélant que les couleurs originales étaient à peu près les complémentaires de celles que nous avions cru rétablir.)

Mais quel besoin, dira-t-on, de « tripatouiller » des boutons sur un récepteur de télévision, puisque le système — fût-il américain — a été conçu pour transmettre à l'écran les informations vraies de chromaticité analysées par les caméras ? La télévision en couleurs n'est pas, que l'on sache, un appareillage électronique destiné à colorier, à son gré, une image en noir et blanc ! C'est oublier que les échos, les diffractions, les propagations à trajets multiples, particulièrement fréquents en bandes IV et V, c'est-à-dire dans la gamme des ondes ultra-courtes, sont cause de distorsions affectant les signaux chromatiques transmis par les ondes. La transmission d'un « signal » particulièrement fragile constitue une aventure : en cours de propagation tout message hertzien, noyé dans le bruit de fond général du monde électromagnétique qu'il traverse, risque de s'altérer, si son « support » n'est pas assez robuste pour affronter ces dangers. Mais à côté des hasards naturels non maîtrisables, les multiples distorsions guettent également le signal de télévision et surtout celui de la sous-porteuse qui apporte les informations de couleurs. La chaîne de ces équipements débute à la caméra, passe par les voies de studio, s'envole par les relais mobiles de reportage, à l'issue des cars, entre les faisceaux hertziens d'interconnexion entre les émetteurs et le réseau européen, est reprise par d'autres émetteurs, etc... Dans le système américain, ces distorsions provoquent des erreurs de saturation et souvent même des teintes erronées. Les boutons équipant les téléviseurs sont précisément destinés à

sur ce schéma : tous les secrets de la chaîne SECAM



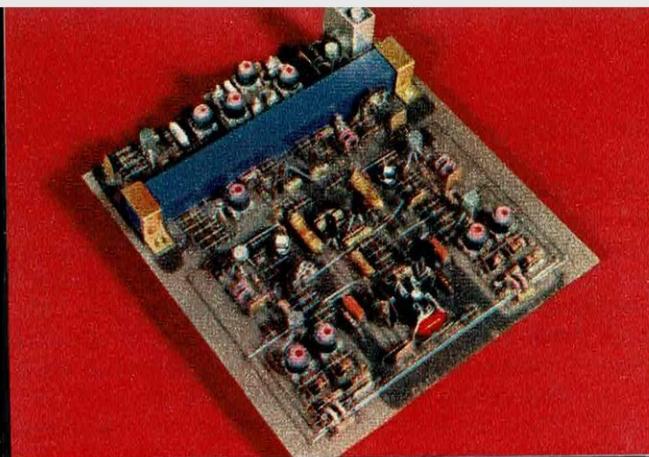
Pour simplifier la présentation du document, le détail des circuits de synchronisation n'est pas figuré.

Formation du signal composite à l'émission : Sur le schéma complet, c'est la composante de chrominance rouge qui est en cours de transmission (ligne « L »). La vue partielle inférieure du commutateur de chrominance se rapporte à la ligne suivante « L + 1 ».

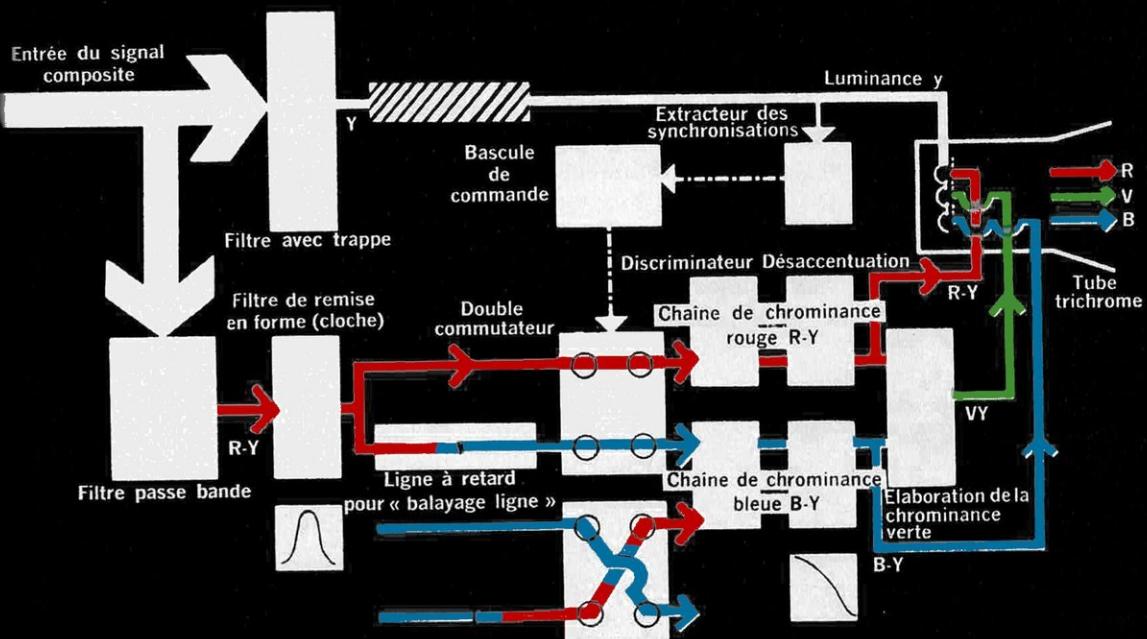
- A gauche, matrice combinant les 3 informations élémentaires, et délivrant, en haut l'information de luminance, en bas les 2 composantes de chrominance.

- Le signal de luminance, assorti de sa synchro, est dirigé vers l'addition aux signaux de chrominance, après passage dans une ligne à retard, qui compense les retards pris par les composantes de chrominance au cours des traitements qu'elles subissent.

- Les signaux de chrominance (partie basse du schéma) passent dans le commutateur de séquence lignes, puis sont filtrés, préaccentués, limités, appliqués à la modulation de la sous-porteuse. Celle-ci est ensuite mise en forme (courbe en « antichloche »), soumise à une modulation d'amplitude annexe, puis mélangée avec la luminance pour engendrer le signal composite.



Une simple platine de 20 cm de côté supporte tous les circuits propres à la couleur. En bleu la «ligne à retard».



Restitution du signal trichrome à la réception. Sur le schéma complet, la composante « fraîche » est la composante rouge, la composante « conservée » est la composante bleue ; cas de transmission de la ligne « L ». La vue partielle inférieure de la ligne à retard de chrominance et du commutateur double de chrominance se rapporte à la ligne suivante « L + 1 ».

● A gauche, entrée du signal video composite (après déduction de la fréquence intermédiaire). Le signal appliqué à deux filtres, l'un, au-dessus, isolant le signal de luminance, l'autre en dessous, isolant le signal de la composante en cours de transmission (rouge en l'occurrence).

● Comme à l'émission, un retard est appliqué au signal de luminance pour tenir compte du retard subi par le signal de chrominance au cours de ses divers traitements ; puis ce signal est envoyé sur le tube trichrome, dont il module les 3 faisceaux électroniques simultanément.

● Le signal de chrominance en cours de transmission (rouge en l'occurrence) est dirigé, à la fois, sur un double commutateur et sur la ligne à retard opérant la mise en « conserve » de ce signal au profit du prochain balayage ligne.

● Une bascule commande la double commutation des deux composantes de chrominance sur la base des signaux de synchronisation d'une part, d'identification d'autre part, qu'elle reçoit.

● 2 chaînes identiques traitant les signaux des deux composantes de chrominance (limiteur, discriminateur, désaccentuation).

● A l'issue de ces deux chaînes, la troisième composante de chrominance, verte, est élaborée.

● A l'extrême droite et au-dessus, les trois composantes de chrominance attaquent, chacune, le Wehnelt contrôlant l'un des trois faisceaux électroniques du tube trichrome.

TV couleurs

corriger l'infidélité colorimétrique provoquée par les défauts du canal de transmission. (Lors d'un essai en Suisse, effectué comparativement entre le SECAM et le NTSC, les techniciens eurent la surprise de constater, du jour au lendemain, des variations inattendues dans les caractéristiques de la bande passante et qui se traduisaient par des transitoires colorés sur le système SECAM et... des images fantômes sur le dispositif américain. De fortes chutes de neige, dans la nuit, s'étendant sur tout le trajet émetteur-récepteur, étaient cause de réflexions et d'échos qui avaient profondément affecté la synchronisation des couleurs.)

Il était donc intéressant de recréer, en laboratoire, les principaux types de distorsion pouvant perturber la transmission des informations chromatiques et de juger conjointement, sur un récepteur SECAM et sur un récepteur NTSC, les variations obtenues. Un troisième récepteur servant de référence devait permettre de juger qualitativement de l'importance des erreurs éventuelles de teintes et de saturation. La transmission d'une image-type (la « dame au chapeau ») fut donc artificiellement perturbée par une phase différentielle, un gain différentiel et un défaut de bande passante. Ces altérations correspondant aux causes d'erreur, souvent imprévisibles, survenant couramment en cours de transmission, ont fait valoir tout à la fois l'extrême susceptibilité du NTSC et la fondamentale robustesse du signal SECAM. Tandis que sur le récepteur américain les différents types de distorsion faisaient virer au vert ou au rouge les teintes « chair » de l'image (qui apparaissait même, par moments, complètement « désaturée »), l'écran de SECAM conservait une stabilité chromatique presque totale. Il était probant que le SECAM apportait un gain substantiel de simplicité des fonctions, de stabilité des performances, de facilité d'emploi et de maintenance. Tous ces facteurs, indiscutablement, pèsèrent de tout leur poids dans l'aspect économique du problème évoqué plus haut.

Tous les systèmes de télévision en couleurs actuels s'imposent une même condition et appliquent la même théorie de reproduction des couleurs. La condition est celle de la double compatibilité : pour des raisons commerciales évidentes, il est nécessaire qu'un récepteur « noir et blanc » puisse recevoir (en noir et blanc évidemment) une émission faite en couleurs et qu'en inversement un récepteur « couleur » puisse capter en noir et blanc une émission ordinaire en noir et blanc.

Ne pas retransmettre ce que l'œil n'apprécie pas

Quant au principe de transmission des couleurs, également respecté par les trois systèmes en concurrence, c'est celui de la trichromie. (On admet que l'addition de trois couleurs primaires convenablement « dosées » suffit à reproduire une teinte donnée.) Ces premières notions laissent entrevoir la complexité du problème. L'impératif de compatibilité signifie que les signaux servant à transmettre les couleurs doivent présenter la même structure radioélectrique que le signal classique noir et blanc, ce qui est apparemment un paradoxe puisque les différentes informations qui caractérisent les teintes, la saturation des couleurs et l'intensité lumineuse de l'image à reproduire constituent, par définition, autant de signaux à transmettre, donc de canaux radioélectriques propres. Les études entreprises aux Etats-Unis dès 1950 et poursuivies ensuite dans toute l'Europe ont prouvé que la technique électronique et les données de la psychophysiologie pouvaient admirablement se conjuguer

pour permettre finalement de loger dans un canal radioélectrique de même largeur que celle allouée aux images en noir et blanc (donc n'excédant pas 5 MHz) toutes les informations nécessaires, y compris les signaux de chrominance.

Le problème de la télévision en couleurs se réduit, en fait, à deux questions essentielles. Il s'agit de savoir, en premier lieu, quelles sont exactement les informations nécessaires à la reconstitution d'une image fidèle, en couleurs, et en second lieu, comment les transmettre. C'est sur ce second point, comme on le verra, que les techniques diffèrent et que le SECAM fait valoir l'ingéniosité de sa solution.

On sait depuis longtemps que l'œil humain possède un haut pouvoir séparateur, mais réagit peu à l'information de teinte. L'information d'intensité lumineuse (ou luminance), dont les variations sont appréciées par l'œil sur de très faibles surfaces, et pour de faibles écarts d'amplitude, implique donc d'être retransmise avec toute la finesse désirée. Le signal vidéo qui en rendra compte, sera un signal à haute définition, occupant toute la largeur du canal attribué et analysant l'image au rythme fantastique, mais désormais



L'une des plus délicates opérations du tube trichrome : le « fignolage » des « shadowmasks » qui, après percée d'un million de petits trous, doivent être épurés dans une bain acide. A cet effet, les écrans sont disposés sur des convoyeurs. On se rend compte que d'aussi fines manipulations grèvent lourdement le prix des tubes.



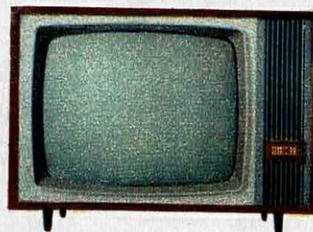
d'un programme
à l'autre

C'est
INSTANTANÉ !

Versailles **SONNECLAIR**



ce simple geste



Une simple pression du doigt et vous obtenez instantanément le programme 2e chaîne.
«VERSAILLES», luxueux téléviseur super longue distance.
Régulation automatique des dimensions de l'image.
Sa haute fidélité par colonne sonore (2 hauts parleurs sur la face avant).
Ebénisterie sobre et luxueuse (noyer, chêne, acajou).
La gamme SONNECLAIR : 5 modèles à partir de 1320 F + t.l.

MAITRES EN ELECTRONIQUE



V couleur

classique en noir et blanc, de six à sept millions de points par seconde. Par contre, on pourra se montrer moins difficile sur la finesse géométrique des points de couleurs qui devront traduire la teinte. (Des expériences très sérieuses ont prouvé que si l'on prend un cliché en noir et blanc parfaitement net et qu'on veuille le colorier en lui superposant des images couleur dont la définition sera sept fois moins fine, la qualité de l'image polychrome obtenue demeure satisfaisante. En d'autres termes, il suffit d'un supplément d'information de 24% seulement pour convertir une image monochrome en une image en couleurs.)

Pratiquement, l'information de couleur pourra se borner à un million de points d'analyse par seconde. Cette restriction ne prive pas l'œil d'une information. Elle évite simplement de transmettre ce qu'il n'apprécierait pas ! Il reste enfin une ultime donnée, nécessaire à la reconstitution d'une image fidèle : celle concernant la « saturation » de la teinte, ou, si l'on préfère, sa « pureté colorimétrique ». (Par exemple, une rose pâle est un rouge « désaturé », auquel s'est mélangé beaucoup de blanc.) La transmission de toutes ces informations semblerait exiger une extension de la bande passante, mais les ingénieurs sont des gens astucieux : ils savent que la bande passante, en télévision ordinaire, n'est même pas à moitié pleine. (Le signal se localise dans des bandes plus étroites autour des fréquences multiples de la fréquence de lignes.) Le « profil » du canal laisse apparaître des « fenêtres », des zones pratiquement vierges d'information. Il suffira d'y loger une onde auxiliaire (ou « sous-porteuse »), modulant les signaux de teinte et de saturation conjugués en des signaux dits de « chrominance ». Pour reprendre une image heureuse des promoteurs du SECAM, on peut s'imaginer l'ensemble de l'information comme issu d'un grand ensemble vocal : un groupe de soprani y « chante » l'information de la couleur (c'est le signal de chrominance), leurs voix se fondant dans l'ensemble qui « chante » l'information de lumière (c'est le signal de luminance). A l'arrivée, on filtre les voix des soprani pour en déchiffrer la couleur.

Broyer du noir avec toutes les couleurs

Cette « couleur » transmise par une sous-porteuse est une solution ingénieuse, mais de quelle couleur s'agit-il ? Nous savons déjà qu'il faut au départ trois informations primaires ou plus exactement trois tensions représentatives, chacune, des composantes rouge, bleue et verte de la scène télévisée. Elles sont fournies par un groupe de trois caméras munies de filtres dont les caractéristiques sont colorimétriquement identiques à celles des « phosphores » de reproduction. Les trois tensions obtenues à la prise de vue doivent, schématiquement, commander les faisceaux électroniques de trois canons du tube cathodique. Ces faisceaux frapperont l'écran du tube téléviseur, excitant les « bouquets » luminescents de pastilles trichromes. Les radiations émises par chaque groupe de « phosphores » verts, rouges et bleus reconstitueront, par synthèse additive, l'information de couleur. Mais, dans ces conditions, comment les signaux pourraient-ils alimenter un téléviseur en noir et blanc ? Et, d'un autre côté, comment un récepteur « couleurs » pourrait-il recevoir une image en noir et blanc, puisqu'il n'existe pas de pastilles noires et blanches sur l'écran et pas davantage de caméra « noir et blanc » à la prise de vues ?

D'autre part, si l'on se contentait d'envoyer indépendamment sur

TV couleur

les « phosphores » les trois signaux primaires en provenance des caméras, il serait à craindre que la somme totale de lumière apportée par les signaux de chrominance, sur l'écran, ne corresponde pas à la luminance globale de la scène.

C'est justement l'information de luminance qui permettra au noir et blanc de retrouver sa personnalité propre, qui, de plus, assurera la définition fine de l'image, maintiendra l'intensité lumineuse totale constamment à sa valeur exacte et finalement permettra de ne pas encombrer l'éther en assurant une substantielle économie de transmission. Mais comment élaborer ce signal de luminance qui, par définition, ignore la couleur ? Il suffira qu'un signal identique excite les « phosphores » de couleur de telle sorte que l'addition des trois signaux primaires — rouge, bleu, vert — fournisse, par mélange et en fonction des intensités, toutes les nuances de gris, du blanc au noir. Mieux : on se contentera d'un signal unique excitant collectivement ces pastilles de couleur. La seule condition est que ce signal respecte les lois physiologiques concernant la sensibilité de l'œil à la lumière contenue dans les diverses couleurs primaires : la proportion sera d'environ 60% de vert, 30% de rouge et 10% de bleu.

Additionner, soustraire, et le reste en mémoire

Le signal de luminance remplit la condition de première compatibilité : il est très voisin, dans sa forme, d'un signal monochromatique (car il est transmis sur toute la largeur du canal à la pleine définition de 7 millions de points par seconde) et, reçu par un récepteur classique noir et blanc, il rendra correctement compte de la luminance globale de l'image.

Ce signal, utilisé dans un récepteur prévu pour la couleur, fournit, rappelons-le, le total **rouge** plus **vert** plus **bleu**. Or, il s'agit de transmettre en plus les informations de chrominance proprement dites. C'est-à-dire, les messages qui permettront d'apposer sur l'image les trois composantes de couleurs. Mais deux signaux suffisent, ceux concernant par exemple la chrominance rouge et la chrominance bleue. En retranchant leur somme du signal de luminance, on retrouve le signal de chrominance vert (rouge + bleu + vert — (rouge + bleu) = vert).

En réalité, les signaux de chrominance ne sont pas exactement les signaux primaires, mais des signaux obtenus en soustrayant des signaux primaires le signal de luminance. Cette méthode est indispensable, d'une part pour permettre de comprimer la bande des signaux de chrominance et, d'autre part, pour reproduire facilement le noir et blanc sur les récepteurs de couleurs. Car, dans les scènes en noir et blanc, les signaux de chrominance ainsi fournis par soustraction s'annulent et seul le signal de luminance est alors transmis. Aussi ne doit-on pas s'étonner de voir figurer sur les schémas classiques de la télévision en couleurs la représentation R-Y concernant, par exemple, le signal de chrominance rouge.

Le problème se simplifie : le casse-tête qui se pose aux techniciens est de « loger » sur la sous-porteuse (liée comme on l'a vu à l'onde porteuse du canal de télévision) les deux informations nécessaires pour définir la teinte, la troisième se reconstituant, à l'arrivée, à partir du signal de luminance.

En langage d'électronicien, cela revient à moduler cette sous-porteuse unique de deux façons différentes et complémentaires.

Ainsi les techniciens américains avaient-ils adopté comme solu-



Le développement de la T.V. en couleurs justifie l'investissement, par la firme R.C.A., de 6 milliards de nos francs anciens pour l'équipement de nouvelles usines. On voit ici la place prise par les écrans des tubes trichromes (face antérieure). Dans le fond : ces mêmes écrans dotés de leurs « entonnoirs » et prêts à être montés sur les récepteurs.

tion de transmettre simultanément les deux chrominances rouge et bleue en combinant une double modulation d'amplitude et de phase.

L'originalité du système SECAM est de réduire à une seule modulation de la sous-porteuse de chrominance les deux signaux nécessaires.

L'astuce consistait à transmettre non plus simultanément, mais séquentiellement — c'est-à-dire l'une après l'autre, donc une seule à la fois — les deux chrominances rouge et bleue. Comme un seul type de modulation satisfait au problème, il devenait possible de choisir le procédé présentant le maximum d'avantages techniques : fidélité, insensibilité aux variations de propagation, etc... C'est, bien entendu, la modulation de fréquence qui a été choisie, ce système de transmission garantissant le signal contre toutes les distorsions imputables aux variations d'amplitude ou aux altérations de phase introduites par l'équipement de studio, les émetteurs, les récepteurs, les faisceaux hertziens.

A première vue, cette solution peut paraître paradoxale. Ne s'agit-il pas de reconstituer l'image à l'aide de seulement deux données : le signal de luminance (somme des trois signaux primaires de couleur, rouge, vert, bleu) et d'un seul signal de chrominance,

LE SYSTEME PAL FACE AU NTSC

Dans le système PAL comme dans le système NTSC les informations de chrominance sont assurées par la transmission simultanée de deux signaux additionnels. Le procédé NTSC utilise une double modulation composite de la sous-porteuse, dite de « quadrature ». Il s'y produit un signal à courant alternatif qui est modulé non seulement dans sa position de phase relative, mais encore dans son amplitude. C'est la position de phase qui détermine les nuances de couleurs, tandis que l'amplitude détermine la saturation des couleurs au récepteur. Le système PAL réunit les bonnes particularités du NTSC mais fait appel à un dispositif qui compense automatiquement les erreurs de transmission qui dépendent de la phase et dont les distorsions, dues souvent aux

caractéristiques propres des tubes d'émission ou de réception, se traduisent par une falsification des teintes. Afin de pouvoir réaliser cette compensation, la phase de l'un des deux vecteurs de modulation dont se compose la « modulation de quadrature » est commutée de 180° d'une ligne à l'autre sur l'émetteur, d'où la désignation PAL (ligne à phase alternative - Phase Alternation Line).

... Dans le récepteur, le système PAL fait usage d'une classe de modulation entièrement nouvelle qui permet de récupérer, sans aucune erreur de transmission, les deux signaux déterminant la couleur et transmises par l'émetteur. A cet effet, les informations en couleurs, transmises pendant une ligne, sont différenciées d'une durée d'analyse de ligne

le bleu par exemple ? La soustraction : (rouge + vert + bleu) — bleu ne fournit que la somme totale « rouge + vert », sans préciser les valeurs respectives de ces deux couleurs.

La solution proposée par Henri de France, auteur du système, à ce problème apparemment insoluble, est d'une extrême ingéniosité. Le signal de chrominance unique est affecté alternativement, d'une ligne d'analyse à l'autre, à la chrominance rouge, puis à la chrominance bleue et ainsi de suite. Comme le balayage est entrelacé, on aura, par exemple, pour la trame de lignes impaires :

ligne 1 : chrominance rouge ;
ligne 3 : chrominance bleue ;
ligne 5 : chrominance rouge ;
ligne 7 : chrominance bleue.

Il en sera de même, au balayage suivant, pour les lignes de rang pair. Ces informations ne sont donc jamais présentées en même temps, mais se succèdent à un intervalle de 64 millions de secondes, correspondant à la durée de balayage d'une ligne d'analyse.

Comme le récepteur doit cependant disposer constamment des deux chrominances pour faire les additions et les soustractions qui fourniront la troisième chrominance, Henri de France a eu l'idée de doter le récepteur d'un dispositif à mémoire qui enregistre le signal de chrominance transmis pour une ligne d'analyse donnée. A la ligne suivante, ce signal émerge de sa mémoire au moment même où parvient au récepteur la chrominance suivante. Ce récep-

et, ensuite, réunies en phase avec l'information comprise dans la ligne qui suit. Par la sommation des deux informations de ligne différentes mises en phase sur la fréquence porteuse, l'un des signaux est séparé, tandis que l'autre est déduit par soustraction, et ceci, indépendamment d'erreurs de phase.

A cette fin, on utilise une ligne de retard, la même, du reste, qui équipe le récepteur SECAM. Le système PAL transmet toutefois entièrement les deux informations de couleurs et fait usage, pour la formation des signaux en couleurs, de quatre informations (chaque fois deux pour une ligne).

Les promoteurs du PAL font également observer que leur système est indépendant des distorsions de bande latérale unique.

Cette particularité est intéressante dans la mesure où un poste émetteur européen ne serait pas capable de rayonner un aussi large spectre de signal video que celui qui lui serait offert. Le système PAL qui présente la possibilité d'une transmission à large bande du signal ne souffre aucun désavantage d'une réduction éventuelle de la bande, à partir de l'émetteur. Cette mesure n'est pas nuisible parce que les deux bandes latérales de l'information en couleurs sont rayonnées, de ligne à ligne, alternativement. Par suite de l'addition de la fréquence porteuse de deux lignes, les deux bandes latérales demeurent apparemment disponibles, même après leur réduction, puisque la bande latérale non réduite de la ligne précédente vient y remplacer la bande latérale réduite de la ligne courante.

teur possède donc à tout instant les valeurs des deux chrominances nécessaires, l'une appartenant à la ligne balayée (le rouge, par exemple), l'autre, la bleue, étant empruntée, grâce à la mémoire, à la ligne précédente. Les informations parviennent donc séquentiellement et avec mémoire (d'où l'acronyme de SECAM), ligne par ligne et alternativement au tube cathodique. (Techniquement, le dispositif comporte des transducteurs à ultrasons avec une longueur telle que la durée de trajet du signal dans le dispositif est exactement égale à la durée de balayage d'une ligne, soit 64 microsecondes.)

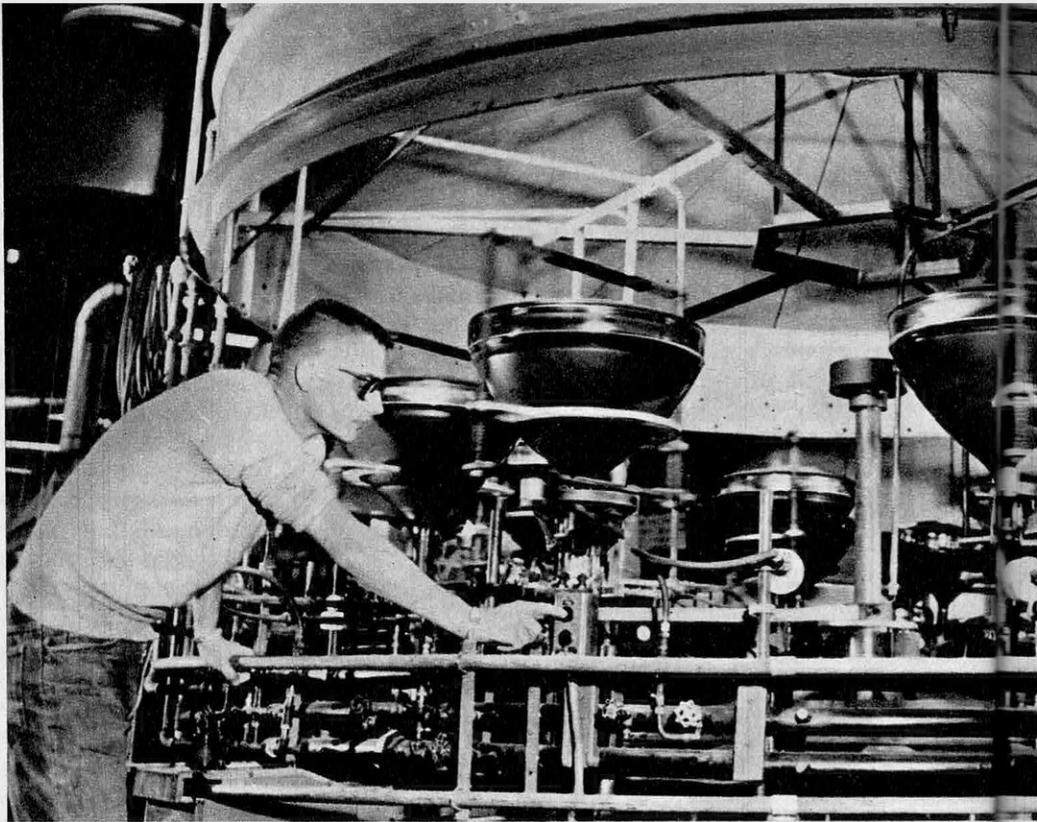
Des images en couleurs sur bande magnétique

Les avantages du système SECAM apparaissent clairement :
1^o absence de boutons de réglage ;
2^o information « robuste » pouvant affronter les péripéties de la transmission ;

3^o possibilité de transmission sur les équipements de relais ou d'émission, déjà en place pour le noir et blanc ;

4^o possibilité d'enregistrer l'image couleur sur les magnétoscopes classiques utilisés pour le noir et blanc. (Cette souplesse d'emploi résulte du système à modulation de fréquence qui a été adopté. Cela est si particulier au SECAM que la télévision japonaise en couleurs, basée sur le NTSC américain, doit faire appel au SECAM et convertir son matériel pour l'enregistrement magnétique des images !)

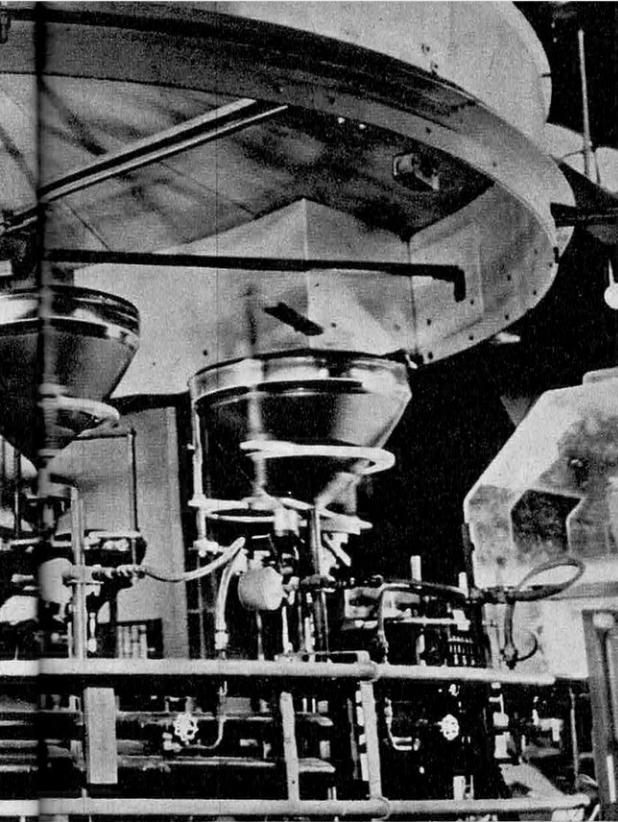
Quant au système PAL allemand, il présente une grande affinité



avec le NTSC, tout en offrant l'avantage sur ce dernier de compenser automatiquement les erreurs de transmission qui dépendent de la phase.

Cinq tubes noir et blanc pour un tube trichrome

Il reste une dernière question qu'on ne saurait passer sous silence et qui est finalement déterminante pour le succès de la télévision en couleurs. NTSC ou SECAM, SECAM ou PAL, tous ces systèmes de transmission font appel à la synthèse additive des couleurs dans un seul tube. Or, le seul tube tricolore qui jusqu'ici ait été réalisé commercialement en un grand nombre d'exemplaires est le tube « shadowmask » de la Radio Corporation of America (R.C.A.). Il contient trois canons à électrons pointés sur le centre de l'écran. A 12 mm en avant de cet écran se trouve disposée une feuille de métal incurvée, semblable à une passoire et percée d'environ 330 000 trous, c'est le « shadowmask ». Sur l'écran, derrière chaque trou, il y a trois points de « phosphores » placés de telle manière que chacun d'eux est excité par seulement un des trois pinceaux pénétrant à travers la « passoire ». En tout, il y a environ un million de « points ». La précision requise par le montage de cet écran composite (il faut 25 opérations pour terminer un « shadowmask »), et la finesse d'ajustage font de ce tube une merveille d'ingéniosité technologique. Mais, hélas, une telle merveille grève lourdement le prix de revient d'un récepteur en couleurs. Tout l'ensemble des filtres, ligne à retard, commutateur, etc... qui constituent le bloc de « décodage » d'un téléviseur SECAM ne coûte finalement pas très cher : quelques dizaines de francs supplémentaires. Mais le tube trichrome vaut à lui seul cinq fois plus qu'un tube en noir et blanc. Ce qui revient à multiplier par au moins 2,5 le prix total d'un récepteur. On se doute que des travaux sur les tubes de télévision



Une chaîne de montage des tubes tricolores : il s'agit à ce stade de fixer les canons à électrons avec une précision extrême de façon qu'au moment du balayage le faisceau électronique vienne exciter les phosphores appropriés : par bonheur cette chaîne est entièrement automatisée et le travail de l'employé consiste simplement à contrôler la bonne marche de la chaîne.

en couleur se poursuivent dans les laboratoires du monde entier. Obtenir un tube plus simple à réaliser, moins coûteux et aussi sûr, devient la préoccupation majeure des électroniciens chargés de résoudre le problème de la couleur. La Compagnie Française de Télévision aurait elle-même à l'étude un tube à trois canons, mais à bandes verticales de « phosphores » colorés. Il est permis de supposer que le « shadowmask » serait alors remplacé soit par un dispositif électrostatique focalisant les pinceaux d'électrons, soit par un dispositif à bandes de repérage délivrant elles-mêmes un signal corrigéant la déviation des pinceaux. Chromatron Ltd, Philco Corporation ont déjà industrialisé des tubes relevant de l'un et l'autre de ces types. De leur côté, les laboratoires de la Sylvania-Thorn Colour Television poursuivent des recherches identiques sur un tube à repérage. A l'« Imperial College » de Londres, l'ingénieur Gabor fonde, de son côté, de grands espoirs sur un tube de télévision extraplat doté d'un rideau d'analyse électrostatique focalisant simultanément les faisceaux d'électrons dirigés vers les « phosphores ». Tous ces systèmes d'optique électronique, véritables chefs-d'œuvre d'ingéniosité technologique, soulignent la difficulté essentielle, inhérente au principe même de la télévision en couleurs, à savoir : régler l'impact des électrons sur les points de « phosphores » à 1/5 de millimètre près !

