

SCIENCE *VIE*

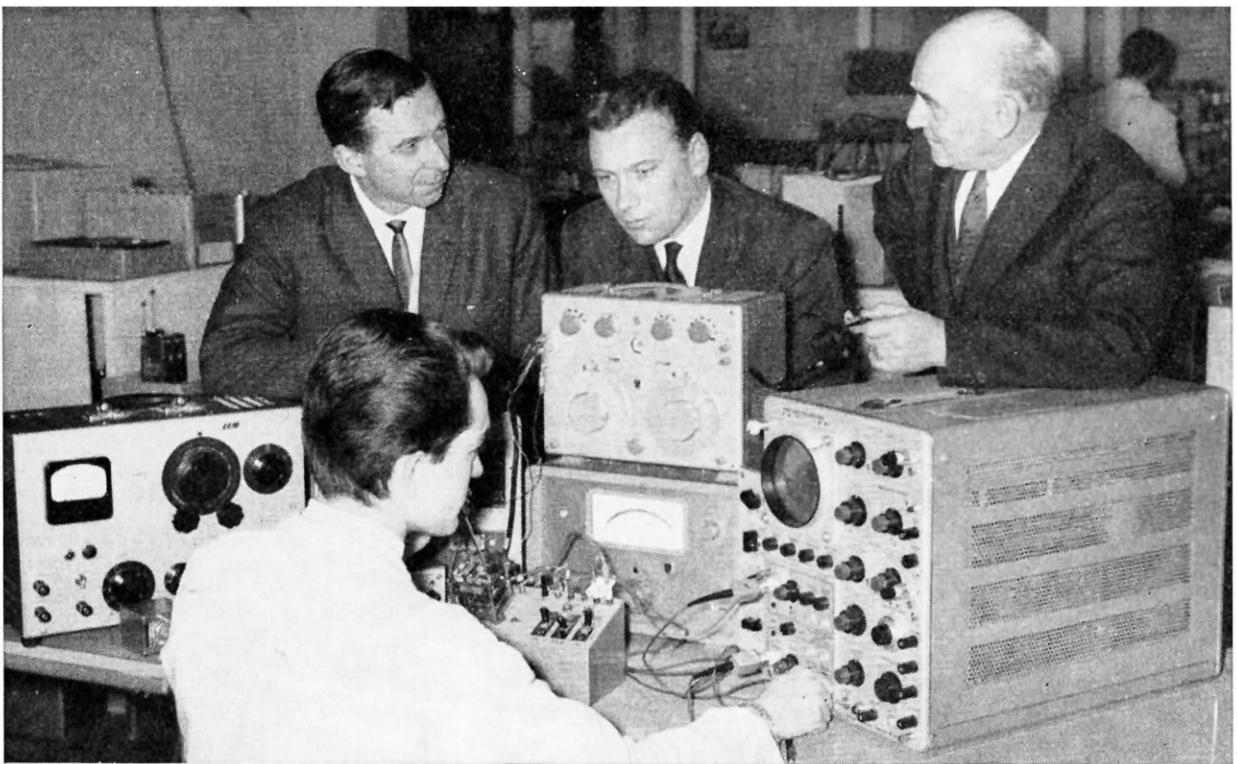
et

ÉDITION TRIMESTRIELLE N° 81 4 F

NUMÉRO HORS-SÉRIE

TELEVISION 68





des milliers de techniciens, d'ingénieurs, de chefs d'entreprise, sont issus de notre école.

créée en 1919

Commissariat à l'Energie Atomique
Minist. de l'Intér. (Télécommunications)
Ministère des F.A. (MARINE)
Compagnie Générale de T.S.F.
Compagnie Fse THOMSON-HOUSTON
Compagnie Générale de Géophysique
Compagnie AIR-FRANCE
Les Expéditions Polaires Françaises
PHILIPS, etc.

...nous confient des élèves et
recherchent nos techniciens.

DERNIÈRES CRÉATIONS

Cours Élémentaire sur les transistors
Cours Professionnel sur les transistors
Cours professionnel de télévision
Cours de télévision en couleurs
Cours de télévision à transistors

Avec les mêmes chances de succès, chaque année, de nouveaux élèves suivent régulièrement nos **COURS du JOUR (Bourses d'Etat)**. D'autres se préparent à l'aide de nos cours **PAR CORRESPONDANCE** avec l'incontestable avantage de travaux pratiques chez soi (*nombreuses corrections par notre méthode spéciale*) 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} (Maths et Sciences)
- Monteur Dépanneur
- Electronicien (C.A.P.)
- Cours de Transistors
- Agent Technique Electronicien (B.T.E. et B.T.S.E.)
- Cours Supérieur (préparation à la carrière d'Ingénieur)
- Carrière d'Officier Radio de la Marine Marchande

EMPLOIS ASSURÉS EN FIN D'ÉTUDES

ÉCOLE CENTRALE
des Techniciens
DE L'ÉLECTRONIQUE
Reconnue par l'Etat (Arrêté du 12 Mai 1964)
12, RUE DE LA LUNE, PARIS 2^e • TÉL. : 236.78-87 +

**B
O
N**

à découper ou à recopier

Veuillez m'adresser sans engagement la documentation gratuite T.S.V

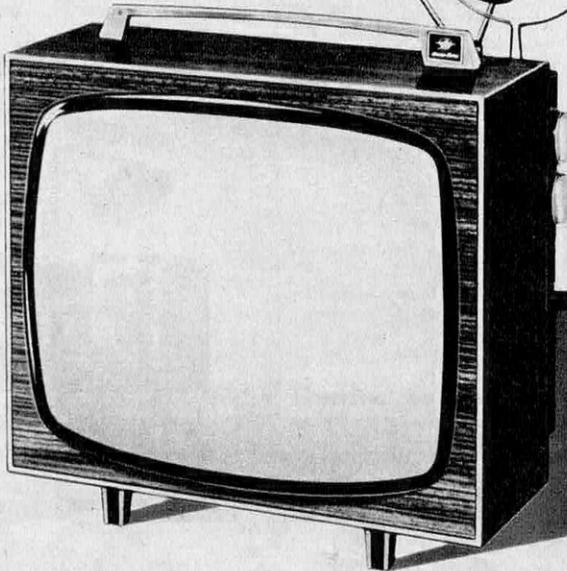
NOM

ADRESSE.....

Pizon Bros dit (définitivement) non à la lampe

Gottschalk

Nouveau Portaviseur 49 cm.
Pizon Bros (adopté pour le
Journal Télévisé par l'ORTF).
Le seul téléviseur portable à
grand écran entièrement tran-
sistorisé et totalement auto-
nomé (accus secteur). Coffret en bois stratifié acajou.



même les nouveaux Portaviseurs "grand écran" 44, 49 et 51 cm sont tout-transistor

Technique de pointe. Les lampes chauffent, et la chaleur est l'ennemie des performances. Dès 1961, Pizon Bros a éliminé les lampes dans ses téléviseurs et en 1965, a lancé le Portaviseur 28 intégralement transistorisé.

Portables "Grand Écran". Aujourd'hui Pizon Bros lance 3 nouveaux téléviseurs portables dotés de grands écrans. Etudiés comme de vrais portables, les Portaviseurs 44, 49 et 51 cm sont conçus pour être réellement transportables et autonomes. Ils se branchent indifféremment sur secteur 110/220 V et directement sur accu 12 Volts sans aucun accessoire supplémentaire.

Hautes performances. L'extrême sensibilité résultant de la transistorisation inté-

grale, l'adoption d'un châssis "longue distance" permettent la réception sur les 2 antennes incorporées d'émetteurs même éloignés.

Esthétique et robustesse. Pizon Bros a doté ses Portaviseurs de coffrets en bois gainé de tissu "mousse" ou recouvert de stratifié acajou. Ils sont ainsi protégés des inévitables chocs de transport.

Avec tous ces avantages, les Portaviseurs Pizon Bros à grand écran sont prévus pour durer très longtemps. C'est un investissement sur l'avenir : ils resteront toujours le complément idéal du téléviseur couleur.

Les 6 modèles qui constituent la gamme Pizon Bros la rendent la plus complète d'Europe.

PIZON BROS
"l'image à bout de bras"

18, rue de la Félicité, Paris 17^e - Tél. : 227.75.01
22 agences et succursales et 7000 revendeurs en France.

OUI LA COULEUR AUSSI
SE RÉALISE
EN KIT !...



un
65 cm!
où sont pré-réglées
la tête HF et la
chrominance.

le "LASCO **Color**"

Demandez-nous, contre 4 timbres,
notre documentation complète

16 BIS, PLACE DU CHAMP DE FOIRE - 03 - VICHY

AGENCE PUBLICISÉE 3367

- Il se monte comme
un NOIR et BLANC
Il est décrit actuel-
lement dans l'une
des premières
revues techniques :
"VOTRE CARRIÈRE-
RADIO-TV"...

3 véritables
auto-radios

Minimatic

"l'auto-radio du Marché Commun"



199 F

+TL
avec Haut-parleur et Anti-parasites

TM 2P

"le plus puissant des Superlégers"



259 F

+TL
avec Haut-parleur et Anti-parasites

Automatic 1

"La Révélation 1967"



355 F

+TL

Raditomatic

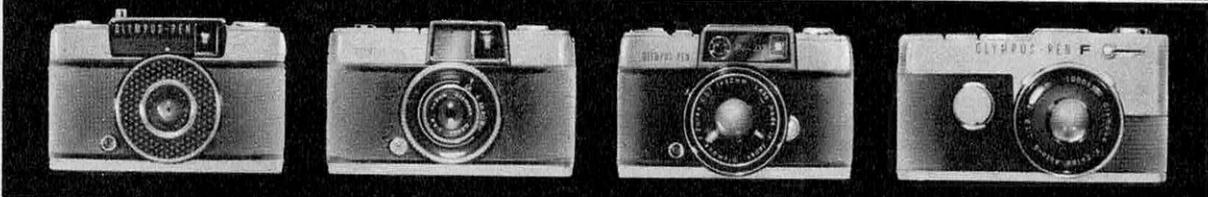
LEADER DE L'AUTO-RADIO

NOUVEAU

VÉRITABLE AUTOMATIQUE

Auto-radio "normalisé" monobloc
Tout transistors
6 touches de présélection automatique
Tonalité réglable
Ecouteur avec cordon réglable
Indicateur lumineux des gammes
Puissance : 2.2 W

avec équipement standard et Antenne de toit



OLYMPUS PEN

Pen 18x24

appareils photographiques - microscopes métallographiques
et stéréoscopiques - contrôleurs de profil - gastro caméras

REPRÉSENTÉ A PARIS PAR **SCOP** 27, RUE DU FAUBOURG SAINT-ANTOINE, PARIS XI^e - TÉL. 628. 92. 64

Situation assurée

dans l'une
de ces

QUELLE QUE SOIT
VOTRE INSTRUCTION
préparez un

DIPLOME D'ÉTAT

C.A.P. - B.E.I. - B.P. - B.T.
INGÉNIUR

avec l'aide du
PLUS IMPORTANT
CENTRE EUROPÉEN DE
FORMATION TECHNIQUE
disposant d'une méthode révo-
lutionnaire brevetée et des La-
boratoires ultra-modernes pour
son enseignement renommé.

branches techniques d'avenir

lucratives et sans chômage :

ÉLECTRONIQUE - ÉLECTRICITÉ - RADIO-
TÉLÉVISION - CHIMIE - MÉCANIQUE
AUTOMATION - AUTOMOBILE - AVIATION
ÉNERGIE NUCLÉAIRE - FROID
BÉTON ARMÉ - TRAVAUX PUBLICS
CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES - ETC.

ÉTUDE COMPLÈTE de TÉLÉVISION COULEUR

par correspondance et cours pratiques



Notre Labo. de Télécommunication



Notre Labo. d'Electronique Industrielle

Stages pratiques gratuits dans les Laboratoires de l'Etablissement — Possibilités d'allocations et de subventions par certains organismes familiaux ou professionnels - Toutes références d'Entreprises Nationales et Privées.

Pour les cours pratiques, Etablissement légalement ouvert par décision de Monsieur le Ministre de l'Education Nationale, Réf. n° ET5 4491.

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE A. 11 à:



ECOLE TECHNIQUE
MOYENNE ET SUPÉRIEURE DE PARIS

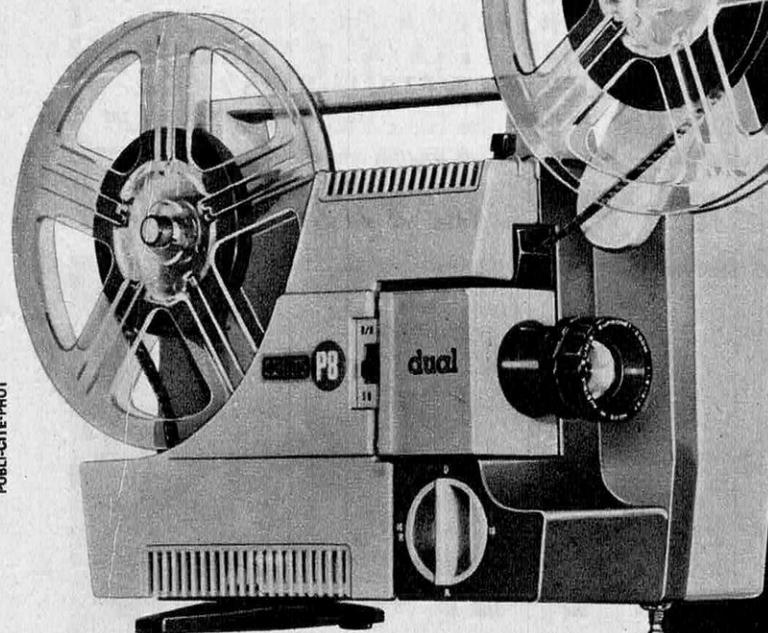
36, rue Etienne-Marcel - Paris 2^e

Pour nos élèves belges : BRUXELLES : 22, av. Huart-Hamoir - CHARLEROI : 64, bd Joseph II

perfection... mais aussi fa-ci-li-té d'emploi
avec

eumig P8 dual

nouveau
projecteur
bi-format



PUBLICITÉ PHOT

compact, élégant, robuste
et, techniquement, une
merveille de simplicité

tous les perfectionne-
ments

- changement de format
"au doigt"
- commande unique
- préchauffage de lampe
- marche avant et arrière
avec lampe
- objectif 1:1,6 F.18mm
- bobine débitrice à axe
universel,

rebobinage rapide, total ou
partiel, par le couloir de
projection, etc...

se fait
avec ZOOM 1:1,6 15/27



La prestigieuse gamme des Projecteurs

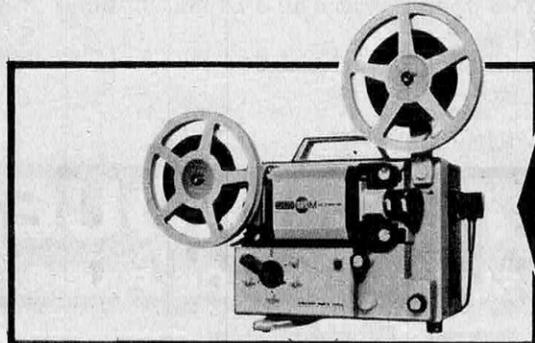
eumig

Bi-formats **MARK M SUPER 8**
avec obj. F 1,6 - 18 mm
version double huit avec ZOOM

Sonores magnétiques **MARK S SUPER 8 basse tension**
même version en double 8

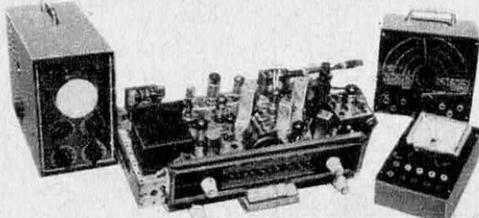
MARK M DUAL basse tension
MARK DL (200 lumens)

CHEZ TOUS LES CONCESSIONNAIRES AGRÉÉS



devenez
L'ELECTRONICIEN
n° 1

COURS D'ELECTRONIQUE GÉNÉRALE



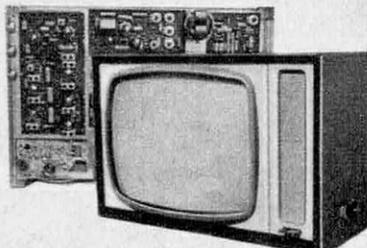
70 leçons, théoriques et pratiques. Montage de récepteurs de 5 à 11 lampes : FM et stéréo, ainsi que de générateurs HF et BF et d'un contrôleur.

COURS DE TRANSISTOR

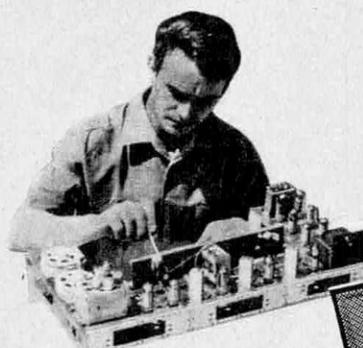


70 leçons, théoriques et pratiques. 40 expériences. Montage d'un transistormètre et d'un récepteur à 7 transistors, 3 gammes.

COURS DE TÉLÉVISION



40 leçons, théoriques et pratiques. Noir et couleur. Montage d'un récepteur 2 chaines à grand écran.

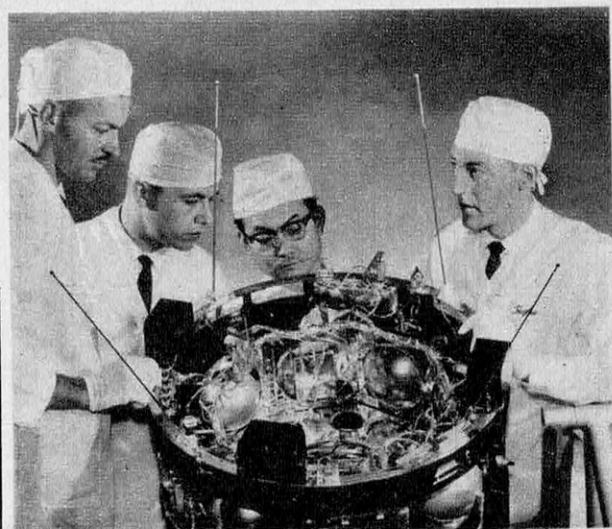


GRATUIT

INSTITUT ELECTRORADIO

- 26, RUE BOILEAU, PARIS (XVI^e)

BONNANGE



Préparez votre Avenir dans l'ELECTRONIQUE

la plus vivante des Sciences actuelles car elle est à la base de toutes les grandes réalisations techniques modernes et nécessite chaque jour de nouveaux spécialistes.