La télévision en couleurs représente une accumulation de moyens techniques fabuleux. Mais quel que soit le « merveilleux » des opérations proposées, le téléspectateur ne peut demeurer sensible qu'au seul critère dont dépendra finalement l'essor de la télévision en couleurs : la stabilité des images, la fidélité des teintes, en bref, la qualité.

Luc FELLOT

Le « Picture-Phone » des laboratoires de la Bell Telephone est un visiophone qui fonctionne au moyen des lignes téléphoniques ordinaires grâce à un dispositif spécial de transmission à cadence ralentie. Il comporte une caméra électronique miniature visible à gauche. L'image du correspondant apparaît sur le petit écran disposé sur le combiné.



Ce récent modèle de visiophone américain permet d'apercevoir l'image du correspondant sur un écran de 25 cm (en bas de la photographie). L'image du sujet qui téléphone est en même temps contrôlée sur un autre écran plus petit placé au-dessus, telle qu'elle est transmise par la ligne téléphonique. Cet appareil a été étudié par les laboratoires Kay de San Diego, en collaboration avec la Bell Telephone Corp.



Images par fils

VISIOPHONIE ET TÉLÉDISTRIBUTION

Dès les débuts de la télévision, on a songé à réaliser des cabines téléphoniques dans lesquelles les correspondants pourraient, non seulement parler et entendre, mais aussi voir et être vus; on a donné à ce procédé le nom de « visiophonie ». Avant la guerre de 1939, de nombreux essais ont été effectués aux États-Unis, en Allemagne et même en France, au moyen de systèmes électromécaniques assez rudimentaires. Ils ne semblent pas, à l'époque, avoir retenu spécialement l'attention des techniciens et même du grand public. La question paraît de nouveau à l'ordre du jour.

Un problème de fréquences

Dans les émetteurs de télévision, le balayage de l'image par le système analyseur détermine des modulations de lumière, dont le nombre par unité de temps varie suivant la finesse du balayage (exécuté par lignes horizontales continues), la nature de l'image et la cadence des transmissions.

Grâce aux traducteurs lumière-courant que constituent les cellules photoélectriques et les écrans photosensibles des caméras électroniques, ces variations de lumière sont transformées en oscillations électriques; rechercher des images de plus en plus détaillées, transmises à une cadence relativement rapide, entraîne donc une augmentation correspondante de la fréquence des oscillations électriques à

amplifier et à transmettre. Ainsi, le problème essentiel de la télévision est surtout un problème de fréquences ou, pour être précis, de transmission de fréquences de modulation.

Pour les transmissions de paroles, il n'est pas besoin de transmettre des fréquences supérieures à 3 500 Hz au maximum et les lignes téléphoniques ordinaires suffisent même pour de grandes distances. Mais pour des images très fines, à 819 lignes par exemple, il faut envisager des fréquences de plusieurs mégahertz dont la diffusion exige l'emploi d'ondes radio ultracourtes.

Il existe, dira-t-on, des circuits fermés de télévision industrielle avec des caméras électroniques et des récepteurs reliés par câbles. En fait, il s'agit de câbles spéciaux coaxiaux, et la liaison à grande distance au delà de 500 m n'est même pas possible sans précautions spéciales. Il est donc impossible d'envisager la transmission par lignes téléphoniques assez longues d'images suffisamment détaillées, à une cadence normale de télévision.

Il est indispensable, en pratique, d'envisager un sacrifice, soit sur la définition de l'image, c'est-à-dire sur le nombre de lignes de balayage, soit sur la cadence de transmission, c'est-à-dire le nombre des images transmises par seconde, de façon à ramener les fréquences à transmettre à une valeur compatible avec les caractéristiques des lignes téléphoniques.

Fort heureusement, il ne s'agit pas, dans

images par fils

la plupart des cas, de transmettre les images animées habituelles, artistiques ou récréatives, mais des documents divers de caractère particulier, documentaire, industriel ou commercial. Pour la transmission d'images en gros plan en visiophonie, une analyse comportant un nombre de lignes relativement faible suffit.

Les procédés à mémoire

Un premier procédé a été présenté, il y a quelque temps déjà, par les laboratoires de la Bell Telephone. Les images de format réduit, 50 × 75 mm, sont analysées avec une trame de 60 lignes seulement; elles sont transmises à une cadence très lente, à raison d'une image toutes les deux secondes.

Dans les dispositifs les plus récents d'origine anglaise et américaine et destinés aux transmissions de caractère industriel ou commercial, documentaire ou scientifique, on s'est surtout efforcé de réduire le plus possible la cadence de transmission des images, mais sans diminuer le nombre de lignes de balayage. Il est ainsi possible d'employer à une extrémité de l'installation une caméra électronique de télévision ordinaire à haute définition, et à l'autre extrémité de la chaîne, du côté du récepteur, un téléviseur également du type standard, établi aussi pour une image à haute définition.

Cette méthode exige une transformation des signaux fournis par la caméra électronique avant leur transmission à la ligne téléphonique et, inversement, une restitution de la forme des signaux reçus à l'autre extrémité de la ligne.

Pour réaliser ces transformations, on a recours à des « systèmes à mémoire », c'est-à-dire des dispositifs qui peuvent enregistrer et mettre en réserve les signaux à transmettre pendant un temps défini, de l'ordre de 5 secondes, de façon à présenter constamment à l'observateur une image sur l'écran. Un dispositif magnétique permettant l'enregistrement d'une image de télévision convenablement sélectionnée a ainsi été étudié par Philips; les signaux transmis sur une fréquence porteuse convenable sont inscrits par l'intermédiaire d'une tête d'enregistrement sur la périphérie d'un tambour rotatif recouvert d'un enduit magnétique.

Ce tambour, d'un diamètre de 40 cm, est façonné avec une grande précision, et la tête est maintenue à une distance de

l'ordre de 1 micron à l'aide d'un courant d'air sous pression. Le fonctionnement du système est délicat, car l'enregistrement d'une image à balayage lent se fait à 3 tours/minute, et sa reproduction à 3 000 tours/minute.

Parmi les autres dispositifs proposés, les plus intéressants et les plus originaux comportent, pour la transmission et la réception, des tubes cathodiques convertisseurs de balayage à mémoire. Ce sont des tubes qui permettent d'emmageriser des signaux électriques sous forme de charges électriques, déposées au moyen d'un canon électronique d'inscription à haute tension. Ces signaux en réserve sont lus par un second canon électronique qui les restitue selon le standard désiré.

Dans ce domaine, signalons un dispositif très récent d'un intérêt immédiat, réalisé par la Westinghouse Electric Corp. Cette installation comporte une nouvelle caméra électronique à balayage très lent à la cadence d'une image toutes les 8 secondes, qui fournit des signaux à basse fréquence. Ces signaux peuvent être enregistrés par un magnétophone ordinaire, transmis par fils téléphoniques ou par ondes électriques. Un système à mémoire électronique « conserve » chaque image pendant le balayage de 8 secondes; bien entendu, on transmet presque uniquement des portraits ou des images d'objets en gros plan.

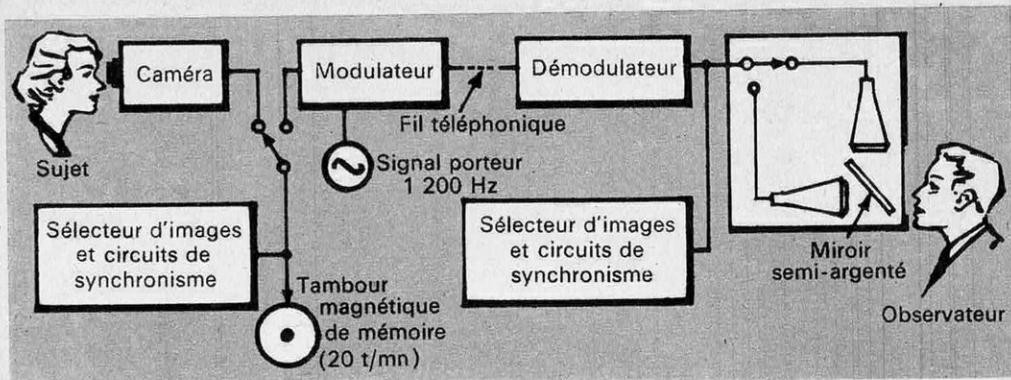
La "télédistribution"

La télédistribution des spectacles télévisés par câbles téléphoniques à des abonnés privés est intéressante, en principe, car, dans beaucoup de localités, la réception est défectueuse.

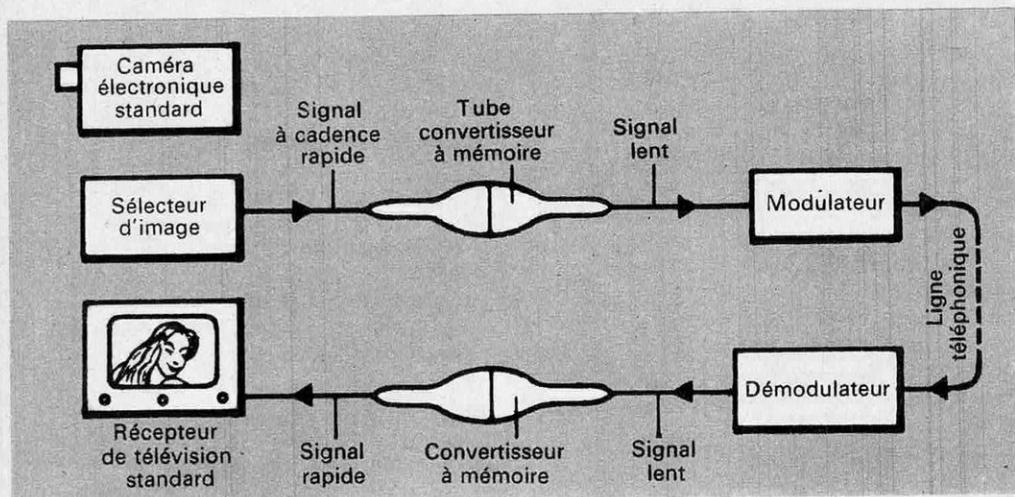
Le problème a déjà été étudié à l'étranger. Dans un premier système, les signaux d'images sont distribués par câble coaxial; celui-ci alimente les téléviseurs des abonnés, qui sont des appareils normaux. Il s'agit, en fait, d'un système d'antenne centrale, de plus grandes dimensions et plus efficace que les « antennes communes » montées actuellement sur les grands immeubles.

L'excellente situation des antennes du réseau permet aux abonnés une réception meilleure que celle obtenue avec une antenne individuelle; en outre, les émissions lointaines que les abonnés ne pourraient pas recevoir eux-mêmes avec une qualité suffisante sont captées facilement.

Dans un deuxième genre de procédé,



Dans le procédé de visiotéléphonie Bell, le sujet est exploré normalement 50 fois par seconde par la caméra, mais une seule des images, enregistrée sur tambour magnétique, est transmise toutes les deux secondes sur la ligne. Deux tubes cathodiques à rémanence assurent l'observation continue grâce à une glace semi-argentée à 45°, l'image venant s'inscrire sur un des tubes pendant que l'autre tube est observé.



Voici le schéma très simplifié d'une installation récente de transmission d'images par fils téléphoniques, de caractère technique ou industriel, pour lesquelles une haute définition n'est pas exigée. On utilise une caméra électronique industrielle ordinaire à cadence rapide, et également un téléviseur ordinaire. Mais deux tubes convertisseurs à mémoire sont en circuit, l'un à l'émission, l'autre à la réception : le premier transforme les signaux avant leur envoi sur la ligne téléphonique ; l'autre convertisseur restitue aux signaux leur forme primitive avant de les délivrer au poste récepteur.

Le signal d'image n'est pas transmis directement au câble de distribution ; il permet d'obtenir un signal intermédiaire de fréquence relativement basse, et on n'utilise plus des téléviseurs ordinaires, mais des appareils très simplifiés, qu'on appelle des « téléviseurs esclaves ». Le signal d'entrée est appliqué à un niveau élevé, et le son est distribué sur les mêmes paires de câbles ; le câble contient autant de paires qu'il y a de programmes différents à distribuer.

Le système comporte encore une antenne

centrale et offre donc les mêmes avantages de réception à grande distance ; mais le câble à paires multiples de transmission est assez coûteux. Par contre, le prix de revient des « postes esclaves » d'abonnés est beaucoup plus réduit que celui des téléviseurs habituels du commerce.

La télédistribution par câble est déjà en pratique en Grande-Bretagne depuis quelques années. Il y aurait environ 300 entreprises anglaises de télédistribution de petite ou moyenne importance desservant 500 000 abonnés.

H.P.

**POUR
L'ALIMENTATION
DES
RÉCEPTEURS**

piles et ba toujours plus légères, com

Aux temps héroïques de la radiophonie (on disait alors « la T.S.F. ») les récepteurs étaient alimentés au moyen de batteries d'accumulateurs assez lourdes et encombrantes, dont les projections d'acide étaient redoutables, et qu'il fallait recharger continuellement. Dans certains cas, on employait aussi des piles sèches, qui s'usaient rapidement et qui étaient relativement coûteuses.

Avec quel enthousiasme fut accueillie la réalisation des premiers tubes électroniques amplificateurs, dits « à chauffage indirect », qui permettaient l'alimentation des appareils au moyen du courant du secteur et la suppression des batteries !

Mais aujourd'hui, par un de ces curieux retours que l'on constate parfois dans l'histoire des inventions et des techniques, l'emploi des batteries, du moins sous une forme modifiée, s'impose à nouveau pour l'alimentation d'un grand nombre d'appareils électroniques, et tout d'abord pour les radiorécepteurs et les téléviseurs portatifs.

Cette transformation surprenante est due à la diffusion de plus en plus considérable des appareils équipés avec des transistors, ces petits éléments prodigieux, amplificateurs, détecteurs et oscillateurs à semi-conducteurs, germanium ou silicium, qui ne comportent plus, comme les tubes à vide, des filaments chauffés par le courant électrique, et peuvent fonctionner avec des courants continus de basse tension et de très faible intensité.

Avec ces batteries, plus besoin de se soucier de la proximité d'une prise de courant, l'appareil alimenté fonctionne partout et à tout instant, sans risque de panne du secteur ou de surtension. La suppression des ronflements et des bruits parasites provenant des courants haute fréquence transmis par les fils du secteur n'est pas moins intéressante.

L'emploi des batteries et, en particulier, des piles sèches, n'a peut-être jamais été aussi développé; bien souvent même l'utilisation du courant du secteur n'offre plus guère d'avantages.

S'il n'existe pas, à l'heure actuelle, de batterie universelle utilisable pour toutes les applications électroniques, l'usager a le choix entre des types assez différents, suivant les caractéristiques électriques nécessaires, les dimensions utilisables, en tenant compte, bien entendu, des frais d'achat et d'entretien.

Les piles : pierres d'achoppement

L'emploi des piles n'a pourtant pas que des avantages. Il faut les remplacer régulièrement; elles s'usent plus ou moins vite, suivant la façon dont elles sont utilisées et, en particulier, l'intensité de l'audition désirée. La façon dont elles s'usent peut aussi présenter des inconvénients graves pour le fonctionnement des appareils à transistors; elle peut avoir une influence par suite des transformations internes des éléments (ce qui n'est d'ailleurs pas le cas pour les accumulateurs).

Au fur et à mesure du vieillissement de la pile, on constate un affaiblissement de l'audition, et d'autres troubles gênants; la sensibilité globale du radiorécepteur diminue et, pour les fréquences élevées, toute réception peut devenir impossible, c'est-à-dire qu'on ne peut plus capter les radioconcerts provenant de postes lointains ou transmis sur ondes courtes.

De même, le montage « anti-fading », ou de commande automatique de gain, qui a pour but de s'opposer aux variations du niveau d'audition dues à la propagation des ondes, n'agit plus. On constate une distorsion haute fréquence de détection, des déformations musicales apparaissent et la puissance sonore utili-

batteries pactes et sûres

sable diminue considérablement; le fait est particulièrement gênant lorsqu'il s'agit d'un radiorécepteur musical à modulation de fréquence, comme il en existe désormais d'excellents modèles.

Ces défauts font le désespoir de certains usagers des appareils à transistors. Mais comment y remédier? On a envisagé des modifications des montages qui doivent permettre de maintenir le fonctionnement normal sur une gamme de tension très large, même lorsque la tension du courant fourni par la pile s'abaisse, par suite du vieillissement.

On peut aussi songer à utiliser des batteries fournissant un excès de puissance quand elles sont neuves et assurant encore un niveau suffisant après une certaine durée; mais il en résulte une augmentation de la consommation et, par conséquent, des dépenses d'entretien.

On peut également modifier le système d'amplification final, de façon à obtenir encore un niveau sonore suffisant lorsque la tension de la pile s'abaisse, mais ce procédé augmente encore la consommation et, par suite, la dépense.

Une solution récente consiste à utiliser une petite pile auxiliaire, du même type que les piles principales, fournissant un débit extrêmement faible, mais qui a pour but seulement d'agir sur les transistors pour stabiliser le courant au repos. Cette pile s'use plutôt par son vieillissement même que par sa consommation; il suffit pourtant de l'employer pour obtenir, en principe, une augmentation de 30% à 50% de la durée de vie moyenne des batteries. En outre, les circuits d'alimentation sont plus simples, ce qui réduit d'autant les risques de panne.

En fait, tous ces montages, si ingénieux soient-ils, ne sont que des palliatifs; ils peuvent atténuer les défauts des piles, mais ne les

suppriment pas. La meilleure solution consiste dans l'amélioration des batteries; en particulier, des éléments dont la tension varie peu avec la décharge permettraient d'obtenir des résultats très supérieurs. Des progrès très intéressants ont été réalisés et méritent d'être signalés.

Qu'est-ce qu'une pile électrique?

Le mot « pile » provient, on le sait, de ce que la première source pratique d'électricité était constituée par un *empilement* de disques de cuivre et de zinc alternativement séparés par des rondelles de drap imbibées d'eau acidulée.

La plus simple des piles de démonstration dite de Volta comporte dans un petit récipient de verre, rempli d'eau acidulée par l'acide sulfurique, une lame de zinc et une lame de cuivre assez rapprochées, mais qui ne se touchent pas.

Les deux lames sont électrisées en sens contraires; la lame de cuivre est appelée le « pôle positif », et la lame de zinc « le pôle négatif » (elle pourrait, d'ailleurs, être remplacée par une lame de charbon). L'énergie électrique est fournie par transformation de l'énergie chimique à la suite de l'attaque du zinc qui constitue le métal actif, et du déséquilibre qui en résulte. Le courant persiste tant qu'il ne se produit pas, soit la destruction complète du métal par l'acide, soit un autre phénomène appelé « polarisation », dû également à une action chimique.

Si on laisse la pile en circuit sans prendre de précaution spéciale, l'énergie électrique produite diminue assez rapidement, non parce que tout le métal a disparu sous l'action de l'attaque de l'acide, mais par suite d'une sorte de fatigue progressive de l'élément, qui est précisément la polarisation. Elle est due en grande partie, dans la pile classique, au dégagement

piles et batteries

ment de bulles de gaz hydrogène autour de la lame de cuivre, ce qui modifie la surface de la lame et son état électrique.

Pour éviter ce phénomène, on a d'abord songé à utiliser un corps se combinant avec l'hydrogène, un oxydant, c'est-à-dire un corps dégageant de l'oxygène. Ce dépolarisant oxydant peut être solide, liquide ou gazeux; les piles employées pratiquement en électronique comportent toujours des corps dépolarisants et généralement solides.

Comment juger de la qualité des piles ?

Les piles que l'on peut utiliser pratiquement sont dites « sèches » parce qu'elles ne contiennent pas de liquide et comportent uniquement des corps, sinon solides, tout au moins pâteux; les types et les marques sont très divers, mais les qualités effectives dépendent, tout d'abord, des procédés de fabrication.

Une pile ne s'use pas seulement quand on la relie à un appareil électrique ou électronique; ce phénomène doit être ralenti, autant que possible, et la qualité d'une batterie sera d'autant plus grande que le courant effectif produit sera obtenu plus longtemps et plus régulièrement, c'est-à-dire avec une tension plus constante.

La pile idéale, selon le slogan bien connu, « ne s'use que lorsqu'on s'en sert »; mais, quand la pile fonctionne, la production de l'énergie électrique est forcément obtenue par destruction correspondante d'une électrode métallique et par épuisement progressif du dépolarisant; l'usage efficace de la pile est d'autant meilleur que cette usure et cette décomposition sont moins rapides.

Il faut maintenir un juste équilibre entre les matières entrant en réaction chimique et aucun effet parasite ne devrait troubler la réaction essentielle assurant la production de courant électrique; en fait, les réactions parasites sont généralement produites par des impuretés se trouvant dans les matières employées. Tous les constituants adoptés doivent ainsi être sévèrement contrôlés, d'où l'importance essentielle des procédés de fabrication.

La tendance à la miniaturisation se fait sentir nécessairement dans la construction des piles, comme de tous les autres éléments des appareils à transistors, par exemple.

La pile, souvent plus ou moins « miniature », doit cependant assurer une durée de service de plus en plus longue, ce qui nécessite des types améliorés et des conceptions nouvelles; en réduisant simplement les dimensions des piles classiques, grâce à des techniques plus

ou moins ingénieruses, on ne peut atteindre ces durées nécessaires.

La pile ne fournit du courant que durant l'activité de ses composants; la réaction chimique qui se produit entre le métal actif et l'électrolyte continue alors qu'aucun courant n'est demandé à la pile. Cette réaction parasite dépend de la nature et du degré d'impureté du métal, ainsi que des conditions de température, et ce « fonctionnement interne » réduit la vie propre de la pile; il faut, avant tout, s'efforcer de l'éviter.

La « vie utile » de la pile dépend du courant que l'on peut en obtenir avant la réduction trop importante de la tension; elle est donc fonction du type et de la qualité des matériaux utilisés pour sa construction, ainsi que des conditions de température. En général, plus le courant débité pour l'alimentation de l'appareil considéré est important, plus la vie est courte.

Ce qu'on appelle la « capacité » d'une pile indique l'intensité du courant que l'on peut obtenir pendant une durée déterminée, exprimée en heures; pour les piles des appareils électroniques, on l'indique en milliampères-heures. En fait, il est plus facile de réaliser des éléments d'assez grande capacité, robustes et de dimensions relativement grandes, que des éléments très réduits ou miniatures utilisés dans les appareils à transistors, et c'est là une difficulté supplémentaire. La façon dont est réalisée la dépolarisation et la nature du dépolarisant employé offrent une grande importance, et les différents types de piles se distinguent spécialement par cette caractéristique.

Les éléments miniatures doivent débiter presque toute l'énergie électrique fournie théoriquement par les réactions chimiques; sinon la durée de vie devient trop réduite. La pile doit être très soigneusement étudiée pour donner les meilleurs résultats possibles et avoir un rendement optimal.

Ces piles modernes doivent encore satisfaire à d'autres exigences : elles doivent être robustes, peu sensibles aux conditions extérieures, telles qu'humidité et température, et surtout ne pas présenter de défaut d'étanchéité. Elles sont placées, la plupart du temps, dans le boîtier même des appareils électroniques et à proximité des éléments les plus délicats du montage, tels que les conducteurs, les résistances, les capacités et les transistors. Tout écoulement de matière chimique risque de provoquer des corrosions, sinon des destructions plus ou moins complètes et, par suite, un arrêt de fonctionnement ou, en tout cas, des bruits parasites très désagréables. Beaucoup trop de possesseurs de récepteurs à transistors

l'apprennent chaque jour à leurs dépens.

En attendant des transformations plus révolutionnaires, trois types de piles sont généralement utilisés pour l'alimentation des appareils électroniques. Ce sont la pile classique Leclanché, dite zinc-carbone, les éléments récents alcalins zinc-manganèse et, enfin, la pile au mercure.

Les piles sèches classiques et leur construction

Le plus grand nombre des éléments de piles utilisés à l'heure actuelle en France sont encore du premier type à chlorure d'ammonium, avec des formes cylindriques dites « torches », ou des plaquettes empilées, suivant qu'il s'agit d'éléments séparés de 1,5 volt, de batteries de faible tension de 3,5 à 4,5 volts au maximum, ou de petites batteries miniatures à tension relativement plus élevée, par exemple de 9 volts, pour transistors.

Le système de base est composé, en principe, par une électrode positive en charbon entourée de sa gaine dépolarisante, et une électrode négative cylindrique en zinc extérieure, constituant également une cuve pour le système, en contenant l'électrolyte immobilisé. Cet élément de pile permet de produire un courant d'une tension initiale de 1,46 volt.

En pratique, on associe les éléments en série, en réunissant l'électrode en charbon d'un élément à l'électrode en zinc de l'élément suivant, le voltage final obtenu étant proportionnel au nombre des éléments. Les éléments de la batterie doivent être parfaitement isolés les uns des autres et c'est là une des difficultés de fabrication des modèles à éléments multiples.

La pile a une capacité moyenne de l'ordre de 80 watts-heures par kg, mais son rendement baisse dès qu'on veut lui imposer des charges trop fortes et, dans des conditions sévères, on n'obtient plus qu'une capacité de l'ordre de 40 watts-heures par kg; inversement, pour des débits, c'est-à-dire des charges, faibles, on peut obtenir 100 watts-heures par kg.

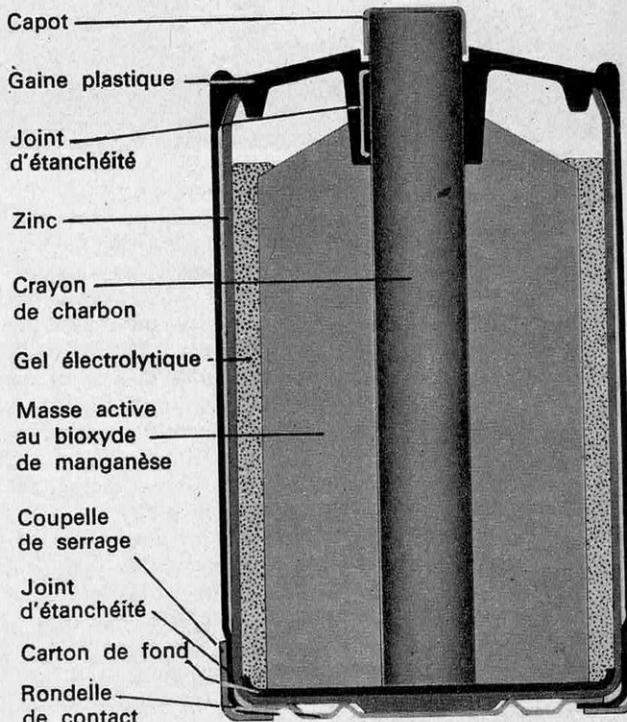
Il est assez difficile d'établir des batteries miniatures de ce type, parce que la réduction des dimensions diminue sérieusement la capacité; on superpose des éléments zinc-carbone plats pour obtenir des voltages plus élevés, mais la capacité de telles piles ne dépasse pas celle d'une couche isolée.

La forme la plus simplifiée est la pile « torche » moderne, avec l'électrolyte sous une forme pâteuse; un des grands perfectionnements obtenus dans les modèles récents a consisté à monter le boîtier en zinc dans une enveloppe en acier étanche, et à ménager un

coussin d'air au-dessus de l'électrolyte, pour éviter la nécessité d'un orifice de ventilation, ou bien à utiliser une gaine plastique perméable aux gaz.

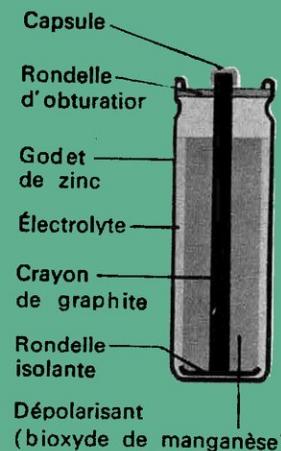
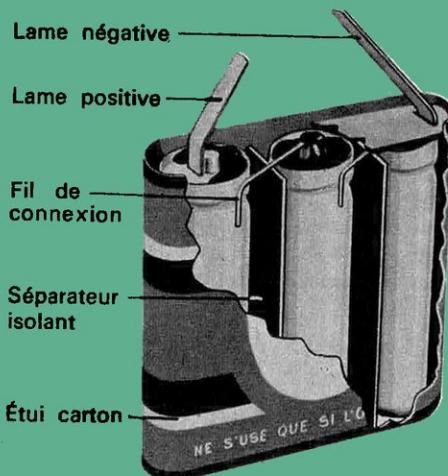
Malgré tout, ces piles sont affectées par les variations de température, de part et d'autre d'une gamme limite, et permettent difficilement, avec un bon rendement, des décharges très longues; l'utilisation continue entraîne un abaissement relativement rapide du voltage.

Le fonctionnement parasite interne dépend surtout des conditions de température; on



Voici, en coupe, une pile-torche Leclanché zinc-carbone. C'est la pile sèche classique des petits appareils autonomes, des récepteurs à transistors, etc. Elle a été notablement perfectionnée par l'adoption d'une enveloppe étanche, ici gaine en matière plastique.

piles et batteries



La pile classique à trois éléments raccordés par des fils de connexion et réunis dans un boîtier en carton dont émergent seulement les lames positive et négative de raccordement. Son encombrement et son poids sont très réduits et elle est d'une grande robustesse.

Pour réaliser des batteries de piles sèches de tension relativement élevée et de dimensions acceptables pouvant être placées dans les petits appareils à transistors, on utilise des éléments empilés réduits et plats reliés les uns aux autres par contacts à pression.

peut le réduire en choisissant convenablement les composants et, en particulier, le dépolarisant.

L'emploi d'un bioxyde de manganèse impur et bon marché constitue une cause de réduction de vie de l'élément, par suite de réactions accessoires; on prépare désormais du bioxyde synthétique très pur mélangé avec un minéral naturel pour augmenter les qualités de la batterie.

Cette pile Leclanché exige, en principe, un dégagement et une aération continus pour éviter l'augmentation de la pression interne.

La pression du gaz à l'intérieur du cylindre de zinc est capable de produire des déformations; elle peut également projeter au dehors des corps corrosifs; c'est là ce qui constitue l'intérêt des éléments étanches comportant des cylindres d'acier extérieurs ou des gaines en matière plastique.

La pile ordinaire, lorsqu'elle doit fournir des débits relativement importants, devrait, en principe, être employée d'une manière intermittente, en raison du rendement relativement faible du dépolarisant, ce qui produit une accumulation interne de gaz hydrogène. Elle demeure cependant la plus employée pour une large gamme d'applications; aussi s'efforce-t-on d'établir des modèles différents, au nombre de trois ou quatre au minimum, suivant les usages désirés.

Lorsqu'il s'agit, par exemple, d'alimenter des lampes-éclairage exigeant un courant relativement intense, mais une quantité d'énergie faible pour chaque opération, la proportion de carbone utilisée est plus grande et la capacité est réduite en conséquence. Au contraire, pour des radiotéléphones à transistors, le courant utile est généralement faible, mais la durée de

service continue doit être longue. La capacité est augmentée en utilisant un dépolarisant synthétique.

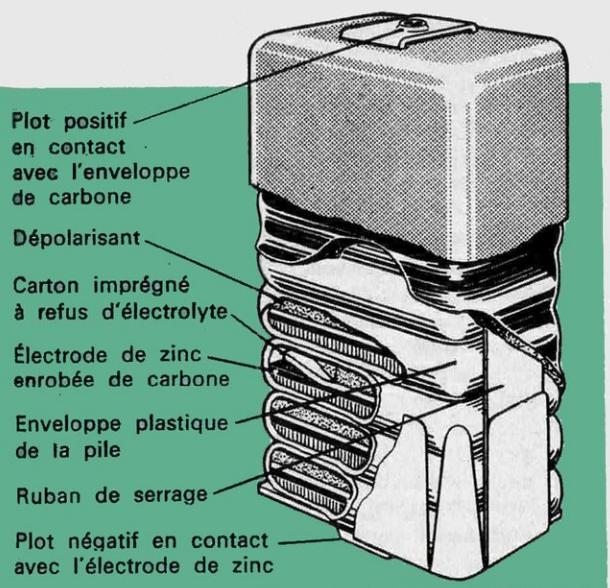
Les perfectionnements récents des piles sèches

Parmi les perfectionnements récents de ces piles classiques, on peut citer ceux qui concernent l'électrode négative en zinc, l'électrode positive avec sa gaine dépolarisante et le montage général des éléments. Dans certains modèles français, le fond du godet n'est plus en zinc, mais en matière moulée; une partie du fond est rabattue sur les rebords du godet de zinc et assure d'une manière efficace l'étanchéité du cylindre.

On a songé également à améliorer le zinc lui-même et son procédé d'amalgame; on utilise ainsi des godets en alliage de zinc et de mercure, qui permettent de réduire la rapidité de l'usure du métal, dans une proportion de l'ordre de 4 à 5. Le remplacement du chlorure d'ammonium par du chlorure de magnésium assure une plus longue conservation, mais réduit la capacité des éléments, et l'isolation entre le dépolarisant et le cylindre de zinc peut être réalisé avec une colle de gélatine insolubilisée.

Un procédé fort intéressant, permettant, en principe, d'augmenter beaucoup la durée de conservation des piles au repos, consiste à introduire uniquement l'électrolyte au moment de l'emploi; de nombreuses méthodes imaginées dans ce but ont été proposées avec plus ou moins de succès.

Dans une batterie comportant un certain nombre d'éléments en série, telle que celles



ilisées dans les appareils à transistors, les oubles de fonctionnement, sinon la mise hors service complète, peuvent provenir de la détérioration plus rapide d'un seul des éléments; peut-être serait-il intéressant de prévoir ainsi le remplacement possible ou, tout au moins, la mise hors circuit d'un élément suspect.

Le procédé le plus simple consiste à utiliser des boîtes rectangulaires ou cylindriques, disposées de telle sorte que le charbon d'un élément soit en contact par pression avec le zinc de l'élément suivant; cette pression, obtenue à l'aide de ressorts, peut cependant produire des contacts défectueux et risque d'entraîner une oxydation des surfaces métalliques en contact.

Dans le même esprit, on avait proposé d'utiliser des éléments plats de grande surface,

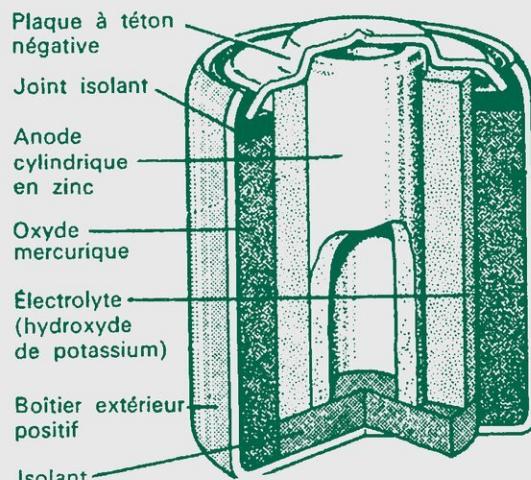
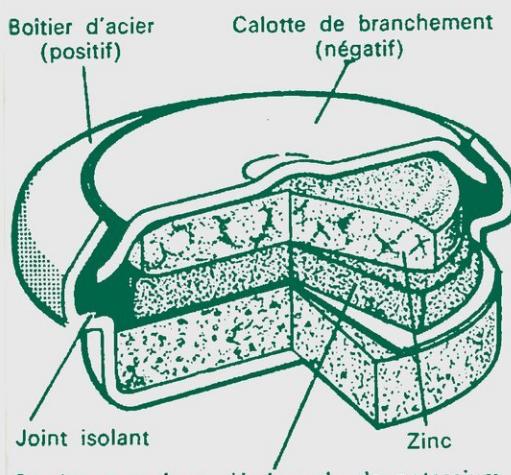
pressés simplement les uns contre les autres; mais on a dû revenir aux modèles à enveloppe étanche.

Des piles remarquables: les piles au mercure

Le renom des piles au mercure est indiscutable et on les considère comme les meilleurs modèles possibles pour l'alimentation des appareils à faible intensité; elles ont été étudiées à l'origine, pendant la seconde guerre mondiale, dans le dessein d'alimenter les matériels de transmission portatifs et leur fabrication a été continuellement améliorée par des recherches et des études intensives.

Leur conception et leur réalisation diffèrent totalement de celles des piles de type classique; grâce à leurs rapports énergie/dimension et énergie/poids, très élevés, elles conviennent particulièrement à l'alimentation des matériels électroniques dans lesquels l'espace disponible est restreint. Elles assurent aussi un débit d'énergie beaucoup plus uniforme, que la décharge soit intermittente ou continue, et fonctionnent plus efficacement dans des conditions sévères; elles peuvent, en outre, être stockées pendant deux ans au minimum sans perte de capacité appréciable. Ces éléments, comme les piles classiques, ne sont pas réalisés de la même manière suivant les différents usages considérés; pour les matériels modernes à transistors, leurs caractères essentiels sont la stabilité d'énergie débitée, une longue durée, et une longue conservation; pour les montres, au contraire, et le matériel photographique, en particulier, il faut surtout une tension constante, un faible débit, une longue vie et une construction étanche.

L'électrode positive est en zinc, soit en



Deux formes de la pile au mercure Ruben-Mallory. Rendement et capacité par rapport au poids et à l'encombrement sont remarquables. L'usure au repos est pratiquement nulle. Le vieillissement est progressif, d'où une tension plus constante pendant la durée de service.

piles et batteries

feuilles, soit sous forme de poudre comprimée, tandis que l'électrode négative est constituée par de l'oxyde mercurique, qui sert également de dépolarisant. On ajoute, en pratique, un faible pourcentage de graphite micronisé, pour améliorer les caractéristiques physiques et diminuer la résistance interne; l'électrolyte est une solution aqueuse concentrée de potasse et d'oxyde de zinc.

Les caractéristiques de la décharge sont remarquables par la durée et la stabilité du voltage pendant toute la durée de service. La variation n'est que de l'ordre de $\frac{1}{2}\%$, ce qui est particulièrement remarquable pour l'alimentation des appareils portatifs de tous genres; la capacité est de 180 watts-heures par kg, et de 0,7 watt-heure par cm³ avec un rendement élevé.

Les formes peuvent être assez diverses et on utilise des anodes de zinc de deux formes différentes, en poudre comprimée et en feuilles amalgamées, roulées sur elles-mêmes. Les enveloppes externes anti-corrosives sont nickelées ou en acier inoxydable et l'auto-évacuation des gaz permet l'échappement des gaz produits dans des conditions de fonctionnement accidentelles.

Sur ce principe, on a pu réaliser des éléments absolument minuscules, de $3,43 \times 8,75$ mm de diamètre, pesant moins de 0,73 g et ayant, malgré tout, une capacité de 36 mA/h et un débit en service de 2 mA; de telles piles ont ouvert de nouvelles possibilités à de nombreuses techniques. Par exemple, les pilules-radio, déjà utilisées avec efficacité en médecine, n'auraient pu être réalisées sans une source d'énergie minuscule. Il en est de même pour les appareils miniatures de prothèse auditive, et ce dispositif merveilleux, connu sous le nom de « Pacemaker », qui permet de remédier aux insuffisances du rythme cardiaque, n'aurait jamais été utilisable sans une pile à très longue durée.

Les nouvelles batteries alcalino-manganèse

La pile au mercure constitue une source d'énergie presque idéale pour l'alimentation d'un grand nombre d'appareils à semi-conducteurs; son principal inconvénient réside encore dans son prix de vente assez élevé.

Mais les recherches ne cessent pas. Nous avons vu apparaître depuis quelque temps un autre type de pile, qui diffère surtout du modèle Leclanché par l'utilisation d'un électrolyte de potasse, et qui possède de meilleures caractéristiques, un rendement plus élevé, et peut être établi plus facilement sous des dimensions plus faibles.

La cathode est constituée par des bi-oxydes de manganèse très comprimés, avec un petit boîtier d'acier servant de collecteur, et une anode de zinc de grande surface est en contact avec l'électrolyte. Ce dernier assure une résistance interne faible et une grande capacité de service. Les éléments sont scellés hermétiquement et enfermés dans une enveloppe d'acier, ce qui évite tout risque de suintement extérieur. Le voltage est nominale de 1,5 volt, et la capacité est relativement constante pour une gamme assez large de courants de décharge.

Le premier avantage réside dans un rendement élevé, même dans des conditions difficiles (flash, par exemple), pour lesquelles les éléments standard classiques sont insuffisants; la durée de service peut être dix fois plus grande que celle des piles ordinaires.

Pour de faibles intensités, en particulier pour de petits postes à transistors, la durée de service est deux fois plus longue que celle des éléments ordinaires, et presque égale et parfois supérieure à celle des éléments au mercure; la faible résistance interne améliore le fonctionnement des radiorécepteurs et réduit les distorsions, et l'influence de la température est réduite.

Le prix est intermédiaire entre celui des piles sèches ordinaires et celui des éléments au mercure.

La dépense réelle en fonction de la durée est très réduite; elle est plus faible que pour des piles sèches ordinaires lorsqu'il s'agit d'obtenir un fonctionnement continu dans des conditions de décharge difficiles.

Une autre solution nouvelle: la batterie d'accumulateurs étanche

L'accumulateur est essentiellement un réservoir d'énergie que l'on peut charger régulièrement au moyen du courant continu, provenant, par exemple, du secteur alternatif redressé, et qui restitue ensuite la plus grande partie de cette énergie, au moment désiré et dans des conditions convenables.

Les premiers radiorécepteurs fonctionnaient uniquement au moyen de ces batteries; mais il s'agissait alors d'éléments au plomb, à électrolyte acide, du genre de ceux employés sur les automobiles, par exemple, et dont on subissait les inconvénients : poids élevé, encombrement, dégagement de vapeurs acides, suintement de sels gênants, nécessité d'une recharge régulière, même au repos, durée de service relativement courte. Malgré leurs perfectionnements et, en particulier, la possibilité d'immobiliser l'électrolyte au moyen d'un composé pâteux, il n'est plus question de les

utiliser pour l'alimentation des appareils à transistors.

Cependant, l'alimentation par piles reste encore difficile dans certains cas lorsque le débit est élevé. On envisage ainsi la réalisation de téléviseurs portatifs à transistors, mais ces appareils comportant aisément plusieurs dizaines de transistors exigeront une consommation élevée; l'emploi des piles peut alors devenir prohibitif et les accumulateurs s'imposent encore.

Fort heureusement, on a mis au point des éléments d'accumulateurs hermétiques au cadmium-nickel, d'entretien très réduit, qui n'exigent aucun remplacement de liquide, et ne rejettent aucun gaz extérieurement; ils contiennent, d'ailleurs, un électrolyte alcalin et non acide.

Ce sont des accumulateurs d'un caractère très particulier, entièrement métalliques, et construits suivant des procédés complètement mécaniques, ce qui leur assure une grande résistance.

On peut désormais utiliser des éléments scellés de ce genre, de dimensions et de capacité très diverses; des modèles en forme de boutons, d'une capacité de 50 à 1 600 mAh, des éléments cylindriques de 450 à 6 000 mAh, des éléments rectangulaires de 1 à 9 Ah. La capacité est généralement indiquée pour un régime de décharge de 5 heures; elle est évidemment réduite lorsque la décharge est plus rapide.

Toute batterie rechargeable perd plus ou moins sa charge lorsqu'elle reste au repos; mais cette perte est beaucoup plus réduite avec

ce genre d'élément, et la variation n'est pas non plus importante sous l'influence de la température, entre -20° et $+45^{\circ}$ C.

La charge est très facile au moyen de petits redresseurs secs, et le meilleur procédé consiste à effectuer des charges d'entretien avec une faible intensité; ces éléments peuvent aussi supporter des surcharges sans inconvénients, lorsqu'on veut obtenir une recharge rapide, à condition toutefois de ne pas dépasser l'intensité correspondant environ à une charge complète en 10 heures.

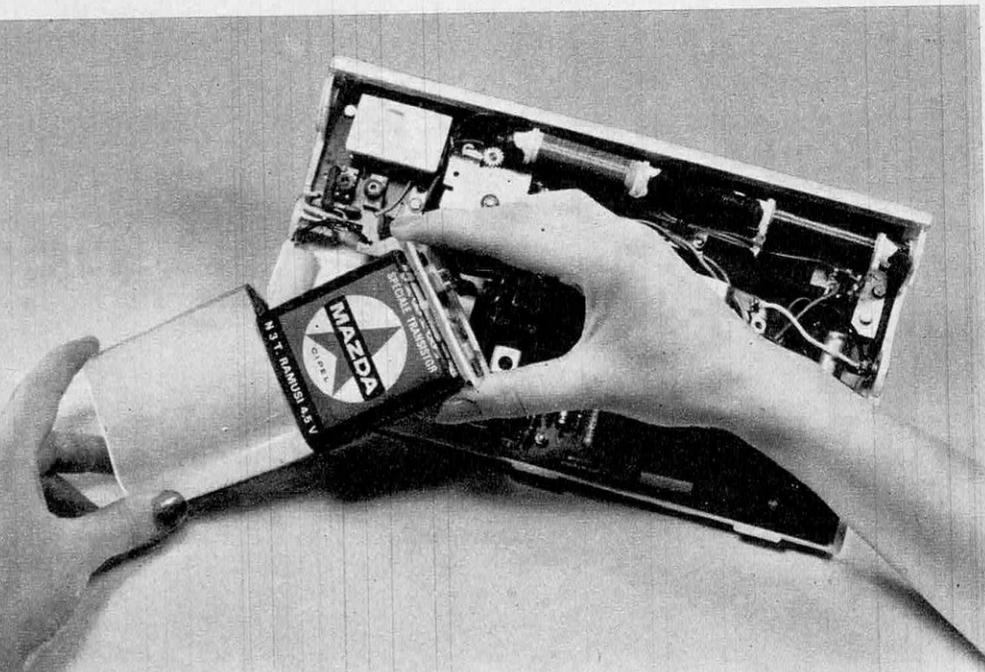
Piles ou accumulateurs ?

Ces éléments peuvent-ils être employés pour des radiorécepteurs ordinaires, en remplacement d'une batterie de piles? Il existe déjà des modèles pratiques destinés à cet usage; en fait, l'avantage obtenu dépend des circonstances et des conditions d'utilisation.

Considérons deux auditeurs de radio, possédant des postes à transistors absolument identiques. Le premier utilise son appareil presque constamment pour obtenir une sorte de « fond sonore » pendant 10 heures par jour, dans un local industriel; il est donc obligé de le faire fonctionner avec un niveau sonore élevé, et la consommation de la batterie atteint 45 mA.

Notre deuxième amateur de radio, au contraire, utilise seulement son appareil dans l'intimité de son studio, une heure par jour, avec un niveau sonore peu élevé et la consommation de la batterie ne dépasse pas 15 mA.

En principe, ces deux appareils peuvent



Dans un récepteur à transistors, la mise en service de piles neuves est immédiate. Glissées dans le bac plastique, elles s'adaptent aisément sur le coupleur prévu à cet effet sur la plupart des postes modernes.

LA PILE
leclanché
a mis au point



LA NOUVELLE PILE T.L.D.
TRANSISTOR LONGUE
DURÉE au complexe de bio-
xyde de manganèse super-
actif. Spécialement conçue
pour donner à tous les postes
à transistors une durée
d'écoute très accrue.



LA SEULE GAMME DE PILES
100 % ETANCHES, équipées
d'une gaine en plastique
étanche spécialement traitée,
qui empêche la pile de couler
et, par suite élimine les risques
de corrosion de vos appareils.

piles et batteries

aussi bien être alimentés avec des piles sèches, dont le prix est de l'ordre de 3 F par exemple, que des éléments rechargeables de bonne qualité valant par exemple 30 F, sans compter le prix du chargeur.

Notre premier amateur peut acheter des éléments cadmium-nickel et un chargeur, et recharger chaque nuit sa batterie. En comparant les frais à ceux exigés par une batterie de piles sèches, l'amortissement est assuré en deux ou trois mois, et l'opération est satisfaisante.

Notre deuxième auditeur n'aura besoin de recharger sa batterie qu'une fois tous les mois environ; mais il n'aurait pas eu, non plus, à changer souvent sa batterie de piles, et l'amortissement de sa batterie d'accumulateurs exigeera plusieurs années, à condition que dans cet intervalle les éléments aient été suffisamment entretenus pour ne pas être détériorés ! La solution est donc peu recommandable.

Comment utiliser au mieux les batteries de piles ?

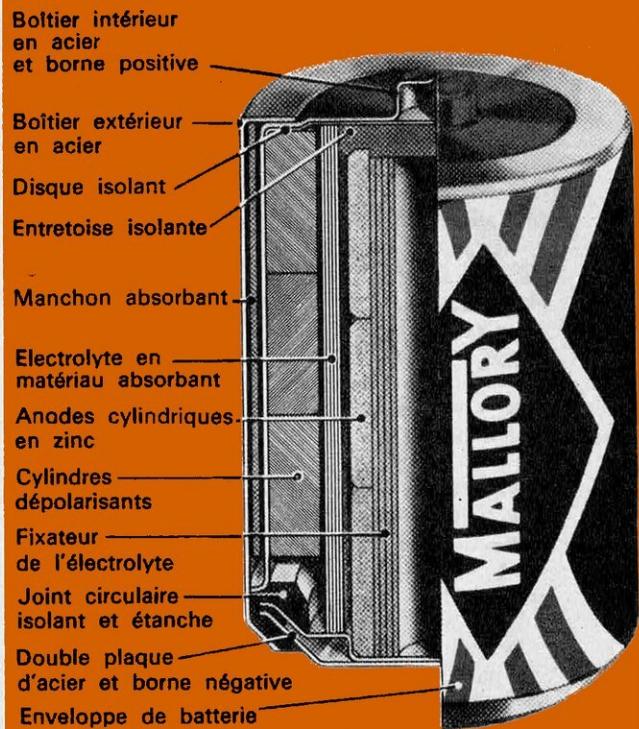
Les différences des résultats obtenus même avec des batteries de principe analogue et dans des conditions identiques s'expliquent souvent par la façon de les utiliser. Il est nécessaire de choisir un type convenant à chaque usage et de l'employer rationnellement; le débit nécessaire doit être adapté au type même de la pile et, par principe, le voltage d'une pile, malgré tous les perfectionnements, ne peut demeurer absolument constant pendant toute la durée de service.

Considérons la pile sèche ordinaire. Un élément de 1,5 volt nominal subit au début de sa décharge une diminution de voltage assez rapide; peu à peu, aux environs de 1 volt, l'affaiblissement devient beaucoup plus lent et lorsque la tension s'abaisse à 0,6 ou 0,7 volt, la pile peut être considérée comme hors de service.

Mais les phénomènes constatés sont différents pour des décharges intermittentes, avec des intervalles de plus ou moins longue durée; après chaque décharge, on constate une diminution du voltage, mais, après chaque période de repos, la tension reprend une valeur supérieure à celle qu'elle avait à la fin de la décharge précédente.

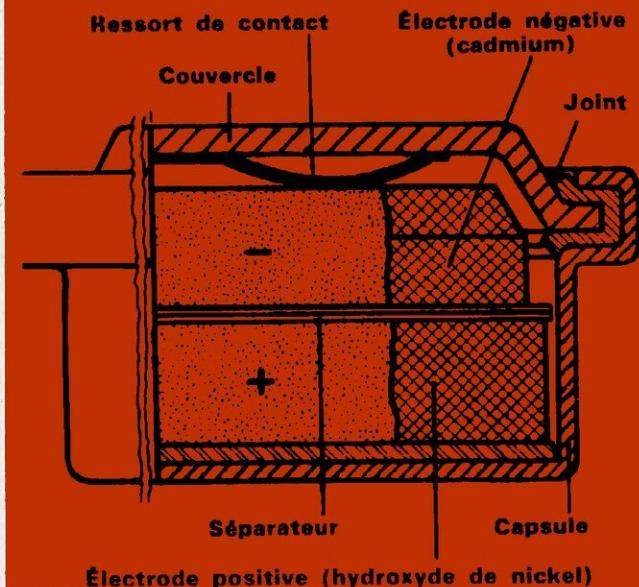
Il y a ainsi une sorte de phénomène « d'autogénération » pendant les périodes de repos, d'autant plus efficace que la durée de fonctionnement a été moins longue.

La durée de service totale peut ainsi être plus longue, et l'usage plus économique; ainsi, les piles de lampes de poche habituelles sont établies, en réalité, pour fonctionner pendant



Les nouvelles piles alcalino-manganèse ont un meilleur rendement que la pile sèche ordinaire. A dimensions égales, leur durée de service moyenne est deux fois plus grande pour les postes à transistors.

Coupe schématique d'un élément étanche d'accumulateur alcalin cadmium-nickel. Avec un tel élément, il ne se produit aucun dégagement de gaz à l'extérieur et la recharge peut être assurée automatiquement.



Électrode positive (hydroxyde de nickel)

piles et batteries

des durées assez réduites, et à intervalles espacés. C'est pourquoi il n'est pas recommandable de les employer pour l'alimentation des radiorecepteurs; il est préférable de choisir des éléments spéciaux, de prix de vente un peu plus élevé, mais en réalité plus économiques.

Les conditions dans lesquelles sont utilisées les piles offrent également une grande importance, par suite des réactions chimiques dues aux agents atmosphériques; il faut éviter l'humidité, la chaleur, et les atmosphères corrosives, qui peuvent exister au bord de la mer, sinon dans une cuisine ou dans une salle de bains.

La variation inévitable de voltage doit être généralement compensée par un procédé convenable ou, tout simplement, par une résistance compensatrice montée en série que l'on fait varier au fur et à mesure de l'usure des éléments.

Il est indispensable de se rendre compte de la véritable nature de la capacité de la pile; elle ne dépend pas seulement de ses dimensions et de son principe, mais aussi de son débit. Si l'élément produit un courant trop intense, la capacité effective diminue, alors qu'un fonctionnement intermittent l'améliore. Si nous exigeons de la pile un travail pour lequel elle n'est pas prévue, le dépolarisant n'agit plus, et le voltage ne revient plus à sa valeur normale, même au repos.

Pour choisir une pile, il faut connaître le débit de l'appareil à alimenter et le caractère du fonctionnement, continu ou intermittent; suivant la règle générale « qui peut le plus peut le moins », on a toujours intérêt à employer une pile de la plus grande capacité possible. Elle possède une plus grande quantité potentielle d'électricité; ses éléments internes sont plus robustes.

Mais, dira-t-on, dans les appareils minuscules à transistors, utilisés le plus souvent, il est impossible d'adopter de fortes batteries dont l'emplacement n'est pas prévu.

Une solution rationnelle, tout au moins pour l'appartement ou l'automobile, consiste à employer une batterie extérieure disposée dans un boîtier ou une pochette en matière plastique, et reliée à une prise de courant prévue à cet effet sur un grand nombre de modèles récents, français ou étrangers.

Peut-on régénérer les piles ?

La pile n'est pas un accumulateur qui emmagasine l'électricité; il semble donc anormal de parler d'une recharge; au bout d'un certain temps de service, elle est hors d'usage et doit être remplacée.

Il y a cependant de nombreux cas où la

durée de service semble trop réduite, par suite des nombreuses causes indiquées plus haut, qui amènent un vieillissement prématuré. Ce dernier provient souvent du perçage du cylindre de zinc par des trous minuscules, qui se manifestent par la production de sels blanchâtres, ou même de suintements dangereux pour des organes voisins non blindés.

Dans certains cas, pourtant, ce phénomène ne se produit pas et pourtant la pile est hors d'usage après une courte durée de service; les techniciens disent qu'il y a eu une augmentation de sa « résistance interne ». Dans ce cas seulement le procédé de régénération peut avoir un effet réel; l'essai sur un élément détérioré ne peut d'ailleurs présenter aucun risque, puisque la pile est déjà hors d'usage.

Il suffit d'utiliser un courant redressé de faible intensité produit par un appareil relié à la prise de courant du secteur et comportant un petit transformateur, un redresseur, et une résistance abaisseuse de tension. Un dispositif de contrôle permet, en outre, de se rendre compte du résultat obtenu au bout d'un certain temps de charge. En fait, il ne s'agit pas d'une véritable recharge, mais simplement d'une réaction chimique interne, qui compense plus ou moins l'effet de polarisation provenant de l'usure de la pile.

Il est vain, en tous cas, d'espérer un effet complet de régénération; dans les meilleures conditions, on peut seulement envisager une prolongation de la durée du service.

Les progrès futurs

Ces simples indications montrent bien, d'une part, la gravité du problème qui se pose aujourd'hui et, de l'autre, les qualités des éléments étudiés pour l'équipement des appareils électroniques à transistors; l'utilisateur peut faire son choix suivant l'appareil à alimenter et en tenant compte des possibilités de son budget.

Certes, les spécialistes continuent leurs recherches; ainsi des études récentes font appel à des anodes au magnésium et à un électrolyte aqueux de sel de magnésium, avec une cathode composée de bi-oxyde de manganèse, d'oxyde de cuivre et d'oxyde mercurique, et de corps organiques. Les nouvelles piles fourniraient des tensions de service plus élevées que les piles classiques, avec une capacité théorique améliorée.

Ce n'est qu'un exemple des progrès que l'on peut encore espérer dans ce domaine de la technique, comme en beaucoup d'autres, et qui revêtiront une importance de plus en plus grande au fur et à mesure de la diffusion du matériel transistorisé.

H. PICARD

la sécurité de fonctionnement

Radiorécepteurs et téléviseurs sont continuellement perfectionnés et transformés ; les améliorations étudiées par les techniciens ont pour but de rendre l'audition de plus en plus musicale, les images plus nettes, plus stables, et plus contrastées. Mais ces progrès n'auraient guère de valeur si le fonctionnement des appareils n'était pas suffisamment durable ou s'il était constamment interrompu par des arrêts ou des troubles de fonctionnement.

La qualité essentielle de l'appareil radioélectrique moderne est ainsi la sécurité de fonctionnement ou, comme disent les Anglo-Saxons, la « reliability » ; les techniciens ont donné à cette qualité le nom de « fiabilité », d'après de vieux mots français remis heureusement en honneur.

Pour parvenir à réaliser des montages fonctionnant pendant des mois, sinon des années, de façon absolument régulière, à des distances de plusieurs milliers, sinon plusieurs centaines de milliers de kilomètres de la Terre, avec des variations de vitesse inimaginables, les techniciens ont dû étudier de multiples problèmes mécaniques, électriques et électroniques de fiabilité. « Qui peut le plus, peut le moins », les progrès obtenus grâce à ces recherches dans le domaine professionnel servent à améliorer les montages des radiorécepteurs et des téléviseurs « grand public ».

Pour rendre de plus en plus sûr le fonctionnement des matériels, les techniciens français et étrangers ont entrepris l'étude de leurs défauts accidentels.

Ces recherches ont permis, par exemple, de déterminer la proportion des accidents survenus à différentes pièces des montages, pendant une durée de service de 5 000 heures, dans des conditions variées d'utilisation : faciles, modérées ou très dures.

Voici les défauts les plus fréquents des pièces détachées

Cette période de 5 000 heures de fonctionnement continu correspond à 6 mois de service seulement, en considérant une utilisation continue de 24 heures par jour et de 7 jours par semaine, et, en pratique, à près de 2 ans pour un radiorécepteur ou un téléviseur. La plupart des auditeurs et des téléspectateurs se contentent même de quelques heures de fonctionnement par jour, de sorte que la durée de service réelle est encore plus longue.

Quels ont été les résultats obtenus et indiqués sur le tableau ci-après ? Pour les condensateurs au papier, la proportion des défauts, dans des conditions de service modérées, est de l'ordre de 0,4 % et la fréquence des accidents ne varie pas beaucoup suivant la tension appliquée, dans les limites admissibles indiquées par le cons-

fiabilité

tructeur. Pour les condensateurs au mica, la proportion ne dépend pas beaucoup non plus de la tension appliquée.

La rupture de ces éléments est toujours due, en général, aux défauts mêmes des lames diélectriques placées entre les électrodes métalliques, avec effet cumulatif provenant de l'échauffement déterminé par le courant de fuite. Pour les condensateurs céramiques, au contraire, la tension appliquée a une grande influence sur la durée de service.

Passons aux résistances. La rupture complète d'un élément en matière moulée au carbone est due à un défaut grave de sa structure interne, tel qu'une fissure dans le corps du bâtonnet ou un contact défectueux entre l'embout ou calotte métallique de connexion et le corps de la résistance. Mais la détérioration n'est pas due à un changement de valeur de la résistance, et ce dernier phénomène dépend surtout de la charge plus ou moins forte appliquée.

Pour une charge moyenne ou assez élevée, les résistances bobinées semblent plus sujettes aux accidents que les éléments moulés en composition à base de carbone, ce qui semble surprenant à première vue. En réalité, ces résistances de forte valeur, même d'excellente qualité, sont constituées par des bobinages en fil très fin; les parties les plus délicates sont les connexions de ces fils avec les surfaces ou capsules métallisées de liaison, ou les défauts d'homogénéité de l'enroulement lui-même. Certains modèles de résistances bobinées produisent alors des bruits parasites particuliers caractéristiques, mais sans rupture franche.

Les résistances et les condensateurs constituent une grande proportion des montages et leurs détériorations sont causes d'un grand nombre de troubles et de pannes.

En étudiant particulièrement la qualité de ces éléments, il paraît possible d'obtenir une proportion de défauts inférieure à 0,5 % pour une durée de service de 5 000 heures.

Ce n'est donc pas essentiellement le nombre plus grand des pièces détachées qui augmente les risques d'accidents, mais plutôt les déficiences particulières de ces pièces. Pour un seul tube à vide, on compte généralement une dizaine de pièces détachées, telles que résistances et condensateurs; le risque des accidents dans ces dix pièces est plus faible que dans le seul tube !

L'irrégularité des productions, voilà l'ennemi

Le fait le plus grave, mais qui tend, d'ailleurs, à disparaître de plus en plus, ne consiste pas dans une insuffisance moyenne de la qua-

lité des pièces, mais bien plutôt dans l'irrégularité de cette qualité, surtout s'il s'agit de tubes et de transistors.

Il est difficile de se plaindre, sans doute, lorsque l'entretien d'un appareil exige seulement le remplacement des tubes après 10 000 heures de services effectifs, correspondant à plusieurs années d'utilisation. On peut théoriquement envisager la réalisation de tubes pouvant fournir efficacement une durée de service de 40 000 heures; ce qui est grave, c'est la possibilité de mise hors service d'un tube du montage avec une égale probabilité après 1 000 heures de service, tout aussi bien qu'après 5 000, sinon 100 000 !

Les risques d'accidents graves, tels que rupture du verre de l'ampoule, défauts des soudures, coupures des filaments de chauffage, ont déjà été réduits dans de très grandes proportions dans des tubes de haute qualité, dits à haute sécurité, grâce à une construction mécanique améliorée et des précautions méticuleuses de fabrication et d'essais. Malheureusement, ces tubes sont encore réservés aux usages professionnels.

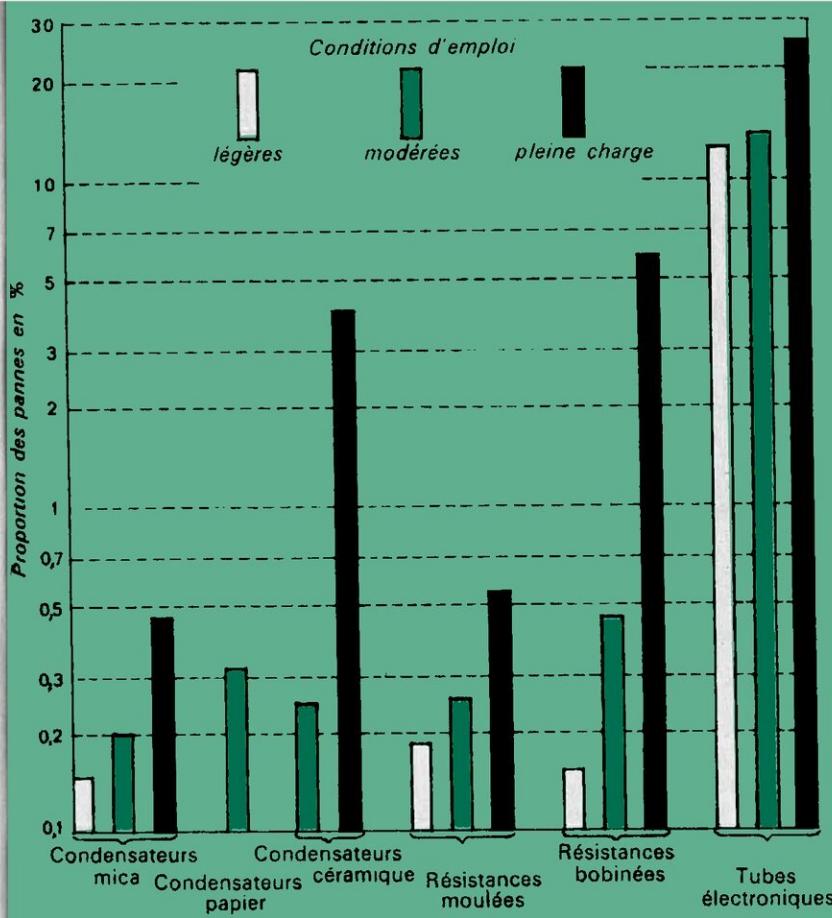
Un autre moyen peut être envisagé; il consiste à réaliser des dispositifs particuliers grâce auxquels la rupture d'un élément, d'un tube, par exemple, n'a pas d'action directe sur le fonctionnement. On peut ainsi placer deux tubes à vide en parallèle, de sorte qu'un court-circuit entre les électrodes de l'un des tubes n'arrête pas complètement le fonctionnement du montage: «la sécurité par l'abondance», disent les Anglo-Saxons. Mais il s'agit là aussi de procédés qui ne peuvent être appliqués sur des appareils «grand public».

Quelles sont les causes de pannes les plus fréquentes ?

Les condensateurs au papier et au mica peuvent être mis en court-circuit par claquage, avec percement du diélectrique; ils peuvent produire des fuites par détérioration interne ou accumulation d'un dépôt sur la surface. Des coupures ont lieu aux points de liaison entre les armatures métalliques et les fils ou calottes de connexion.

Les coupures des condensateurs électrochimiques sont assez rares entre les armatures métalliques et les connexions. Il se produit surtout des courts-circuits par surtension ou inversion de polarité et plus souvent des fuites dues à une dissipation d'énergie, associée avec un échauffement ou un dessèchement.

Les coupures et les défauts de contacts des condensateurs variables proviennent généralement de causes mécaniques. La coupure des résistances est due à une surcharge et à un



Ce tableau montre la proportion des pannes constatées pour différentes pièces détachées de radiorécepteurs pendant une durée de service de 5 000 heures dans des conditions variées d'utilisation, avec des charges faibles, modérées ou très dures.

échauffement d'un fil de connexion, au court-circuit d'une connexion; la variation de valeur provient généralement d'une surcharge.

Les défauts des tubes ne sont pas moins graves et aussi fréquents; l'émission électronique peut s'affaiblir par usure de la couche émissive, alimentation insuffisante, ou coupure d'un filament chauffant. Il peut se produire une rupture d'une connexion dans l'ampoule ou dans le culot.

Les courts-circuits se produisent entre les électrodes voisines, soit continuellement, soit seulement à chaud, par suite d'une déformation de la pièce métallique. Les fuites entre électrodes produisent du ronflement; le vide imparfait dans l'ampoule se manifeste par une luminescence plus ou moins colorée, spécialement dans les valves et les tubes de sortie.

La fiabilité des téléviseurs

L'entretien et, s'il y a lieu, le dépannage des téléviseurs sont plus complexes que ceux des radiorécepteurs. Ces appareils plus lourds, plus difficiles à transporter, exigent le déplacement à domicile de dépanneurs spécialisés, d'où des frais supplémentaires importants.