Votre valeur technique dépendra des cours que vous aurez suivis. Depuis plus de 25 ans, nous avons formé des milliers de spécialistes dans le monde entier. Faites comme eux et découvrez l'attrait passionnant de la

MÉTHODE PROGRESSIVE

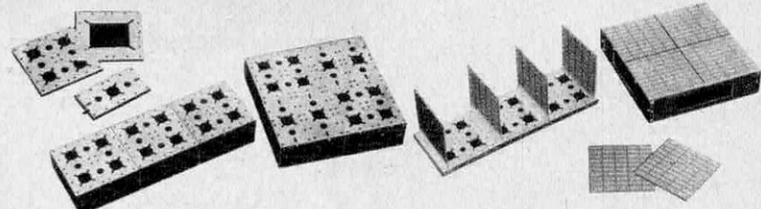
pour préparer votre Avenir. Elle a fait ses preuves, car elle est claire, facile et pratique.

Tous nos cours sont conçus pour être étudiés **FACILEMENT** chez SOI :

• La **THEORIE** avec des leçons grand format très illustrées.

• La **PRATIQUE** avec un véritable laboratoire qui restera *votre propriété*.

En plus des composants électroniques, vous recevez nos **PLATINES FONCTIONNELLES**, qui permettent de monter en quelques minutes le support idéal pour n'importe quelle réalisation électronique à lampes - pour les transistors les nouveaux **CIRCUITS IMPRIMÉS MCS** (module connexion service).



Seul l'**INSTITUT ELECTRORADIO** peut vous fournir ces précieux éléments spécialement conçus pour l'étude ; ils facilitent les travaux pratiques et permettent de créer de nouveaux modèles.

Quelle que soit votre formation, **SANS ENGAGEMENT** et **SANS VERSEMENT PRÉALABLE**, vous choisirez dans notre programme le cours dont vous avez besoin.

AVEC L'INSTITUT ELECTRORADIO VOUS AUREZ LA GARANTIE D'UNE LONGUE EXPÉRIENCE

Notre Service Technique est toujours à votre disposition gratuitement.

DÉCOUPEZ (OU RECOPiez) ET POSTEZ TOUT DE SUITE LE BON CI-DESSOUS



Veuillez m'envoyer vos 2 manuels en couleurs sur la **Méthode Progressive** pour apprendre l'électronique.

Nom _____

Adresse _____

Ville _____

Département _____

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

V

nous aurions pu nous contenter
de vous donner sur l'écran orientable ↗ ↘
les plus belles images du monde
en noir et en couleurs

il nous fallait aussi le téléviseur le plus élégant



ÉTEINT.
le SUPER-COULEURS TEVEA,
s'harmonise aux décors modernes
ou de styles les plus prestigieux.
L'écran sur pivot semble détaché
de sa console. Ainsi apparaissent
toute la pureté des lignes et
toute la chaleur des tons
de l'ébénisterie de grand luxe.

ALLUMÉ.
son image aux couleurs
plus vraies que les vraies,
ses trois hauts-parleurs haute fidélité
vous transportent
au milieu de l'action.
Le SUPER-COULEURS TEVEA
reçoit aussi le noir et blanc.
Quel que soit le programme
choisi, il vous transmet la plus
belle image du monde.

Avec l'écran orientable, solution
exclusive TEVEA, où que vous soyiez
placé, où que soit placé le poste,
un geste vous suffit pour obtenir
instantanément le meilleur confort
de vision. Vous n'avez ainsi aucune
difficulté à intégrer le SUPER-
COULEURS dans votre décor.

TELEPARTY COULEURS CHEZ TOUS LES DÉTAILLANTS TEVEA. ENTRÉZ PRENDRE UN VERRE ET REGARDEZ LES SUPERCOULEURS

TEVEA
207, Av. Pasteur - 93 - BAGNOLET



La télévision en noir et blanc reproduit fidèlement personnages et décor, mais avec sécheresse et froideur. Plus proche de la réalité, la couleur apporte une vie plus intense et un enrichissement aux images qui s'animent sur les petits écrans.
Réalisation G. Trillat.
Photo M. Toscas

SOMMAIRE DU N° HORS-SÉRIE TÉLÉVISION 68

DU DISQUE DE NIPKOW A LA MONDOVISION	8
TUBES-IMAGE NOIR ET BLANC ET COULEUR	24
LES SYSTÈMES DE TÉLÉVISION COULEUR	34
L'ÉQUIPEMENT DU RÉSEAU O.R.T.F.	56
LA DIFFUSION D'UN PROGRAMME COULEUR	60
TECHNIQUE DU SPECTACLE COULEUR	70
PRODUCTION DE FILMS EN COULEUR	81
LA PRISE DE VUES VIDÉO	90
REPORTAGES TÉLÉVISÉS	98
TÉLÉVISEURS NOIR ET BLANC	108
LES TÉLÉVISEURS COULEUR	117
DES TUBES AUX CIRCUITS INTÉGRÉS	124
LES NOUVEAUX OUTILS DU CHERCHEUR	136
LE PETIT ÉCRAN DANS L'ENTREPRISE....	144
L'ENSEIGNEMENT CHANGE DE VISAGE	150

Tarif des abonnements : UN AN. France et États d'expr. française 12 parutions : 30 F (étranger : 35 F); 12 parut. plus 4 numéros hors série : 43 F (étranger : 50 F); 12 parut. plus 4 numéros hors série envoi recom. : 60 F (étranger : 81 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. Changements d'adresse : poster la dernière bande et 0,50 F en timbres-poste. — Belgique et Grand-Duché de Luxembourg (1 an) : service ordinaire FB 250, service combiné FB 400. — Pays-Bas (1 an) : service ordinaire FB 250, service combiné, FB 400. Règlement à Edimonde, 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.

Directeur général : Jacques Dupuy. Rédacteur en chef : Jean Bodet. Direction, Administration, Rédaction : 5, rue de la Baume, Paris-8^e. Tél. : Élysée 16-65. Chèque Postal : 91-07 PARIS. Adresse télégr. : SIENVIE PARIS. Publicité : Excelsior Publicité, 2, rue de la Baume, Paris 8^e (Ély 87-46). Correspondants à l'étranger : Washington : « Science Service », 1 719 N Street N.W. Washington 6 D.C. New York : Arsène Okun, 64-33 99th Street, Forest Hills 74 N.Y. Londres : Louis Bloncourt, 38, Arlington Road, Regent's Park, Londres N.W.I.

DU DISQUE DE NIPKOW A LA MONDOVISION

New York Public Library



*A la fin du siècle dernier,
la transmission à distance des
images animées
allait devenir le rêve commun des
scientifiques et des écrivains
d'anticipation.
Parmi ces derniers, il faut signaler
A. Robida qui imagine
l'enseignement par
«téléphonoscope» (ci-dessus)
et Jules Verne avec son
«téléphote» (page ci-contre).*

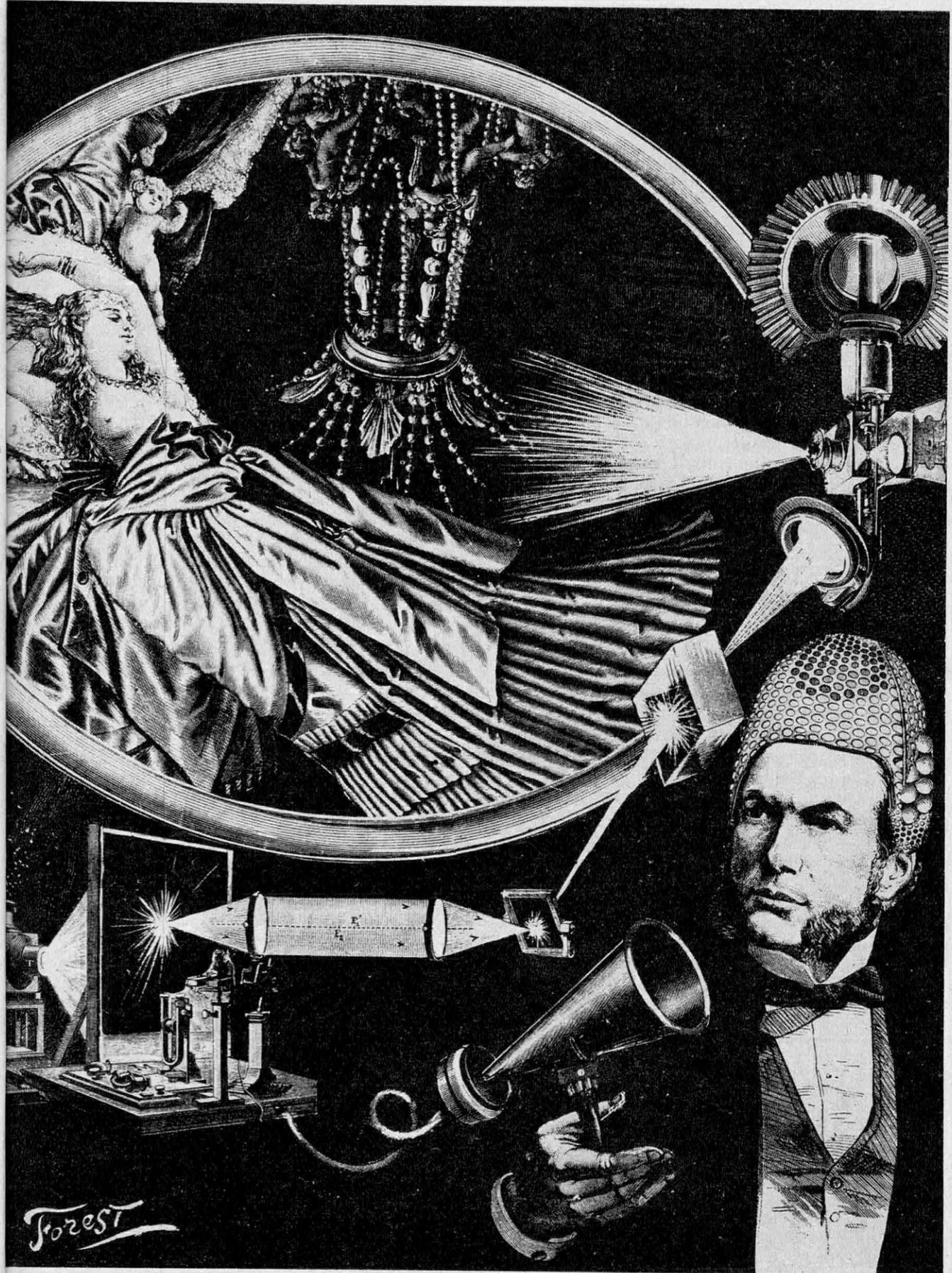
Sommes-nous encore capables d'être étonnés ? Blasé par l'incessant feu d'artifice des conquêtes de la science et de la technique, l'homme de ce dernier tiers du XX^e siècle a sa faculté d'émerveillement passablement atrophiée.

Il y a dix ans, il a vu s'ouvrir l'ère spatiale. Mais s'il a été enthousiasmé par les « bip-bip » du premier « Spoutnik », il lit aujourd'hui d'un œil distrait l'annonce (en cinq lignes !) du lancement d'un « Cosmos 200 »... Qu'un véritable laboratoire automatique se pose en douceur sur la Lune et envoie vers la Terre les images en couleurs captées par sa caméra, quoi de plus naturel ?... Que sur les « étranges lucarnes » placées dans nos salles à manger, nous assistions à tous les événements marquants au moment même où ils se déroulent et quel qu'en soit le lieu, quoi de plus banal ?... Que l'on nous serve ainsi à domicile le théâtre et le cinéma, le cirque et le music-hall, les arts et les sciences, la politique, les sports et la cuisine, que nous y voyions défiler tous les grands de ce monde, n'est-ce pas la petite routine de notre vie quotidienne ?

La télévision a aboli les distances, a mis le monde à notre portée. Comment est-elle née ? Comment s'est-elle développée ?

Avant la télévision, la phototélégraphie

Au même titre que celle de la radio, l'histoire de la télévision est un bel exemple de coopération des savants et inventeurs de plusieurs pays. Chacun a apporté sa pierre à l'édifice, et le monde entier bénéficie de cette œuvre collective.



Forest

DU DISQUE DE NIPKOW A LA MONDOVISION

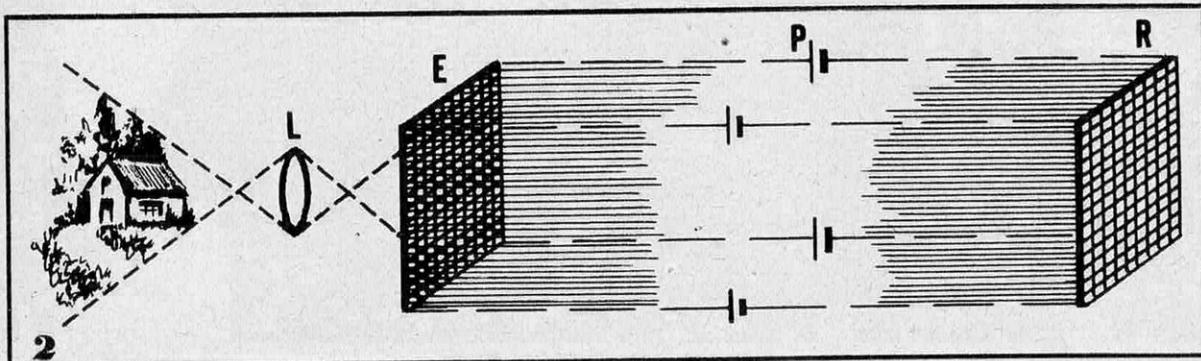
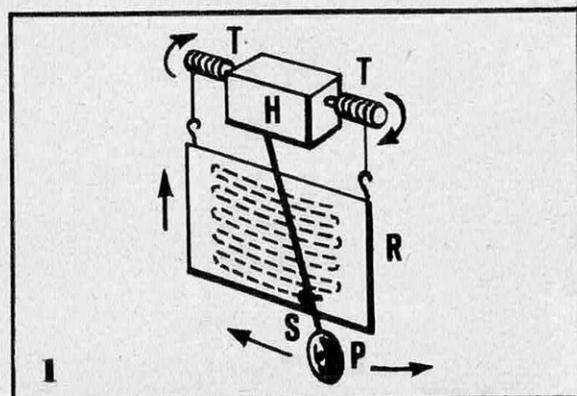
Avant de songer à transmettre des images mobiles, des tentatives avaient été faites pour les images fixes. La première expérience réussie de phototélégraphie remonte à 1862, lorsque l'abbé Giovanni Caselli parvint à transmettre une image de Paris à Amiens. Le dispositif mis au point comportait, tant au point de départ qu'à l'arrivée, un stylet fixé à un pendule parcourant, en une série de zigzags, une feuille d'étain qui se déplaçait lentement. L'image à transmettre était dessinée à l'aide d'une encre non conductrice de l'électricité, et chaque fois que le stylet touchait un point de l'image, le courant électrique était coupé dans la ligne de transmission. Et chaque fois que le courant était ainsi coupé au point de réception, le stylet se mettait à tracer.

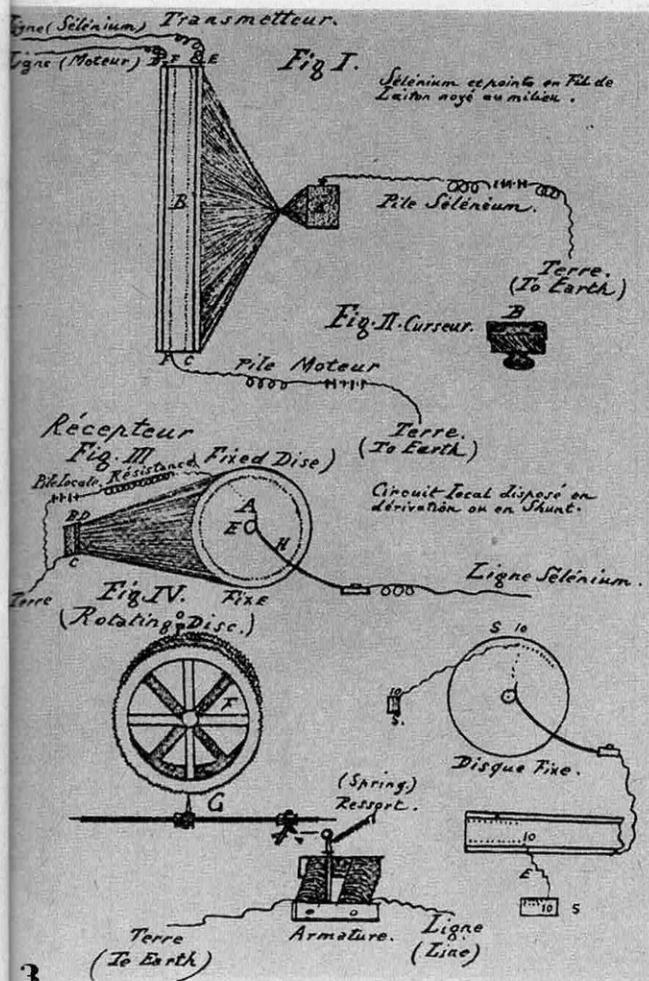
Il est remarquable que dans ce dispositif qui date de plus d'un siècle, on trouve déjà les caractéristiques fondamentales de tous les systèmes de phototélégraphie et de télévision réalisés depuis : exploration de l'image par lignes successives, synchronisation du dispositif explorateur à l'émission, traiteur à la réception, etc.

Une cinquantaine d'années plus tard, la phototélégraphie deviendra une réalité grâce aux remarquables travaux d'Edouard Be林. Dans le bérénographe, tel qu'il est employé dans le monde entier, l'image à transmettre est enroulée sur un tambour animé d'un rapide mouvement de rotation et d'un lent mouvement de déplacement axial. Ainsi tous les éléments de l'image sont successivement explorés à l'aide d'une cellule pho-

toélectrique selon une spirale cylindrique. A la réception, sur un appareil semblable, l'image est reproduite sur un papier photosensible par un rayon lumineux dont l'intensité est modulée par les signaux arrivant de l'émetteur. De la sorte, nous pouvons aujourd'hui trouver dans notre quotidien habituel des photographies des événements survenus aux antipodes quelques heures auparavant.