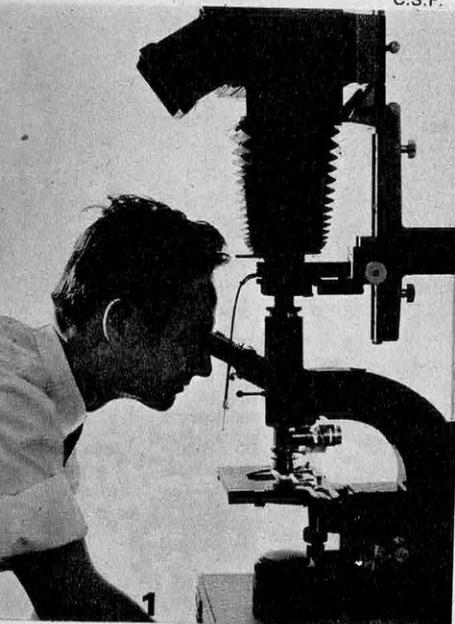
La fiabilité des téléviseurs est ainsi, pour l'usager, une question encore plus importante que celle des postes radio. Malheureusement, les récepteurs d'images comprennent un très grand nombre de composants, résistances, condensateurs, potentiomètres et, bien entendu, des tubes à vide et des diodes, sinon des transistors au nombre de plusieurs dizaines. Tous ces éléments sont souvent soumis à des conditions de service beaucoup plus sévères, en raison notamment des tensions élevées nécessaires pour le fonctionnement des tubes cathodiques.

De nombreuses études ont été effectuées sur des téléviseurs en service, en particulier, en Angleterre, sur plusieurs centaines d'exemplaires en même temps. Elles ont permis de préciser les éléments défectueux nécessitant une vérification et les remplacements les plus fréquents.

Sur 500 appareils, on a noté tout particulièrement les défauts des tubes pentodes de sortie, par exemple, associés avec une triode. Les éléments changeurs de fréquence et amplificateurs haute fréquence sont moins sujets à des déteriorations.

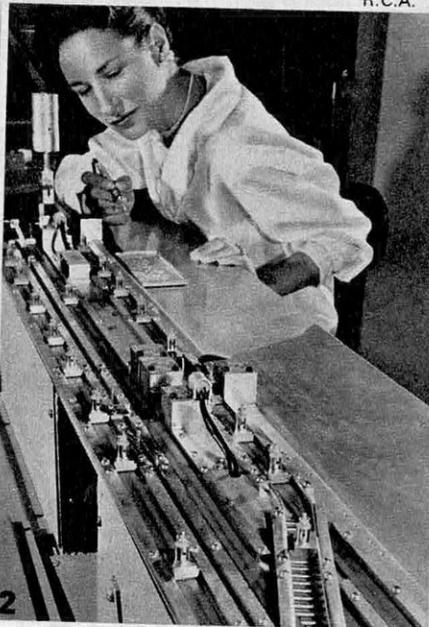
Le nombre des tubes à remplacer a paru assez grand, même pendant la période de garantie. Pour les 500 appareils, on a constaté,

C.S.F.



1

R.C.A.



2

C.S.



3

Du soin apporté à la fabrication des composants électroniques et de la sévérité des essais auxquels ils sont soumis dépend la sécurité de fonctionnement sans aléa des montages qui les mettent en œuvre. La régularité du pas des grilles des tubes à vide est contrôlée optiquement (1). La construction des tubes miniatures « Nuvistors », employés en particulier dans les téléviseurs, ne s'effectue plus à la main, mais sur une machine où leurs éléments sont transportés par des courroies devant les points d'assemblage contrôlés par une opératrice (2).

par exemple, le remplacement de 369 tubes, ce qui, en réalité, représente moins d'un tube par appareil; chaque téléviseur contenant au moins 15 à 20 tubes, la proportion est ainsi plus faible qu'elle peut sembler.

De plus, le remplacement des tubes cathodiques-images, éléments essentiels du téléviseur d'un prix élevé, est heureusement beaucoup plus rare. Sur certaines séries défavorisées, la proportion reste toujours au maximum de l'ordre de 5 %.

Quant aux pièces détachées et accessoires, la fiabilité et la stabilité des caractéristiques sont tout à fait remarquables, en tenant compte du très grand nombre des éléments utilisés.

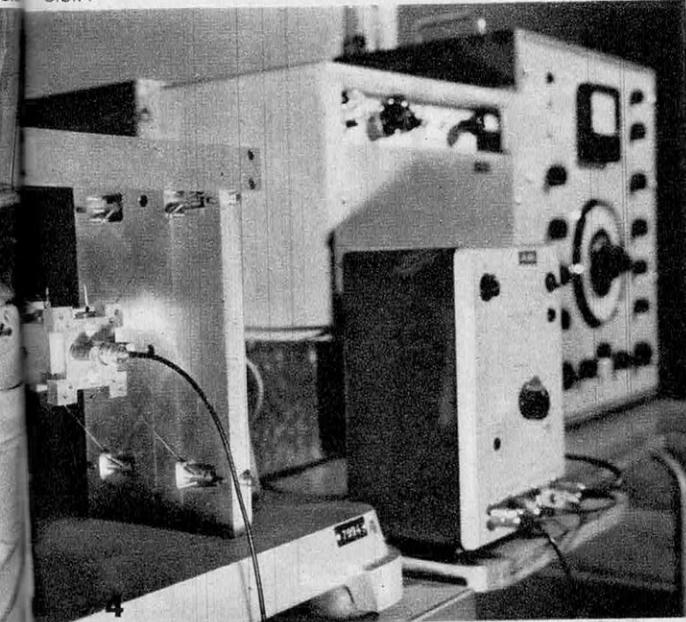
Un certain nombre d'accidents seraient évitables comme dus à une disposition insuffisamment étudiée des éléments, des assemblages mobiles avec des suspensions défectueuses, des composants contenant des matériaux thermoplastiques, tels que du polystyrène placé trop près de résistances chauffant plus ou moins normalement. Les erreurs de câblage ne sont pas impossibles, si les soudures défectueuses sont très rares.

Tout autant que les qualités des composants, le mode de construction des radiorécepteurs,

comme des téléviseurs, joue un rôle déterminant. Jusqu'à ces dernières années, on employait des châssis métalliques sur lesquels étaient fixés les différents éléments, tubes ou transistors, transformateurs, bobinages, résistances et condensateurs; les liaisons entre ces éléments du circuit étaient réalisées par des câbles conducteurs isolés ou non, soudés ou plus rarement serrés dans des cosses. Aussi, l'apparition des plaquettes de montage imprimées en matière isolante, sur lesquelles les connexions ne sont plus réalisées par des conducteurs métalliques distincts et extérieurs, mais par des lamelles serties ou fondues, fixées directement sur la surface, a constitué un grand progrès. Les dimensions sont réduites, les assemblages résistants, les remplacements faciles.

En même temps, la disposition des montages à l'intérieur des coffrets a changé, et les voici plus accessibles; les plaques de montage, dans beaucoup de téléviseurs, sont ainsi désormais verticales et non plus horizontales. Les transformations ne sont pas terminées, puisque nous sommes à l'époque de la miniaturisation et des circuits intégrés; dans ce domaine aussi, les progrès sont extrêmement rapides.

R. SINGER

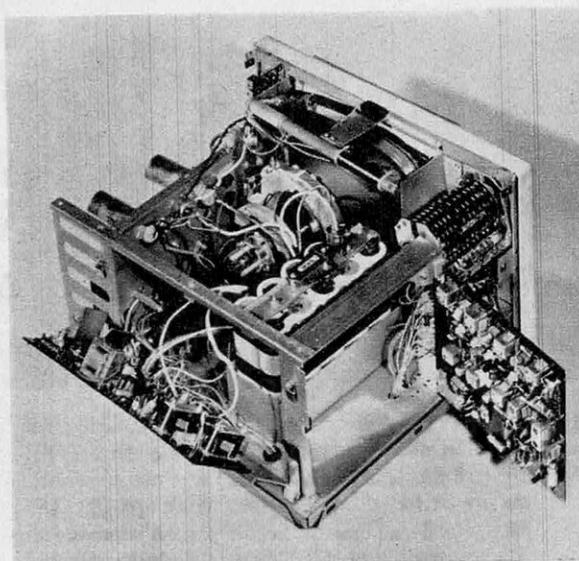


4

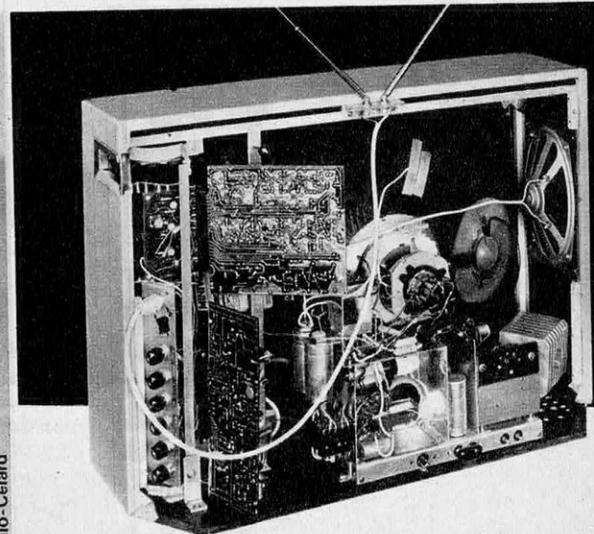


5

Pour les semi-conducteurs, les essais de fonctionnement de longue durée s'effectuent dans une étuve où six châssis portent chacun cent pièces (3). Leur résistance aux vibrations est vérifiée sur un banc d'essais où la fréquence peut varier entre 50 et 2 000 périodes par seconde avec contrôle constant de l'accélération de l'équipage mobile visible au premier plan (4). Pour les condensateurs, le coefficient de température est mesuré avec une précision de l'ordre du millionième sur une machine à très grand débit, dans une salle rigoureusement climatisée (5).

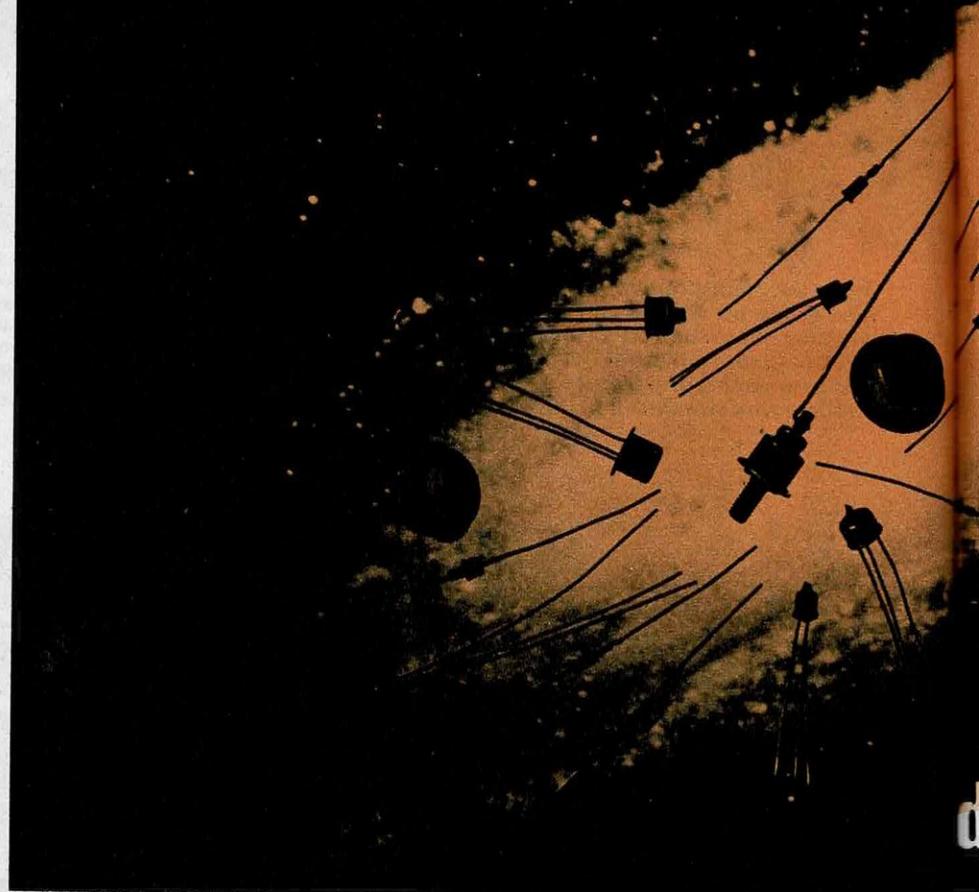


Radio-Célad



Le mode de construction a une influence aussi grande sur la sécurité de fonctionnement que la qualité même des pièces détachées. De grands progrès ont été réalisés par l'emploi des montages imprimés. On se rend compte des différences d'encombrement, de clarté, de résistance mécanique et de qualité électrique en comparant ces montages de téléviseurs, l'un avec composants réunis par des connexions rigides ou souples, l'autre avec plaquettes imprimées à connexions plates, pivotantes et interchangeables, facilement accessibles.

les semi-conducteurs



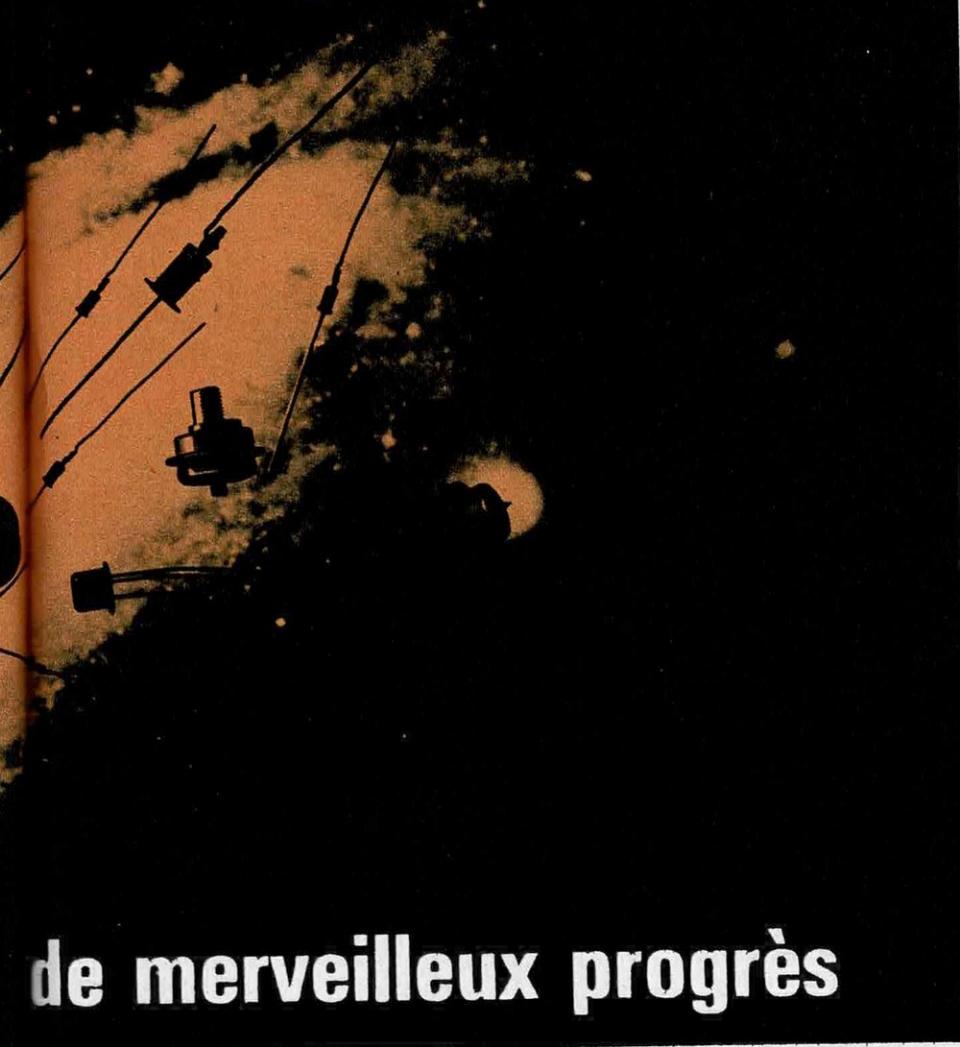
Aucune technique n'a peut-être jamais fait d'aussi rapides progrès que celle des semi-conducteurs, et les étonnantes possibilités de ces nouveaux matériaux ont, tout d'abord, contribué pendant la guerre 1939-1945 au développement des radars fonctionnant sur ondes centimétriques, ce qui ne permettait plus l'utilisation des tubes à vide classiques.

Les appareils électroniques devaient être transformés par l'apparition d'une nouvelle classe d'éléments actifs à base de ces matériaux,

capables de jouer le rôle des tubes à vide, mais avec de nombreux avantages. Le plus connu d'entre eux est le transistor; il n'est cependant qu'un brillant représentant d'un groupe bien plus vaste, et les recherches sont encore loin d'être terminées. Grâce au développement de la technique des transistors, une véritable industrie de la physique des solides a pris naissance et ses débouchés sur le plan des autres industries deviendront de plus en plus larges.

Le germanium avait été désigné par Mendéléev comme « ékasilicium » avant d'être

semi-conducteurs



de merveilleux progrès

découvert en 1886 par Winckler; mais cet élément paraissait à ce moment sans valeur pratique et son intérêt n'est apparu qu'au cours de ces récentes années.

Ainsi, ce corps semi-conducteur type, dont les propriétés physiques n'étaient connues que d'une manière superficielle, peut être considéré à présent comme l'une des substances solides dont les propriétés ont été étudiées le plus en détail tant au point de vue physique que technique et chimique.

Avant 1940, les phénomènes qui ont lieu

dans les semi-conducteurs demeuraient souvent assez mystérieux; la conductibilité électrique, en particulier, était parfois pratiquement indépendante de la température, mais, dans d'autres cas, elle augmentait rapidement avec l'échauffement, ce qui constituait un phénomène inconnu dans les métaux.

Des écarts par rapport à la loi d'Ohm se manifestaient déjà pour de très faibles densités de courant; un fait très curieux consistait dans l'influence sur le comportement de ces matériaux des impuretés les plus faibles contenues

semi-conducteurs

dans ces substances, déjà étranges par elles-mêmes.

La caractéristique électrique non linéaire des semi-conducteurs a été utilisée d'abord dans une diode de redressement, dite à contact ponctuel, pour détecter des signaux de radar. Sous cet aspect, le germanium a été étudié, pour la première fois, d'une manière systématique. C'est donc en vue d'applications pratiques immédiates que la constitution fondamentale des semi-conducteurs a attiré l'attention que lui avaient refusée autrefois certains physiciens.

Le moment décisif dans l'histoire des semi-conducteurs a été la découverte de *l'effet transistor* par Shockley, Bardeen et Brattain en 1948 dans les laboratoires Bell. C'est là un phénomène physique surprenant, mais qui peut également se produire dans d'autres semi-conducteurs élémentaires, et dans des composés semi-conducteurs.

La découverte du transistor a été ainsi d'une importance capitale pour la recherche dans le domaine de la physique des corps solides; l'étude de tous les semi-conducteurs utilisables, à laquelle se sont consacrés de très nombreux chercheurs de laboratoires, en constitue une conséquence directe.

Les semi-conducteurs

Les corps semi-conducteurs sont connus en réalité depuis très longtemps, bien avant l'avènement des tubes électroniques, mais leurs propriétés essentielles étaient mal utilisées parce que la théorie physique de leur constitution était mal définie, et que les moyens de purification utilisables n'étaient pas efficaces. En un quart de siècle à peine, la constitution de la matière est passée du stade des hypothèses à celui des réalisations industrielles et la physique électronique est devenue la base de tous les travaux de recherche.

Au point de vue électrique, on distingue, d'une manière élémentaire, les corps conducteurs et les corps isolants : les premiers peuvent donner passage à un courant électrique, tandis que les corps isolants ne le peuvent pas. Les physiciens nous disent que les conducteurs possèdent des électrons libres, pouvant se déplacer en dehors du champ des noyaux, ce qui permet à un courant électrique de se manifester, tandis que les corps isolants, au contraire, ne possèdent pas cette propriété fondamentale.

On ne considère d'une manière élémentaire que des matières conductrices et isolantes;

mais, en fait, comme dans tous les phénomènes de ce genre, on ne passe pas du premier état au second d'une façon brutale. On distingue des bons et des mauvais conducteurs, des matériaux plus ou moins conducteurs et plus ou moins isolants.

Les physiciens envisagent ainsi depuis longtemps des corps de transition analogues aux isolants, mais qui ne sont pas complètement isolants, grâce généralement à des impuretés en proportion très réduite, mélangées aux matières isolantes pures. Ces semi-conducteurs ont une résistance électrique également intermédiaire; pour fixer les idées, les conducteurs peuvent avoir une résistivité de l'ordre de 10^{-6} ohm/cm²/cm et les isolants de 10^6 ohm/cm²/cm. Quant aux corps semi-conducteurs, leur résistivité est comprise entre quelques centaines et quelques dixièmes d'ohm-cm²/cm.

Les électrons dans l'atome

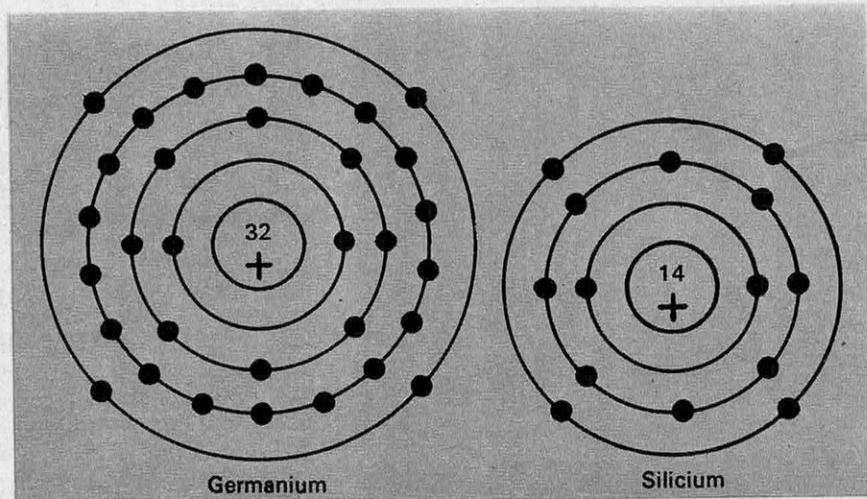
La physique moderne nous a appris à considérer les corps simples comme formés d'éléments indivisibles et minuscules, ou atomes, comportant, sous la forme la plus élémentaire, un noyau positif entouré de particules d'électricité négative, ou électrons; ceux-ci ne sont pas répartis au hasard, ils sont disposés sur diverses orbites ou « couches ». Chacune d'elles en comporte un nombre déterminé pour chaque corps simple; ces électrons peuvent aussi circuler entre les atomes ou « sauter » d'une orbite sur une autre.

Le nombre total d'électrons périphériques est appelé « nombre atomique » du corps et il permet de le définir en principe. Bien entendu, ces orbites plus ou moins concentriques autour du noyau sont seulement imaginées pour les besoins des explications élémentaires, et ne constituent que de simples vues de l'esprit.

Certains électrons sont fortement liés au noyau et forment les couches internes; les autres, dits de « valence », gravitent sur l'orbite externe et sont donc plus faiblement liés au noyau. Ce sont les plus facilement extraits de l'atome; ils sont responsables de la plupart des phénomènes chimiques ou même physiques.

Considérons, par exemple, deux atomes; l'un de germanium, l'autre de silicium, corps qui constituent le plus grand nombre des éléments à semi-conducteurs modernes. Dans le cas du silicium, on trouve 14 électrons périphériques, 10 en couches internes, 4 en valence. Pour le germanium, la première orbite comporte deux électrons, la deuxième 8, la troi-

Représentation symbolique des atomes de germanium et de silicium. Le nombre total des électrons gravitant sur les orbites détermine le numéro atomique (32 et 14 respectivement pour le germanium et le silicium). On remarque que, dans les deux éléments, les électrons sur la couche périphérique, dits électrons de valence, sont au nombre de quatre.



sième 18 et la quatrième 4, soit 32 au total. Les électrons de valence, qui jouent le rôle essentiel, sont ainsi au nombre de quatre dans les deux corps, germanium et silicium, et c'est pourquoi on dit que ceux-ci sont tétra-valents.

Semi-conducteurs « n » et « p »

L'addition d'impuretés provenant de corps étrangers dans certaines substances pures produit des effets essentiels qui ont amené la découverte et la réalisation des éléments électroniques actuels à semi-conducteurs, en particulier des transistors, des diodes, et des redresseurs.

Dans un cristal pur, de germanium, par exemple, les atomes voisins mettent en commun leurs électrons superficiels qui se trouvent former une configuration très stable où ils sont fortement liés, au moins à basse température, ce qui fait que ce cristal est isolant.

Par un moyen quelconque, sous l'action de la lumière ou de la chaleur, par exemple, on peut pourtant communiquer à certains de ces électrons une énergie suffisante pour les amener à se soustraire à l'attraction des noyaux; ils sont ainsi libérés et peuvent se déplacer en laissant des emplacements disponibles pour des charges équivalentes.

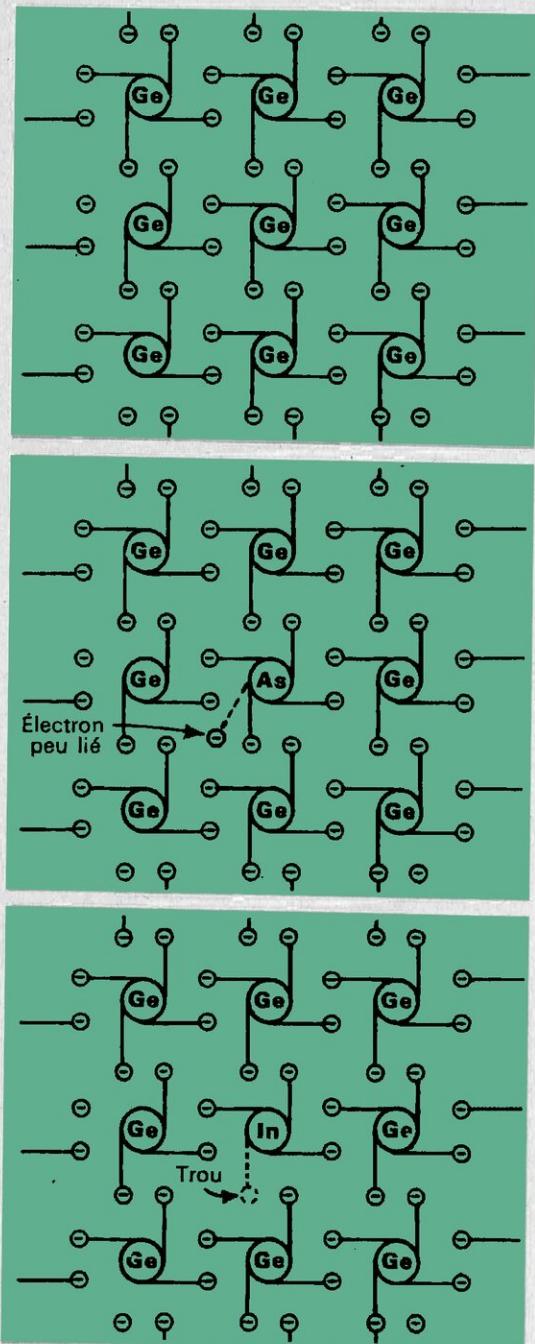
Ces espaces libres, correspondant au départ d'électrons, peuvent être considérés comme des réalités matérielles. Leur disparition par

l'arrivée d'électrons est généralement accompagnée de l'apparition d'autres trous occupés auparavant par les électrons qui viennent les combler. Il se produit ainsi, en quelque sorte, un déplacement des trous qui se comportent comme des charges positives. Le sens du déplacement des trous dans le cristal est opposé à celui des électrons. Il y a ainsi à la fois une faible conductivité par électrons et une faible conductivité par trous.

S'il se trouve dans la masse des atomes étrangers, des traces d'impuretés, par exemple quelques atomes de phosphore, du fait que l'atome de phosphore possède cinq électrons superficiels, l'un de ceux-ci se trouve en sur-nombre pour l'établissement des liaisons entre un atome de phosphore et les atomes de germanium voisins. De tels électrons sont peu liés au cristal; aisément libérés, ils permettent une certaine conductivité. On a affaire à un semi-conducteur du type négatif, dit « par excès », de la catégorie « n », abréviation du mot négatif.

Au contraire, si dans le cristal se trouvent des traces d'un autre élément, de bore par exemple, dont les atomes n'ont que trois électrons superficiels, il y a dans les liaisons avec les atomes de germanium voisins des manques, des « trous », par défauts de charges négatives ou, ce qui revient au même, des charges positives en excédent. Le cristal pourra alors être classé comme semi-conducteur du type « par défaut » ou positif et, par abréviation, de la catégorie « p ». Il suffit d'une

semi-conducteurs



Le cristal de germanium, en haut, ne contient aucune impureté. Les atomes voisins mettent en commun leurs électrons superficiels, formant des configurations très stables. S'il y a une impureté telle que l'arsenic qui comporte cinq électrons superficiels, l'un d'eux est en surabondance et le semi-conducteur est du type n (au centre). En bas, il s'agit d'indium, à trois électrons superficiels seulement, d'où un « trou » positif; le semi-conducteur est du type p.

trace d'impureté dans un cristal pour fournir des milliards d'électrons ou de « trous ».

On peut aussi dire que les semi-conducteurs négatifs sont des « donneurs d'électrons », tandis que ceux à charge positive en excédent sont des « accepteurs d'électrons » dans leurs « trous » ou « lacunes » libres, suivant la notion précédente; ils peuvent, en effet, recevoir des électrons provenant d'autres corps.

Ce ne sont là que des notions élémentaires, mais qui permettent d'expliquer généralement le fonctionnement et les propriétés des éléments à semi-conducteurs de différentes natures.

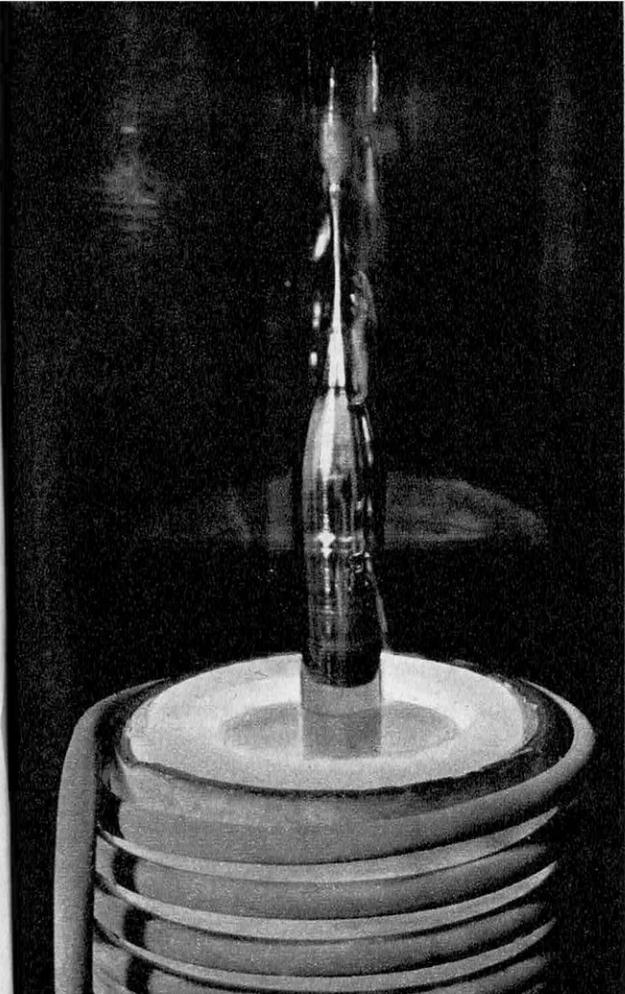
Parmi les semi-conducteurs utilisés aujourd'hui, il faut citer en premier lieu un certain nombre de corps simples, le sélénium, le germanium, le silicium, le bore, le baryum; mais cette liste n'est nullement limitative. On emploie de plus en plus des composés métalliques, des oxydes, des sulfures, des carbures, des nitrides, des tellurures, sous forme d'agglomérats réalisés, par exemple, par sulfuration ou oxydation superficielle du métal. Un des premiers corps semi-conducteurs utilisés aux temps héroïques de la « T.S.F. » a été le sulfure naturel de plomb, ou galène.

Les composés métalliques formant des céramiques sont désormais utilisés couramment pour constituer, en particulier, des *varistances* ou *thermistances*, c'est-à-dire des résistances non linéaires, variant sous l'action de la chaleur ou de l'intensité du courant, et leur prix est moins élevé que celui des corps simples, parce que la plupart de ces derniers sont des matériaux rares.

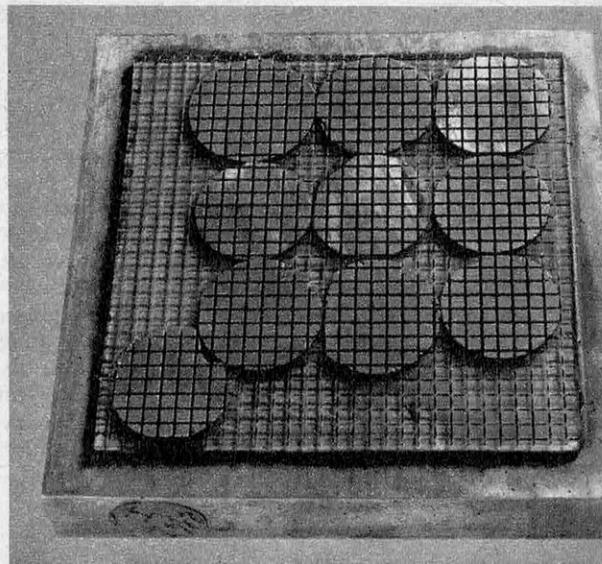
Pour l'amplification, on utilise surtout le germanium et le silicium; il en est de même pour le redressement et la constitution des cellules photoélectriques. Le silicium constitue un des éléments les plus répandus à la surface de la terre, mais sa préparation est cependant difficile et c'est encore son prix de revient qui freine parfois son utilisation malgré ses avantages par rapport au germanium.

La préparation du germanium

Le germanium pur est un métal blanc grisâtre de la famille du silicium et de l'étain, de densité 5,4, fondant à 960° C, bouillant un peu au-dessus de 2 000° C et très peu attaquable par les acides. A l'état pur, il ne présente pas une conductibilité suffisante; ses propriétés doivent être modifiées par l'addition ou la présence de traces d'impuretés telles que le silicium, le phosphore, l'arsenic, l'anti-



C.S.F.



A gauche, préparation de germanium pour la fabrication d'éléments à semi-conducteurs. On voit le tirage d'un monocristal dans un four à induction à haute-fréquence. A droite, dans un tel monocristal, on a taillé des pastilles rondes où sont découpées les « puces », nom qui traduit les dimensions de ces fragments repris dans les montages.

moine, le bore, le gallium, l'étain et l'indium.

Il existe à l'état dispersé dans divers minerais et surtout dans les houilles; la teneur varie de 0,0001 à 0,0004 % dans les charbons belges, par exemple. Les usines spécialisées reçoivent la matière première sous forme de bioxyde de germanium en poudre; cette poudre est réduite chimiquement sous l'action de l'hydrogène dans un four porté à 650° C, et elle est fondue à 950° C. Le lingot refroidi offre une couleur gris argent.

Le germanium renferme, à ce moment, une proportion d'impuretés très faible, inférieure à 1/10 000 000, mais encore trop élevée pour la préparation des pastilles de cristal, et on effectue une nouvelle purification en faisant fondre lentement les sections successives du lingot dans un four. Les impuretés s'amassent et se concentrent à une extrémité; la petite masse correspondante est coupée, et on répète la même opération jusqu'à ce que la matière renferme un atome de corps étranger pour un million d'atomes de germanium.

Le métal obtenu est maintenant devenu trop

dur; il faut incorporer dans sa masse des impuretés de composition précise et en proportion absolument exacte; il faut, en outre, le transformer en un cristal unique, en éliminant les cristaux élémentaires présentant des surfaces internes irrégulières s'opposant au passage des électrons.

Un premier petit cristal, ou « semence » est placé à l'extrémité d'un arbre rotatif déplacé lentement de bas en haut dans un mouvement vertical. Le germanium fondu est versé dans un creuset constamment réchauffé; la semence est plongée dans la masse fondu, qui se solidifie peu à peu, et un autre cristal unique se forme lentement. Après quelques heures, on obtient un lingot en forme de cylindre.

Un lingot d'une trentaine de centimètres de long contient assez de matière pour fabriquer au moins 7 000 transistors ordinaires avec des impuretés dans une proportion de l'ordre du millionième de gramme pour 100 g de cristal.

Pour façonner la matière, il faut employer une meule en diamant en raison de sa dureté;

semi-conducteurs

les pastilles taillées ont généralement les dimensions d'un pois.

La préparation du silicium

Le silicium, en tant que semi-conducteur, attire aussi de plus en plus l'attention parce qu'il constitue un élément très abondant qui se trouve partout dans la nature, en particulier dans le sable, formé en grande partie par de la silice. Mais un semi-conducteur n'a d'intérêt qu'à la condition de pouvoir être obtenu à l'état de pureté presque absolue, et il a été longtemps difficile de réaliser cette condition. Des progrès récents ont permis d'obtenir un matériau contenant moins d'un milliardième d'impuretés, en partant de la silice ou bioxyde de silicium qui se trouve dans la plupart des roches telles que le quartz ou le silex.

La première phase de la préparation consiste dans un chauffage de l'oxyde à une température de 3 000° C, en présence de carbone généralement sous forme de coke; on obtient ainsi du gaz carbonique et le silicium sous une forme poly-cristalline, avec une pureté de l'ordre de 97 %.

La purification peut être encore effectuée en principe par une méthode de fusion, comme pour le germanium, en obtenant simultanément la structure cristalline nécessaire. L'emploi du tétrachlorure de silicium, réduit par le zinc ou l'hydrogène, permet de préparer le métal avec une pureté supérieure à 99,90 %. Ce tétrachlorure est obtenu par l'action du chlore sur le carbure de silicium ou carborundum bien connu; on peut également utiliser l'action du chlore directement sur un mélange de sable et de charbon.

Le silicium est une matière chimiquement très active; le problème de la contamination au cours de la préparation est ainsi extrêmement délicat et ne permet pas en pratique d'employer les procédés adoptés pour le germanium. Le travail de la matière offre des difficultés additionnelles; si le refroidissement et la solidification ne sont pas suffisamment contrôlés, le matériau présente une nature spongieuse qui le rend impropre à la fabrication des diodes et des transistors.

Pour résoudre les problèmes présentés par le point de fusion élevé du silicium et l'activité chimique de ce corps, les métallurgistes ont mis au point des méthodes permettant d'éviter la fusion classique du lingot de silicium dans un creuset.

On peut utiliser un alliage eutectique de deux ou plusieurs métaux présentant un point

On réalise une « jonction » en mettant au contact des semi-conducteurs p et n. Les électrons de n tendent à se diriger vers p et les trous de p à se diriger vers n. Certains trous de p sont comblés par apport d'un électron et p s'enrichit en charges négatives; certains électrons de n sont neutralisés par arrivée d'un trou et n s'enrichit en charges positives. Les mouvements sont alors freinés et il s'établit un équilibre formant une couche de barrage à la jonction (à gauche). Si on applique à l'ensemble une tension extérieure dans un sens (au centre), elle abaisse cette barrière de potentiel, les électrons libres de n se combinent aux trous de p, remplacés au fur et à mesure par les électrons de la pile, et le courant passe. Dans l'autre sens, cette barrière est renforcée.

de fusion plus bas que chacun des constituants : mélange or-silicium ou silicium-étain. On obtient ainsi un monocristal de silicium formé au moyen d'une semence placée dans un alliage de ce genre à basse température de fusion.

Le contrôle des semi-conducteurs

Les éléments obtenus à partir du germanium et du silicium doivent être étudiés au point de vue physique et électrique grâce à une série de mesures extrêmement délicates et précises, mettant en jeu toutes les connaissances de la physique théorique, en raison de la grande pureté des matériaux utilisés et de la proportion d'impuretés infimes et critiques qu'ils doivent contenir.

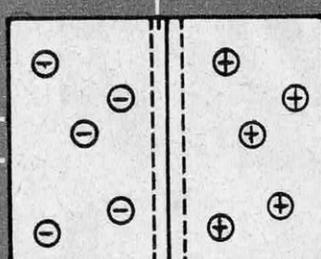
Pour contrôler ces proportions, le technicien du laboratoire doit étudier le comportement des charges électriques dans le milieu cristallin du semi-conducteur, mesurer la vitesse de déplacement de ces charges, et une grandeur fondamentale particulière appelée « durée de vie », qui représente le temps au bout duquel une charge de signe opposé à celle normalement présente dans le semi-conducteur peut persister à l'état libre, après son introduction dans ce corps.

Cette mesure devenue essentielle est réalisée par un appareil très spécial de construction française, appelé « Vitector » (des mots *vita* et *detector*), ce qui indique bien son rôle.

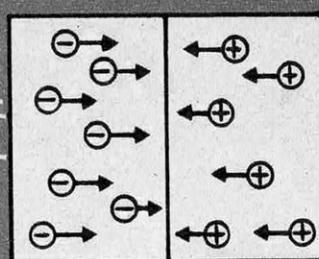
Les éléments à semi-conducteurs

Comment utilise-t-on les semi-conducteurs pour réaliser les éléments amplificateurs, détecteurs et oscillateurs, en particulier, utilisés dans les montages électroniques ?

Barrière de potentiel



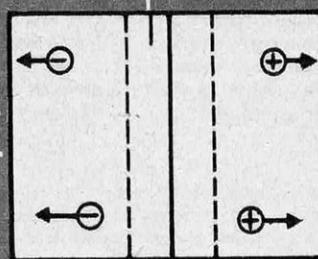
type n



type n

type p

Barrière de potentiel



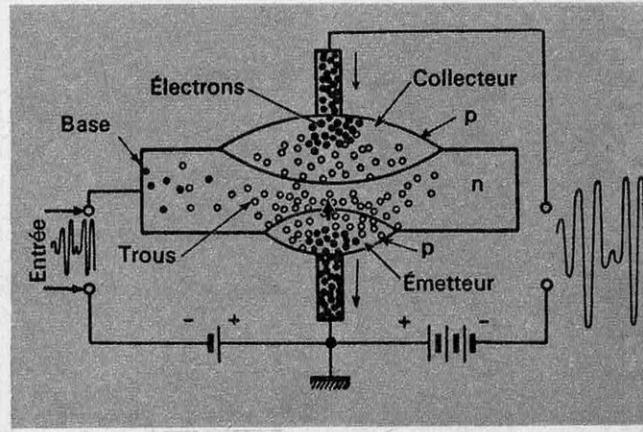
type n

type p

On a représenté ici d'une manière très schématique le fonctionnement d'un transistor. Il est constitué par une petite plaquette de cristal semi-conducteur convenablement traité et comporte trois électrodes : un « émetteur », une « base » et un « collecteur ». Le contact de sortie peut être considéré comme une sorte de soupape ; lorsqu'on n'applique pas de courant dans le circuit d'entrée, cette soupape est presque entièrement fermée. Lorsqu'on injecte le courant, au contraire, par l'intermédiaire de l'émetteur, cette soupape s'ouvre plus ou moins complètement suivant l'intensité qui est ainsi appliquée. Elle laisse alors passage à un courant plus important que celui d'entrée ; le système forme donc essentiellement un amplificateur de courant.

A titre d'exemple, montrons d'abord comment fonctionne un redresseur ou une diode formée au moyen d'un matériau semi-conducteur. Avec un semi-conducteur par excès, du type « n » défini précédemment, le courant passe facilement depuis un conducteur en métal, par exemple, vers le semi-conducteur et non en sens inverse. Au contraire, si le semi-conducteur est du type « p », le sens normal classique du courant est dirigé du semi-conducteur vers le conducteur, et non en sens inverse.

Considérons une plaquette de silicium, par exemple, du type « p » ; si l'on peut rendre une face du type « n », il y a à l'intérieur du cristal une zone délimitant les régions « n » et « p » qu'on appelle une jonction. De part et d'autre de cette zone, se trouvent deux régions dans lesquelles il y aura, d'une part, un excès d'électrons libres et, d'autre part, un excès de trous libres. Les électrons libres



du côté « n » se dirigent vers le côté « p », où la concentration est faible ; il y a, en sens inverse, un déplacement des trous. Le potentiel du côté « p » diminue, et celui du côté « n » augmente.

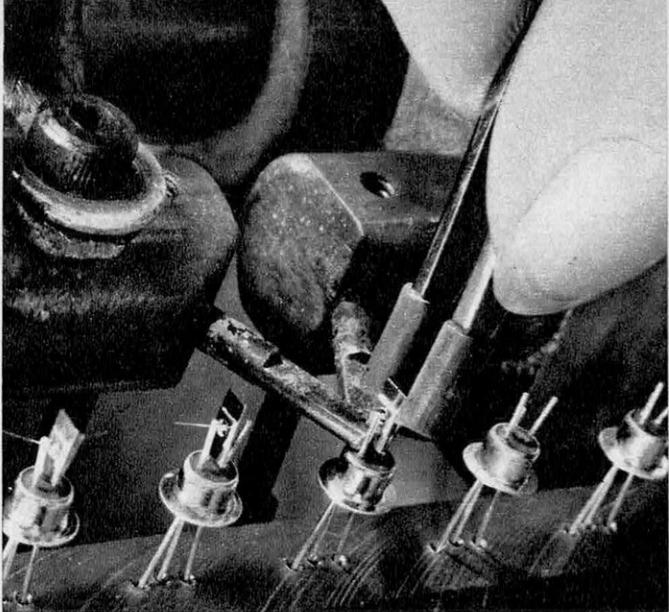
Si l'on applique une tension aux bornes de la jonction dans le sens « p » - « n », le courant de diffusion est augmenté ; un courant élevé peut s'établir et dépend des caractéristiques de la source. Dans le sens contraire « n » - « p », le courant normal de diffusion est supprimé, et le courant inverse ne varie pas ; il s'établit à une valeur faible et déterminée pour une température donnée.

Le système joue bien le rôle d'un redresseur. Dans un sens, il laisse s'établir un courant dépendant des caractéristiques du circuit extérieur et, dans l'autre sens, il laisse passage uniquement à un faible courant indépendant, en théorie, de la tension appliquée sur le système.

C.S.F.

La fabrication des éléments à semi-conducteurs exige une précision comparable à celle de l'industrie horlogère. Les dimensions apparentes des doigts de l'ouvrière montrent la minutie du microsoudage d'un transistor.

Les ateliers de montage sont des salles à l'atmosphère filtrée et conditionnée dans lesquelles règne une propreté absolue. Les ouvrières portent des blouses blanches immaculées, comme les infirmières dans les cliniques.



C.S.F.



semi-conducteurs

C'est à partir de ce principe qu'on réalise les remarquables redresseurs au silicium actuels qui permettent, dans bien des cas, de remplacer les valves à vide et à gaz.

Bien qu'il ne puisse être comparé à un tube électronique classique, le transistor habituel comporte trois éléments essentiels.

a) Une électrode appelée *émetteur*, équivalant plus ou moins à la cathode des tubes classiques à vide;

b) Une électrode appelée *base*, permettant de fixer le potentiel et de régler le courant traversant le système; elle est, par conséquent, plus ou moins analogue à la grille d'un tube à vide classique;

c) Une troisième électrode, ou *collecteur*, assurant la réception et l'utilisation du courant fourni, et ainsi plus ou moins analogue à la plaque d'un tube à vide triode.

Comment fonctionne un tel système? Nous nous contenterons d'une analogie mécanique très simple. Le contact de sortie entre le cristal et le collecteur peut être considéré comme une sorte de soupape; lorsqu'on n'applique pas le courant dans le circuit d'entrée, cette soupape est presque entièrement fermée. Lorsqu'on injecte le courant, au contraire, par l'intermédiaire de l'émetteur, cette soupape s'ouvre plus ou moins complètement suivant l'intensité appliquée, et laisse passage à un courant plus important que celui d'entrée.

Au repos, le courant dans le circuit de sortie est faible. Dès qu'un courant passe dans l'émetteur, le courant de sortie augmente notablement et toute variation du courant d'entrée est amplifiée dans le circuit de sortie. L'amplification en puissance est plus grande, en réalité, que l'amplification en courant, parce que l'élément de sortie présente une résistance beaucoup plus grande que l'élément d'entrée.

Fabrication des transistors

Il fallait, d'abord, réaliser un matériau de base absolument constant, dont dépend la qualité, la reproductibilité et la stabilité des éléments obtenus. Dans la plupart des éléments la partie active est une jonction « p-n » ou « n-p », c'est-à-dire une région où la conductibilité de la matière passe d'un type à l'autre, comme nous l'avons expliqué plus haut. Deux catégories principales de méthodes permettent, en principe, d'établir ces jonctions; on peut, d'abord, introduire dans le matériau les éléments étrangers nécessaires au moyen d'un traitement spécial réalisé par alliage, par diffusion ou par bombardement de particules.

On peut aussi introduire des impuretés dans le cristal au cours de sa croissance, directement et successivement dans le bain, ce qu'on appelle la contamination alternée; on peut également employer le procédé de refusion, de façon à créer une lame très mince de type « p » entre deux lames de type « n ».

La méthode par alliage, la première utilisée, a permis d'obtenir des éléments redresseurs au germanium ou au silicium de faible ou de grande puissance, des transistors basse et moyenne fréquence à pouvoir d'amplification élevé, avec des fréquences de coupure pouvant dépasser 15 MHz, et également des tran-



semi-conducteurs

sistors de puissance au germanium pour une gamme de fréquences plus réduite à basse et moyenne fréquence. Mais il était difficile d'obtenir un contrôle exact de la croissance du cristal et une limite déterminée de la fréquence de coupure.

Avec la méthode par tirage, on a obtenu des redresseurs au silicium de toutes puissances, des transistors moyenne fréquence de haute qualité, des transistors de puissance au germanium, et surtout au silicium.

Les méthodes par diffusion les plus récentes ont permis d'obtenir des jonctions pour le germanium et le silicium, aussi bien pour la fabrication des diodes et des redresseurs que des transistors; la profondeur de la jonction et l'épaisseur de la base peuvent être contrôlées avec précision. On a ainsi réalisé des piles solaires et des transistors à très haute fréquence et d'excellents transistors de puissance, mais on peut combiner les différents procédés.

L'élément de base est généralement constitué par un barreau ou un lingot de semi-conducteurs mono-cristallins réalisés par les méthodes indiquées précédemment. Ce lingot est découpé en plaquettes de quelques dizaines de microns d'épaisseur; ces lamelles sont polies et ensuite découpées en carrés minuscules, en barreaux ou en disques. Les fragments de silicium ou de germanium résultants peuvent avoir une surface extrêmement réduite de l'ordre de 0,06 cm².

Les transistors à jonction réalisés par alliage sont constitués par alliage d'une goutte minuscule d'impureté métallique de chaque côté de la rondelle du semi-conducteur, pour former une sorte de sandwich « p n p » ou « n p n ». Une minuscule sphère d'indium tombe sous forme de goutte dans la cavité d'un calibre de graphite; elle est suivie par une rondelle de germanium, puis par une autre sphère d'indium.

Lorsque le silicium est employé, l'impureté est désormais constituée généralement par de l'aluminium, et le bloc de graphite est ensuite chauffé pour assurer l'alliage des trois composants. Le travail délicat d'établissement de ces cavités et de leur remplissage est effectué par une ouvrière qualifiée dont les mains agiles sont gantées; mais il existe maintenant des machines automatiques qui rendent l'opération plus rapide et moins coûteuse.

Les transistors à diffusion sont réalisés en assurant la diffusion de l'impureté choisie dans la structure du semi-conducteur sous la forme de vapeur à température élevée, et ce traitement dure souvent plusieurs heures.

Par ce moyen, une zone en sandwich extrêmement fine peut être obtenue, ce qui permet d'obtenir un fonctionnement aux fréquences élevées.

Pour produire une zone « n » dans le germanium, on utilise généralement de l'antimoine et de l'arsenic, et pour produire des zones « p », du gallium ou de l'indium.

De toutes façons, le cristal est monté sur un support à trois broches où l'on effectue les connexions; il est enduit d'une matière plastique opaque destinée à le protéger de l'air, de l'humidité, de la poussière et de la lumière; une autre couche de matière plastique est moulée tout autour de façon à assurer à l'élément une résistance mécanique suffisante.

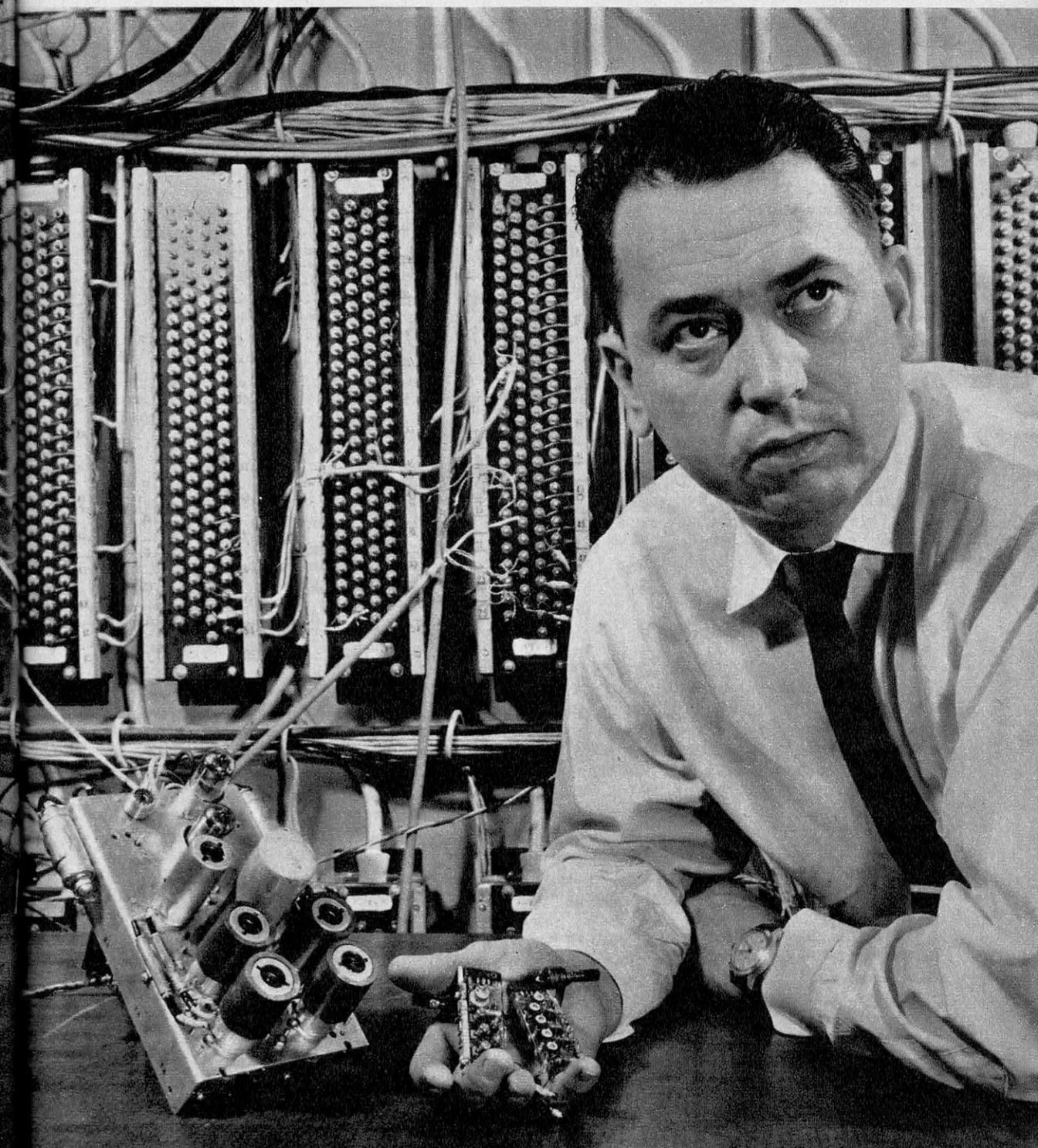
Une autre technique intéressante est basée sur un principe électrochimique; elle permet encore de préparer des transistors du type « p n p » par dépôt d'une matière convenable, telle que l'indium, de chaque côté d'une lame très fine de germanium. L'épaisseur de la lame est de l'ordre de 5 microns et peut être vérifiée avec une précision de l'ordre de 1/10 de micron.

Une méthode d'attaque électrolytique par jet assure avec précision l'épaisseur finale désirée; à cet effet, deux petits jets de solution saline sont dirigés contre les parois de la plaque et on fait passer un courant à travers la solution, ce qui produit l'attaque du cristal. Quand l'épaisseur est atteinte, le sens du courant est inversé, ce qui permet la galvanoplastie, et non plus le découpage; l'opération est continuée jusqu'au moment où des électrodes d'épaisseur nécessaire sont plaquées sur le germanium.

Un des avantages de la méthode consiste dans la régularité de la fabrication et, par suite, dans l'uniformité des caractéristiques obtenues.

Dans les fabrications les plus récentes, la méthode électrochimique permet d'obtenir une gravure de chaque côté d'une rondelle de germanium, de façon à laisser une lame de semi-conducteur de 12 à 15 microns d'épaisseur. Ensuite, on applique par dépôt électrolytique une minuscule goutte de gallium dans chaque cavité. Cette technique est employée pour la fabrication de transistors d'application spé-

Les éléments à transistors permettent de réaliser bien souvent des montages électroniques de dimensions beaucoup plus réduites, à la fois plus légers et plus robustes que les montages correspondants classiques à tubes à vide. Dans la main de l'opérateur, deux petits appareils à transistors pouvant remplacer efficacement le montage encombrant à tubes à vide du répéteur visible sur la table à sa droite.



semi-conducteurs

ciale, surtout pour les hautes fréquences, mais elle a le grand avantage d'être désormais automatique aussi bien pour les éléments au silicium qu'au germanium. Un transporteur déplace les fragments de semi-conducteurs d'une ouvrière à l'autre devant les stations de traitement électrolytique.

De nouveaux procédés sont constamment étudiés pour réaliser des éléments possédant des propriétés particulières, des caractéristiques encore plus uniformes, et pouvant être fournis à des prix moins élevés, grâce, en particulier, à la fabrication automatique. En ce qui concerne les matériaux on envisage, rappelons-le, l'emploi d'autres composés semi-conducteurs, tel que l'arsénure de gallium, l'antimonure de gallium, le carbure de silicium et des composés organiques très purs semi-conducteurs.

On adopte désormais fréquemment la méthode de « épitaxiale », dans laquelle un film mince de germanium ou de silicium convenablement dopé est déposé sous forme de vapeur sur la surface d'un cristal de germanium ou de silicium convenable. Le transistor « planar », souvent aussi épitaxial, est établi suivant un procédé très complexe, faisant appel à des traitements électrochimiques et à la diffusion.

De nouvelles acquisitions

La rapidité avec laquelle les perfectionnements obtenus sont passés du domaine du laboratoire à celui de la production en grande série a été étonnante. Ces progrès se sont manifestés sous deux formes essentielles : la préparation de matériaux de plus en plus purs, contenant uniquement les impuretés nécessaires pour chaque application, et la mise au point de techniques nouvelles pour la réalisation de régions actives des éléments constitués, la plupart du temps, par une ou plusieurs jonctions de matériaux, du type « p » ou « n ».

De nombreuses applications sortent constamment du domaine du laboratoire. On peut citer ainsi les dispositifs de redressement de puissance de commutation, des amplificateurs modernes pour ondes de plus en plus courtes, de nouveaux procédés de génération d'énergie électrique et de conversion d'énergie, des éléments thermoélectriques et photoélectriques assurant de nouvelles applications.

Dans le domaine de la micro-miniaturisation, appliquée à certains matériels pour l'équipement des cerveaux électroniques, des satellites

artificiels, des missiles téléguidés, des engins astronautiques, on constate la réalisation d'ensembles de plus en plus complexes sous des volumes de plus en plus réduits.

Les principaux inconvénients des éléments à semi-conducteurs et, en particulier, amplificateurs et redresseurs, consistaient encore, il y a quelques années, dans l'existence de caractéristiques limites qui interdisaient leur emploi dans de nombreux domaines. On ne pouvait envisager la fabrication d'éléments à très grande puissance, fonctionnant à température très élevée. On utilise désormais des transistors amplificateurs de puissance de plusieurs dizaines de watts; alors qu'on considérait comme remarquables il y deux ou trois ans des redresseurs au silicium de 2 à 3 kW, on en construit aujourd'hui de plus de 50 kW.

L'emploi du silicium au lieu du germanium permet, par ailleurs, de reculer également dans de grandes proportions les limites de températures de fonctionnement, bien souvent au delà de 200° C. L'arsénure de gallium permet même d'atteindre 400° C, avec des amplifications comparables ou supérieures à celles du germanium. Les avantages du silicium et du germanium seraient ainsi réunis en un seul matériau. Quant à l'antimonure d'indium, il paraît aussi prometteur pour des applications à haute fréquence, mais à condition de fonctionner sur des températures très basses; on pourrait avec ce corps atteindre des fréquences de l'ordre de quelques dizaines de GHz.

Parmi les acquisitions récentes, on peut citer l'apparition de nouveaux types de transistors « drift », c'est-à-dire à « effet de champ » dans lesquels un champ électrique agit comme une sorte de contrôleur ou de robinet à électrons, pour ouvrir ou fermer à volonté le passage d'un flux électronique. Dans le domaine de la puissance, l'apparition des transistors du genre « Mesa » constitue également un fait important; les jonctions offrent moins de résistance électrique, ce qui permet d'obtenir des puissances plus considérables sans risquer un échauffement excessif altérant plus ou moins les propriétés des semi-conducteurs.

Un autre progrès intéressant réside dans les éléments à « effet tunnel » ou « diodes-tunnel » qui permettent, en particulier, d'obtenir des fonctionnements à très haute fréquence. Nous voyons apparaître des nouveaux éléments photoélectriques, des photo-piles solaires, donnant un rendement de l'ordre de 14 %, rendement pouvant dépasser 15 % en ajou-

tant une couche anti-réfléchissante. Notons aussi les nouveaux thermocouples au telurure de bismuth utilisés pour la réalisation de petits éléments réfrigérateurs par effet Peltier.

Diode-tunnel et tecnetron

Les spécialistes des semi-conducteurs s'inquiétaient des limites de possibilités des transistors, en particulier aux fréquences très élevées, et de leur fragilité aux variations de température et aux radiations; les éléments à effet tunnel, ou diodes-tunnels, permettent désormais d'obtenir des fonctionnements à très haute fréquence; ce système est appelé aussi tunnel à diode; son prix de revient est moins élevé que celui du transistor classique.

Le contrôle du déplacement des charges à travers le solide s'effectue habituellement suivant un processus relativement lent. Dans les transistors, ce qu'on appelle des « porteurs de charge », c'est-à-dire, comme nous l'avons vu, des électrons ou des « trous », sont émis et injectés dans une région du système où leur déplacement est soumis à l'action des électrodes de commande, et sont ensuite recueillis sur une électrode de sortie. La durée de ce phénomène, ou « temps de réponse » du processus d'amplification dépend du temps mis par les porteurs de charge pour se déplacer, depuis la région émettrice jusqu'à la région collectrice du système, en traversant la zone de commande.

Dans la diode-tunnel, le signal à amplifier se propage avec la même rapidité que dans un fil de cuivre, ce qui permet un temps de réponse très bref. Ce résultat est obtenu en réduisant au minimum la jonction, et en diminuant l'épaisseur de la couche infime où les impuretés d'un des corps constituant l'élément se mêlent à celles de l'autre.

On assure ainsi un passage plus facile aux électrons qui traversent alors ce qu'on pourrait appeler un « tunnel d'énergie », et il n'est même plus besoin, en réalité, de dépenser de l'énergie pour assurer ce passage; on obtient un système oscillant à fréquences extrêmement élevées.

Il est possible, en particulier, avec cet élément, d'obtenir des amplificateurs à faible bruit de fond, c'est-à-dire permettant de recevoir des signaux d'un niveau extrêmement réduit, et qui peuvent être les concurrents des amplificateurs paramétriques et des masers.

Le maser et l'amplificateur paramétrique exigent pour leur fonctionnement une certaine puissance fournie par une source auxiliaire

dite « pompe », alors que la diode-tunnel fonctionne avec une faible polarisation fournie directement par une batterie.

Pouvant fonctionner aux fréquences les plus élevées, de l'ordre de plusieurs milliers de mégahertz et assurer des temps de coupure cent fois plus brefs que celui des transistors ordinaires, insensible aux effets de la température et aux radiations, la diode-tunnel paraît un dispositif remarquable pour un grand nombre d'applications, spécialement sur les bandes à ultra-haute fréquence.

Le « tecnetron », inventé par un ingénieur français, Teszner, est très différent du transistor. Il fonctionne par effet de champ, mettant en jeu des charges électriques dont la profondeur de pénétration dépend de la tension appliquée à une électrode constituant une sorte de grille, ce qui rend plus ou moins isolante la région du semi-conducteur soumise au champ électrique de polarisation. C'est un effet comparable à celui engendré par la grille d'un tube triode à vide.

Sous sa forme initiale, le tecnetron est un bâtonnet cylindrique en germanium de 2 mm de longueur et 0,5 mm de diamètre, dans lequel une gorge est pratiquée et remplie d'indium.

Les possibilités de cet élément sont très grandes dans le domaine de l'amplification haute fréquence, puisqu'on peut envisager des limites de fréquences supérieures de 1 000 MHz et des puissances de plusieurs watts. Une caractéristique remarquable du dispositif consiste dans l'augmentation de l'efficacité du résultat obtenu en même temps que la fréquence. Les résultats peuvent ainsi être meilleurs à 500 MHz qu'à 200MHz.

Le développement industriel

Le transistor aura rendu portatifs ou transportables de nombreux matériels qui devaient jusqu'ici être reliés à une source d'énergie locale, prise de courant de secteur, ou accumulateur d'automobiles. Les semi-conducteurs se sont désormais imposés par leurs dimensions réduites, leur robustesse et leur solidité dans les grands ensembles électroniques, pour l'équipement des matériels militaires, ainsi que des engins spatiaux.

L'importance de ces éléments : redresseurs, diodes, transistors, cellules photoélectriques, photo-piles, éléments en céramiques, est désormais indiscutable; presque tous les systèmes nouveaux pour l'automobile, l'électro-chimie, la traction électrique, l'énergie nu-

semi-conducteurs

claire font appel à eux. Leur emploi a produit une véritable révolution technique dans l'électronique proprement dite.

Cette transformation est d'abord pratique; le transistor se substitue au tube à vide avec un gain de 5 à 10 sur les dimensions et de l'ordre de 5 sur les rendements énergétiques. Il fonctionne sous basse tension et les semi-conducteurs semblent, en pratique, ne pas se transformer à l'usage, alors que les tubes à vide finissent par s'épuiser; la supériorité n'est pas moins remarquable dans le domaine de la sécurité où, comme on dit à l'heure actuelle, de la « fiabilité ».

Les transistors sont insensibles aux chocs, aux vibrations et, dans une certaine limite, variant avec la composition du cristal, aux effets climatiques. L'intérêt deviendra de plus en plus grand dans le domaine économique, car les prix de revient s'abaisseront au fur et à mesure de l'augmentation et de l'automatisation des productions.

Une autre source de progrès est constituée par les possibilités techniques que l'on découvre peu à peu pour certains matériaux semi-conducteurs, notamment le germanium ou le silicium. Les propriétés étudiées récemment par les physiciens font entrevoir de nouvelles applications essentielles dans le domaine militaire, grâce à la détection et à la génération des ondes infrarouges, millimétriques et sub-millimétriques, ce qui a permis pour la première fois de combler le vide existant entre les ondes lumineuses et les ondes radioélectriques.