Cependant, entre la phototélégraphie et la télévision, il y a une différence fondamentale. Pour transmettre des images fixes, on dispose d'un temps qui, en principe, n'est pas limité. En revanche, la télévision, comme le cinéma, est fondée sur la persistance des sensations visuelles qui ne dure qu'un dixième de seconde environ. C'est dire que les images doivent être transmises, en télévision, à la cadence d'au moins 10 par seconde. Tel est l'impératif qui, dès ses origi-





3

1 Principe de l'appareil de phototélégraphie conçu par Caselli : mû par un mécanisme d'horlogerie H, le pendule P décrit à l'aide d'un stylet S une série d'arcs de cercle sur la feuille de papier R, lentement entraînée vers le haut par la rotation des tambours T. A l'émission, un dessin tracé à l'encre conductrice est ainsi exploré ligne par ligne. Dans l'appareil récepteur synchronisé, le stylet reproduit le dessin au passage du courant.

2 Système de télévision proposé en 1875 par G.R. Carey : au moyen d'un objectif L, l'image est projetée sur un écran E composé d'une multitude de cellules au sélénium reliées chacune à une minuscule ampoule électrique de l'écran de réception R. Chaque ampoule est alimentée par une pile P, le courant étant plus ou moins intense selon l'éclairement.

3 Dessin de Constantin Senlecq, tiré de sa brochure « Telectroscope » (1881) et montrant les détails de la commutation pour la transmission séquentielle des signaux émanant des différents points de l'image. La brochure fut publiée simultanément en France, Grande-Bretagne et Etats-Unis, ce qui explique que les textes soient accompagnés de traductions.

nes, a singulièrement compliqué la tâche de ceux qui rêvaient de transmettre à distance des images « vivantes ».

La « traduction » lumière-courant

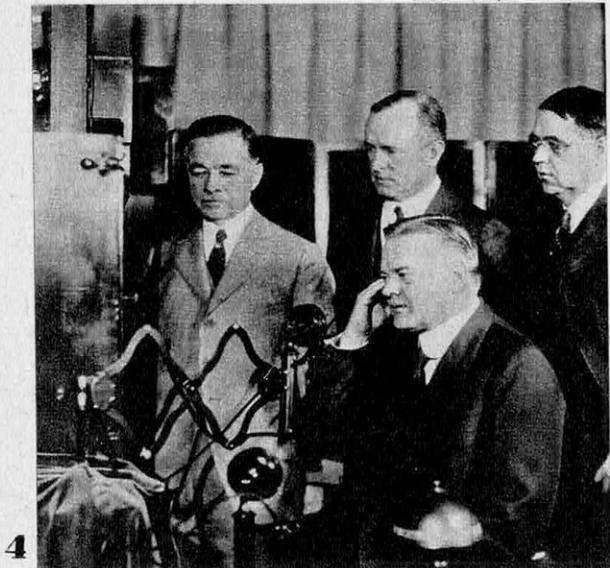
Ce rêve devait hanter l'esprit de nombreux inventeurs, à partir de 1876, année qui vit la naissance du téléphone, créé par Graham Bell. Puisque l'on peut transmettre les sons, parole et musique, à l'aide de courants électriques, on doit pouvoir aussi transmettre des images. Tel fut le raisonnement quelque peu naïf qui devait germer, à l'époque, dans bon nombre de cerveaux.

Et, comme pour les encourager dans cette voie, une découverte fondamentale a été faite en 1873 : celle de l'effet photoélectrique. L'histoire en est assez curieuse. Cela se passe à la station terminale du câble transatlantique située dans l'île Valentia, au sud-ouest de l'Irlande. Les circuits électriques de la station sont équipés de résistances en sélénium, ce qui, soit dit en passant, nous paraît assez curieux. Un jour, l'opérateur, du nom de May, fait une constatation surprenante : chaque fois qu'il passe devant la fenêtre, les aiguilles de divers galvanomètres bougent. Intrigué, May signale le phénomène à son chef, l'ingénieur Willoughby Smith. Celui-ci examine les choses de près et en tire la conclusion que la résistance électrique du sélénium varie en fonction de l'éclairement. Ainsi est née la première cellule photoélectrique, ancêtre d'une nombreuse famille. En effet, on devait réaliser par la suite d'autres dispositifs électriques réagissant à la lumière, notamment des cellules photoémettrices où, sous l'action des photons lumineux, des électrons sont émis par certains métaux alcalins. On connaît aussi des cellules photovoltaïques dans lesquelles la lumière engendre un courant électrique ; ce sont de telles cellules que l'on emploie dans les posemètres et les caméras automatiques de photo ou de cinéma.

Voici donc les chercheurs en possession d'un moyen de « traduire » la lumière par

DU DISQUE DE NIPKOW A LA MONDOVISION

Bell Telephone Lab.



des signaux électriques. Comment ne pas en faire usage pour la transmission des images ? Cette idée vient à l'esprit d'un habitant de Boston, du nom de G.R. Carey, qui imagine un système de télévision dans lequel l'image à transmettre est projetée sur un écran composé de milliers de cellules photoélectriques. Chacune d'elles est reliée par un fil électrique distinct à une minuscule lampe électrique, l'ensemble de ces lampes formant, au lieu de réception, un écran analogue à celui constitué par les cellules photoélectriques à l'émission.

Premier système séquentiel

On devine aisément que le projet de Carey n'a jamais connu le moindre commencement de réalisation. En effet, pour avoir une image tant soit peu nette, il aurait fallu environ 2 500 cellules disposées, par exemple, en 50 colonnes adjacentes de 50 cellules chacune ; il aurait fallu autant de lignes de transmission et autant de lampes à la réception.

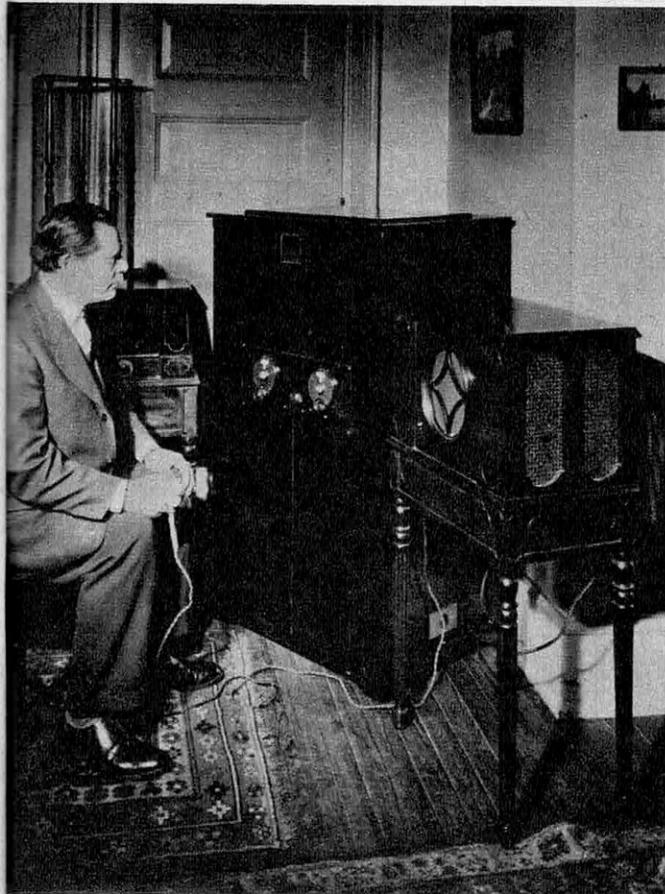
En revanche, l'idée qu'a eue deux ans plus tard un notaire d'Ardres (Pas-de-Calais), Constantin Senlecq, doit être considérée comme la base de tous les systèmes de télé-

vision qui allaient être réalisés par la suite. Cet amateur de physique, ayant appris par la revue « *Scientific American* » l'invention du téléphone, cherche à faire pour la vue ce que Graham Bell a fait pour l'ouïe. Et il imagine un système dans lequel l'image à transmettre est projetée sur une plaque en ébonite percée de nombreux petits trous remplis de sélénium. Une électrode commune en laiton bouche le fond des trous et chacune des petites masses de sélénium est reliée par un fil à l'un des plots d'un commutateur tournant. De la sorte, un balai commutateur permet de relier successivement chacune des cellules photoélectriques au départ d'une ligne de transmission. A l'autre extrémité, un commutateur semblable, maintenu en synchronisme avec le premier, applique les courants électriques aux filaments de minuscules lampes à incandescence disposées de la même manière que les cellules au sélénium. La synchronisation est maintenue à l'aide de signaux acheminés le long d'une ligne spéciale.

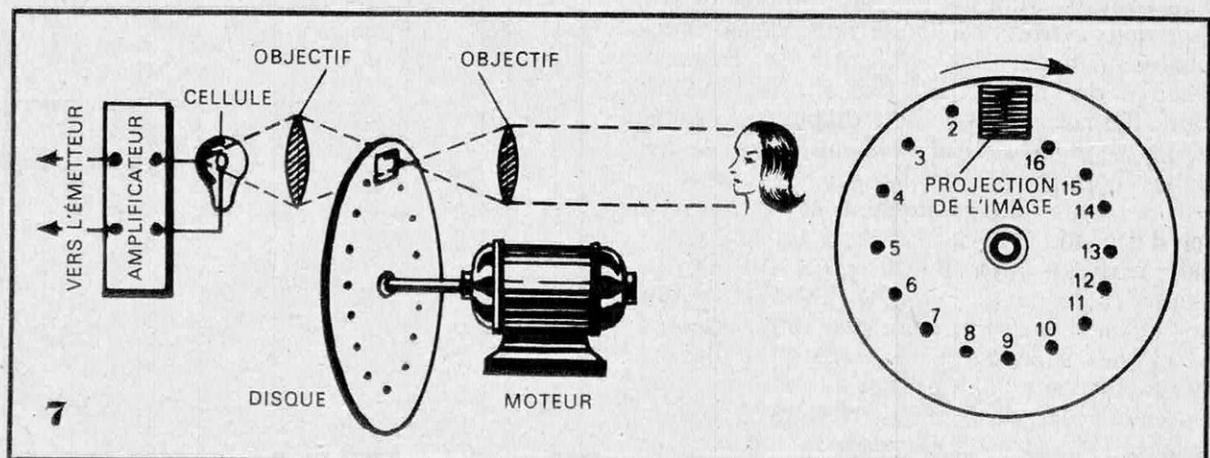
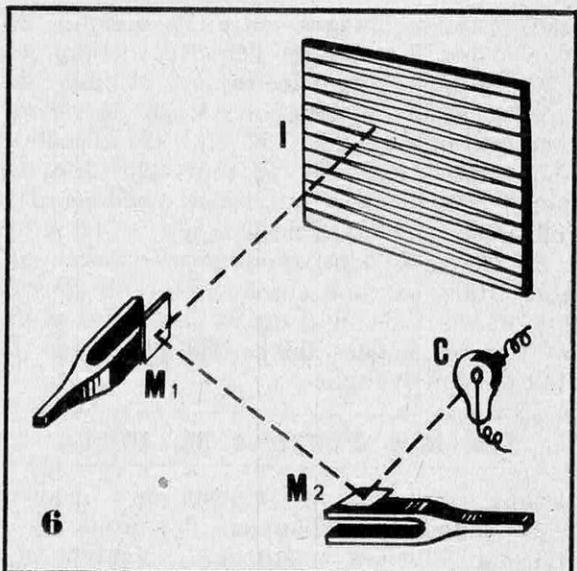
Dans ce projet, nous trouvons tout ce qui caractérise les systèmes actuels de télévision à commencer par le principe de l'exploration séquentielle des éléments de l'image. De plus, ce que le commutateur rotatif réalise dans le projet de Senlecq, est assuré de nos jours, dans les tubes de prise de vues, par le balayage du faisceau cathodique.

Quel accueil rencontra le projet de Senlecq ? Il le soumet au comte Du Moncel, membre de l'Académie des Sciences et directeur de la revue « *La Lumière Electrique* ». Plein de mépris à l'égard des amateurs, Du Moncel jette la lettre au panier. Remarquons en passant que, lors de la première démonstration du phonographe d'Edison à l'Académie des Sciences, ce même Du Moncel serra la gorge du démonstrateur en s'écriant : « Je ne permettrai pas à un ventriloque d'abuser de la confiance de notre Compagnie »...

Cependant, les idées de Senlecq font du chemin, et son projet est réalisé près d'un demi-siècle plus tard : le 17 avril 1927, au cours d'une mémorable séance, les laboratoires de la Bell Telephone effectuent une



5



7

4 Première démonstration publique de télévision interurbaine, de Washington à New York en 1927. Au premier plan, M. Herbert Hoover, Secrétaire au Commerce et qui sera par la suite élu Président des Etats-Unis.

5 Le Dr Alexanderson, un des pionniers de la télévision, et son premier récepteur (1928). Il comportait un disque de Nipkow maintenu en synchronisme avec celui de l'émetteur au moyen du bouton de réglage tenu à la main. Le son était reçu sur une bande de fréquences différente par le récepteur du fond en liaison avec le haut-parleur à droite, au premier plan.

6 Procédé d'analyse de l'image par miroirs oscillants proposé par M. Leblanc : le miroir M₂, fixé sur une branche d'un diapason oscillant lentement (10 périodes par seconde) dans un plan vertical projette vers la cellule photoélectrique C la lumière réfléchie par le miroir M₁, oscillant à 250 périodes par seconde dans un plan horizontal. L'image I est balayée en zig-zag, en 25 lignes, 10 fois par seconde.

7 Emetteur de télévision utilisant le disque de Nipkow, représenté en plan à droite : à travers les trous disposés en spirale, l'image est explorée par lignes horizontales successives.

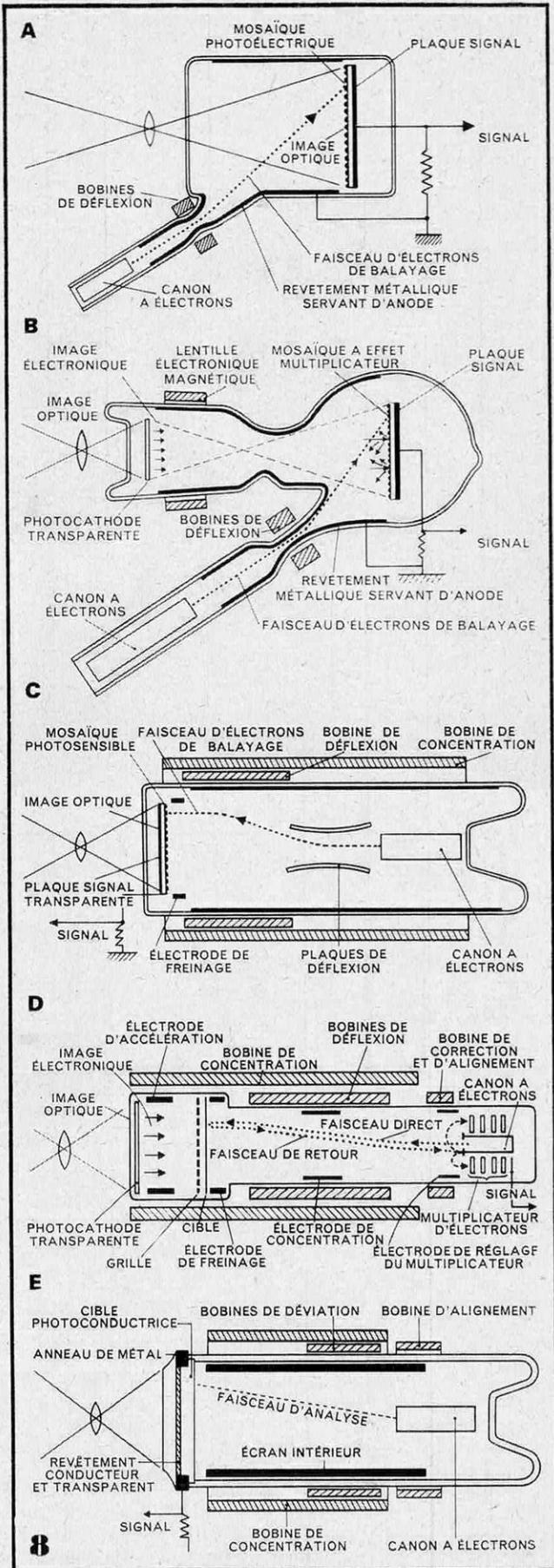
transmission d'images entre Washington et New York. L'écran de l'émetteur comporte 2 500 cellules photoélectriques. Autant de lampes au néon équipent l'écran de réception qui mesure 65 × 82 cm. Un distributeur rotatif effectuant 16 tours par seconde met successivement en liaison chacune des cellules avec chacune des lampes.

Senlecq a su ainsi que son idée était réalisée. Mais, par une cruelle ironie du sort, il mourut en 1934, âgé de 92 ans, sans avoir pu voir les images de la télévision, car il était devenu aveugle.

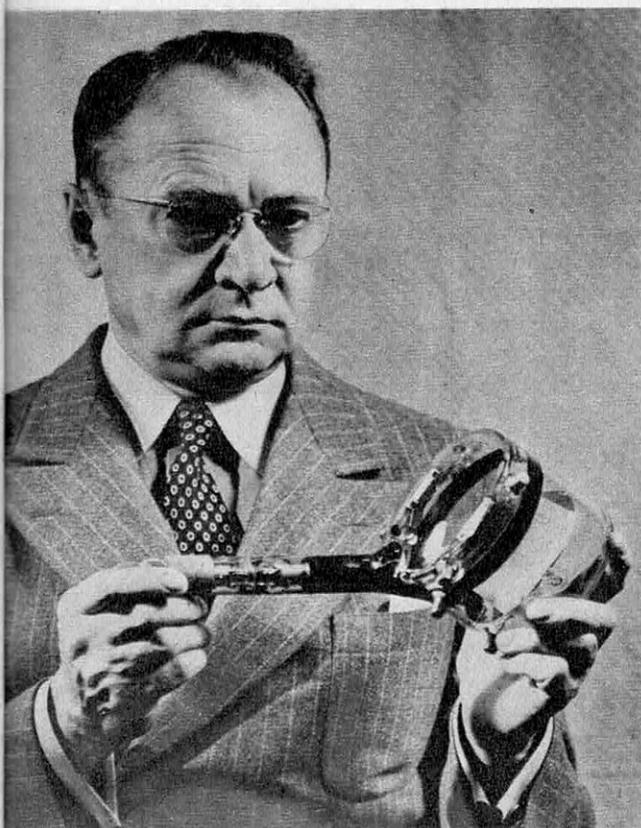
Systèmes d'analyse mécanique

Dans la foulée de Constantin Senlecq, d'autres chercheurs bâtissent des projets préconisant diverses méthodes d'analyse séquentielle. Ainsi, en 1880, le grand électrocinéaste français Maurice Leblanc propose d'utiliser deux miroirs oscillants réfléchissant successivement tous les éléments de l'image. Chacun des miroirs est fixé sur la branche d'un diapason. L'un des diapasons oscille rapidement en sorte que le miroir balaie les lignes horizontales de l'image. L'autre diapason oscille plus lentement et sert à passer d'une ligne à l'autre, dans le sens vertical. Ainsi est reproduit le processus de la lecture d'un texte : chaque lettre constitue un élément, et les éléments sont explorés par lignes successives ; le regard oscille rapidement dans le sens horizontal, et plus lentement dans le sens vertical pour passer à la ligne suivante. La page étant lue, on passe à la suivante. Mais il faut aller vite, puisque la lecture d'une page ne doit pas durer plus d'un dixième de seconde.