Les effets thermoélectriques, la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique au moyen de nouveaux éléments, offrent une grande importance énergétique. D'autres plaquettes minuscules fournissent désormais directement du froid sous l'action de l'électricité; d'autres encore sont adoptées en technique nucléaire pour la détection des particules ionisantes; d'autres, enfin, jouent un rôle essentiel pour l'équipement des calculateurs électroniques et

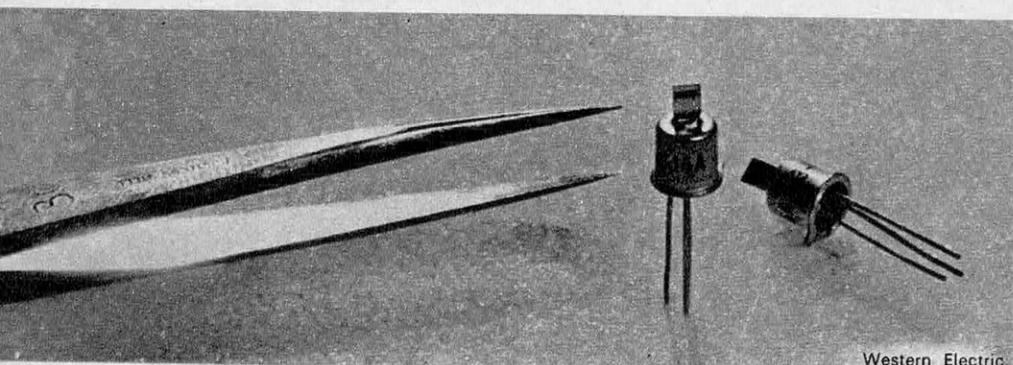
des installations d'automatisme, en particulier pour l'établissement des dispositifs de mémoire.

Le chiffre d'affaires de l'industrie française des semi-conducteurs a dépassé dès 1960 celui des tubes de réception, et l'on observe une évolution analogue aux États-Unis. Nous ne sommes cependant qu'à une étape des progrès techniques et industriels; on a considéré jusqu'ici plutôt les matériaux dont la structure est analogue à celle du germanium ou du silicium. Mais la notion de semi-conduction peut être étendue à de nombreux matériaux; la recherche ne connaît maintenant plus de barrière et des matériaux liquides attirent désormais l'attention. Certains cristaux moléculaires organiques montrent également des possibilités intéressantes; on envisage des semi-conducteurs plastiques, qui pourront présenter une grande valeur dans les applications où il est désirable d'obtenir des formes plus ou moins complexes.

Trois chercheurs de l'institut polytechnique de Brooklyn ont réussi à mettre au point des semi-conducteurs en matière plastique. Il y a quelque temps déjà, des résultats analogues avaient été obtenus à Moscou, à partir de substances organiques telles que des résines polymères provenant de la distillation des pétroles. On peut ainsi envisager pour l'électronique une ère nouvelle, où l'on pourra fabriquer, à partir de matériaux synthétiques, susceptibles d'être moulés ou même tissés, des pièces détachées jusqu'ici réalisables seulement en cristaux de substances telles que le silicium, le germanium, le graphite et divers alliages ou oxydes métalliques.

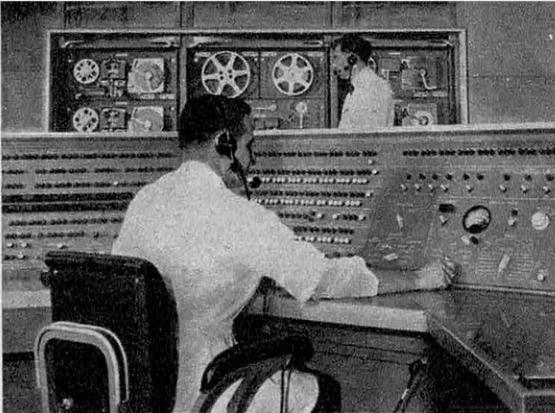
Les semi-conducteurs en matière plastique ouvriront peut-être des possibilités encore plus larges que les conducteurs cristallins; ils pourraient être produits par l'industrie chimique plus facilement et en toute quantité, à un prix de revient très bas et posséderaient à volonté les qualités physiques appropriées à des usages différents.

P. HEMARDINQUER



Western Electric

Les dimensions des transistors ne cessent de diminuer. Les pointes des brucelles montrent la petitesse des éléments pour engins spatiaux.



POUR R.B.

Techniques modernes....

.... carrières d'avenir

L'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL, répondant aux besoins de l'Industrie, a créé des cours par correspondance spécialisés en Electronique Industrielle et en Energie Atomique. L'adoption de ces cours par les grandes entreprises nationales et les industries privées en a confirmé la valeur et l'efficacité.

ÉLECTRONIQUE

INGÉNIEUR. — Cours supérieur très approfondi, accessible avec le niveau baccalauréat mathématiques, comportant les compléments indispensables jusqu'aux mathématiques supérieures. Deux ans et demi à trois ans d'études sont nécessaires. Ce cours a été, entre autres, choisi par l'E.D.F. pour la spécialisation en électronique de ses ingénieurs des centrales thermiques. **Programme n° IEN.O.**

AGENT TECHNIQUE. — Nécessitant une formation mathématique nettement moins élevée que le cours précédent (brevet élémentaire ou même C.A.P. d'électricien). Cet enseignement permet néanmoins d'obtenir en une année d'études environ une excellente qualification professionnelle. En outre il constitue une très bonne préparation au cours d'ingénieur.

De nombreuses firmes industrielles, parmi lesquelles : les Acieries d'Impphy (Nièvre); la S.N.E.C.M.A. (Société Nationale d'Etudes et de Construction de Moteurs d'Aviation), les Ciments Lafarge, etc. ont confié à l'**INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL** le soin de dispenser ce cours d'agent technique à leur personnel électrique. **Programme n° ELN.O.**

COURS ÉLÉMENTAIRE. — L'**INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL** a également créé un cours élémentaire d'électronique qui permet de former des électroniciens « valables » qui ne possèdent, au départ, que le certificat d'études primaires. Faisant plus appel au bon sens qu'aux mathématiques, il permet néanmoins à l'élève d'acquérir les principes techniques fondamentaux et d'aborder effectivement en professionnel l'admirable carrière qu'il a choisie.

C'est ainsi que la Société internationale des machines électroniques **BURROUGHS** a choisi ce cours pour la formation de base du personnel de toutes ses succursales des pays de langue française. **Programme n° EB.O.**

ÉNERGIE ATOMIQUE

INGÉNIEUR. — Ce cours de formation d'ingénieur en énergie atomique, traite sur le plan technique tous les phénomènes se rapportant à cette science et à toutes les formes de son utilisation.

De nombreux officiers de la Marine Nationale suivent cet enseignement qui a également été adopté par l'E.D.F. pour ses ingénieurs du département « production thermique nucléaire », la S.N.E.C.M.A. (Division Atomique), les Forges et Acieries de Châtillon-Commentry, etc.

Ajoutons que l'**INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL** est membre de l'A.T.E.N. (Association Technique pour l'Energie Nucléaire). **Programme n° EA.O.**

SEMI-CONDUCTEURS

TRANSISTORS ET APPLICATIONS

Leur utilisation efficace (et qui s'étend de plus en plus) exige que l'on ne se limite pas à les étudier « de l'extérieur », c'est-à-dire superficiellement, en se basant sur leurs caractéristiques d'emploi, mais en partant des principes de base de la Physique, de la constitution même de la matière.

Connaissant alors la genèse de ces dispositifs, on en comprend mieux toutes les possibilités d'utilisation actuelle et future.

Comme pour nos autres cours, les formules mathématiques ne sont utilisées que pour compléter nos exposés, et encore sont-elles, chaque fois, minutieusement détaillées, pour en rendre l'assimilation facile.

Ce cours comprend l'étude successive des :

- Dispositifs semi-conducteurs,
- Circuits amplificateurs à transistors,
- Circuits industriels à transistors et semi-conducteurs.

Programme n° SCT.O.

AUTRES COURS

Froid n° 00 - Dessin Industriel n° 01 - Electricité n° 03 - Automobile n° 04 - Diesel n° 05 - Constructions métalliques n° 06 - Chauffage, Ventil. n° 07 - Béton Armé n° 08 - Formation d'Ingénieurs dans toutes les spécialités ci-dessus (bien préciser la spécialité choisie) n° 09.

Demandez sans engagement le programme qui vous intéresse en précisant le numéro et en joignant 2 timbres pour frais d'envoi.

INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL

École des Cadres de l'Industrie
Bâtiment A

69, rue de Chabrol - PARIS (X^e)
PRO 81-14 et 71-05

POUR LA BELGIQUE : I.T.P. Centre administratif
5, Bellevue, WEPION





les radio amateurs

Aujourd'hui, dans le monde, ils sont plus d'un demi-million. Malgré le nom de radioamateurs qu'ils se sont donné, s'il est un reproche qu'ils ne méritent pas, c'est bien celui d'amateurisme. En 1925, ces amateurs-là ont été les premiers, en effet, à révéler aux professionnels longtemps sceptiques les possibilités immenses de la transmission par ondes courtes. Ils ouvraient ainsi la voie à l'un des progrès techniques les plus spectaculaires du demi-siècle. Depuis lors, il n'est pas possible de les assimiler à de vulgaires bricoleurs. Rien ne serait plus injuste.

Cela, personne ne le conteste, du moins dans les sections averties de l'opinion, mais tout en reconnaissant les services que les radioamateurs ont rendus dans le passé, on se demande souvent s'ils ont encore un rôle à jouer. Refoulés dans de minuscules bandes de fréquences, ne disposant ni de l'équipement ni des moyens des laboratoires modernes d'électronique, ils peuvent continuer, certes, à s'adonner à un passe-temps instructif; mais comment feraient-ils avancer la science des télécommunications ? Le temps des entreprises hors-série étant passé, l'avenir de ces francs-tireurs n'est-il pas derrière eux ?

Ce n'est pas si sûr.

La bataille des ondes courtes

Les radioamateurs ont fait leur apparition presque en même temps que la radio elle-même — la T.S.F. comme on disait alors. Dès 1913, deux amateurs, Pierre Louis et le docteur Corret, réalisaient une première liaison entre Orléans et Versailles. En 1923, on comptait déjà 1 105 émetteurs privés aux États-Unis. Sans restriction aucune, chacun opérait à son gré. On imagine le résultat : interférences et chaos. La naissance de l'émission d'amateurs tel qu'on la conçoit aujourd'hui date de 1921, année où le Gouvernement français (de même d'ailleurs que plusieurs

radioamateurs

autres gouvernements) décida d'assujettir les stations privées à une réglementation et à un contrôle technique.

En 1921, en France comme un peu partout dans le monde, les anciens opérateurs radio de la Grande Guerre gardaient une telle nostalgie de la « T.S.F. » que, dans différents pays, on les autorisa à construire des postes émetteurs. Seulement, ils n'avaient le droit d'utiliser que les ondes de moins de 250 mètres, jugées improches à toute communication à plus de 100 kilomètres. Pour que les techniciens officiels s'aperçoivent de leur erreur, il a fallu que, de 1923 à 1925, des amateurs français comme Léon Deloy et Pierre Louis réussissent, coup sur coup, à « toucher » l'un les États-Unis, l'autre la Nouvelle-Zélande. Deloy avait opéré sur 100 m de longueur d'ondes et Pierre Louis sur 20 m seulement. La puissance de leurs émetteurs ne dépassait pas 80 watts. Ainsi se trouvaient démenties toutes les théories professées à l'époque sur « la stérilité des ondes courtes ». Mieux encore, il était prouvé que sur ces nouvelles fréquences, surtout s'il s'agissait de liaison à grandes distances, quelques watts pouvaient se révéler tout aussi efficaces, sinon davantage, que les centaines de kilowatts employés sur les ondes kilométriques.

Alors seulement les professionnels commencèrent à s'intéresser aux ondes courtes et, vers la fin de 1925, lorsque se constitua le « Réseau des Emetteurs Français », qui groupe aujourd'hui encore la majorité des amateurs de notre pays, on ne lui abandonna que les bandes de 40 et de 20 m. Ses adhérents surent en tirer le meilleur parti : ils démontrent que même sur ces fréquences, les ondes courtes étaient capables de franchir des milliers de kilomètres dans l'ionosphère.

Les ondes courtes sont maintenant adoptées pour toutes les communications transocéaniques : la radio « régulière » s'est emparée de la plus grande partie du domaine que les amateurs avaient défriché pour elle, et les émissions privées ne se font plus — du moins en France — que sur les bandes de 10, 15, 20, 40 et 80 m, ainsi que sur les ondes ultracourtes (au-dessous de 5 m). À ces restrictions s'ajoute une limitation de la puissance allouée aux amateurs : elle est de 100 W en France, de 150 W en Grande-Bretagne, de 1 000 W aux États-Unis et au Portugal, etc.

Dans les limites où leur activité est désormais confinée, on reste confondu par les résultats qu'obtiennent les amateurs.



Sur 20 et 10 m, et non seulement en télégraphie mais en téléphonie, les liaisons France-Océanie, par exemple, ou France Amérique, se font par centaines tous les jours. En 1947, le colonel Revirieux parvenait à « toucher » les États-Unis sur 5 m. Ces performances peu communes, et qui semblent interdites aux professionnels les mieux outillés, on se les explique mal tant qu'on n'a pas étudié de près les conditions dans lesquelles opèrent les radioamateurs actuels et le matériel qu'ils utilisent dans leurs stations.

Un mouvement en pleine expansion

Le nombre des amateurs ne cesse de croître. On en a recensé dans 200 pays ou territoires, jusque dans une île réputée déserte comme l'île Bouvet, jusque dans un pays totalitaire comme la Chine où, pour faciliter la « police des ondes », on se contente de les grouper dans des clubs. C'est aux États-Unis qu'ils sont le plus nombreux : 250 000 selon les dernières estimations. L'U.R.S.S., où ils dépassent le chiffre de 100 000, vient en deuxième position.



Depuis la mise sur orbite d'Oscar I et d'Oscar II, les premiers satellites non gouvernementaux, des milliers d'amateurs se sont spécialisés dans l'écoute du Cosmos. M. Berthomé (ci-dessus) est le correspondant français du projet Oscar.

Dans notre pays, le « Réseau des Émetteurs Français » avance officiellement le chiffre de 3 000. Mais ce chiffre modeste, il faudrait le multiplier par dix au moins pour englober les S.W.L. non déclarés (*Short Waves Listeners*), c'est-à-dire les « écouteurs d'ondes courtes » qui n'ont pas encore le droit d'émettre. Car, en France, n'est pas radioamateur qui veut. Il faut d'abord adresser une demande au Ministère des P.T.T. (1). Si la décision du ministère est favorable, le candidat reçoit la visite d'un inspecteur chargé de contrôler le fonctionnement de son installation et de lui faire subir les épreuves de l'examen d'opérateur. Ce certificat une fois obtenu, il n'est autorisé à émettre qu'après la réception d'une licence et la notification d'un indicatif.

Malgré le nombre relativement restreint des radioamateurs en France, le Réseau des Émetteurs Français envisage l'avenir avec confiance. En effet, il compte de nombreux jeunes parmi ses adhérents, et la jeunesse du mouvement ne pourra que s'accentuer dans l'avenir du fait de l'accord

(1) Direction Générale des Télécommunications, 20, avenue de Ségur, Paris 7^e.

qu'il vient de conclure avec la Fédération des Maisons des Jeunes. A la Maison des Jeunes de la rue du Borrégo, à Belleville, par exemple, une station bien équipée a été mise à la disposition d'un groupe de jeunes amateurs qui se réunissent tous les jeudis soir pour confronter le résultat de leurs recherches et se perfectionner dans la technique de la lecture au son et aussi pour réaliser des appels à grande distance.

Autre motif d'espoir pour les amateurs français : malgré leurs moyens réduits comparés à ceux de leurs confrères étrangers, notamment américains et soviétiques, il leur arrive souvent, à force d'ingéniosité et de ténacité, de leur ravir la première place. Ainsi, c'est un Français, M. Jacques Boisanfray, qui est le premier titulaire au monde du M.C.A. — *Mobile Century Award* —, un diplôme créé il y a deux ans par les Anglais pour récompenser les meilleurs spécialistes des émetteurs mobiles, c'est-à-dire installés sur des voitures. M. Boisanfray dispose d'un émetteur de 50 watts. Avec cette puissance réduite, tout en circulant dans Paris, il a des conversations fréquentes avec le Canada,

radioamateurs

l'U.R.S.S. ou la Nouvelle-Zélande. Son antenne verticale n'a que 2,80 m de longueur, soit bien moins que les antennes couramment utilisées par les militaires pour des liaisons à courte distance. Mais ce modèle américain, équipé d'une self à mi-hauteur de l'antenne, lui permet de « travailler » sur la totalité des fréquences allouées aux amateurs.

En règle générale, le matériel mis en œuvre par les amateurs se caractérise par un rendement supérieur à celui qu'on utilise sur les appareils commerciaux. Mais des stations d'amateurs, il en existe de toutes sortes, depuis les plus perfectionnées, dotées d'instruments de mesure, de magnétophones, d'oscillographes cathodiques, etc., jusqu'aux plus modestes « bricolées » par des débutants avec des moyens de fortune et des fortunes diverses.

Aux États-Unis, certaines entreprises spécialisées, telles que *National*, *Temco* ou *Collins* ont mis sur le marché un matériel destiné en priorité aux amateurs. En France on préfère le sur-mesure à la confection. Certes, on ne va pas aussi loin que les pionniers, comme Pierre Louis, qui fabriquait lui-même ses lampes, d'un modèle inconnu à l'époque, dans un atelier de verrerie attenant à son laboratoire. Mais dans 95 % des cas, on construit soi-même son émetteur, le plus souvent à partir de pièces détachées que l'on trouve dans les « surplus » militaires américains.

Les stations d'amateurs

Un émetteur se compose essentiellement des éléments suivants : un « pilote » qui conditionne la stabilité, un ou plusieurs étages intermédiaires, l'étage de puissance et le système de modulation ou de manipulation, selon que l'émetteur est utilisé en téléphonie ou en télégraphie. Pour donner une idée de la complexité des problèmes techniques posés par la construction d'un émetteur, nous reproduisons ici quelques précisions techniques relatives au seul étage « pilote ». Elles sont dues à un amateur, M. Jean Fevré : « ...Du fait de l'étroitesse des fréquences accordées, chaque émission doit être réglée au mieux pour ne pas gêner les autres. Le pilote le plus simple est un montage à quartz. Sans aucune autre précaution, la stabilité est bonne, mais on est tributaire de la fréquence propre de chaque quartz dont on ne peut tirer, outre la fréquence fondamentale, que les harmoniques. Dans bien des cas, pour

cette raison, le pilotage piézoélectrique est abandonné au profit du V.F.O. — *variable frequency oscillator* — qui nécessite un ou deux tubes et une alimentation stabilisée (spécialement dans le cas fréquent d'un secteur électrique instable), ainsi qu'une parfaite réalisation mécanique... Chaque bande amateur étant l'harmonique 2 de la précédente, bien souvent l'émetteur est piloté sur 80 m, fréquence commode à multiplier ensuite par deux, quatre, huit, pour aller jusqu'à 10 m. De telles opérations ne demandent en général que des tubes de réception courants »...

A la différence des émetteurs, les récepteurs sont le plus souvent achetés tout prêts. En raison même de l'exigüité des bandes et de la faible puissance mise en jeu, on leur demande de telles propriétés de stabilité et de sélectivité que bien peu d'amateurs en entreprennent eux-mêmes la construction. Pour mesurer la difficulté d'une telle entreprise, il suffit de penser, qu'entre 14 000 et 14 350 kilohertz plusieurs milliers de stations opèrent simultanément.

C'est l'antenne qui constitue dans bien des cas l'élément le plus original des stations d'amateurs. Son rôle est d'autant plus important que la puissance des émetteurs est dérisoire. Après l'antenne dite *long wire*, qui est tout simplement un fil tendu entre deux isolateurs et dont la longueur est calculée en fonction de la longueur d'onde sur laquelle on opère, les antennes dirigées du type *Yagi* connaissent une grande vogue. Maintenant, une antenne mise au point aux États-Unis sous le nom de *Cubital Squad* retient aussi les faveurs des amateurs.

Souvent, à cause des conditions particulières dans lesquelles ils travaillent, les amateurs sont amenés à s'engager dans des voies ignorées des professionnels, ou abandonnées par eux. C'est ainsi que, parallèlement à la modulation de fréquence, ils étudient de plus en plus actuellement les dispositifs émetteurs radio-téléphoniques n'utilisant qu'une seule bande latérale de modulation. Cette technique, quoique ancienne, est assez mal connue. C'est aux amateurs que revient le mérite d'avoir montré qu'elle pouvait revêtir un nouvel intérêt aujourd'hui en raison du nombre sans cesse croissant des émetteurs. En effet, une émission phonie à bande latérale unique occupe un spectre de fréquences beaucoup plus étroit qu'une émission à modulation de fréquence normale. Un spectre plus étroit aussi que celui

qu'occuperait la même émission modulée en amplitude de la façon courante.

Il arrive aussi que l'ingéniosité des amateurs supplée l'insuffisance de leurs moyens techniques. Pour tenir lieu de tubes de puissance dans les émetteurs, certains d'entre eux n'ont-ils pas employé avec succès des lampes EL 50 2 destinées par leurs constructeurs à servir d'amplificateurs de balayage horizontal dans les téléviseurs 819 lignes !

Une école de techniciens

Construire sa propre station en réalisant des montages complexes et parfois hétérodoxes, rien ne peut stimuler davantage une vocation de « radio » ou d'électronicien, rien ne peut compléter plus utilement la formation théorique des techniciens et même des ingénieurs. « Ne serait-ce qu'à ce titre, écrit un inspecteur général de l'enseignement, l'amateurisme mérite d'être encouragé, et particulièrement dans les écoles techniques et dans les grandes écoles » ... Dans le même esprit, lorsqu'il était à la tête des transmissions de l'Armée, le général Gilson n'a pas crain de déclarer : « Le Réseau des Émetteurs doit devenir une partie de l'arme des transmissions » ...

Dans toutes les industries tributaires de l'électronique, il est reconnu que les techniciens et les ingénieurs qui sont en même temps des radioamateurs disposent d'un avantage certain sur leurs collègues. D'abord parce que leurs connaissances théoriques reposent sur une base concrète. Mais aussi à cause de leur enthousiasme. C'est là, dans ce goût du travail bien fait, dans ce désintéressement, que réside le secret du succès des amateurs qui, disposant d'un équipement et de moyens sans commune mesure avec ceux des grands laboratoires, obtiennent souvent des résultats sensiblement égaux. Ainsi la revue *QST*, bréviaire des amateurs américains, signale dans l'un de ses récents numéros que ce sont des amateurs, attachés à une grande usine d'électronique, qui ont enlevé le record du monde de portée d'émission d'un *laser*... Autre exemple, dix ans après l'obtention d'un écho radar sur la Lune, des amateurs réussirent le même exploit : leur émetteur était cent fois moins puissant que celui des professionnels...

Les amateurs estiment pourtant que leur rôle n'est pas de se mesurer aux professionnels. Ils s'attachent à définir des champs

d'investigation qui leur soient propres. La radioélectricité a atteint aujourd'hui un tel degré de complexité qu'elle se scinde en plusieurs spécialités : la basse fréquence, la haute fréquence, l'antenne, l'oscillation peuvent chacune faire l'objet d'études particulières. Celui qui est capable d'approfondir un domaine, fût-il exigu, aura toujours sa place et sa chance.

Les spécialistes sont unanimes à penser qu'un grand pas sera franchi dans le domaine des télécommunications le jour où elles pourront emprunter une route encore interdite : celle de la troposphère. L'expérience a montré que, dans certains cas, les ondes courtes pouvaient s'y propager. Pour maîtriser ce phénomène encore capricieux, qui est plus qualifié que les radioamateurs ? Déjà ils ont été parmi les premiers à mettre en évidence le fait que la dislocation des météorites, en exerçant une influence sur l'ionisation des hautes couches de l'atmosphère pouvait avoir également un effet sur la propagation des ondes courtes et ultracourtes.

A l'écoute du Cosmos

Mais c'est surtout dans le domaine des recherches spatiales que les amateurs tiennent maintenant à affirmer leur présence. Jusqu'à ces dernières années, ils n'avaient jamais capté que des signaux émis au voisinage immédiat de la Terre. Les émissions des satellites leur ouvrent donc un champ d'investigation immense. L'un d'eux, le professeur américain Kraus, a déjà réuni une somme impressionnante de données sur « le comportement des émissions à l'intérieur même ou au-dessus des couches ionisées ».

Le 12 décembre 1961, une fusée Thor Agena de l'U.S. Air Force projetait Oscar I dans l'espace. Ce n'était qu'une sonde spatiale équipée d'un émetteur radio et de dimensions plus que modestes : 30 cm de long, 25 de large, 13 cm de haut. A l'heure des Vostoks, pourquoi se serait-on intéressé à ce « Telstar du pauvre » ? Parce que seul entre tous les satellites, il avait été entièrement conçu, construit, payé par des particuliers. Oscar I était le premier satellite non gouvernemental. Des particuliers avaient réussi ce que la plupart des grands pays n'ont pas encore tenté. Ces hommes, c'étaient des radioamateurs. Sans doute, ne s'agissait-il pas des premiers amateurs venus, puisque aussi bien ils appartenaients tous à l'état-major de la *Lockheed Missile and Space Division*.

M. Boisanfray est le premier titulaire au monde du M.C.A., un diplôme créé par les Anglais pour récompenser les meilleurs spécialistes des émetteurs mobiles c'est-à-dire installés sur des voitures.



Le but de l'opération était d'obtenir « des communications V.H.F. bilatérales à grande distance, au moyen d'un satellite utilisé comme relais ». Oscar I bénéficiait d'un atout majeur : alors que les satellites habituels ne sont étudiés que par des équipes restreintes de spécialistes, des centaines d'observateurs bénévoles suivaient celui-là dans sa course. Dans la première semaine de sa mise en orbite, le « Centre Oscar » à Sunnyvale, en Californie, recevait plus de 5 200 rapports de réception et de repérage de la petite balise qui émettait dans la bande V.H.F. de 144 MHz. Ces comptes rendus provenaient de 570 observateurs représentant 25 pays et 5 continents.

Même afflux de messages quand, en 1962; Oscar II a pris le relais d'Oscar I. Et Oscar III, le plus perfectionné des satellites amateurs, dont le lancement est maintenant imminent, suscitera un mouvement d'intérêt encore plus puissant.

Un demi-million de radioamateurs, cela représente un potentiel d'écoute formidable et qui n'a pas d'égal au monde. D'autant plus qu'il ne s'agit pas de n'importe quels « écouteurs ». Habituer à établir des liaisons lointaines au milieu des pires brouillages, ils sont rompus à toutes les subtilités,

toutes les « astuces » de la radioélectricité. Des milliers d'heures qu'ils ont passées à l'écoute d'Oscar I et d'Oscar II, nombre d'observations intéressantes se sont déjà dégagées, en particulier les observations d'un amateur français, M. André Bertemès, « qui correspondent vraisemblablement », dit-il, à la réception des signaux des satellites alors que ceux-ci se trouvaient déjà en dessous de l'horizon et laissent entrevoir un phénomène troposphérique de réfraction aux faibles angles de site »...

Une confrérie internationale

Les objectifs des radioamateurs ne sont pas uniquement scientifiques. Ils ont aussi un langage, des mœurs, des lois qui leur sont propres. Un idéal.

Pas plus que les frontières, ils ne connaissent les barrières de classe sociale, de race ou de religion. Parmi eux, deux souverains régnants : Hassan II du Maroc et Rainier de Monaco. Le général Curtis Le May, patron de l'U.S. Air Force et le sénateur Barry Goldwater, qui sera peut-être le candidat républicain aux prochaines élections présidentielles américaines, sont également des amateurs. Dans cette confrérie, toutes les corporations sont repré-



sentées. Il y a, sans doute, une forte proportion de techniciens. Mais le Réseau des Emetteurs Français, par exemple, est présidé par un avocat, dont l'un des principaux adjoints est organiste de son métier.

Dès ses débuts, l'O.N.U. a créé la station d'amateurs K2UN pour développer la compréhension internationale (*to promote international friendship*). Les multiples services que les radioamateurs ont su rendre par la suite justifient pleinement cette initiative.

Quand la terre a tremblé à Agadir, les liaisons normales étant coupées, ce sont deux radioamateurs qui ont transmis tous les messages d'urgence, 600 en 15 jours, contribuant ainsi à sauver plusieurs milliers de vies humaines. Plus récemment, ce sont encore des radioamateurs qui ont assuré les liaisons entre la Martinique et le reste du monde quand cette île a été dévastée par l'ouragan Edith.

Un soir, il y a quelques années, M. André Bertermès, l'amateur déjà cité, a capté un S.O.S. lancé par U.A.I.L.B., l'indicatif de Radio Léningrad. Pour sauver un enfant, disait ce message, il nous faut de toute urgence dix ampoules de *viomycine*, un médicament qu'on ne fabrique qu'à Asnières.

Aussitôt, d'Asnières à Léningrad, via Orly et l'aéroport de Moscou, les secours s'organisent : les ampoules arrivent à temps.

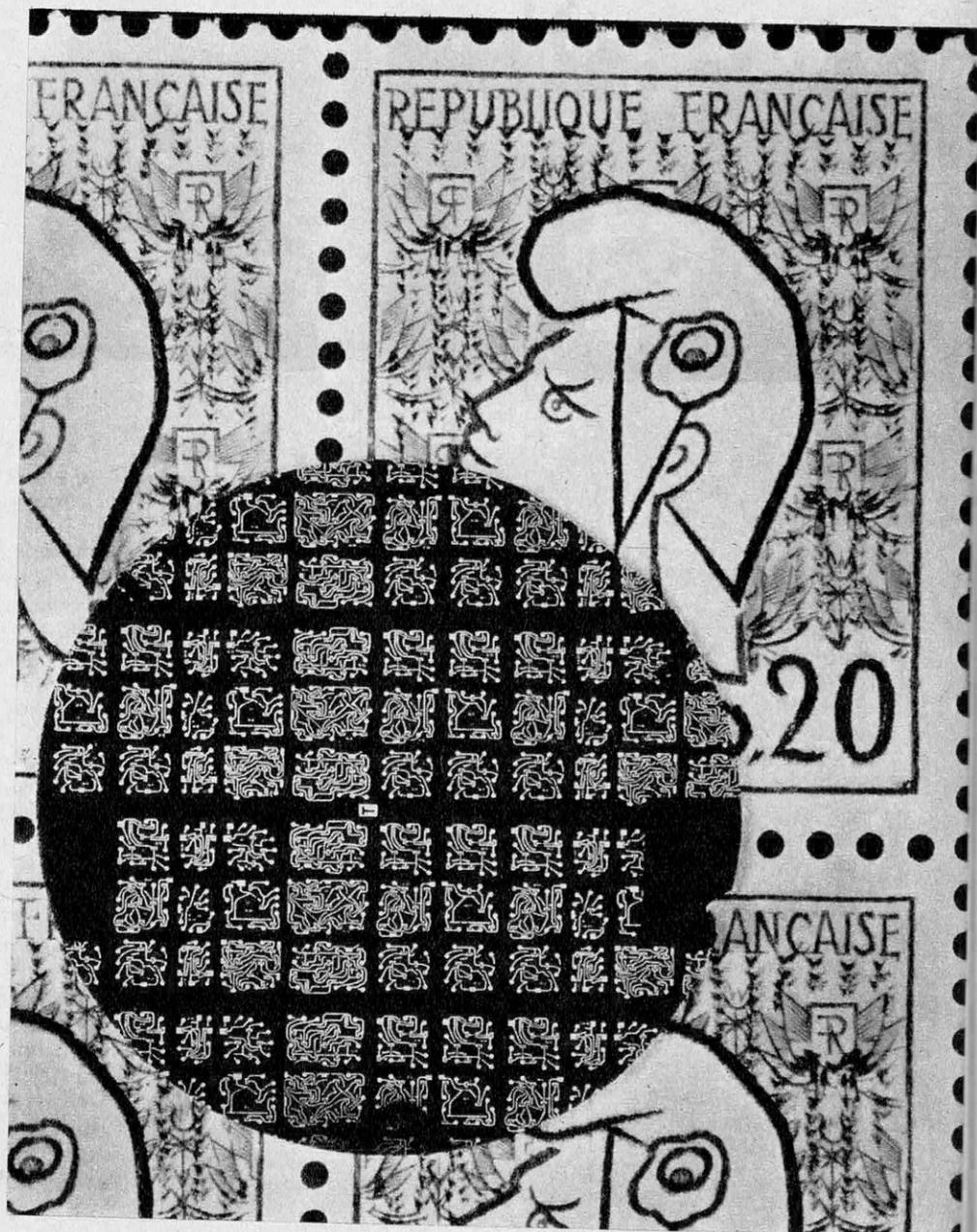
Récemment, la même chaîne de solidarité s'est établie en sens inverse : en moins de 24 heures, un remède hongrois, le *Degranol*, est parvenu à Grenoble où un médecin de l'Hôpital La Tronche, le docteur Collomb, l'avait fait demander pour sauver un militaire américain atteint d'un cancer de la peau.

Il ne se passe pas de mois sans qu'on signale, en France, trois ou quatre cas de ce genre. Aussi le Plan ORSEC, notre plan national de secours d'urgence, fait-il une place aux radioamateurs. Tous les S.O.S. demandant l'envoi d'un médicament doivent être transmis à l'Hôpital Fernand Vidal, chargé d'organiser et de coordonner les secours.

Les amateurs ont toujours l'espoir de rééditer leur grand coup d'éclat, la découverte des ondes courtes, qui remonte au premier quart de ce siècle. Y parviendront-ils ? Nul ne peut encore le dire. Mais ce qui est certain, c'est que tant sur le plan scientifique et technique que sur celui de la coopération internationale, ils n'ont pas dit leur dernier mot.