En 1884, un étudiant allemand de 24 ans, Paul Nipkow, dépose le brevet d'un système de télévision qui ne sera réalisé qu'une quarantaine d'années plus tard. Il propose d'explorer l'image en la projetant à travers les trous, disposés en spirale, d'un disque auquel son nom restera attaché. Derrière le disque est placée une cellule photoélectrique. Chaque trou explore au passage une ligne de l'image, qui est ainsi décomposée en autant de lignes qu'il y a de trous dans



DU DISQUE DE NIPKOW A LA MONDOVISION



8 De l'Iconoscope au Vidicon : dans l'iconoscope (A) l'image optique projetée sur la mosaïque photosensible forme des charges positives proportionnelles à l'éclairement. La mosaïque est balayée par un faisceau d'électrons qui engendre ainsi la modulation constituant le signal. Dans le superinoscope (B) une mosaïque photomultiplicatrice accroît la sensibilité. L'orthicon et l'image-orthicon (C et D) sont deux tubes à électrons lents pour éviter les émissions secondaires ; l'image-orthicon se caractérise par sa grande sensibilité, grâce à des étages photomultiplicateurs situés sur le trajet de retour du faisceau modulé. Le vidicon (E) est à cible photoconductrice.

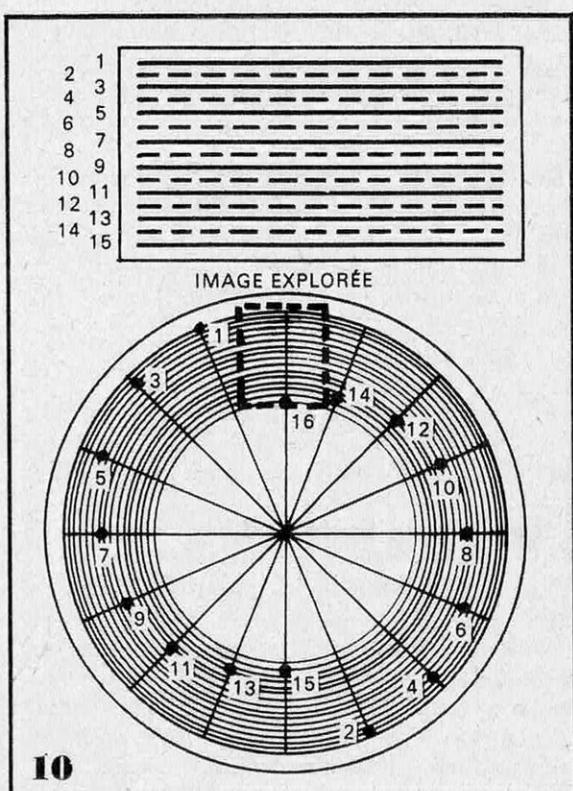
9 Le Dr Zworykin et son iconoscope, premier tube électronique pour la prise de vues.

10 En haut, principe du balayage entrelacé : d'abord est explorée la trame des lignes impaires (en trait plein), puis celle des lignes paires (trait pointillé). Ci-contre, disque de Nipkow adapté pour balayage entrelacé.

le disque. On retrouve le même disque à la réception, où il est animé d'un mouvement identique : en tournant devant un tube au néon dont l'éclat est commandé par le signal reçu de l'émetteur, il reconstitue chaque élément de l'image avec sa luminosité relative. Chaque tour sert donc à explorer tous les éléments de l'image. C'est dire que le disque doit tourner à au moins dix tours par seconde.

Premières réalisations

L'invention de Nipkow n'était pas réalisable à l'époque. En 1884, on n'avait pas de cellules photoélectriques sensibles, il n'existe pas de dispositif permettant d'amplifier les signaux faibles, et la radio, constituant le moyen de liaison idéal, n'était pas encore inventée. C'est dire que Paul Nipkow ne songea plus à ce brevet qui fut pour lui un



DU DISQUE DE NIPKOW A LA MONDOVISION

péché de jeunesse... Et l'on juge de son étonnement lorsque, en 1928, en visitant l'Exposition de Radio de Berlin, il se trouve en présence d'un téléviseur fonctionnant parfaitement et équipé du disque portant son nom, comme le disait de la façon la plus explicite une pancarte placée devant l'appareil.

En fait, la première réalisation de l'idée de Nipkow est due à un Ecossais, John Logie Baird, qui, en 1925, expose dans une vitrine du magasin universel Selfridge, dans Oxford Street, à Londres, son tout premier dispositif de télévision. Entre l'émetteur et le récepteur, la distance est inférieure à deux mètres, ce qui n'a aucune importance. Les deux disques de Nipkow, celui servant à l'émission et celui employé à la réception, sont placés sur le même axe, ce qui, on le conçoit, assure une synchronisation parfaite. La tête d'un mannequin, violemment éclairée, est ainsi transmise à la définition de 28 lignes, à raison de 12,5 images par seconde. L'image reçue est floue, mais on reconnaît cependant la tête en carton-pâte. Aujourd'hui, cet appareillage historique peut être examiné au Musée des Sciences de Londres.

En 1928 est fondée la *Baird Television Development Company*. Cependant, la B.B.C. (à l'époque : *British Broadcasting Company*) refuse à Baird d'utiliser son système. Les autorités de la radiodiffusion allemande sont plus compréhensives et, en janvier 1929, l'émetteur de Berlin effectue les premières diffusions d'après le procédé de Baird. Il ne reste plus à la B.B.C. qu'à suivre le mouvement. C'est ce qu'elle fait en effectuant des émissions sur ondes moyennes.

Les débuts de la T.V. en France

Que fait-on pendant ce temps en France ? Toute une pléiade de savants se penche sur le problème de la transmission des images. De nouveaux procédés de balayage sont inventés, telle cette roue de Lazare Weiller qui comporte sur son pourtour une série de petits miroirs dont l'inclinaison varie progressivement de l'un à l'autre, en sorte

qu'en tournant ils refléchissent successivement diverses lignes de l'image.

Une invention fondamentale est faite par Pierre Toulon et Edouard Belin qui formulent le principe du « balayage entrelacé ». Lorsqu'on explore toutes les lignes de l'image de la première à la dernière, comme l'avait proposé Senlecq, et l'ont fait ensuite Nipkow et Baird, la persistance des sensations visuelles ne suffit pas à éviter un effet de « vague lumineuse », dû au fait que lorsqu'on arrive aux dernières lignes, la persistance des premières s'affaiblit.

Le procédé d'entrelacement consiste à explorer d'abord les lignes impaires (1, 3, 5, 7...), puis à revenir vers le début de l'image pour explorer les lignes paires (2, 4, 6, 8...). De la sorte, sans augmenter le nombre de lignes explorées par seconde, on supprime cette impression de vague lumineuse qui parcourt l'image de haut en bas.

Un autre perfectionnement très important du disque de Nipkow a été proposé par Marcel Brillouin qui a préconisé de remplacer les trous du disque de Nipkow par des lentilles, ce qui conduit à une bien meilleure utilisation de la lumière.

Les premières émissions régulières ont commencé en France en 1932. Elles étaient effectuées par l'émetteur de Paris-P.T.T., installé rue de Grenelle. Le studio d'émission se trouvait à Montrouge, et c'est René Barthélémy, devenu depuis membre de l'Académie des Sciences, qui a créé de toutes pièces l'appareillage utilisé.

Une étape importante est franchie le 10 novembre 1935, lorsque, sous l'impulsion de Georges Mandel, alors ministre des P.T.T., débutent des émissions à la définition de 180 lignes. Alors que précédemment, avec la définition de 60 lignes, il fallait se contenter de gros premiers plans, on pouvait désormais transmettre des scènes à plusieurs personnages.

Installé dans les locaux de l'Ecole Supérieure des P.T.T., rue de Grenelle, le studio était puissamment éclairé pour pallier l'insuffisante sensibilité des cellules photoélectriques de l'époque. La scène, qui ne mesurait que 6 mètres carrés, se trouvait sous les



Le TRK-12 de RCA fut le premier téléviseur vendu au public américain en 1939. Il com-

portait un tube de 30 cm en position verticale, l'image devant être observée par réflexion.

feux de multiples projecteurs totalisant une puissance de 48 kW. C'est dire qu'en dépit de puissants ventilateurs destinés à chasser l'excès de calories, les premiers présentateurs et acteurs souffraient atrocement de la chaleur qui faisait couler le fard et attraper de véritables coups de soleil...

De la mécanique à l'électronique

La définition de 180 lignes procure une image qui est loin de présenter la netteté et la finesse de détails auxquelles nous sommes habitués avec les normes actuelles de 625 lignes ou de 819 lignes. Cependant, avec les moyens mécaniques, on ne peut aller plus loin. Que l'on songe aux forces centrifuges développées dans un énorme disque pourvu de 180 perforations et animé d'une vitesse de 16 tours par seconde !

Pour aller plus loin, il faut recourir à un principe différent. La mécanique ne sert plus à rien. Il faut faire appel à ce que, de nos jours, on appelle l'électronique. Fort heureusement, l'instrument de base, le tube cathodique, atteint dès la fin du siècle dernier un degré de développement qui per-

mettra d'en faire le cœur de l'appareillage moderne de transmission des images.

En effet, en 1897, le physicien allemand Karl F. Braun parvient à perfectionner le tube inventé par l'Anglais Crookes. Deux ans plus tard, un autre Allemand, E. Vichert, préconise la méthode de concentration du faisceau d'électrons à l'aide d'un bobinage concentrique à l'axe du tube. Et, en 1903, Wehnelt perfectionne la cathode et introduit une électrode de concentration et de modulation de l'intensité du faisceau.

Dès lors, un physicien russe, du nom de Boris Rosing, professeur à l'Ecole d'Artillerie de Saint-Pétersbourg, voit dans le tube de Braun, comme on l'appelait à l'époque, le dispositif idéal pour la reproduction des images de « télescopie électrique ». Notons que le terme hybride « télévision », hybride puisque formé d'une racine grecque et d'une racine latine, a été employé pour la première fois en 1900 par un collègue de Rosing, le capitaine Constantin Perski, au Congrès International Electrotechnique de Paris.

Dès 1902, Rosing commence à concevoir son « télescope électrique ».

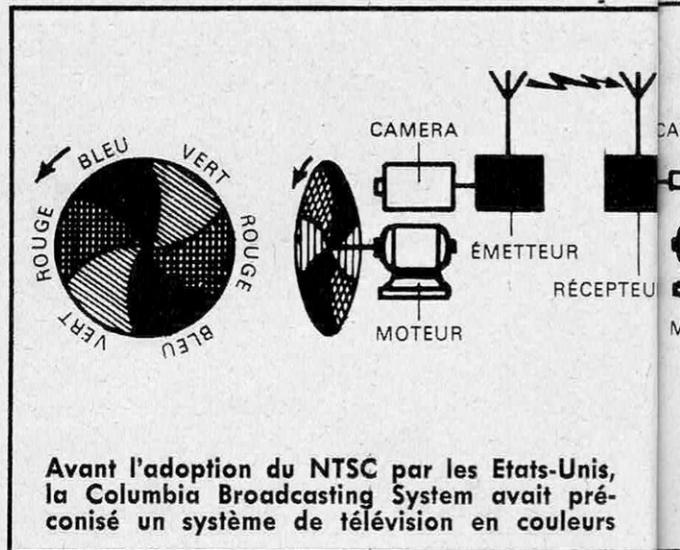
DU DISQUE DE NIPKOW A LA MONDOVISION

L'idée murit et, le 25 juillet 1907, Rosing dépose un brevet décrivant le dispositif imaginé. Il l'expérimente en le perfectionnant sans cesse au laboratoire de l'Institut Technologique de Saint-Pétersbourg. Et ainsi, aidé d'un jeune assistant du nom de Vladimir Zworykin, il parvient, en 1911, à obtenir une première image sur l'écran fluorescent du tube cathodique. Il s'agit de quatre bandes blanches placées sur fond noir.

A l'émission, Rosing utilise un système mécanique composé de deux tambours à miroirs dont les axes sont perpendiculaires l'un par rapport à l'autre. L'un des tambours tourne à 12 tours par seconde, l'autre effectue 30 rotations par seconde. De la sorte, une image est explorée 12 fois par seconde en 30 lignes. La lumière tombe sur une cellule photoémettrice dont les signaux sont appliqués à des électrodes de déviation du tube cathodique servant à la réception. Le faisceau d'électrons doit traverser un diaphragme et, lorsqu'il est dévié, son intensité diminue. En même temps, les tambours à miroirs sont pourvus de véritables petits potentiomètres avec curseurs glissants qui développent des tensions de déviation. Ces tensions sont appliquées au bobinage de déflexion du tube cathodique, de manière à déterminer le balayage de l'écran en synchronisme parfait avec l'émetteur.

L'Iconoscope

Ce que Rosing a fait pour la réception, son assistant Vladimir Zworykin devait, plus tard, le réaliser pour l'émission. Parti en 1922 pour les Etats-Unis, il continue à y étudier les problèmes de la télévision et parvient, en 1931, à concevoir la première caméra de prise de vues purement électronique : l'Iconoscope. Celui-ci est constitué par un tube à vide contenant un écran composé d'une mosaïque de minuscules cellules photoémettrices. Lorsqu'une image est projetée sur cet écran, des charges électriques s'y développent proportionnelles à l'intensité de la lumière en chaque point de la mosaïque. Cette production de charges s'effectue d'une façon continue, ce qui représente un avan-



Avant l'adoption du NTSC par les Etats-Unis, la Columbia Broadcasting System avait préconisé un système de télévision en couleurs

tage considérable par rapport à tous les systèmes mécaniques où la cellule photoélectrique ne reçoit la lumière de chaque point de l'image que pendant un très court instant.

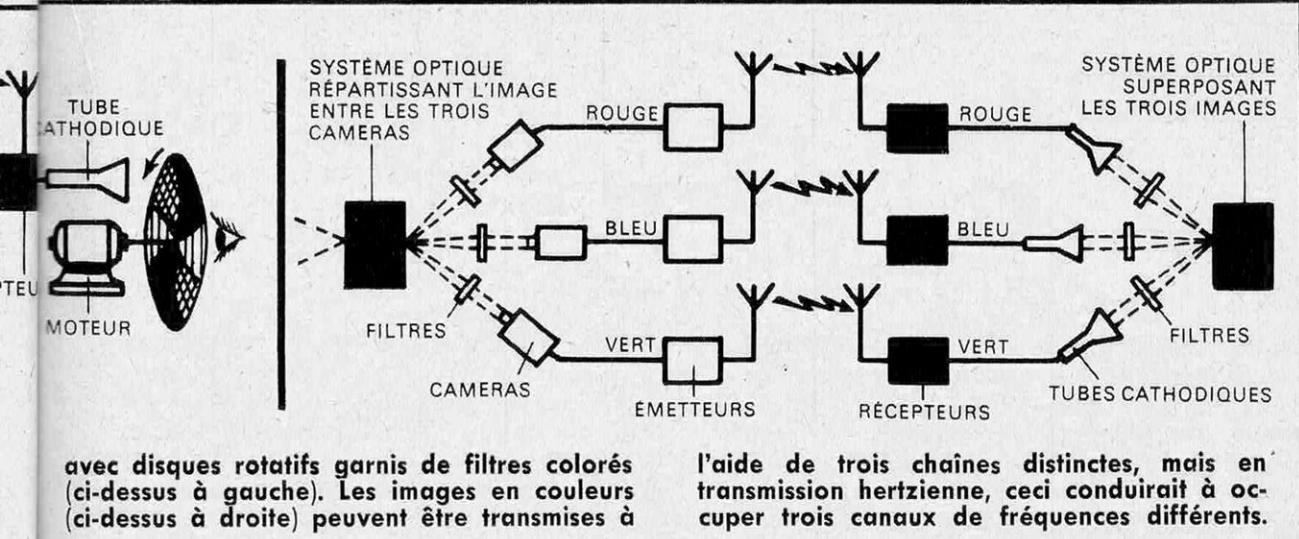
Le faisceau d'électrons émis par la cathode vient « butiner » les charges accumulées sur l'écran en le balayant sous l'action de champs électriques ou magnétiques de déviation. De la sorte, dans le circuit extérieur comprenant la source de tension, l'intensité du courant subit des variations proportionnelles aux charges positives que viennent neutraliser les électrons du rayon cathodique.

Invention fondamentale, l'Iconoscope aura une nombreuse descendance. Tous les tubes de prise de vues créés par la suite, qu'il s'agisse des vidicons, des orthicons ou autres, découlent de la géniale invention de V. Zworykin.

ESSOR DE LA TÉLÉVISION

La télévision « cathodique » fait son entrée pratique au cours des dernières années précédant la seconde guerre mondiale. En France, dès 1937, grâce aux travaux de René Barthélémy et d'Henri de France, débutent des émissions régulières sur 455 lignes. L'Iconoscope est adopté à la même époque en Angleterre. Sa haute sensibilité permet de réaliser des reportages extérieurs. Le premier a lieu pour le célèbre Derby d'Epsom, couru le 1^{er} juin 1938. Ce fut un événement historique.

Tout semble dès lors favoriser le développement rapide de la télévision. Le nombre d'émetteurs augmente, les programmes s'étoffent, les téléspectateurs sont de plus en plus nombreux. Une revue spécialisée, inti-



tulée tout simplement « Télévision », voit le jour ; elle enseigne aux amateurs la façon de réaliser eux-mêmes des récepteurs d'images. L'industrie commence à s'intéresser à la nouvelle technique, en présentant des téléviseurs qui sont malheureusement très chers, très encombrants et dont l'écran est de dimensions très réduites...

L'ouragan de la guerre arrêtera brutalement la rapide progression de la télévision. En juin 1940, l'émetteur de la Tour Eiffel est saboté. Les petits écrans sont noirs. Le monde civilisé est entré dans un long tunnel sombre... Ne doutant pas de sa victoire finale, l'occupant entreprend l'installation d'un grand centre de télévision, rue Cognacq-Jay, à Paris, à l'emplacement de l'ancien Magic-City, et reconstruit l'émetteur de la Tour Eiffel. Ce ne sont pas, cependant, les troupes de la Wehrmacht, pour qui ces efforts étaient déployés, qui bénéficieront de tous ces équipements.

Après la guerre, ayant préservé de la destruction ce qui a été édifié sous l'occupation, les techniciens français reprennent des émissions régulières, sur 441 lignes, depuis l'émetteur de la Tour Eiffel, les studios étant désormais situés rue Cognacq-Jay. Dès lors, tout prend un rapide essor. Les techniciens accomplissent d'innombrables prouesses pour rendre les programmes plus intéressants. Ainsi, pour effectuer le reportage en direct de l'arrivée du Tour de France au Parc des Princes, le 26 juillet 1948, on transmet les signaux vers la Tour Eiffel en utilisant une antenne de fortune qu'un ballon captif hisse à 80 mètres.

Pendant ces premières années d'après-guerre se déroule la « lutte des standards ». Faut-il maintenir la moyenne définition de 441 lignes ou bien adopter une définition

plus élevée ? On peut alors choisir entre le standard « européen » de 625 lignes, la haute définition de 819 lignes d'Henri de France et celle de plus de 1 000 lignes proposée par René Barthélémy. Plus la définition est élevée, plus l'image peut comporter de détails... mais plus sa transmission est difficile et plus les récepteurs deviennent coûteux. C'est, en fin de compte, le 819 lignes qui l'emporte. Fin 1949, commencent les émissions sur cette définition. La France a la plus belle image du monde... et aussi la plus coûteuse !

Plus tard, un deuxième programme est émis sur 625 lignes ; mais, là encore, notre pays se singularise, puisque la norme adoptée diffère sur bien des points du standard européen : polarité de la modulation vidéo et système de modulation du son.

Naissance de l'Eurovision...

Le 2 juin 1953 est une date glorieuse dans l'histoire de la Grande-Bretagne... et de la télévision. Ce jour-là, des millions de personnes, en Angleterre, en France, en Allemagne, en Belgique, en Hollande et au Danemark, assistent au couronnement de Sa Gracieuse Majesté. Les images captées par 17 caméras, disposées le long du parcours du cortège royal et dans la cathédrale de Westminster, sont transmises par le réseau d'Eurovision installé en cette solennelle occasion. Jamais on n'a vendu en si peu de temps autant de téléviseurs. Les industriels spécialisés regrettent que la cérémonie ne soit pas renouvelée tous les ans...

Comment sont établies les liaisons entre les émetteurs formant le réseau d'Eurovision ? A l'aide de « câbles hertziens ». On appelle ainsi les ondes très très courtes

DU DISQUE DE NIPKOW A LA MONDOVISION

(ayant des longueurs de quelques centimètres seulement) qui, à la manière des ondes lumineuses (de nature identique et de propriétés semblables), se propagent en ligne droite et peuvent être concentrées en faisceaux étroits à l'aide de réflecteurs paraboliques. Pour relier entre eux deux émetteurs, on jalonne le parcours de plusieurs tours-relais, installées sur des hauteurs. Chacune relaie le faisceau d'ondes de la tour précédente et le réemet vers la suivante. N'est-ce pas la version moderne du télégraphe optique de Chappe ?

...et de la Mondovision

Comment passer de l'Eurovision à la Mondovision ? Comment faire voir « en direct » aux téléspectateurs européens une sensationnelle rencontre de boxe se déroulant au Madison Square de New York ? Comment montrer outre-Atlantique aux passionnés du rugby la mêlée sur le stade de Colombes ? Les satellites artificiels nous en donnent le moyen. De véritables stations réceptrices-rémettrices ont été lancées dans l'espace et placées sur des orbites à 36 000 km d'altitude. Elles tournent autour de la Terre à raison d'un tour par 24 heures. Autrement dit, elles restent immobiles au-dessus d'un point de l'équateur. Alimentées par l'énergie des rayons solaires que des cellules photoélectriques transforment en électricité, ces satellites servent de relais intercontinentaux aux émissions de télévision.

D'autres satellites, non synchrones, se trouvant à des altitudes moins grandes, tournent plus vite autour de la Terre et assurent des liaisons intercontinentales pendant certaines heures seulement. Tous ces « Early Bird » (*made in U.S.A.*) et autres « Molniya » (*U.R.S.S.*) tissent autour du globe un dense réseau de télécommunications en rapprochant les continents, les pays et les hommes.

Du noir et blanc vers la couleur

Mais la télévision veut sortir de la monotone grisaille du « noir et blanc ». Comme

la photo, comme le cinéma, elle veut passer à la couleur.

A cette fin, dès 1928, le précurseur de génie que fut J.L. Baird, propose de recourir au principe de la trichromie : à l'aide de filtres rouge, vert et bleu, décomposer l'image en trois images de couleurs primaires et, à la réception, les superposer. Comment ? Mais tout bonnement, disait notre Ecossais, en utilisant un disque de Nipkow pourvu de trois séries de perforations disposées en spirales et occupant chacune un secteur de 120 degrés. Les perforations doivent être recouvertes de filtres de couleurs correspondantes... et le tour est joué.

Le problème devient plus complexe avec l'avènement de la télévision cathodique. Certes, en se fondant sur le même principe, on a proposé d'établir trois chaînes de transmission, une pour chaque couleur primaire, en utilisant des filtres rouge, bleu et vert tant devant les caméras de prises de vues que devant les tubes cathodiques de réception et en superposant les images reçues à l'aide d'un dispositif optique. On conçoit sans peine que pareil équipement serait trop volumineux, trop coûteux et nécessiterait l'utilisation de trois canaux de fréquences, ce qui, vu l'encombrement de ce que l'on persiste à appeler l'« éther », serait inacceptable.

Principe de la double compatibilité

D'autre part, il faut sauvegarder les intérêts des millions de téléspectateurs possesseurs de récepteurs monochromes (pour le « noir et blanc »). Cela a été nettement formulé, dès avant la guerre, par un remarquable pionnier de la télévision, l'ingénieur français Georges Valensi. Il a énoncé alors son principe de la double compatibilité :

— Il faut que les programmes émis en couleurs puissent être également reçus (en noir et blanc, bien entendu) par les téléviseurs monochromes.

— Il faut que les programmes monochromes puissent être également reçus en noir et blanc par les téléviseurs polychromes.

Et le plus beau est qu'ayant formulé ces deux exigences, Georges Valensi a, en même temps, fourni la clé du problème. Dans son brevet, qui date de 1937, il pose les principes fondamentaux sur lesquels sont fondés les trois systèmes de télévision en couleurs existant actuellement. Il préconise, en effet, la séparation de la « luminance » et de la « chrominance ». Autrement dit, une partie des signaux est affectée à la transmission de l'image telle qu'elle aurait paru en noir et blanc, avec tous ses détails, et d'autres signaux, ceux de chrominance, viennent compléter l'image en la coloriant.

Cette méthode présente de nombreux avantages. Alors que la luminance est transmise avec le maximum de finesse (ce qui exige une bande de fréquences aussi large que dans la télévision monochrome), les couleurs peuvent être reproduites sans grande finesse, en sorte que les signaux de chrominance n'occupent qu'une bande de fréquences relativement étroite.

D'autre part, les téléspectateurs possédant des téléviseurs monochromes reçoivent les signaux de luminance qui suffisent pour reproduire complètement les images, ce qui satisfait le principe de la compatibilité.

Un miracle de la technique : le tube à masque d'ombre

Cependant les idées de Valensi n'auraient pas abouti si un tube cathodique capable de reproduire les couleurs n'avait pas vu le jour. Ce tube est un véritable miracle de la technique. A priori, il ne pouvait pas fonctionner, tant était grande la précision qu'il exigeait. Si, dans une réunion d'ingénieurs français, quelqu'un eût proposé de faire un tel tube « à masque d'ombre », il eût déclenché un éclat de rire. Fort heureusement, l'idée du tube « shadow mask » fut exposée devant un aréopage de techniciens américains, moins pourvus de sens critique que leurs collègues de ce côté de l'Océan ; ils ont examiné la chose sérieusement, ont tenté sa réalisation... et l'ont réussie.

Le tube comporte trois « canons » électriques, c'est-à-dire trois projecteurs de fais-

ceaux d'électrons. Chacun d'eux est, comme l'on pense, affecté à l'une des couleurs primaires. Celles-ci sont produites sur l'écran fluorescent par des « luminophores » rayonnant une lumière rouge, bleue ou verte. Ces luminophores constituent une mosaïque de 1 200 000 éléments fluorescents disposés en 400 000 « triades » dont chacune comporte un élément rouge, un bleu et un vert. Pour que les électrons d'un faisceau n'atteignent que les luminophores de la couleur correspondante, une plaque perforée de 400 000 trous est interposée entre les canons et l'écran. A travers ce masque, chaque canon ne « voit » que les luminophores de « sa » couleur.

Le principe, on le constate, est simple, mais on conçoit l'extraordinaire précision qu'exige sa mise en œuvre et qui explique le coût élevé des tubes polychromes.

Dans tous les systèmes actuels, on emploie donc ce tube à masque, en transmettant les signaux correspondant au contenu en couleurs primaires de chacun des éléments de l'image. Les signaux de chrominance modulent l'intensité des faisceaux électroniques émis par les trois canons. Et l'œil intègre les sensations de couleurs émanant des luminophores, comme il le fait pour les illustrations en couleurs imprimées à l'aide de minuscules points de couleurs primaires.

NTSC - SECAM - PAL

Le premier système fondé sur les principes posés par Georges Valensi et utilisant le tube à masque est le NTSC (*National Television System Committee*). C'est l'œuvre collective d'une équipe d'ingénieurs des Laboratoires Hazeltine (l'inventeur du Neutrodyne), dirigée par Charles Hirsch. Très ingénieux, ce système fut, dès 1951, adopté par la *Federal Communications Commission* des Etats-Unis qui, du coup, abandonnait le procédé mécanique (disques à filtres colorés tournant devant l'écran du téléviseur) patronné par le *Columbia Broadcasting System*.

Le NTSC est toujours employé aux Etats-Unis, au Canada et au Japon, pays où, après

DU DISQUE DE NIPKOW A LA MONDOVISION

un démarrage assez lent, la télévision en couleurs est devenue très populaire.

L'Europe a tardé à se convertir à la couleur. Le système NTSC y a été critiqué et, il y a une douzaine d'années, Henri de France a posé les principes de base du SECAM (Sequentiel Couleurs A Mémoire). Reprenant l'essentiel du NTSC, le SECAM introduit un nouveau principe de transmission des signaux de chrominance, en les émettant une ligne sur deux. De plus, il utilise la modulation de fréquence pour l'acheminement de la chrominance.

Quelques années plus tard, un chercheur allemand, Walter Bruch, a conçu une sorte de NTSC perfectionné, faisant également appel au principe de transmission alternative des signaux de chrominance énoncé par Henri de France. Son système, intitulé PAL (*Phase Alternation Line*), remédie heureusement aux distorsions de phase qui tendent à altérer les teintes dans le NTSC.

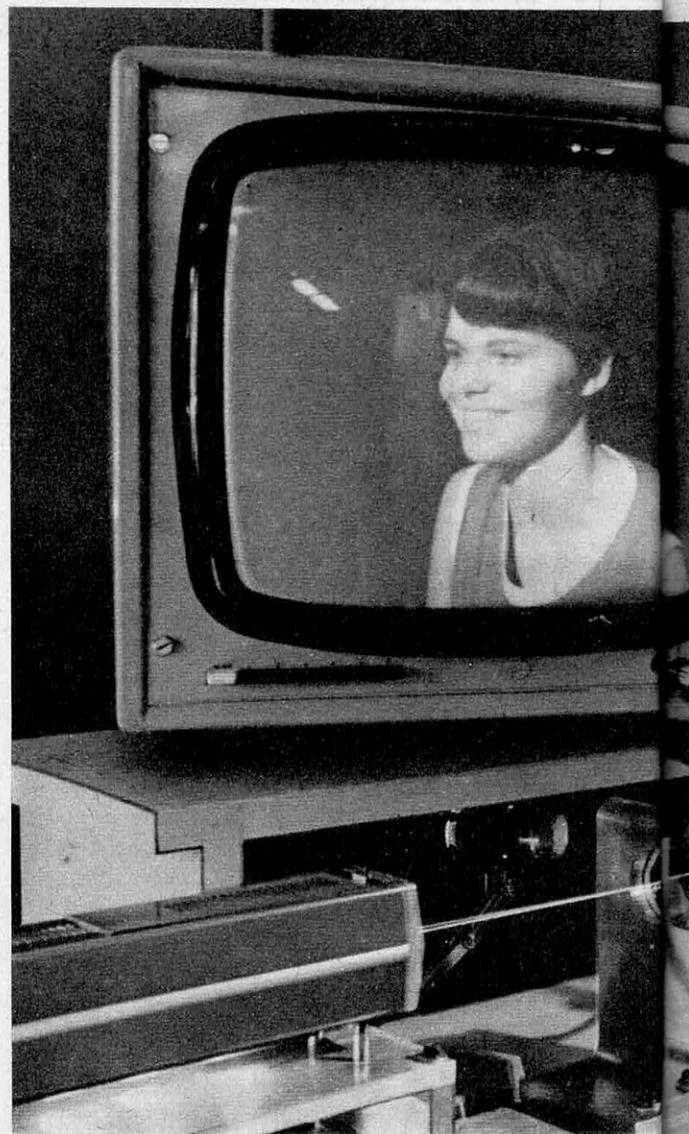
On pouvait espérer qu'un système unique, synthèse des trois systèmes en compétition, serait adopté par l'ensemble des pays européens. Hélas, en 1966, à Oslo, la « conférence de la dernière chance » a consacré la dislocation du continent européen dans le choix du système de télévision en couleurs : la France et les pays de l'Est ont adopté le SECAM, alors que les pays de l'Europe du centre ont opté pour le PAL.

Fort heureusement pour les émissions d'Eurovision ou de Mondovision, on peut, sans perte de qualité, opérer le transcodage d'un système dans l'autre.

Coup d'œil sur l'avenir

La technologie de la télévision progresse continuellement. Nous en sommes à la phase de la « transistorisation », où les tubes à vide sont progressivement remplacés par des dispositifs à semiconducteurs. Cependant, la miniaturisation semble peu les toucher.

Cela est dû au volume occupé par le tube cathodique. Mais celui-ci sera un jour, lui aussi, remplacé par un dispositif électroluminescent à semiconducteurs. Alors se réalisera une des plus vieilles prophéties de



Hugo Gernsback, ce « Jules Verne américain » récemment disparu, qui a prédit que, dans l'avenir, le téléviseur se présentera sous la forme d'un tableau suspendu au mur.

Nous aurons alors des téléviseurs de poche et aussi des téléviseurs à écran géant. Actuellement, les dimensions de l'écran sont limitées, d'une part par l'énorme pression que l'atmosphère exerce sur le tube cathodique (quelque 10 tonnes pour un tube de 63 cm de diagonale d'écran !) et, d'autre part, par l'impossibilité de faire passer à travers les portes des appareils plus encombrants.

La projection sur grand écran fait, d'ores et déjà, partie des problèmes résolus grâce à la remarquable invention (en 1939) de l'Eidophore, due au professeur suisse Fischer.

Le relief ne constitue pas non plus un problème insoluble. On a déjà proposé et ex-



périmenté avec succès diverses solutions fondées notamment sur l'emploi de la lumière polarisée. Et le professeur P. Chmakov, le grand spécialiste soviétique, est même parvenu à transmettre des images en couleurs et en relief.

Moyen de distraction et de culture, la télévision doit servir au rapprochement des peuples. En les faisant mieux connaître les uns aux autres, elle tisse autour du monde des liens de solidarité humaine. Élément nouveau de la vie sociale, elle exerce une influence profonde sur nos conceptions fondamentales. Sera-t-elle un puissant facteur de paix universelle ? Les gens de tous les pays, grâce à elle, se donneront-ils la main pour former autour du monde une ronde joyeuse ? S'il en est ainsi, on devra considérer la télévision comme la plus bienfaisante des fées.

E. AISBERG

*Laser et télévision :
il ne s'agit encore que d'un dispositif
expérimental où la transmission
ne porte qu'à quelques mètres,
mais la grande directivité
du rayon laser permettrait de l'étendre à
de très grandes distances.
La lumière peut être modulée par
deux cristaux polarisants
jusqu'à 100 MHz,
solution possible à l'encombrement
actuel des fréquences.*

TUBES-IMAGE NOIR ET BLANC ET COULEUR

Le téléspectateur considère comme tout à fait banal qu'il lui suffise de tourner un bouton sur une espèce de boîte, appelée téléviseur, pour qu'une sorte de dalle en verre, appelée écran, s'illumine et lui offre des images animées, en noir et blanc, voire en couleurs.

Pourtant, ce téléspectateur serait assez étonné, et peut-être même incrédule, si vous lui disiez que ce qu'il pense être une image en noir et blanc n'est qu'un point infime, de luminosité variable, se déplaçant en zig-zags à très grande vitesse sur la surface de l'écran ; c'est parce qu'il réagit avec une relative lenteur que l'œil humain peut ainsi être leurré. De même croit-il voir une image riche de toutes les couleurs de la nature là où il n'y a, en réalité, à chaque instant, que trois points très proches, de trois couleurs seulement, toujours les mêmes, rouge, bleu et vert, chacun de luminosité variable et se déplaçant comme précédemment sur l'écran, avec une grande vélocité.

Par quel ingénieux procédé parvient-on à faire se déplacer ce point lumineux à une aussi grande vitesse (toute la surface de l'écran est ainsi « explorée » en 1/50^e de seconde), tout en agissant sur son intensité, et cela sans aucun de ces bruits qui accompagneraient inévitablement un quelconque

système à miroirs tournants ? L'explication tient en un mot : l'électronique.

En effet, si nous passons en quelque sorte « dans les coulisses » de notre récepteur de télévision, nous constatons que la dalle de verre constituant l'écran est, en fait, le fond d'une très grande ampoule de forme conique, dans le col de laquelle on peut voir rougeoyer un filament. Cette ampoule est un tube électronique d'un type spécial, appelé « tube cathodique » ou encore « cathoscope ».

Le principe du tube cathodique fut découvert dès 1897 par un savant allemand, Braun ; son invention avait même précédé celle de la triode par Lee de Forest (1906). En retracant brièvement l'histoire de ce tube nous aurons tous les éléments nous permettant de comprendre son principe de fonctionnement.