François BRUNO

LES RECEPTEURS



1100 transistors,
4200 résistances
dans les 110 circuits
électroniques diffé-
rents groupés sur cet-
te plaque de 25 mm
de diamètre posée
sur des timbres-pos-
te. Un exemple des
possibilités de la mi-
crominiaturisation.

L'avenir DE l'avenir

Il n'y a guère de ressemblance extérieure entre le radiorécepteur de 1964 et les modèles rudimentaires des débuts de la radiodiffusion. Tout semble changé : la présentation, les éléments essentiels, tels que les haut-parleurs. Bien que l'avènement de la télévision soit plus récent, les changements sont peut-être encore plus évidents ; il n'y a rien de commun entre les appareils actuels à tubes-images de plus en plus plats et les premiers appareils électromécaniques à disque tournant ou à tambour à miroir d'avant la guerre de 1939.

En réalité, certains principes de montage et de construction sont demeurés invariables. Les radiorécepteurs actuels sont ainsi toujours des superhétérodynes, ou appareils à changement de fréquence, dont les premiers brevets ont été publiés après la guerre de 1914-1918. Par un curieux retour, des solutions préconisées autrefois, puis abandonnées, sont de nouveau en honneur aujourd'hui. Il en est ainsi pour l'alimentation des radiorécepteurs ; les batteries de piles et d'accumulateurs présentent de nouveau des avantages en raison de la diffusion des transistors et, d'ailleurs, de leurs progrès mêmes.

Ce sont là des phénomènes que l'on constate dans beaucoup d'autres techniques, au fur et à mesure des développements industriels ; ils nous incitent à la prudence lorsqu'on veut prévoir les transformations futures des radiorécepteurs et des téléviseurs.

Dans l'état actuel de la technique, toutes les transformations semblent même devoir être plus ou moins limitées par des lois générales de la physique, qu'il semble difficile de négliger. Comment, par exemple, concevoir un radiorécepteur de poche, comportant un haut-parleur également minuscule, et qui permettrait pourtant d'obtenir une audition puissante et de haute qualité musicale ? On peut établir, sous une forme réduite, des amplificateurs de plus en plus puissants, mais il paraît extrêmement difficile de réaliser des haut-parleurs comportant un diffuseur de diamètre très réduit, et qui permettrait pourtant la reproduction puissante et correcte des sons graves.

Il nous semble possible de réaliser des télé-

viseurs dont le montage électronique serait de plus en plus réduit, mais comment serait constitué l'écran de réception ? L'emploi du tube cathodique-image actuel ne semble plus une solution.

Au delà du transistor

Nous ne pouvons concevoir la réalisation des montages électroniques de réception de son ou d'images sans utilisation d'éléments amplificateurs, changeurs de fréquence, détecteurs, redresseurs, oscillateurs de plus en plus perfectionnés.

Que de chemin parcouru depuis le cohéreur d'Édouard Branly qui date de 1892, et celui de Popoff de 1895 ! Il y a eu d'abord le détecteur électrolytique du général Ferrié, en 1903, remplacé à son tour par le premier détecteur à cristal inventé et breveté par le Dr Greenleaf W. Pickard en 1906. C'est en 1906 également que L.W. Austin breveta un détecteur au silicium ; en 1907 apparurent des détecteurs à zincite, puis, en 1908, des détecteurs à bornite et à molybdénite, en 1909 les détecteurs Perikon qui ont été les véritables précurseurs de nos transistors modernes.

Mais, en 1904, déjà John Ambrose Fleming avait inventé le premier tube détecteur diode basé sur l'émission électronique, ou effet Edison. C'est en 1906 que Lee de Forest devait inventer son « audion », le premier tube à vide à trois éléments, d'abord simple détecteur, puis ensuite amplificateur de signaux à haute fréquence et, enfin, monté en oscillateur à partir de 1914. La réception à grande distance des ondes radioélectriques devenait possible, et la radio-diffusion devait débuter aux alentours de 1920.

La suprématie incontestée du tube à vide a duré plus de 40 ans, jusqu'en 1948, date de l'invention du transistor, qui a permis, en particulier, la réduction de plus en plus grande, sinon la miniaturisation des montages.

Voici maintenant qu'on envisage des transmissions à des distances de plus en plus grandes, tout autour de la Terre, et au delà de l'atmosphère. La grande difficulté pour la réception

l'avenir

des signaux de plus en plus faibles, en utilisant des tubes à vide ou des transistors, réside encore dans le « bruit de fond » dû à leur constitution interne elle-même. Le signal incident est plus faible que le bruit interne dû aux phénomènes électroniques ; l'amplification devient inefficace, plus on amplifie, et plus les bruits augmentent et couvrent la réception utile.

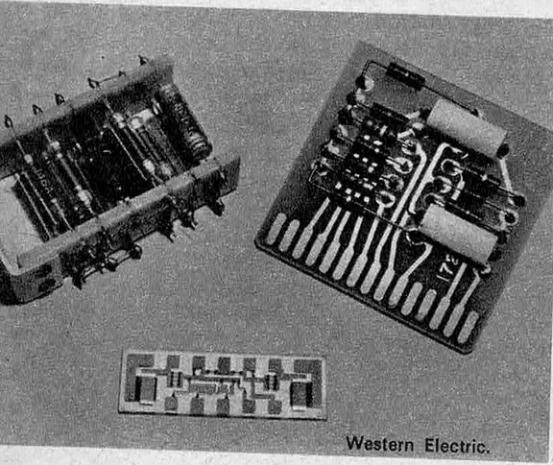
Nous sommes ainsi arrivés à une phase où les transistors eux-mêmes deviennent parfois insuffisants ; d'où la recherche de nouveaux éléments détecteurs et amplificateurs basés sur d'autres principes. Déjà les études d'électronique quantique peuvent faire entrevoir une véritable transformation des montages électroniques et de leurs applications. Ce ne sont pas seulement des appareils de recherches et de laboratoires qui peuvent être établis ; on voit déjà apparaître de premières applications industrielles d'une très grande importance.

Les masers et les lasers, ou masers optiques, sont désormais réalisés et utilisables industriellement pour les télécommunications. Les liaisons les plus lointaines à l'aide de micro-ondes deviennent ainsi possibles, avec une dépense d'énergie incroyablement faible ; l'intérêt de ces éléments consiste à capter des signaux cent fois plus faibles que ceux qui peuvent être décelés par des tubes à vide.

Sans doute s'agit-il là encore d'éléments extrêmement coûteux et complexes, et qui exigent pour leur fonctionnement une installation très difficile à établir. Mais nous ne sommes pas au bout des transformations.

La forme du radiorécepteur de l'avenir

En nous basant simplement sur l'emploi des transistors, sinon des tubes, quelles sont les modifications à prévoir pour les formes des radiorécepteurs ?



Deux montages électriques réalisés avec des composants classiques et un circuit moderne équivalent avec films minces.

Sans doute aurons-nous des appareils de plus en plus réduits et qui pourront revêtir une forme fonctionnelle et utilitaire, aussi bien pour l'appartement que pour le bureau ou l'atelier. Nous verrons combinés avec des lampes de table, des bibliothèques, des pendulettes de chevet, des blocs-notes, etc. Il s'agit là, d'ailleurs, de modèles qui ont déjà fait une apparition limitée. Rien n'empêche la création de récepteurs-stylos ou d'étuis à cigarettes qui permettraient d'entendre les nouvelles radio-phoniques !

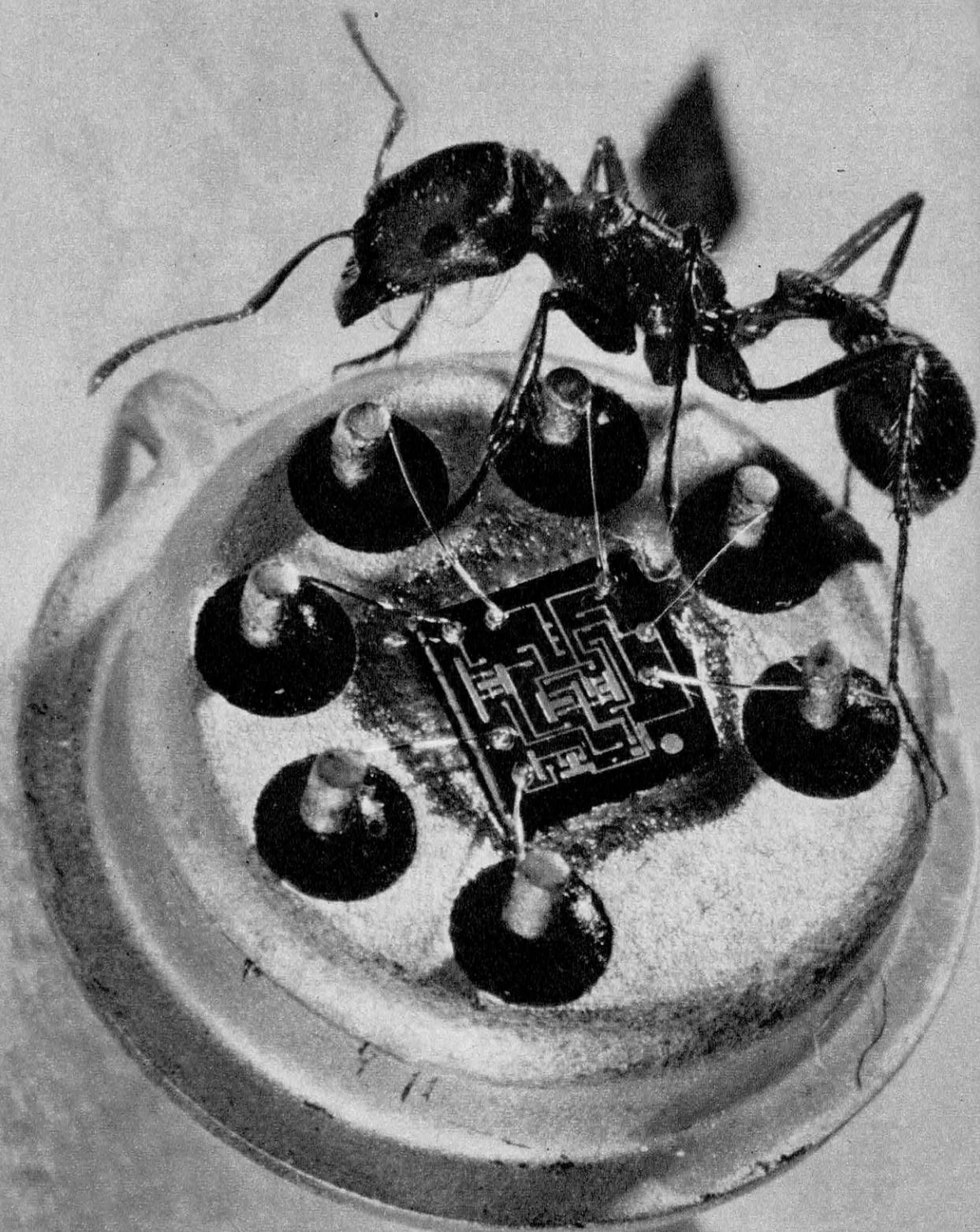
La proportion des appareils d'appartement de dimensions relativement grandes paraît devoir encore diminuer, sauf pour les modèles combinés dans des boîtiers en ébénisterie ou dans des meubles avec des téléviseurs, des électrophones ou des magnétophones. L'inconvénient de cette évolution serait surtout sensible pour les mélomanes ; la réduction des dimensions du haut-parleur risque de rendre difficile une reproduction musicale satisfaisante des sons graves, et elle ne permet pas, bien entendu, un effet stéréophonique.

Des solutions devront être trouvées pour associer des montages électroniques très réduits avec des haut-parleurs de qualité suffisante ; des solutions très diverses peuvent être envisagées, en particulier des haut-parleurs séparés de forme tableaux, très plats, suspendus ou encastrés dans les murs ; on étudie actuellement déjà des enceintes acoustiques de plus en plus plates dites « streamlines ». Il reste, bien entendu, la découverte problématique d'un nouveau principe acoustique du haut-parleur.

Les progrès des sources d'énergie, en particulier des piles, la possibilité même de réaliser des éléments minuscules à énergie nucléaire dans un avenir plus ou moins lointain rend également possible la réalisation d'appareils autonomes de plus en plus nombreux, de moins en moins fréquemment reliés au secteur.

La miniaturisation

La diffusion des montages électroniques n'a été rendue possible que grâce à la réduction des encombrements et des poids, des qualités de maniabilité, de fiabilité, de prix de revient admissibles dans des conditions d'utilisation variant constamment. Cette évolution devrait amener une simplification des montages et, en tous cas, une réduction du nombre des pièces



Une fourmi donne l'échelle de cet élément « micrologique » très fortement grossi, fait de 8 transistors et 12 résistances.

l'avenir

Entre des pointes de brucelles, un montage micrologique épitaxial au silicium. La pointe d'un stylo à bille donne l'échelle.

détachées; mais il n'en a rien été jusqu'ici, en pratique.

Les manœuvres, et parfois le fonctionnement, semblent simplifiés; il suffit pourtant d'étudier la disposition interne des montages, même de très faibles dimensions, pour se rendre compte de leur complexité croissante, et leur réalisation impose souvent de véritables travaux d'horlogerie.

Mais cette multiplication des éléments, cette diversité accrue, le nombre de rôles que doit jouer un même montage ne doivent plus être obtenus aux dépens de l'augmentation du poids et de l'encombrement; d'où la nécessité continue d'une miniaturisation poussée, rendue encore plus nécessaire souvent par des applications particulières d'une grande importance.

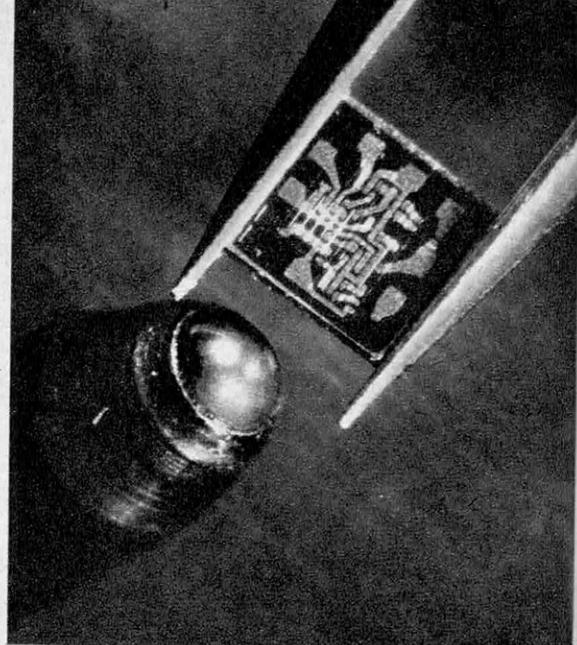
On constate, depuis la fin de la guerre de 1939, dans la technique de la construction électronique comme dans beaucoup d'autres domaines, une réduction des dimensions des éléments et des montages eux-mêmes, à égalité de leur qualité. On constate, de même, en photographie, une diminution du format des images, dans les électrophones l'emploi de disques à sillons de plus en plus réduits et resserrés, etc. D'une manière générale, la précision des réalisations permet d'assurer une meilleure définition et d'établir des pièces plus réduites possédant les mêmes qualités.

En électronique, la tendance à la miniaturisation a été amenée initialement par la nécessité d'établir des montages de plus en plus réduits, destinés d'abord à des usages militaires, puis à des satellites artificiels et des engins spatiaux. Nous avons assisté à des étapes spectaculaires de la miniaturisation des tubes à vide et de leurs supports, des condensateurs de différents types, et des résistances.

L'apparition des transistors et des pièces actives à semi-conducteurs a transformé toute une partie de la technique, non seulement grâce aux dimensions extrêmement réduites de ces éléments, mais aussi à la réduction des courants d'alimentation correspondants.

Pour se rendre compte de cette tendance, il suffit de comparer les appareils dits « portatifs » à tubes à vide d'avant la guerre de 1939 avec les radiorécepteurs de poche transistorisés actuels; nous voyons réaliser des amplificateurs de prothèse auditive, par exemple, aisément contenus dans des branches de lunettes.

Nous avons constaté, en même temps, des modifications plus ou moins diverses et limitées



Fairchild

des procédés de montage des éléments et, en particulier, l'adoption de plus en plus fréquente des montages imprimés. Ces montages permettent d'établir des appareils plus robustes et plus simples, en grande série, avec des systèmes de façonnage et de soudure automatiques.

Les limites de la miniaturisation

Au delà d'un certain stade, la fabrication des éléments peut cependant devenir si difficile qu'il en résulte une diminution de la sécurité de fonctionnement. Il n'est guère utile de réaliser des appareils très réduits si leur fonctionnement doit être interrompu fréquemment par la défaillance d'un composant.

Dans bien des cas, on a atteint, avec une technique classique, un palier limite de la réduction des dimensions; pour aller plus loin, il faudra passer à un autre stade, celui de la « microminiaturisation », qui exige une modification des règles habituellement admises jusqu'ici pour la fabrication des différentes pièces détachées.

Les résistances peuvent être ainsi établies par des compositions de carbone ou autre corps sur du verre, des films d'oxydes ou de nitrates; des condensateurs peuvent être également formés et établis sous une forme plate et métallisés sur leurs deux faces; le transistor lui-même est réalisé sous cette même forme plate.

Dès à présent, on peut envisager le regroupement de composants au sein d'un même ensemble modulaire, dans les techniques des « micromodules », des « microcircuits » et des « circuits solides ».

Les « micromodules » sont des micropièces, microcomposants individuels, déposés ou rap-

portés sur de minces couches de verre ou de stéatite de dimensions variables et de l'ordre de quelques millimètres; ils peuvent être empilés les uns sur les autres; ils sont montés et assemblés par des machines automatiques.

Les « microcircuits » sont aussi de minces couches de verre ou de stéatite, sur lesquelles sont déposées ou rapportées, non plus des éléments individuels, mais des circuits fonctionnels entiers plus ou moins complexes, et dont les dimensions sont de 2 à 3 cm.

Les « circuits encapsulés » sont établis à trois dimensions; ces circuits à base de semi-conducteurs sont montés à l'intérieur de petits boîtiers, analogues à ceux des transistors et d'une hauteur de quelques millimètres, ce qui permet l'assemblage en éléments très compacts.

Enfin, les « circuits solides » nous amènent à la notion des éléments moléculaires et intégrés, correspondant aux possibilités extrêmes de la microminiaturisation. Ils sont constitués par des fragments de semi-conducteurs uniques mais traités dans leurs différentes parties pour obtenir les fonctions désirées. Ce sont ainsi des blocs fonctionnels minuscules, dans lesquels les composants usuels sont, en quelque sorte, imbriqués les uns avec les autres, de telle sorte qu'on ne peut les distinguer.

Ce concept est basé ainsi sur des principes entièrement différents. Considérons, par exemple, un cristal de germanium ou de silicium; nous pouvons l'utiliser pour la fabrication d'un transistor, et aussi d'une résistance, et constituer sur sa surface une jonction permettant d'établir un condensateur. Ainsi un seul élément peut, en fait, servir à réaliser un circuit complet, formant une partie d'un montage d'ensemble.

Les micromodules et leurs possibilités

Les micromodules peuvent permettre, dès à présent, de réaliser aussi bien des téléviseurs muraux que des radiorécepteurs de la dimension d'un briquet, et des enregistreurs magnétiques de poche. Ils se composent de plusieurs micro-éléments, ayant la forme de pastilles carrées de céramique, mesurant 8 × 8 mm et 0,25 mm d'épaisseur. Chaque micro-élément représente une pièce de montage; il existe sous cette forme des résistances en pellicule d'oxyde métallique, des condensateurs de différents types, des inductances constituées par des bo-

binages toroïdaux d'un diamètre intérieur de 1 mm, des transistors, des cristaux piézoélectriques, des diodes au silicium et des éléments comportant diverses combinaisons de résistances et de capacités.

En assemblant ces micro-éléments à l'aide de connexions en alliage d'argent logées dans les encoches des pastilles, on forme des micromodules qui, une fois terminés, sont remplis d'une résine synthétique et forment des cubes compacts et robustes. Leur assemblage se fait sans la moindre perte de place, à la façon de celui des « cubes » des jeux d'enfants.

L'électronique moléculaire

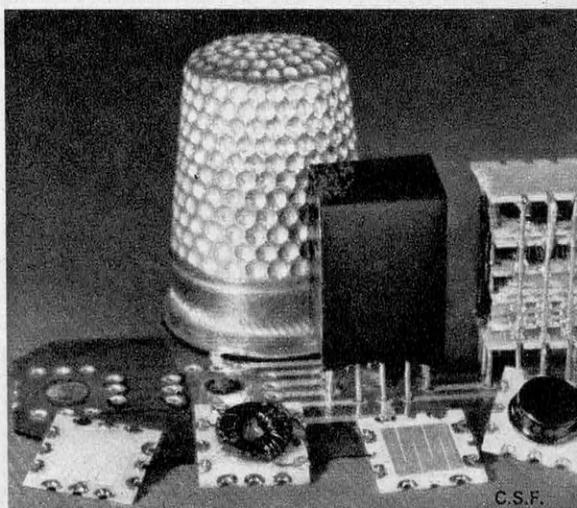
Les procédés d'électronique moléculaire présentent les caractéristiques les plus révolutionnaires et les plus spectaculaires, tout au moins pour un avenir plus lointain au point de vue industriel.

Il y a déjà près de trois ans, cependant, à une conférence de presse à Washington, un démonstrateur présentait un tourne-disques ordinaire d'électrophone relié à une paire de plaquettes très minces maintenues facilement dans la paume de sa main. Il lui suffisait de relier deux conducteurs venant des plaquettes à un haut-parleur de 30 cm de diamètre pour obtenir une audition suffisante pour la grande salle de conférences.

Ces deux petits disques constituaient, en réalité, un amplificateur d'une puissance de l'ordre de 5 W, et c'était là un premier exemple des possibilités de l'électronique moléculaire.

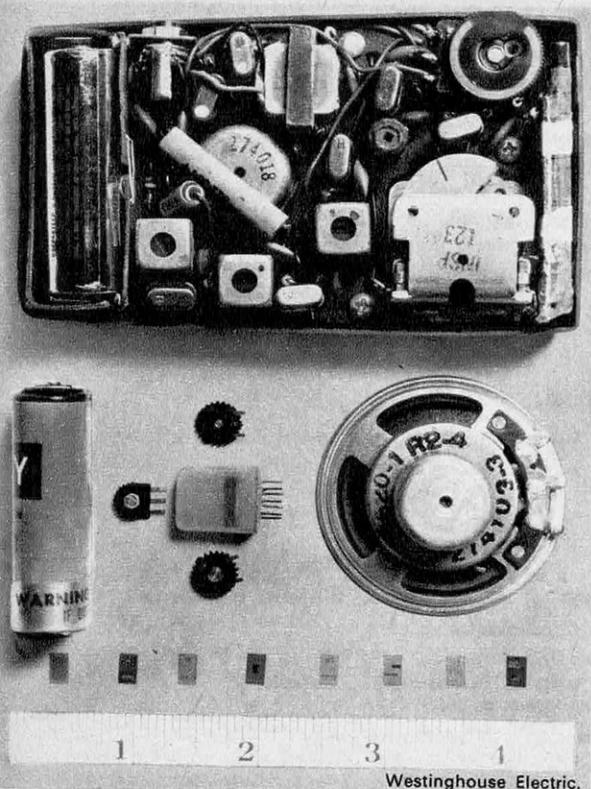
Il est facile de donner des exemples saisissants de ce qui peut être obtenu dans ce domaine. Un étage d'amplification transistorisé pour un téléviseur peut actuellement être réa-

Micromodules séparés et empilements de micromodules pour constituer des montages complexes plus petits qu'un dé à coudre.



C.S.F.

L'avenir



Westinghouse Electric.

lisé sous le volume d'une boîte d'allumettes, mais l'électronique moléculaire rendrait possible l'établissement de deux étages de ce genre dans un seul élément, dont le volume serait une fraction de celui d'un seul transistor ordinaire. Un élément de ce genre fonctionnerait sous une tension de l'ordre d'une fraction de volt.

La simplicité des connexions utiles est également spectaculaire. Un circuit transistorisé peut comporter, par exemple, une douzaine d'éléments et 35 connexions soudées; un circuit moléculaire analogue comporterait seulement deux éléments distincts et quatre connexions.

Les circuits intégrés

Une miniaturisation encore plus grande et une sécurité encore améliorée peuvent donc être obtenues en concentrant, en quelque sorte, les éléments électroniques nécessaires dans un seul bloc solide d'un matériau semi-conducteur.

Les physiciens ont pu étudier de mieux en mieux la structure de ces matériaux et les phénomènes électriques qui se produisent dans leur masse; il devenait ainsi possible de réaliser des blocs fonctionnels contenant, par exemple, des capacités et des résistances; en ajoutant ensuite des semi-conducteurs de type « n » et « p »

Les éléments modulaires, en bas, font paraître anarchique le poste à transistors actuel. Haut-parleur et pile sont inchangés. Est-ce pour longtemps ?

on assure des effets d'amplification, en constituant des transistors et des diodes-tunnels. Finalement, les techniciens ont étudié de petits blocs de matériaux pouvant jouer le rôle de circuits électroniques complets.

Les propriétés électriques de ces résistances, condensateurs et éléments d'amplification ne sont plus localisées sur un seul point de ces blocs, mais sont, en quelque sorte, « distribuées » à travers la masse du matériau.

Les blocs moléculaires, même ceux qui sont assez complexes, ne sont donc pas constitués par un certain nombre d'éléments; ils sont découpés à partir d'un seul cristal très petit d'un matériau semi-conducteur; le bloc est ensuite gravé, combiné avec des alliages, traité jusqu'à ce que les résultats désirés aient été obtenus.

La fabrication automatique

La fabrication automatique des appareils électroniques a déjà été envisagée pour les montages classiques, en employant des plaquettes imprimées ou gravées, mais ces nouvelles méthodes de microminiaturisation permettent d'examiner ce problème d'une façon entièrement nouvelle.

On a ainsi entrepris la construction de machines susceptibles de réaliser automatiquement des circuits électroniques complets; il s'agit sans doute encore d'éléments relativement simples, mais des montages déjà importants ont pu être obtenus. C'est ainsi qu'on a établi des rubans de semi-conducteurs appelés « dendrites », à partir de la masse à l'état fondu. Ces rubans présentent une dimension et une épaisseur absolument précises avec des surfaces d'une perfection optique absolue; ils sont prêts à l'usage dès qu'ils sortent du four de traitement et les déchets sont nuls.

Par contraste, les semi-conducteurs sont constitués normalement sous la forme de lingots, qui doivent être étudiés aux rayons X, orientés, sciés et décapés, puis polis avant d'être prêts à l'usage, et cette méthode produit encore un grand nombre de déchets.

Un ruban dendritique, ce qui veut dire, en quelque sorte, « arborisé », peut servir à réaliser des systèmes à fonctions multiples. Il en est ainsi, par exemple, pour la création des multivibrateurs. Les circuits individuels doivent être séparés; il suffit de leur attacher des fils de connexion.

**L'électronique moléculaire :
ces blocs minuscules tenus
dans la main constituent
un amplificateur de 5 W
donnant une audition puis-
sante dans une grande salle.**

Des circuits complets d'amplification pourraient être établis de la même manière ; le ruban de derrière serait découpé en différentes longueurs pour produire des éléments ayant des pouvoirs amplificateurs divers ; plus la bande serait longue, plus l'amplification serait importante !

Les spécialistes espèrent pouvoir encore augmenter la complexité des équipements électriques réalisables de cette manière et constituer, par exemple, des récepteurs complets d'une manière automatique.

En raison de la consommation de plus en plus faible de ces blocs d'électronique moléculaire, il sera possible d'employer des batteries de plus en plus réduites.

Les possibilités de ce procédé sont sans doute surtout remarquables à l'heure actuelle pour la construction des fusées téléguidées et des engins spatiaux, car les questions de poids, de dimensions et de puissance sont ici d'une importance essentielle.

Grâce à ces montages, il est possible d'envisager, par exemple, la réalisation d'un téléphone personnel qui pourrait tenir dans la poche, et d'un téléviseur à écran plan ayant la forme d'un tableau. Les progrès des appareils à électroluminescence permettent déjà d'envisager la fabrication d'écrans ayant seulement quelques millimètres d'épaisseur. Grâce à l'électronique moléculaire, il semble possible d'établir le reste du circuit du téléviseur dans un seul coin du cadre du tableau.

Les nouvelles formes du téléviseur

A côté des appareils normaux à écran plus ou moins grand, on verra apparaître sans doute des modèles plus ou moins réduits. C'est ainsi que David Sarnoff, président de la Radio Corporation of America, prévoit déjà pour les vingt années à venir l'avènement d'un appareil gros comme une montre-bracelet, que l'on fixera au poignet. Cet appareil combinerait les avantages de la radio, du téléphone et de la télévision ; grâce à l'utilisation de longueurs d'onde de plus en plus courtes, il sera possible de multiplier les programmes et les canaux de transmission.

L'idée du téléviseur portatif évoque à l'heure actuelle celle de la transistorisation ; mais le problème n'est pas le même qu'en radiophonie ; dans un récepteur d'images, tout au moins dans la technique actuelle, c'est le tube cathodique



qui détermine encore l'encombrement. Un jour viendra où l'on saura réaliser un tube-image plat, et dès lors la création d'un téléviseur de poche ne présentera plus de difficultés majeures. Doit-on cependant souhaiter une vogue des téléviseurs portatifs semblable à celle des boîtes à musique à transistors ?

On a étudié également des appareils de télévision stéréoscopiques, c'est-à-dire assurant le relief visuel. On pourrait songer à transmettre, à la fois, sur un même écran, les deux images d'un couple stéréoscopique, qui seraient sélectionnés par le procédé des anaglyphes, sinon de la lumière polarisée, mais certains techniciens, amateurs de science-fiction, prévoient déjà la réalisation de « télé-lunettes » comportant deux oculaires, et qui permettraient de voir la télévision en relief et d'entendre le son en stéréophonie. L'image aurait, bien entendu, de faibles dimensions, de l'ordre de 12×9 mm, ce qui serait suffisant, puisqu'elle serait observée de très près ; la transistorisation permet de ne plus considérer ce projet comme absolument utopique.

Tout récemment seulement, on a réussi à mettre au point un système permettant de régler d'une manière correcte le flux lumineux en fonction des signaux d'images, et utilisable pour la télévision. Il s'agit du procédé suisse de

l'avenir

Un téléviseur à projection optique sur écran de 1,25 m donnant une image quatre fois plus grande qu'avec un appareil conventionnel.

“l'Eidophore”, ou “porteur d’images”, dans lequel le support d’images est un liquide visqueux dont la surface supporte l’action d’un faisceau d’électrons très fins. Le petit creux qui en résulte a pour effet de dévier et de disperser un faisceau de lumière parallèle, et l’on obtient à travers un système complexe à fentes une image de grande surface, dont les téléspectateurs apprécient souvent la qualité. Il s’agit malheureusement d’un dispositif extrêmement complexe, très encombrant, et surtout d’un prix très élevé.

Le téléviseur à grand écran

Comment, dans ces conditions, obtenir les images télévisées de plus en plus grandes demandées par les téléspectateurs et surtout par les enseignants et les étudiants?

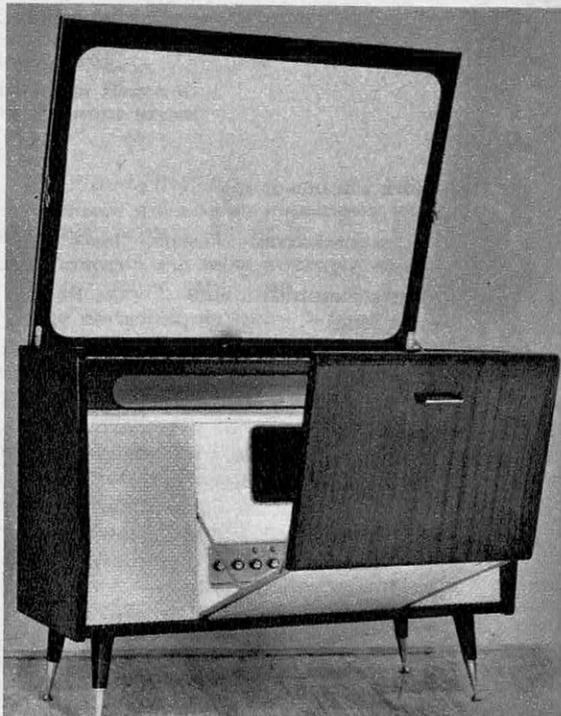
Deux chercheurs suisses ont songé à employer les systèmes simultanés adoptés en télévision en couleurs. Une image reçue par l’œil persiste sur la rétine pendant une fraction de seconde; il est donc possible, en principe, de transmettre successivement à grande vitesse trois images que l’œil confondra en une seule.

Au lieu de transmettre une seule grande image, à l'aide d'un seul émetteur, on pourrait aussi songer à utiliser trois émetteurs transmettant chacun une partie de l'image. En envoyant sur l'écran les trois images partielles à une cadence suffisamment rapide, l'œil ne verrait qu'une image correspondant à l'ensemble des signaux.

Mais un procédé de ce genre, toujours complexe et coûteux, pose un problème important, celui des fréquences. Il augmenterait le nombre des signaux radioélectriques qui devraient être transmis par image complète.

Depuis déjà plusieurs années, on réalise cependant des panneaux électroluminescents, suivant un principe découvert par le chercheur français Emile Destriau, et qui consiste dans l'émission de radiations lumineuses par certaines substances sous l'action d'un champ électrique alternatif.

On a déjà songé, tout au moins à titre expérimental, à établir des écrans de télévision absolument plats ou qui pourraient être appliqués sur des murs légèrement incurvés, et comporteraient deux réseaux de fils à angles droits, dont les intersections recouvriraient des trous perforés dans une glace, et remplis de matière électroluminescente transparente.



Prestel-Chantecler.

Le rendement lumineux est encore très faible et le support d’image ne devrait pas présenter une inertie notable.