LES AVATARS DU TUBE CATHODIQUE

Braun avait constaté qu'en disposant dans une ampoule vidée d'air une cathode (générateur d'électrons libres) et une anode portée à un potentiel positif élevé et percée d'un trou, on obtenait un mince faisceau d'électrons se propageant en ligne droite à une vitesse très élevée (dans les tubes cathodiques actuels, la vitesse des électrons est de l'ordre de plusieurs dizaines de milliers de kilomètres à la seconde). En plaçant sur le trajet de ce faisceau une cible transparente (en l'occurrence, le fond de l'ampoule), couverte sur sa face interne d'une substance luminescente, on observait, au point d'impact des électrons, une tache plus ou moins lumineuse suivant la densité du faisceau et la vitesse des électrons, c'est-à-dire suivant la différence de potentiel appliquée entre cathode et anode.

Disons deux mots du processus de généra-

Plus de cinquante ans se sont écoulés entre l'invention du tube cathodique et la mise au point, en 1949 aux U.S.A., du premier tube de télévision en couleurs, le tube à masque perforé. En dépit de sa technologie complexe, ce tube est actuellement le seul fabriqué à l'échelle industrielle (photo ci-contre). Mais on verra dans la suite de cet article que d'autres solutions, plus simples ou plus efficaces, sont à l'étude. Certaines pourraient connaître rapidement des débouchés industriels.



tion de la lumière par un matériau luminescent « bombardé » par des électrons de grande énergie cinétique. L'émission d'un rayonnement par les atomes de certaines substances sous l'effet d'une excitation extérieure est un phénomène auquel on a donné le nom général de luminescence. Lorsque cette excitation est due au choc d'électrons fournis par une cathode, le phénomène est désigné sous le terme de cathodoluminescence. Son principe est le suivant. D'après le schéma simplifié de l'atome, tel que l'a conçu Bohr, les électrons sont distribués autour du noyau sur des orbites de diamètres croissants. Sous l'effet du choc d'une particule, certains de ces électrons peuvent changer d'orbite ; l'atome acquiert ainsi une certaine énergie par rapport à son état stable ; on dit qu'il est « excité ». Cet état instable ne dure pas, les électrons déplacés tendent à réintégrer leurs orbites initiales. Ce faisant, ils restituent l'énergie qui leur avait été communiquée en émettant un rayonnement électromagnétique qui peut, suivant la substance intéressée et la quantité d'énergie restituée, se trouver dans le spectre visible ou non visible. Dans le cas de la télévision en noir et blanc, on utilise un mélange de substances fournissant des radiations bleues et jaunes (qui sont perçues ensemble comme un blanc, puisque bleu et jaune sont des couleurs complémentaires du spectre).

Revenons à notre tube cathodique élémentaire tel que l'avait conçu Braun. En 1904, Wehnelt devait lui apporter d'importants perfectionnements : tout d'abord, il substituait à la cathode froide utilisée par Braun, cathode chiche en électrons et exigeant des tensions d'extraction (différence de potentiel entre anode et cathode) élevées, un filament métallique porté à l'incandescence par le passage d'un courant électrique. Cette cathode chaude était beaucoup plus généreuse en électrons et la tension appliquée entre

TUBES-IMAGE

cathode et anode n'avait plus pour fonction que de les accélérer. De plus, Wehnelt plaça, entre cathode et anode, une électrode supplémentaire, d'ailleurs désignée depuis sous le nom de son inventeur : soumise à une tension positive plus ou moins élevée, cette électrode jouait le rôle de la grille de commande dans la triode, c'est-à-dire le rôle d'un « robinet » laissant passer plus ou moins d'électrons de la cathode vers l'anode. Ainsi était trouvé le moyen de moduler l'intensité du faisceau, et donc la luminosité de son point d'impact sur l'écran. Cet ensemble d'électrodes placées dans le col du tube est désigné maintenant par le terme de « canon électronique ».

C'est en 1906 que Rosing eut l'idée de remplacer les dispositifs mécaniques utilisés pour les premiers essais de télévision par le tube cathodique. Pour que le « spot » (point d'impact du faisceau d'électrons) explore toute la surface de l'écran, il disposa sur le col du tube deux bobines électromagnétiques à axes à angle droit : suivant la valeur du courant envoyé dans ces bobines, et donc du champ magnétique créé à l'intérieur du col du tube, on obtenait une déviation plus ou moins importante du faisceau par rapport à l'axe du tube, vers le haut ou le bas en même temps que vers la droite ou la gauche. Ainsi pouvait-on reconstituer une image point par point, ligne par ligne.

Le cathoscope était né. Nos modernes tubes comportent certes de nombreux perfectionnements, mais leur principe de fonctionnement est resté rigoureusement le même. On a doté le « canon électronique » d'autres électrodes destinées à assurer une meilleure accélération et une meilleure focalisation du faisceau, mais les trois électrodes fondamen-

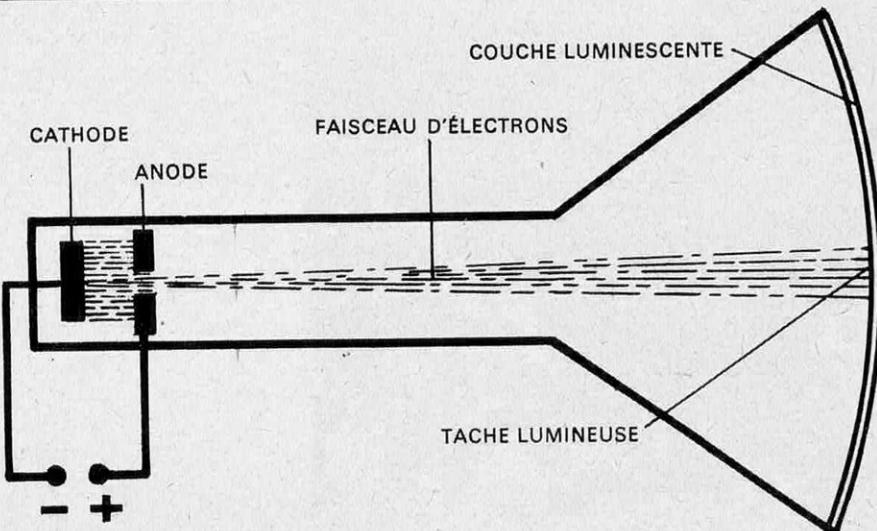
tales, cathode, « Wehnelt » et anode finale, y jouent toujours le même rôle. De même, on a perfectionné l'écran en recouvrant la face interne de la couche luminescente d'une mince pellicule aluminisée qui offre un triple avantage : elle protège la couche luminescente contre l'impact de molécules ionisées de gaz résiduel, trop lourdes pour subir l'influence des champs magnétiques de déviation et qui frappent donc toujours l'écran au même endroit, en son centre, d'où risque de « brûlure » de la substance luminescente en ce point ; par ailleurs, elle capte les électrons secondaires émis par la couche luminescente sous l'impact des électrons à haute énergie et qui provoqueraient, en « retombant » sur l'écran, des halos lumineux parasites ; enfin, le rayonnement émis vers l'intérieur du tube est réfléchi vers l'avant par la couche aluminisée, assurant ainsi un meilleur rendement lumineux du tube.

Malgré le grand avenir promis au tube de Rosing, il fut dédaigné à l'époque par la plupart des techniciens. Ce n'est qu'à partir de 1924 que la télévision allait devenir véritablement électronique avec le système de l'Anglais Campbell-Swinton, utilisant, à la réception, un tube identique à celui de Rosing, et surtout après l'invention, en 1934, d'un tube de prise de vues à faisceau cathodique, l'iconoscope de Zworykin.

ÉVOLUTION DE LA FORME ET DE LA SÉCURITÉ D'EMPLOI DES CATHOSCOPE

Les progrès incessants de l'optique électronique ont eu une grande influence sur la forme de l'écran et l'encombrement du tube cathodique. Bombé et rond à l'origine, l'écran est maintenant presque plat et quasi-rectangulaire. L'angle d'ouverture du

Le tube cathodique de Braun fonctionnait par le simple jeu d'une différence de potentiel élevée appliquée entre anode et cathode. En l'absence de dispositif de focalisation, les électrons, de même charge négative, ont tendance à s'écartier les uns des autres : le spot formé par le faisceau rencontrant le fond de l'ampoule est assez étendu.



cône de l'ampoule a aussi évolué : il dépend, en effet, de l'angle maximal de déviation du faisceau électronique que l'on peut obtenir sans dépenser une énergie trop importante et sans risquer des déformations trop visibles, dues à l'ovalisation du spot dans les coins de l'écran ou aux erreurs de linéarité du balayage. Les améliorations successives des matériaux de déflection et de focalisation ont permis de passer de 50° à 70° , puis à 90° et enfin à 110° . Le tube a ainsi un encombrement, en longueur, bien plus faible, pour une surface utile d'écran plus grande.

Une autre amélioration, concernant la sécurité d'emploi des cathoscopes, a été apportée, il y a quelques années déjà. Compte tenu des dimensions de l'ampoule et du vide poussé qui doit y régner, les contraintes exercées par la pression atmosphérique sont très importantes (1 kg/cm^2). Grâce aux contrôles très sévères au stade de la fabrication, les risques d'*« implosion »* sont minimes. Ils existent néanmoins, car il subsiste toujours la possibilité d'un choc mécanique ou thermique. Pour pallier ce danger, les récepteurs de télévision ont été longtemps équipés d'un panneau de verre protecteur placé à quelques centimètres en avant de l'écran. La solution adoptée unanimement de nos jours est à la fois simple et d'une efficacité absolue. On a remarqué que le point faible des tubes cathodiques était la soudure entre cône et écran. En renforçant cette zone par une bande métallique ou une sorte de coque en métal cerclant le tube avec une tension bien déterminée, on compense les tensions internes pouvant prendre naissance dans le verre sous l'effet d'un choc. Un impact violent sur l'écran ne provoque plus alors qu'un fendillement progressif de ce dernier, sans affaissement de la zone de soudure entre écran et cône, et tout danger d'implosion est écarté. De plus, avec ce nouveau type

de tube, dit « autoprotégé », on gagne la suppression du panneau de verre protecteur derrière lequel venait s'agglomérer intempestivement, par effet électrostatique, une couche de poussière qui faisait parfois croire au téléspectateur que son tube était « mort », tant l'image était devenue pâle.

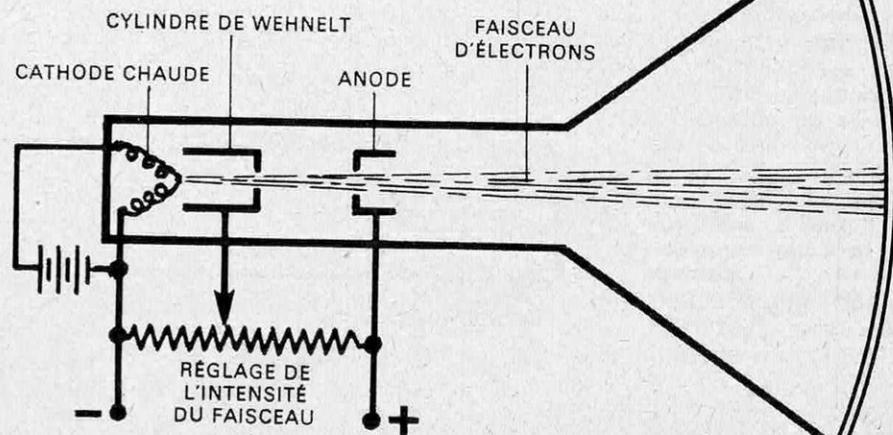
POUR LA COULEUR, TROIS TUBES EN UN SEUL

Dans les cathoscopes pour télévision en couleurs, nous allons retrouver les mêmes éléments de base que pour le noir et blanc ; un canon électrique, un écran luminescent, des bobinages électromagnétiques de déflection du faisceau. Mais les lois de la trichromie nous apprennent que pour reproduire une couleur quelconque, il faut disposer de trois sources lumineuses de couleurs primaires : rouge, bleue et verte, et d'intensités réglables indépendamment. Les sources lumineuses sont ici les points d'impact des électrons sur l'écran : il faudra donc constituer ce dernier par une multitude de zones juxtaposées étroitement, suffisamment petites pour que l'œil ne les discerne pas séparément, les unes rouges, les autres bleues, les dernières vertes. On aura donc trois canons spécialisés chacun dans le bombardement des zones d'une même couleur. Comme il serait difficile d'assurer une aussi grande précision de tir, il faudra disposer, sur le trajet des faisceaux, un organe paraissant leur aiguillage correct vers les zones qui leur sont assignées.

Tel est le principe du tube cathodique couleurs tricanon. Dans cette catégorie entre le premier des tubes couleurs, actuellement diffusé à un très grand nombre d'exemplaires, le tube à masque perforé (appelé « shadow-mask » aux U.S.A.).

Mis au point dès 1949 par la société R.C.A., ce tube est une merveille d'ingéniosité et

Perfectionnements apportés par Wehnelt au tube cathodique de Braun : cathode chaude fournissant un flux important d'électrons sans tension d'extraction élevée ; électrode supplémentaire entre cathode et anode, permettant de moduler l'intensité du faisceau électronique à la manière de la grille dans la triode, due à Lee de Forest.



TUBES-IMAGE

de précision. On pourra s'étonner que, malgré sa complexité technologique et la délicatesse de sa mise en œuvre, il ait été développé d'une façon aussi large, alors que d'autres tubes couleurs, dont la fabrication et le fonctionnement nous paraissent aujourd'hui plus simples, sont jusqu'à présent restés dans l'ombre. C'est que l'étude d'un tube couleurs quel qu'il soit, poussée jusqu'au stade de la réalisation industrielle, exige des investissements importants. Au moment où démarrait la télévision en couleurs aux U.S.A., le marché était relativement restreint (jusqu'en 1960, le nombre de téléviseurs vendus par année n'a pas dépassé 100 000) ; le choix s'est alors porté sur le modèle de tube dont la technologie était la plus « au point » et qui était donc le plus apte à être fabriqué immédiatement en série. C'était le tube à masque perforé.

La forme extérieure de ce tube est en tous points comparable à celle d'un cathoscope pour noir et blanc. C'est à l'intérieur que les choses se compliquent. La couche luminescente qui tapisse la paroi interne de son écran n'est pas homogène, mais constituée par plus d'un million de « pastilles » de 430 microns de diamètre, appelées « luminophores ». Ces pastilles sont groupées par trois, de luminescences différentes : rouge, bleue ou verte. A environ 15 mm en arrière de l'écran est placé un masque en tôle d'acier, de 0,1 mm d'épaisseur, percé d'autant de trous (de 250 microns de diamètre) qu'il y a de triades de luminophores, soit 400 000 environ. Ce masque est positionné de sorte que ses trous soient en face des centres des triades.

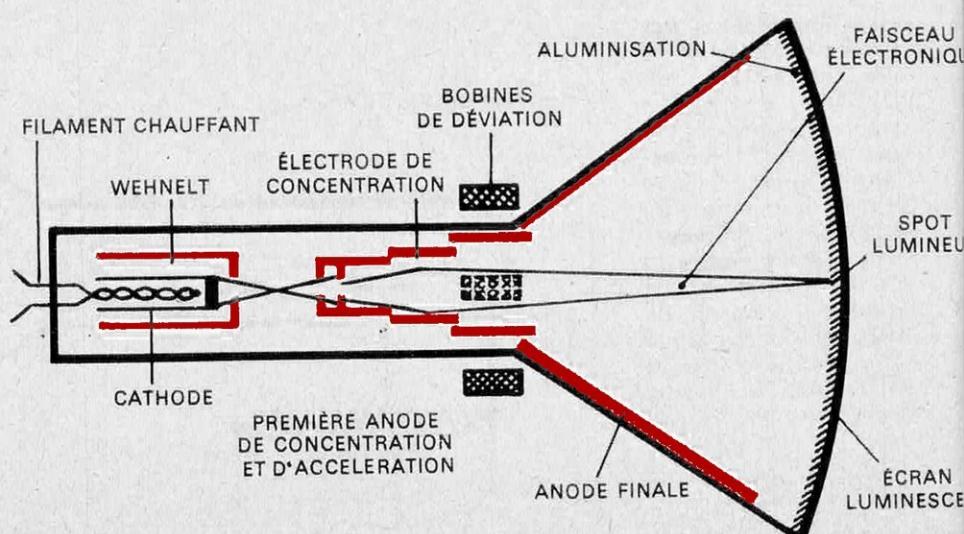
Le col de l'ampoule contient trois canons, disposés de telle façon que chaque canon

peut bombarder, à travers les trous du masque, que les luminophores d'une même couleur. On a donc un canon « bleu », un canon « rouge » et un canon « vert », le débit de chacun étant commandé par un signal proportionnel à celui délivré par l'un des trois tubes de prise de vues de la caméra, muni d'un filtre de couleur appropriée.

Le diamètre de la zone d'impact de chaque faisceau sur le masque déborde largement les trous visés et une faible proportion des électrons du faisceau peut atteindre les luminophores : moins de 20 % environ. L'énergie cinétique des 80 % restants est convertie en chaleur par la tôle du masque. D'où deux inconvénients : d'une part le rendement lumineux du tube à masque est faible et il a fallu augmenter considérablement la haute tension d'accélération (qui atteint quelque 25 kV) et le courant de faisceau ; d'autre part, l'échauffement de la tôle du masque risque d'entrainer sa déformation (et, par conséquent, une imprécision du tir sur les luminophores), de sorte que des mesures énergiques de refroidissement sont dû être prises.

En plus des bobinages classiques de déviation horizontale et verticale des faisceaux, des organes auxiliaires (bobinages et aimants) sont disposés autour du col du tube à masque perforé ; ils permettent la correction des déformations dues au décentrage des canons par rapport à l'axe du tube, la correction de convergence des faisceaux afin qu'ils passent tous trois, à chaque instant, par un même trou du masque, etc. Enfin, le tube à masque étant très sensible à l'action des champs magnétiques extérieurs (même à celui, si faible soit-il, de la Terre), champs magnétiques qui dévient les faisceaux et détruisent la précision de leur alignement, il faut équiper les récepteurs d'un système de démagnétisation.

Constitution d'un tube cathodique moderne : des électrodes de focalisation sont disposées sur le trajet du faisceau de façon à réduire les dimensions du spot formé sur l'écran. Pour le balayage de l'écran ligne par ligne, la déviation du faisceau est réalisée par les bobines électromagnétiques placées à l'extérieur du tube, sur son col.

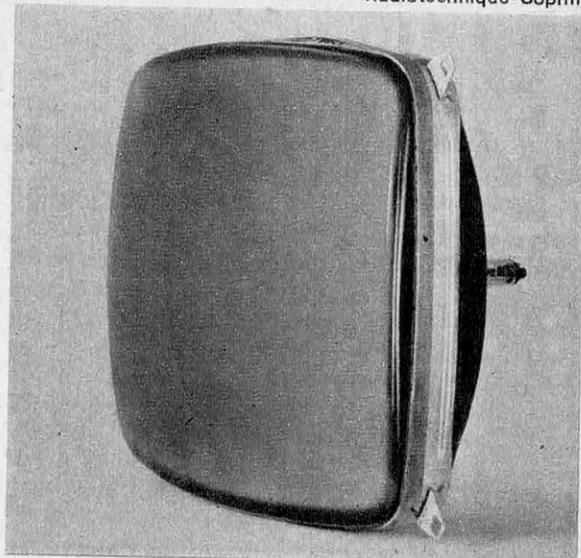


UNE GRILLE AU LIEU D'UN MASQUE PERFORÉ

Radiotéchnique-Coprim

Proposé dès 1950 aux U.S.A., actuellement en début de fabrication industrielle chez un grand constructeur français, un nouveau type de tube pour télévision en couleurs a eu récemment les honneurs de la grande presse. Il s'agit du tube chromatron, à trois canons et à grille de post-focalisation. Malgré son appellation quelque peu rébarbative, ce tube présente des avantages indéniables de simplification et d'augmentation du rendement lumineux par rapport au tube à masque perforé.

La face interne de l'écran du tube à grille est couverte de bandes verticales de substances luminescentes, alternativement bleues, vertes et rouges, toujours dans le même ordre. A 2 cm environ en arrière de l'écran est disposée une grille constituée de 650 fils (pour un écran de 60 cm de diagonale) tendus verticalement de telle sorte qu'il y ait un fil derrière chaque bande de luminophores rouges ou bleus, mais aucun derrière les verts. Ces fils ont 1/10^e de millimètre de diamètre et sont espacés de 0,75 mm. La grille est portée à un potentiel inférieur à celui de l'écran ; de cette façon, le faisceau subit en passant entre les fils un effet de focalisation électrostatique qui le concentre très exactement sur l'une des bandes de luminophores. On voit immédiatement l'avantage d'un tel système : presque tous les électrons de chaque faisceau atteignent l'écran sans être interceptés par aucun obstacle matériel (la « transparence » de la grille est de l'ordre de 85 % contre 15 à 20 % pour le masque perforé). Le rendement lumineux est évidemment accru dans de notables proportions. Les trois canons électroniques peuvent être disposés sur un même plan horizontal (ce qui facilitera les corrections de convergence), dans l'ordre in-

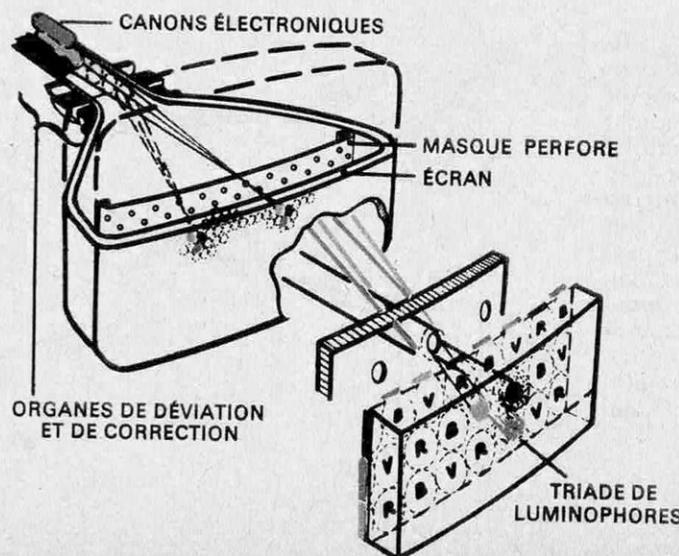


Dans les tubes cathodiques actuels, la zone de soudure cône-écran est renforcée par une ceinture métallique bien visible sur cette photo.

verse de la succession des bandes de luminophores ; soit, de gauche à droite, canon rouge, canon vert et canon bleu. Par suite de l'action de focalisation des fils de la grille, le faisceau issu de chacun des canons ne peut atteindre que les bandes de luminophores d'une même couleur.

Outre la simplification des organes annexes de correction et l'amélioration de la luminosité, le tube à grille offre une innovation en matière de présentation de l'image. En effet, sa face avant est absolument plate, alors que, jusqu'ici, les tubes cathodiques avaient une face légèrement bombée pour pouvoir supporter la pression atmosphérique. La grille interne, fortement tendue, constitue, avec la dalle de verre du nouveau tube, un ensemble « précontraint » beaucoup plus résistant et pouvant donc, sans aucun inconvénient, être parfaitement plan.

Constitution d'un tube à masque perforé : au premier plan, détail montrant comment les faisceaux d'électrons des canons rouge, vert et bleu sont aiguillés sur les luminophores de la couleur correspondante à travers les perforations du masque. En réalité, la zone d'impact des faisceaux sur la tête du masque est beaucoup plus étendue.



TUBES-IMAGE

On y gagne de pouvoir regarder l'image de côté sans aucune distorsion.

Enfin, le fait que la grille joue un rôle de post-accélération permet de procéder à la déviation des faisceaux dans une zone où il sont encore peu accélérés et où cette déviation n'exige que peu de puissance. On peut ainsi envisager, plus simplement qu'avec les tubes à masque, grands consommateurs de watts, une transistorisation complète des récepteurs de télévision couleur.

UN SEUL CANON POUR TROIS CIBLES

Peut-on envisager, pour la reproduction d'images télévisées en couleurs, une simplification du tube cathodique par rapport aux deux modèles dont il vient d'être question ? De nombreux laboratoires ont orienté leurs recherches dans ce sens. Précisons dès maintenant que tous les prototypes de cathoscopes couleurs qui ont résulté de ces recherches exigent, en contrepartie d'une technologie relativement simplifiée, une complication sérieuse des circuits électroniques annexes.

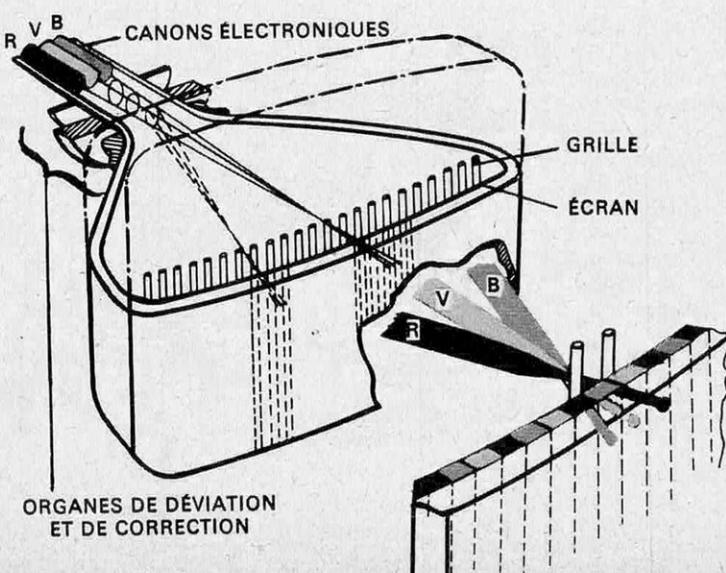
Tel est le cas du tube chromatron monocanon, à grille de post-déviation, dû au physicien américain Lawrence (1950). La structure de l'écran est comparable à celle du tube tricanon à grille de post-focalisation, mais le tube n'est plus équipé que d'un seul canon électronique. La grille disposée derrière l'écran (qui joue toujours un rôle de concentration, par effet électrostatique) est chargée d'une fonction supplémentaire : elle aiguille successivement le faisceau électronique sur des bandes de luminophores de couleurs différentes. Evidemment, ces ai-

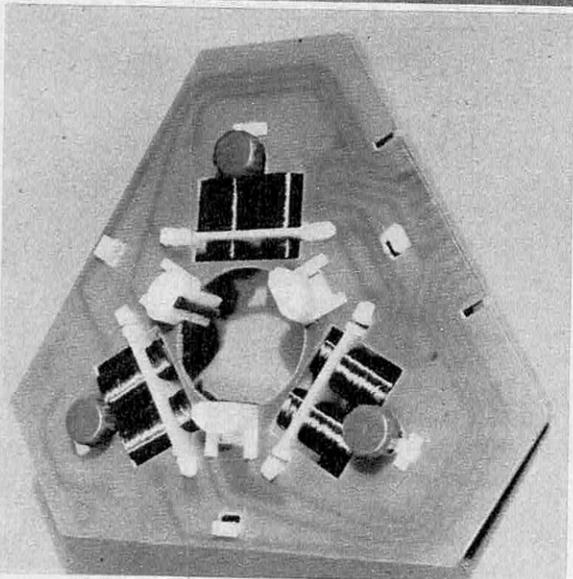
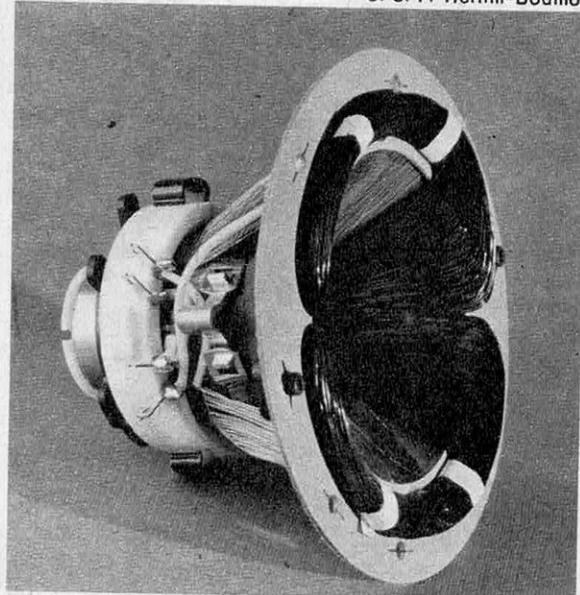
guillages successifs doivent être synchronisés avec la séquence de commutation de la commande du canon (c'est-à-dire de l'intensité du faisceau) : si, pendant la première partie de cette séquence, le canon reçoit le signal fourni par le tube de prise de vues vert, par exemple, le faisceau sera dévié vers une bande de luminophores verts ; pendant la deuxième partie, ce sera le signal rouge qui commandera le canon et le faisceau sera dévié vers une bande de luminophores rouges. Enfin on commutera le signal du bleu sur le canon et la grille dévierà les électrons vers une bande bleue. Et une autre séquence recommencera...

Pour parvenir à ce résultat, la grille est constituée par deux nappes de fils imbriquées mais électriquement isolées l'une de l'autre. On porte ces deux nappes à un même potentiel continu, plus faible que celui de l'écran, afin d'obtenir l'effet de focalisation électrostatique. De plus, chacune des nappes est reliée à l'une des extrémités du secondaire d'un transformateur dont le primaire reçoit une tension alternative servant parallèlement à synchroniser la commutation des signaux de commande du canon. Les bandes de luminophores, horizontales, sont réparties sur l'écran dans l'ordre suivant : verte, bleue, verte, rouge, verte, bleue, etc., c'est-à-dire à raison de deux bandes vertes pour une bande rouge et une bleue. Tous les fils d'une des nappes sont positionnés derrière les bandes de luminophores rouges ; tous les fils de l'autre nappe, derrière les bandes bleues. Il n'y a pas de fil derrière les bandes vertes.

La tension alternative appliquée par le transformateur entre les deux nappes de fils prend deux fois, au cours d'une période, une valeur nulle. Les deux nappes sont alors au même potentiel : le faisceau passe entre les fils sans être dévié et atteint une bande verte. Pendant les alternances rendant la

Dans le tube à grille (ci-contre) la concentration des faisceaux de couleurs primaires sur les luminophores (disposés en bandes verticales) est obtenue par effet électrostatique entre des fils portés au même potentiel. La disparition du masque perforé se traduit dans ce cas par un accroissement du rendement lumineux qui pourra atteindre 60%.





Ci-dessus, en haut, un déviateur transistorisé (commande de balayage) pour tube trichrome. En bas, bloc de convergence des faisceaux de couleurs primaires, disposé avant le déviateur.

nappe 1 positive par rapport à la nappe 2, le faisceau est dévié vers une bande bleue ; enfin, pendant les alternances rendant la nappe 1 négative par rapport à la nappe 2, le faisceau est dévié vers une bande rouge.

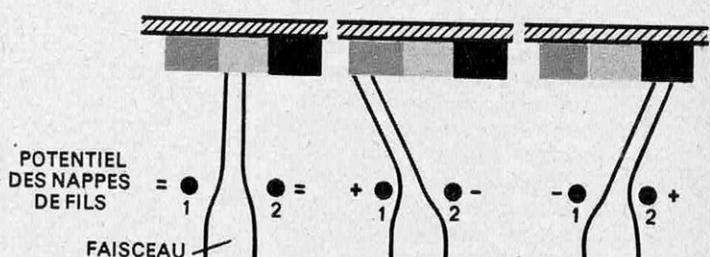
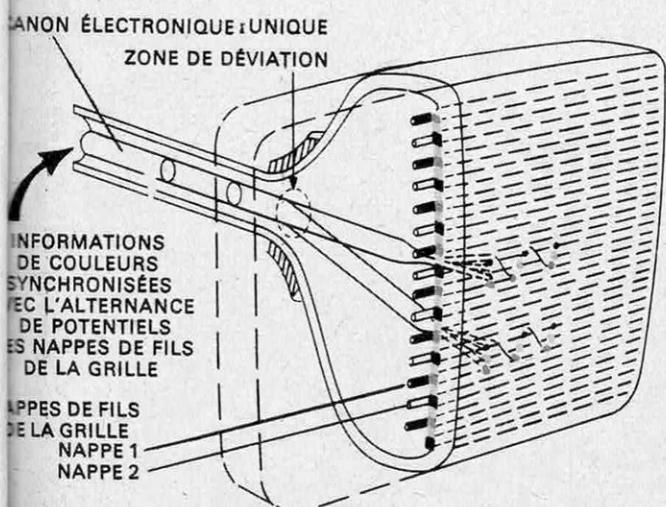
Le spot parcourt ainsi l'écran horizontalement suivant une trajectoire en zig-zag lui faisant atteindre successivement les trois bandes de luminophores de couleurs différentes. Il est évident que ce zig-zag doit avoir un pas très fin pour que l'œil ne s'aperçoive pas de la supercherie. La fréquence de commutation de la commande du faisceau et d'alimentation alternative de la grille doit donc être élevée, ce qui n'est pas sans poser de graves problèmes de puissance haute-fréquence à fournir et de brouillage par rayonnement parasite, difficilement toléré par l'Administration des Postes et Télécommunications.

L'ASSERVISSEMENT DU FAISCEAU

Poursuivons la simplification du tube cathodique pour télévision en couleurs : conservons le canon électronique, l'écran avec ses bandes de luminophores de couleurs primaires et supprimons la grille de post-focalisation ou post-déviation utilisée dans les deux précédents modèles.

Est-ce là une solution utopique ? Bien au contraire, des investissements importants ont été faits et sont faits à l'heure actuelle dans de nombreux laboratoires pour mettre au point un tube de ce genre.

Des prototypes ont d'ailleurs déjà été expérimentés sous des appellations diverses : tube pomme, tube zèbre, tube à indexation. Leur principe de base est identique : le passage du faisceau électronique sur une bande de luminophores de couleur donnée asservit un commutateur à aiguiller vers le canon électronique le signal de commande de lu-



Tube à grille monocanon : les variations de potentiel entre deux nappes de fils, synchronisées avec la séquence des signaux, aiguillent le faisceau sur une bande de luminophores.

TUBES-IMAGE

minosité correspondant à cette couleur. D'où le terme général, sous lequel on peut grouper cette catégorie de cathoscopes-couleurs, de tubes à *asservissement de faisceau*.

Comme exemple, nous décrirons l'une des plus récentes solutions, d'origine anglaise, dénommée « Zebra Tube ». C'est un tube mono-canon dont l'écran est recouvert, sur sa face interne, de bandes verticales de luminophores rouges, verts, bleus, toujours dans le même ordre. Chaque groupe de trois bandes a une largeur n'excédant pas 6/10 de millimètre. Entre chacune de ces triades est disposée une bande verticale d'un matériau émettant, sous l'influence du bombardement électronique, un rayonnement ultraviolet (bande indicatrice ou bande index).

Derrière une fenêtre en quartz pratiquée sur la paroi du cône du tube, est placée une cellule photoélectrique sensible aux ultraviolets. A chaque passage du faisceau sur une bande indicatrice, cette cellule délivre une impulsion qui remet en phase le commutateur aiguillant vers le canon électronique les signaux de commande de luminosité suivant la séquence suivante (correspondant à l'ordre de disposition des bandes de luminophores) : signal du rouge, signal du vert, signal du bleu. Ainsi, lorsque le faisceau électronique atteint une bande de luminophores verts, par exemple, son intensité est bien proportionnelle au signal délivré par le tube de prise de vues équipé d'un filtre vert. Il en est de même pour les deux autres couleurs.

Une bande noire est intercalée entre toutes les bandes colorées pour améliorer le contraste et la pureté des couleurs, compte-tenu des « trainages » qui pourraient résulter du temps de commutation. De plus, le spot est ovalisé dans le sens vertical pour

que le faisceau ne bombarde pas simultanément deux bandes colorées contiguës.

Les principales difficultés rencontrées dans la mise au point de ce genre de tubes (les diverses solutions proposées diffèrent par la nature de la bande indicatrice) sont dues à la vitesse de commutation du faisceau et aux erreurs inévitables de linéarité de la déviation horizontale.