Dans les laboratoires de la General Telephon and Electronics, on a réussi récemment à réaliser un écran électroluminescent de télévision comportant une couche de matériau piézoélectrique qui permettrait d’obtenir un effet de balayage horizontal et vertical et la formation d'un spot luminescent, analogue à celui qui se forme sur l'écran fluorescent du tube cathodique. Déjà un écran plan d'une cinquantaine de centimètres a été réalisé et il y a là, en tous cas, une base intéressante de recherches pour le développement de l'écran plat de l'avenir.

Peut-être faudra-t-il songer aussi aux effets d’« amplification de lumière » réalisés avec une couche fluorescente mise en sandwich entre deux couches conductrices, et qui permet déjà d’obtenir une amplification utile de l’ordre de dix fois.

Vers le grand écran

Les tubes cathodiques-images actuels à balayage à grand angle de 110°, bien que présentant une profondeur de plus en plus faible, comportent encore un col cylindrique arrière plus ou moins allongé.

La surface de l'écran cathodique ne peut augmenter indéfiniment, et la base actuelle de

l'ordre de 60 à 70 cm ne semble pas pouvoir être dépassée en raison des difficultés de fabrication dues à la pression énorme qui s'exerce sur l'ampoule de verre.

Des transformations profondes du téléviseur ne peuvent être effectuées sans l'avènement d'un système de projection pratique sur écran séparé, ou de tubes absolument plats, en attendant la réalisation des panneaux de l'avenir suspendus au mur à la façon d'un miroir ou d'un tableau, et qui constitueront le « miroir magique à voir dans l'espace », que l'on imaginait au XVIII^e siècle.

Il existe déjà, tout au moins pour des usages spéciaux, de nouveaux tubes américains plats dans lesquels le pinceau électronique est, en quelque sorte, replié sur lui-même, et se déplace sur la plus grande partie de son trajet parallèlement à la surface de l'écran luminescent, puis se courbe vers cette surface dans la dernière section assez courte de sa trajectoire pour finalement la frapper au point voulu.

La méthode ne permet pourtant pas d'obtenir des écrans de grande surface et, pour la télévision sur grand écran, on songe toujours

à faire appel à différents procédés utilisant la projection optique. Une méthode, simple en principe, mais difficile à appliquer en pratique, consiste à utiliser un tube cathodique de petit diamètre comme source lumineuse, et à reproduire l'image très lumineuse de l'écran fluorescent en la projetant à l'aide d'un système optique sur un second écran.

Un tel récepteur à projection comporte ainsi les mêmes éléments qu'un appareil classique; seules les dimensions et la puissance diffèrent; mais le problème optique est délicat.

On a d'abord essayé d'utiliser seulement un système optique analogue à celui d'un projecteur de cinéma. Pour obtenir une image de luminosité suffisante, on a songé ensuite à remplacer le système optique à lentilles par un système à miroir concave avec lentille correctrice appelé optique de Schmidt.

Ce système demande une mise au point très précise, mais fournit un flux lumineux plus grand que le système à lentilles; il ne peut être adapté à des écrans de tailles diverses, à des distances de projection différentes.

Des résultats pratiques ont déjà été atteints; il existe des appareils montés dans des meubles d'emploi pratique qui permettent d'obtenir des projections sur des écrans de l'ordre de 1,20 m de base. Les premiers appareils de ce genre comportaient un écran translucide en matière plastique produisant une définition insuffisante, un contraste défectueux et une intensité lumineuse très faible. La projection sur écran réfléchissant à surface plate ou à lamelles aluminisées permet désormais d'obtenir de meilleurs résultats; elle a l'avantage de faire disparaître le lignage ou trame apparente de l'image. Elle exige cependant l'observation dans l'obscurité, en raison de la luminosité plus faible.

On aurait une solution plus élégante s'il était possible de trouver une « soupape » électronique optique, dispositif actionné par le faisceau d'électrons, et qui pourrait régler localement le passage du faisceau lumineux envoyé par une lampe de projection sous l'action des signaux de télévision modulant ce faisceau; les projecteurs de télévision construits selon ce principe ressembleraient plus ou moins à des projecteurs de cinéma. Malheureusement ce procédé n'a pas permis jusqu'ici d'obtenir des résultats suffisants, en raison des effets d'inertie constatés dans ces valves optiques.

Henri PICARD

Prodigieuse réduction des montages électroniques : un encombrant appareil à tubes à vide et un bouton minuscule à circuits « intégrés » équivalent.



LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE

24, Rue Chauchat, Paris 9^e - Tél. TAI 72 86

RADIO - TRANSISTORS - TÉLÉVISION

Cette bibliographie, établie d'après le stock d'ouvrages sélectionnés de notre librairie, ne représente qu'une partie des ouvrages figurant dans notre catalogue général. Prix F 4,00

GÉNÉRALITÉS

PRATIQUE ET THÉORIE DE LA T.S.F. Berché P.
— Introduction. Électricité. Courant continu. Magnétisme et électromagnétisme, courant alternatif, bobine de Ruhmkorff. Courants haute fréquence. Redressement et filtrage. **T.S.F.:** Généralités. L'antenne. La réception. Les lampes. Tubes à rayons cathodiques et oscilloscopie. Modulation de fréquence. — 926 p. 16 × 24, 665 fig. et schémas. 15^e édit., 1958 F 55,00

THÉORIE PRATIQUE DE LA RADIO-ÉLECTRICITÉ. Chrétien L. — Tome I: Les bases de la radio-électricité. Électricité et courant électrique. Magnétisme et électromagnétisme. Les courants alternatifs, acoustique et électroacoustique. — 382 p. 14 × 22, 251 fig., 8 schémas. nouv. édit. 1960 F 12,00

Tome II: Théorie de la radio-électricité. Rayonnement et circuits. Les tubes à plusieurs électrodes. — 640 p. 14 × 22, 326 fig., 46 courbes caractéristiques tubes et transistors, nouv. édit., 1960 F 19,60

Tome III: Pratique de la radio-électricité. Mesures. Technologie des éléments de construction des récepteurs. Les circuits. — 600 p. 14 × 22, 383 fig., 13 schémas, nouvelle édition, 1960 F 22,00

Les 3 tomes en un volume relié. — 1 726 p. 14 × 22, 959 fig., 67 graph. et schémas. nouv. édit. 1960 .. F 52,00

PRÉCIS DE RADIO ET TRANSISTORS (Mémento Crespin N° 2). Crespin R. — Le rayonnement. Les impédances. Les résonances. Les amplifications. Tubes et courbes. Les distorsions. Les réactions. Les antifadings. Les oscillateurs. La conversion. Les alimentations. Les antennes. Semi-conducteurs. Transistors et diodes. Transistors spéciaux. 480 p. 14 × 22, 410 fig. 4^e édit. 1963 F 22,00

TECHNIQUE DE LA RADIO. Scroggie M. G. — Initiation à la sténographie radioélectrique. Notions élémentaires d'électricité. Capacité. Inductance. Courants alternatifs. La capacité dans les courants alternatifs. L'inductance dans les circuits alternatifs. Le circuit accordé. Les lampes. Les transistors. L'amplification. Oscillation. L'émetteur. Lignes de transmission. Antennes et rayonnement. Détection. Amplification haute fréquence. Sélectivité. Le récepteur superhétérodynie. Amplificateur à basse fréquence. Tubes à rayons cathodiques. Télévision et radar. Les dispositifs d'alimentation. — 456 p. 16 × 24, 277 fig., relié toile, 1960 F 27,00

APPRENEZ LA RADIO EN RÉALISANT DES RÉCEPTEURS. Douriau M. — Collecteurs d'onde. Récepteurs à galène, récepteurs batterie à triode ou bigrille. Récepteurs batteries modernes. L'amplification, l'alimentation. Les postes secteur. Récepteurs spéciaux pour ondes courtes. Écouteurs et haut-parleur. — 140 p. 16 × 24, 142 fig., 7^e édit. 1963 F 10,00

LA RADIO ?... MAIS C'EST TRÈS SIMPLE ! Aisberg E. — Comment sont conçus et comment fonctionnent les récepteurs actuels. — 182 p. 13 × 23, nbr. fig. et illust., 26^e édit. 1963 F 7,50

AIDE-MÉMOIRE DUNOD: RADIOTECHNIQUE ET TÉLÉVISION. Aberdam H. — Tome I: Codes, standards et normes. Formules d'électricité pratique. Les éléments des circuits. Les tubes électroniques à vide ou les dispositifs similaires à semi-conducteurs. Considérations pratiques sur les circuits. Antennes et aériens. 260 p. 10 × 16, 125 fig., relié toile, 9^e édit. 1963 F 8,00

Tome II: Amplification et modulation. Les oscillateurs. Détection, changement de fréquence et redressement des courants alternatifs. Le récepteur d'ondes radioélectriques. Notions sommaires sur les émetteurs radioélectriques (à modulation d'amplitude — télégraphie ou téléphonie). La télévision. Dépannage des récepteurs de radiodiffusion et télévision (notions sommaires). Les mesures simples en radiotéchnique. Réglementations diverses. 280 p. 10 × 16, 173 fig., relié toile, 9^e édit. 1963 F 8,00

FORMULAIRE D'ÉLECTRICITÉ ÉLECTRONIQUE ET RADIO, avec commentaires détaillés intercalés dans le texte. Brun J. — Mathématiques. Mécanique physique. Électrotechnique. Radiotéchnique. 192 p. 14,5 × 21, cart., édit. revue et augmentée, 1960 F 17,00

TECHNOLOGIE

COURS DE TECHNOLOGIE RADIO Biblot M. — Tome I: Les matières d'œuvres: aciers, fer doux, alliages, ferrites, matières plastiques, silicons, isolants. Les pièces détachées: Les résistances fixes, les résistances variables, les condensateurs (à air, au mica, au papier, au papier métallisé, céramique, à film plastique, électrolytique, électrochimique au tantale, variables et ajustables). Bobinages HF. Transformateurs moyenne fréquence. Bobinages HF et MF pour transistors. Tableaux divers et renseignements pratiques sur les matériaux. 152 p. 16 × 25, 43 fig., 36 tabl., 3^e édit., 1962 F 12,00

Tome II: Matériel de basse fréquence: Transformateurs d'alimentation. Sels de filtrage. Différents types de transformateurs basse fréquence. Haut-parleurs et écouteurs. Lecteurs phonographiques. Microphones. Tubes électriques et transistors pour les récepteurs radio, les téléviseurs et les téléphones. **Matériel annexe:** antennes et cadres, contacteurs, fils et câbles. Appareils de mesure. Normalisation des appareils de mesure. Liste des normes applicables au matériel radioélectrique. Montage et câblage des appareils radio électriques. 176 p. 16 × 25, 72 fig., 15 tabl., 1960 F 13,00

CONSTRUCTION RADIO. Péricone L. — Considérations préliminaires: L'outillage et son emploi. Les appareils de mesure. Les pièces détachées. Les fournitures et les accessoires. Rappel de quelques connaissances indispensables. **Réalisation de cinq montages classiques:** Technologie du radio-montage. Réalisation des postes: «Junior», «Ballerine», «Arpège», «Festival», «Soprano». **Études de montages variés ou particuliers:** Des récepteurs variés. Tourne-disques, électrophones et amplificateurs. Des montages particuliers. Un téléviseur moderne: «Le Planétaire». Dispositifs accessoires et perfectionnements. 216 p. 15,5 × 24, 144 fig., 3^e édit., 1960 F 12,00

LES PETITS MONTAGES RADIO A LAMPES ET A TRANSISTORS. Péricone L. — Comment bâtrir en radio. Réalisation et installation d'un récepteur à cristal de germanium. Des récepteurs à lampes. Des récepteurs à transistors. Un cadre antiparasite simple. Des électrophones simples. Un amplificateur pour votre pick-up. Un émetteur-récepteur expérimental. La radiocommande des modèles réduits. Un radio-contrôleur simple. La mise au point de vos montages. 168 p. 15,5 × 24, 127 fig., 2^e édit. 1962 F 9,75

RADIO-MESURES. Dory M. et Juster F. — Contrôleur universel. Pont universel. Hétérodyne modulée. Alineur. Valise de dépannage (boîte de substitution). Oscillographe

cathodique de mesures. Voltmètre électronique pour la haute fréquence. Générateur à transistors 15 à 150 000 hertz. Générateur d'impulsions à fréquence variable. Trigger de Schmidt. Convertisseurs statiques : 6 V à 125 V, 12 W continu; 12 V à 410 V, 125 W continu. 81 p. 15,5 × 24, 39 fig. et schémas. 2^e édit. 1963 F 7,20

L'OSCILLOSCOPE AU TRAVAIL. Haas A. — Manipulation de l'oscilloscope. Naissance d'un oscillogramme. La mesure des grandeurs électriques. Circuits et formes d'ondes. Le tracé automatique de caractéristiques. Étude des circuits électroniques fondamentaux. Essai des amplificateurs B. F. et radiorécepteurs. Essai des récepteurs à modulation de fréquence. Essai des récepteurs de télévision. Compléments divers. 224 p. 16 × 24. Plus de 300 oscillogrammes représentatifs des mesures possibles. 4^e édition 1962 F 18,00

CALCUL ET RÉALISATION DES TRANSFORMATEURS. Guibert Ch. — Le transformateur électrique. Le redressement des courants alternatifs; le filtrage, les redresseurs secs. Les inductances de filtrage. Le calcul des transformateurs. Les autotransformateurs. L'élaboration des amplificateurs B.F. Le calcul des transformateurs B.F. La réalisation des transformateurs et des inductances de filtrage. Les transformateurs spéciaux. Quelques conseils pour la réalisation des amplificateurs B.F. Les relais et leur calcul. Appendice : adresses utiles. 160 p. 15,5 × 24, 84 fig. 4 tabl. 1963 F 13,50

LES CONDENSATEURS ET LEUR TECHNIQUE. Besson R. — Généralités. Les diélectriques. Les spécifications officielles sur les condensateurs. Les condensateurs au papier. Les condensateurs au papier métallisé. Les condensateurs céramiques. Les condensateurs au mica. Les condensateurs au verre. Les condensateurs au film plastique. Les condensateurs électrolytiques au tantale. Les condensateurs divers. 176 p. 13,5 × 21, 141 fig., photos et schémas, cart., 1962 F 17,50

RADIO-TUBES. Aisberg-Gaudillat et Schepper (de). — Caractéristiques essentielles et schémas d'utilisation. Cet ouvrage offre les caractéristiques de service et les culots de tous les tubes usuels européens et américains. Texte en français, anglais, espagnol et hollandais. 164 p. 21 × 14, 11^e édit., 1961 F 7,50

TECHNOLOGIE DES CIRCUITS IMPRIMÉS. Chemin J.-P. — Les matériaux. Établissement du projet. Le passage direct sur cuivre. Réalisation du négatif pour photogravure. L'attaque du cuivre. Le montage du circuit. Modifications et réparation d'un circuit terminé. Évolution et perspectives d'avenir. Appendices. 224 p. 16 × 24. Imprimé en couleurs, avec 140 illustrations. 1963 F 27,00

LES ANTENNES. Brault R. et Piat R. — Lignes de transmission, feeders et câbles. Antennes diverses. Émission. Réception. Télévision. Modulation de fréquence. Cadres antiparasites. Mesures d'impédance. 304 p. 14,5 × 21, 520 fig., 4^e édit., 1961 F 15,00

BASES DU DÉPANNAGE. Sorokine W. — Tout ce qu'un dépanneur doit savoir. Tome I : Alimentation, amplification basse fréquence. 416 p. 15,5 × 24, 400 fig. 3^e édit. 1963 F 18,00

Tome II : Détection. Amplification H.F. et M.F. Changement de fréquence. Utilisation correcte d'un pick-up. 286 p. 16 × 24, 357 fig., 1958 F 10,80

RADIO-DÉPANNAGE MODERNE. R. de Schepper. — L'équipement. La technique moderne du dépannage et de la mise au point. Abaques et tables numériques. 184 p. 16 × 24,5, 208 fig., 6^e édit., entièrement refondue et mise à jour, 1958 F 9,00

ONDES COURTES

L'ÉMISSION ET LA RÉCEPTION D'AMATEURS. Roger A. et Raffin. — Ondes courtes, notions fondamentales. Récepteurs O. C. Émetteurs O. C. : Alimentations. Radiotélégraphie. Radiotéléphonie. Amplification O.F. Montages d'émetteurs. Antennes d'émission. Technique des U.H.F. La modulation de fréquence. Construction d'une station d'amateur. Mesures et appareils de mesure. Trafic et réglementation. 767 p. 16 × 24, 700 fig. plans et schémas, 5^e édit. 1963 F 48,00

TECHNIQUE DE L'ÉMISSION-RÉCEPTION SUR ONDES COURTES. Guibert Ch. — La réception sur ondes courtes. Les circuits auxiliaires des récepteurs de trafic. La détectrice à réaction. La réception par changement de fréquence. Les branchements entre châssis. Les principes de l'émission. La manipulation. La modulation d'amplitude. La modulation de fréquence à bande étroite. Un émetteur simple. Un émetteur de 50 à 100 W. Les antennes. Contrôles, mesures et réglages des circuits. L'étude du Morse. Comment organiser la station. La réglementation de l'émission. Codes RST et Q. 276 p. 16 × 24, 270 fig., relié toile, 1959 F 27,00

FRÉQUENCES (H. et B.), AMPLIFICATION

AMPLIFICATEURS BASSE FRÉQUENCE. Schure A. — Traduit de l'anglais par Aberdam H. — Les principes de l'amplification. Considérations fondamentales relatives aux amplificateurs. Amplificateurs basse fréquence de tension. Amplificateurs de puissance « push-pull ». Principes des amplificateurs basse fréquence. 98 p. 14 × 22, 38 fig., 1962 F 8,00

SÉLECTION DE MONTAGES B.F. STÉRÉO HI-FI. Cormier M. — Montages à lampes : Monophonie. Stéréophonie. Montages à transistors : Monophonie. Stéréophonie. Montages complémentaires. 60 p. 16 × 24, 20 schémas avec valeurs pratiques des éléments, 1962 F 4,70

SCHÉMAS 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 × 21, 61 figures et schémas, 3^e édit. 1961 F 6,00

LES AMPLIFICATEURS À 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 × 24, 69 fig., 1959 F 6,00

LA MODULATION DE FRÉQUENCE. Théorie et applications industrielles. Marcus J. — Les principes de base en modulation de fréquence et de phase. Dispositifs de production d'ondes modulées en fréquence et en phase. Les dispositifs de limitation et de détection d'ondes FM. Les phénomènes de bruit. Réception de la modulation de fréquence. Les dispositifs de liaison multiplex. Exemples de réalisations industrielles. 320 p. 16 × 25, 175 fig., 15 tabl., relié toile, 1960 F 47,00

PRATIQUE DE LA MODULATION DE FRÉQUENCE. Schaff W. — La modulation de fréquence en théorie et en pratique. Analyse des circuits. Les récepteurs à transistors. Circuits FM en télévision. Schémas pratiques. Équipement du dépanneur. Parasites et déparasitages. Construction. Les antennes. La radiostéréophonie. Dépannage. Mise au point et alignement. Bobinages. Modifications et améliorations. Les blocs HF/Changement de fréquence. 152 p. 14 × 21, 80 fig., schémas et photos. 1963 ... F 15,50

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 × 24, 125 figures, 1961 F 12,00

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 phone. 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. Enceintes acoustiques. Pavillons acoustiques. Transitoires. Haut-Parleurs électrostatisques. Filtres 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 × 24, 221 fig., cartonné, 1961 F 27,00

TRANSISTORS

INITIATION A LA PRATIQUE DES RÉCEPTEURS A TRANSISTORS. Schreiber H. — Récepteurs à 1 transistor. Récepteur à 2 transistors : (déttection par diode). Détection à réaction. Alimentation secteur : technique du câblage imprimé. Récepteur à 3 transistors : (réception reflex). La réception superhétérodyne. Récepteur à 5 transistors. Récepteurs à 6 transistors. Récepteur à 7 transistors. Naturellement, les sept récepteurs décrits peuvent être réalisés, soit en circuits imprimés, soit en câblage normal, car toutes les indications détaillées utiles à leur construction sont données par l'auteur (y compris la façon de réaliser soi-même des circuits imprimés). 128 p. 16 × 24, 80 fig., 1960 F 9,90

RADIO-TRANSISTORS. Schreiber H. — Caractéristiques essentielles et schémas d'utilisation. Ces 600 schémas sont classés par ordre alphanumérique de l'appellation du transistor. Ils indiquent, avec les valeurs des éléments essentiels d'utilisation, certaines caractéristiques importantes, telles que les gains en courant et en puissance, facteur de bruit, fréquence de travail, etc. 116 p. 21 × 13, 2^e édit., 1962 F 9,00

LES TRANSISTORS. Technique et pratique des radio-récepteurs et amplificateurs B.F. Huré F. — Principes des transistors. Caractéristiques des transistors. Amplification basse fréquence. Amplification H.F. et M.F. Changement de fréquence. Les radio-récepteurs superhétérodynes à transistors. Caractéristiques des transistors de fabrication française. 330 p. 15 × 21,5, 250 schémas, relié, nouv. édit. 1963 F 20,00

MONTAGES SIMPLES A TRANSISTORS. Huré F. — Les éléments constitutifs d'un récepteur radio à transistors. Le montage. Un récepteur à cristal simple. Les collecteurs d'ondes. Antennes et cadres. Récepteurs simples à montage progressif. Les récepteurs Reflex. Récepteurs superhétérodyne. Amplificateur basse fréquence et divers. Appendice. 96 p. 16 × 24, 70 schémas, 2^e édit. 1963 ... F 8,00

LE TRANSISTOR ?... MAIS C'EST TRÈS SIMPLE ! Notions fondamentales, caractéristiques essentielles, technologie, montages de base en radio-électricité. — Aisberg E. — La vie des atomes. Les jonctions. Bonjour, transistor. La physique des transistors. Un peu de technologie. Le règne des courbes. Des droites et des courbes. Chocs en retour. EC-BC-CC... Questions d'adaptation. Liaisons en tous genres. Économie et puissance. Dans le domaine de la H.F. De la H.F. à la M.F., puis à la B.F. Des wagons et des trains. 148 p. 18 × 22,5, 129 fig. et schémas, 3^e édit. 1962 F 12,00

GUIDE MONDIAL DES TRANSISTORS. Schreiber H. — Caractéristiques de service, équivalences et classement par fonctions des transistors de tous les pays. 128 p. 22 × 13,5, 2^e édit., 1961 F 9,60

DÉPANNAGE ET MISE AU POINT DES RADIO-RÉCEPTEURS A TRANSISTORS. Huré F. — Les éléments constitutifs d'un récepteur superhétérodyne à transistors. Les instruments de mesure nécessaires. Précautions à observer au cours du dépannage. Méthodes générales de recherche des pannes et de la mise au point d'un récepteur. Vérification des postes auto à transistors. Tableaux annexes. 192 p. 15 × 21, 108 fig., 1962 F 15,00

RÉALISATION, MISE AU POINT ET DÉPANNAGE DES RÉCEPTEURS A TRANSISTORS. Besson R. —

Rappel des principes techniques. Technologie des éléments. Dépannage et réglage. Schémas H.F. Schémas B.F. Exemples de réalisations. 80 p. 27 × 21,5, 67 fig., nbr. tabl., 2^e édit. 1963 F 10,80

TÉLÉVISION

PRATIQUE INTÉGRALE DE LA TÉLÉVISION. Juster F. — Introduction à l'étude de la T.V. Amplificateurs MF et H.F. directs. Amplificateurs vidéo-fréquence. Détection, changement de fréquence, C.A.G. et composante continue. Amplificateurs V.H.F. Réception et élimination du son à A.M. et F.M. Synchronisation et oscillateurs pour bases de temps. Amplificateurs pour bases de temps. Tubes cathodiques. Alimentation des téléviseurs. Antennes. Technique des multistandard. Téléviseurs à transistors. Méthodes de dépannage. Récepteurs complets. 482 p. 15 × 21, 556 fig., 34 tableaux, nouvelle édit., 1959 (avec supplément : Bandes IV et V) F 25,00

TECHNIQUE DE LA TÉLÉVISION. Martin A. V. J. — Tome I : Les récepteurs. Son et image. L'émetteur. L'antenne. Les circuits à large bande passante. La pratique des circuits à large bande. L'ampli H.F. Le changement de fréquence. L'ampli M.F. La détection. L'amplification vidéo-fréquence. Composante continue et séparation des signaux de réception de synchronisation. La réception du son. 365 p. 15,5 × 24, 447 fig., 2^e édit., 1959 F 15,00

Tome II : Bases de temps. Alimentations. Couleur et relief. Schémas complets. — Les divers éléments. Le tube cathodique. Les relaxateurs. Déviation électrostatique. Base de temps horizontale. Chauffage et alimentation H.T. Très haute tension. Récepteurs multistandard et multistandard. Compléments. Circuits auxiliaires. Télévision industrielle. Bases de la télévision en couleurs. Récepteurs complets. 454 p. 15,5 × 24, 660 fig. 2^e édit. 1959 F 19,50

LA TÉLÉVISION ?... MAIS C'EST TRÈS SIMPLE ! Aisberg E. — Vingt causeries amusantes expliquant le fonctionnement des émetteurs et des récepteurs modernes de télévision. 166 p. 18 × 23, 146 fig. 6^e édit. 1962 F 7,50

DÉPANNAGE, MISE AU POINT. AMÉLIORATION DES TÉLÉVISEURS. Raffin A. — Généralités et équipement de l'atelier. Travaux chez le client. Installation de l'atelier. Autopsie succincte du récepteur de télévision. Pratique du dépannage. Liste récapitulative des pannes d'un téléviseur : Son. Image. Mise au point, alignement des téléviseurs. Cas des réceptions très difficiles. Amélioration des téléviseurs. — 228 p. 14,5 × 21, 142 fig. et schémas, cart., 1960 F 20,00

PANNES TV. Symptômes. Diagnostics. Remèdes. Sorokine W. — Les 200 pannes décrites dans cet ouvrage, avec leurs symptômes et leur diagnostic, facilitent à l'extrême le travail de recherche du technicien dépanneur, à qui sont épargnés des tâtonnements inutiles. Il serait bien rare, en effet, qu'on ne puisse y trouver, sinon la réplique exacte de la panne qui nous met en difficulté, du moins un phénomène similaire qui indique la direction à suivre. 214 p. 13 × 21, nbr. fig. et schémas, 2^e édit. 1962 F 12,00

LE DÉPANNAGE TV ? RIEN DE PLUS SIMPLE. Six A. — Radio et télévision. La base de temps lignes. Le tube. La base de temps image. La synchronisation. L'amplification video. La M.F. images. Le récepteur son. La section H.F. L'antenne. Récapitulation. 132 p. 18 × 23, 93 fig., 315 dessins, 1962 F 12,00

Les commandes doivent être adressées à la LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, Paris (9^e). 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 F 1,00). Envoi recommandé : F 0,70 de supplément.

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, PARIS (9^e)

La librairie est ouverte de 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 18 h 30. Fermeture du samedi 12 h 30 au lundi 14 h.

CECI INTÉRESSE

**tous les jeunes gens et jeunes filles
tous les pères et mères de famille**

L'enseignement par correspondance de l'**ÉCOLE UNIVERSELLE**, la plus importante du monde, vous met en mesure de faire chez vous, en toutes résidences, à tout âge, aux moindres frais, des études complètes dans toutes les branches, de vaincre avec une aisance surprenante les difficultés qui vous ont jusqu'à présent arrêté, de conquérir en un temps record le diplôme ou la situation dont vous rêvez. L'enseignement étant individuel, vous avez intérêt à commencer vos études dès maintenant.

Demandez l'envoi gratuit de la brochure qui vous intéresse :

- Br. 99.900 : **Les premières classes** : 1^{er} degré, 1^{er} Cycle : du Cours préparatoire à l'admission en 6^e.
Br. 99.905 : **Toutes les classes, tous les examens** : 1^{er} degré, 2^e cycle : C.E.G., Brevets 2^e degré : B.E.P.C. Examen probatoire : Baccalauréat; Classes des lycées techniques : B.E.I., B.E.C., Bac. Technique.
Br. 99.902 : **Les Etudes de Droit** : Capacité, Licences.
Br. 99.914 : **Les Etudes supérieures de Sciences** : M.G.P., M.P.C., S.P.C.N., etc., C.A.P.E.S., Agrégation de math.
Br. 99.923 : **Les Etudes supérieures de Lettres** : Propédeutique, Licence, C.A.P.E.S., Agrégation.
Br. 99.927 : **Grandes Ecoles et Ecoles Spéciales** : Ingénieurs; E.N.S.; Militaires; Agriculture; Commerce; Beaux-Arts; Administration; Lycées techniques.
Br. 99.904 : **Carrières de l'Agriculture** (France et Rép. Africaines) : Industries agricoles, Génie rural, Radiesthésie, Topographie.
Br. 99.915 : **Carrières de l'Industrie et des Travaux Publics** : Toutes spécialités, tous examens, C.A.P., B.P., Brevets techniques, Admission aux stages payés (F.P.A.).
Br. 99.903 : **Carrières de Dessin Industriel**.
Br. 99.916 : **Carrières du Métre** : Métreur, métreur vérificateur.
Br. 99.907 : **Carrières de l'Électronique**.
Br. 99.917 : **Carrières de la Comptabilité** : C.A.P. d'Aide-Comptable, B.P. de Comptable, Expert-Comptable.
Br. 99.910 : **Carrières du Commerce** : Employé de bureau, de banque, Sténodactylo, Publicitaire, Secrétaire de Direction; C.A.P., B.P., Publicité, Assurances, Hôtellerie.
Br. 99.919 : **Pour devenir Fonctionnaire** : toutes les fonctions publiques; E.N.A.
Br. 99.906 : **Tous les Emplois Réservés**.
Br. 99.924 : **Orthographe, Rédaction, Versification, Calcul, Dessin, Ecriture**.
Br. 99.918 : **Calcul extra-rapide et mental**.
Br. 99.901 : **Carrières de la Marine Marchande** : Ecole nationale de la Marine Marchande; Elève-chef de quart; Capitaine; Officier Mécanicien; Pêche; Certificats internationaux de Radio (P.T.T.).
Br. 99.926 : **Carrières de la Marine Nationale** : Ecoles : Navale, Elèves officiers; Elèves ingénieurs, mécaniciens; Service de Santé, Maistrance, Apprentis-marins, Pupilles, Techniques de la Marine; Génie maritime, Commissariat et Administration.
Br. 99.908 : **Carrières de l'Aviation** : Ecoles et carrières militaires, Aéron. civile, Carrières administratives, Industrie aéronautique, Hôtesse de l'Air.
Br. 99.920 : **Radio** : Construction, dépannage. **Télévision**.
Br. 99.925 : **Langues vivantes** : Anglais, Espagnol, Allemand, Italien, Russe, Portugais, Arabe. **Tourisme**.
Br. 99.911 : **Etudes musicales** : Solfège, Harm., Composit., Orchestre; Piano, Violon, Guitare, Flûte, Clarinette, Accordéon, Jazz, Chant; Professorats publics et privés.
Br. 99.921 : **Arts du Dessin** : Cours universel; Anatomie artistique; Illustration; Mode; Aquarelle, Gravure, Peinture, Pastel, Fusain; Professorat.
Br. 99.909 : **Carrières de la Couture et de la Mode** : Coupe (h. et d.), Couture, C.A.P., B.P., Profess., Petite main, Seconde main, Première main, Vendeuse-retoucheuse, Modiste, Chemisier, etc. Enseignement ménager, Monitorat et Professorat.
Br. 99.928 : **Secrétariats** : Secrétaire de Direction, de médecin, d'avocat, d'homme de lettres, Secré. technique; Journalisme; Art d'écrire; Art de parler en public.
Br. 99.912 : **Cinéma** : Technique générale, Décoration, Prise de vues, Prise de son; Institut des Hautes Etudes Cinématographiques. **Photographie**.
Br. 99.922 : **Coiffure et soins de beauté**.
Br. 99.913 : **Toutes les carrières féminines**.
Br. 99.929 : **Cultura** : cours de perfectionnement culturel : Lettres, Sciences, Arts, Actualité.

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 prouvent l'efficacité de notre enseignement par correspondance

à découper ou à recopier

**ENVOI
GRATUIT**

ÉCOLE UNIVERSELLE

59, Bd Exelmans, Paris-16^e

Veuillez me faire parvenir gratuitement

votre brochure N°

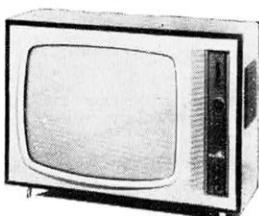
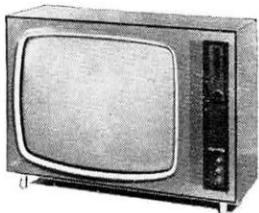
NOM

Adresse



des émetteurs de 50 kW CSF pour la 2^e chaîne

**aux téléviseurs Clarville technique CSF,
la meilleure technique,
votre meilleure garantie**



De haut en bas : téléviseur CLARVILLE VIDÉOMATIC FY 59 ; téléviseur CLARVILLE VIDÉOMATIC FZ 59.

Ci-contre : l'antenne 2^e chaîne de la Tour Eiffel a été installée par la CSF, qui ayant également fourni l'antenne de la 1^e chaîne.

S.F.I. 51-330 - MENARD - PHOTO R. BOUILLOT

L'équipement de la 2^e chaîne comprendra des émetteurs de 50, 20, 10 et 2 kW. Sur les 20 émetteurs de 50 kW prévus, la CSF en fournira 18 pour les stations de grande puissance de : Bordeaux, Bourges, Brest, Caen, Carcassonne, Limoges, Lyon (Mont Pilat), Le Mans, Marseille, Metz, Mulhouse, Nantes, Niort, Paris, Reims, Rennes, Strasbourg, Troyes.

CSF - COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL
79, boulevard Haussmann - Paris-8^e - Téléphone : ANJ. 84-60
CLARVILLE - 89, boulevard A. Blanqui - Paris-13^e - Téléphone : GOB. 72-14