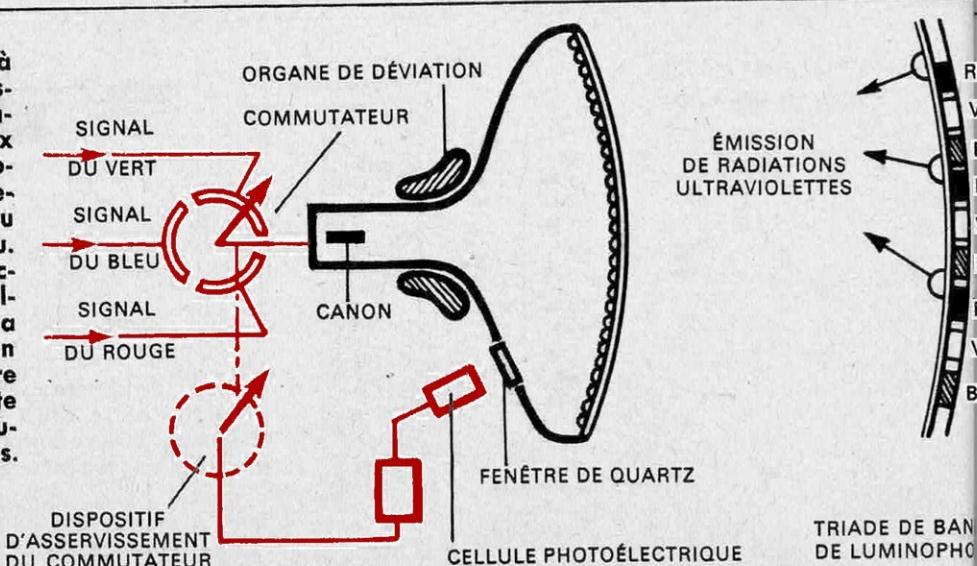
LES LIMITATIONS DU TUBE A « VISION DIRECTE »

Si l'ingéniosité des chercheurs n'a pas de limite — nous en avons la preuve dans les nombreuses solutions élaborées à partir du tube de Rosing — le cathoscope à vision directe (c'est-à-dire où l'image est visualisée sur le fond même du tube) impose une limitation, rapidement atteinte, des dimensions de l'image car les contraintes exercées par la pression atmosphérique sur l'ampoule vidée d'air atteignent rapidement des valeurs prohibitives.

On a pensé à utiliser des tubes cathodiques très lumineux dont l'image serait projetée et agrandie, par une optique appropriée, sur un écran mural. En utilisant trois tubes de ce genre munis de filtres rouge, bleu et vert, on peut projeter des images de télévision en couleurs.

Cette solution n'a eu jusqu'ici qu'un développement assez restreint, pour la raison suivante : en projetant une image lumineuse formée sur un petit écran, on réduit sa luminosité dans la proportion même où on augmente ses dimensions. Il faudrait donc disposer d'un tube à projection extrêmement lumineux dont la réalisation poserait des problèmes technologiques quasiment insolubles (tension d'accélération, substances luminescentes capables de supporter de façon durable l'impact d'électrons à haute énergie, émission de rayons X, difficulté de dévier un

Sur l'écran du tube à asservissement de faisceau, la bande indicatrice séparant deux triades de luminophores émet un rayonnement ultraviolet au passage du faisceau. Une cellule photoélectrique sensible à l'ultraviolet provoque la commutation du canon à électrons qui délivre sur la triade suivante les signaux des couleurs correspondantes.



faisceau d'électrons très accélérés, etc.).

Pour obtenir un agrandissement notable et une bonne luminosité, l'idéal serait d'utiliser comme source de lumière, non plus l'écran d'un tube cathodique, mais un générateur indépendant, aussi puissant qu'on le désire. A condition de pouvoir former l'image en positif (au rythme de 25 par seconde) sur une surface réfléchissante ou transparente, on disposerait ainsi d'un système proche des techniques utilisées au cinéma.

Un système de ce genre, de technologie d'ailleurs fort complexe, est actuellement parfaitement au point : il s'agit de l'Eidophor, dû à l'invention d'un Suisse, le Pr. Fischer, et que l'O.R.T.F. utilise fréquemment.

D'autres systèmes sont en cours d'études et ont déjà été expérimentés avec plus ou moins de succès. Parmi eux, nous voudrions citer, en guise de conclusion, le tube mémoire à cible ferro-électrique, à qui nous souhaitons un grand avenir tant la solution qu'il apporte est séduisante.

Ce tube comporte deux canons électriques. L'un d'eux sert (avec les organes de déviation classiques) à former l'image sur une « cible » disposée au fond du tube, l'autre à effacer cette même image pendant l'intervalle entre deux images successives. La cheville ouvrière de cet ensemble est évidemment la cible, constituée par une lame transparente d'un cristal ferro-électrique (phosphate monopotassique). La face tournée vers le fond du tube est recouverte d'un mince dépôt de métal transparent et portée à un potentiel positif. L'autre face reçoit alternativement les électrons des deux faisceaux.

L'une des caractéristiques des cristaux ferro-électriques est de pouvoir constituer des « mémoires diélectriques » : autrement dit, une lame d'un cristal ferro-électrique dont les deux faces ont été rendues conductrices, par dépôt métallisé par exemple, conservera pour un temps presque indéfini une

charge électrique appliquée un bref instant entre ses deux faces.

Lors de l'analyse de la cible par le faisceau du premier canon, les électrons négatifs déposés sur l'une des faces de la lame cristalline constituent avec l'autre face, positive, une « image diélectrique » correspondant exactement à l'image optique.

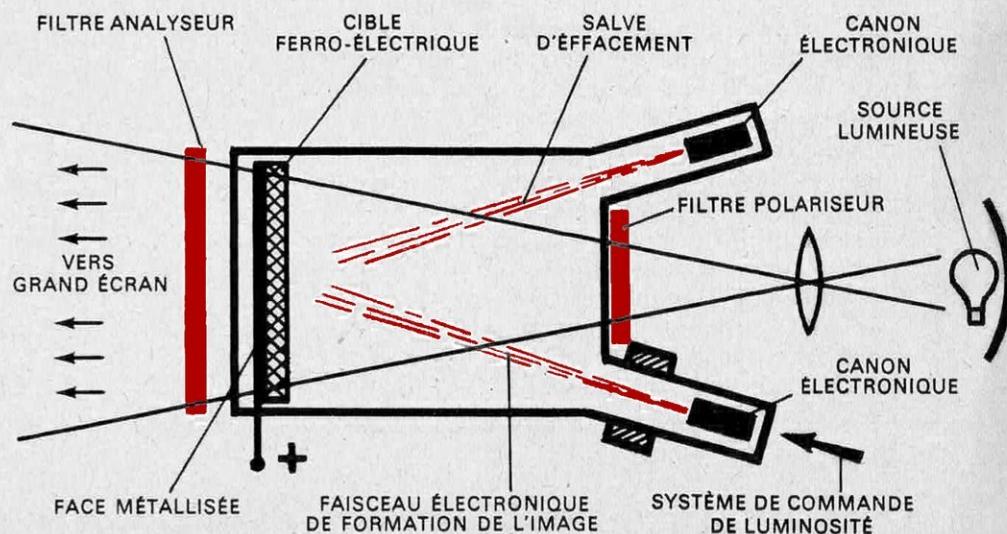
Une autre propriété des cristaux ferro-électriques lorsqu'ils sont soumis à un champ électrique est d'imprimer une rotation du plan de polarisation de la lumière qui les traverse.

Il suffit, dès lors, de placer la cible entre un polarisateur et un analyseur croisé par rapport à ce dernier. Après son passage par le polarisateur, la lumière se présente suivant un seul plan de polarisation pour lequel l'analyseur est opaque. En projetant un puissant faisceau de lumière au travers de cet ensemble, on obtient une modulation d'intensité des rayons lumineux traversant la cible : aux endroits où elle a reçu peu d'électrons (parties sombres de l'image), le plan de polarisation ne tourne pas et les rayons lumineux sont occultés par l'analyseur ; aux endroits où la cible a reçu beaucoup d'électrons (parties claires de l'image) le plan de polarisation des rayons subit une rotation importante qui leur permet de traverser sans atténuation l'analyseur. Entre ces deux extrêmes, toute la gamme des gris est évidemment possible.

Comme on le voit, nombreuses sont les lettres de noblesse du tube cathodique. Encore n'avons-nous décrit ici que quelques-unes de ses applications dans un domaine particulier, la télévision. Le mérite de Braun, Rosing, Wehnelt, est d'avoir mis dans les mains des techniciens un outil d'une précision, d'une docilité et d'une rapidité extraordinaires : le faisceau électronique. Nul doute que sa carrière nous réserve encore bien des surprises.

J. LAURET

Le tube à cible ferro-électrique pour projection sur grand écran comporte deux canons à électrons, un pour l'enregistrement de l'image sous forme électrique, l'autre pour son effacement. Les charges accumulées sur la cible provoquent une modulation du faisceau lumineux par rotation de son plan de polarisation entre les deux filtres.



SYSTEMES DE TELEVISION COULEUR

PRINCIPES DE BASE DE LA TÉLÉVISION

Le principe de base de la télévision, en noir et blanc comme en couleurs, repose sur la décomposition des images en un nombre d'éléments variant, selon les caractéristiques du système utilisé, entre 250 000 et 500 000 environ. En noir et blanc, on ne transmet, pour chaque élément, qu'une seule information, définissant la manière dont il est éclairé et réfléchit la lumière qu'il reçoit : c'est l'information de *luminance*. Ces informations sont transmises successivement à une cadence suffisamment rapide pour que les images reconstituées ne présentent pas de scintillement gênant.

Cette décomposition de l'image doit s'effectuer de manière identique et en synchronisme aux deux extrémités de la chaîne de transmission, c'est-à-dire lors de l'*analyse* par la caméra et à la *reconstitution* par le tube-image. Elle est définie par la loi de balayage, dont il a été question précédemment page 16. On a vu qu'il s'agit toujours, sauf exception, d'un balayage entrelacé, à raison d'une trame couvrant une demi-image tous les 1/50 de seconde, soit une image totale tous les 1/25 de seconde.

A la fin de chaque ligne (et à la fin de chaque trame), on doit donner simultanément à la caméra et au récepteur l'*ordre* de revenir au début de la ligne (ou de la trame) suivante. Ces ordres sont portés par des signaux rectangulaires brefs qui diffèrent par leur largeur. Le signal « trame » est plus large que le signal « ligne ». Il est donc possible de les reconnaître à la réception avec des circuits convenables et de les

aiguiller vers les « base de temps » correspondantes, ainsi déclenchées en synchronisme exact avec l'émission.

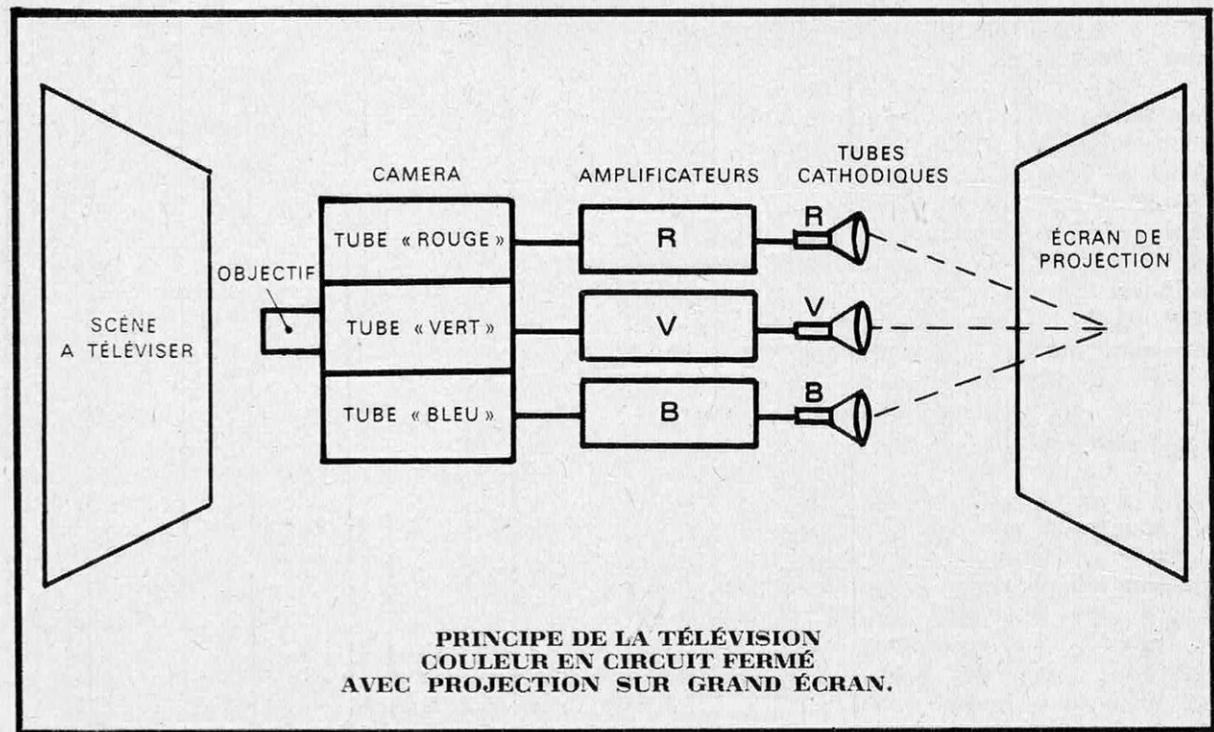
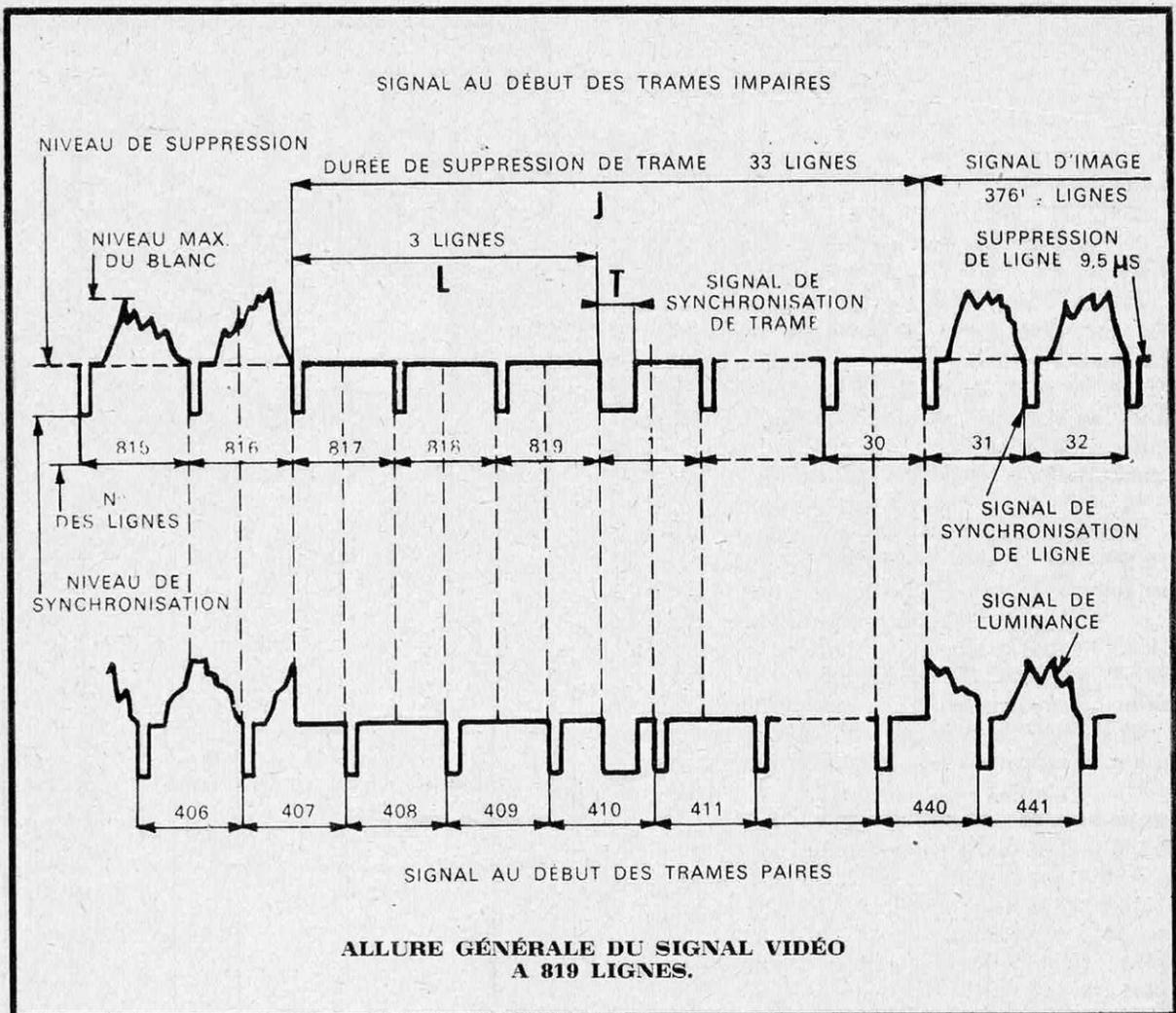
La luminance est commandée par une tension variable transmise au cours de chaque ligne et appelée « signal de luminance ». Cette tension est d'autant plus élevée que le point est plus éclairé.

Le passage de la fin d'une ligne (ou d'une trame) au début de la suivante se fait en un temps bref. Pendant ces temps morts, le signal supprime toute lumière sur le tube cathodique récepteur et doit donc correspondre à une tension nulle. En général, pour plus de sûreté, on lui donne une valeur légèrement négative par rapport au niveau du noir. Ce sont les « paliers de suppression » au début desquels se trouvent, bien entendu, les signaux de synchronisation. Afin de pouvoir séparer facilement les signaux de luminance et ceux de synchronisation, on donne aux premiers une polarité positive et aux seconds une polarité négative par rapport aux paliers de suppression.

Le signal de télévision en noir et blanc a donc l'aspect de la figure page 35. On l'appelle « signal vidéo ».

La vision colorée

Un champ de neige éclairé par le soleil donne à notre œil une sensation de couleur que nous appelons « blanc ». La décomposition de cette lumière blanche par le prisme révèle les couleurs bien connues de l'arc-en-ciel, étalant les radiations qui la constituent en fonction de leur longueur d'onde. On a l'habitude de définir seulement sept couleurs, mais en réalité l'œil en discerne beaucoup plus, une dizaine de milliers environ.



SYSTEMES DE TELEVISION COULEUR

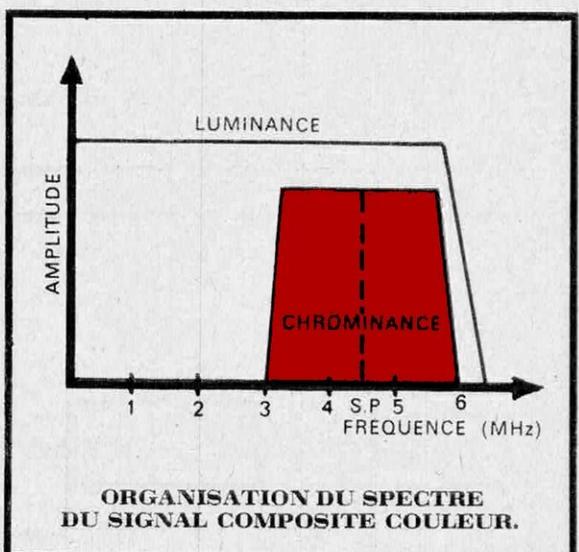
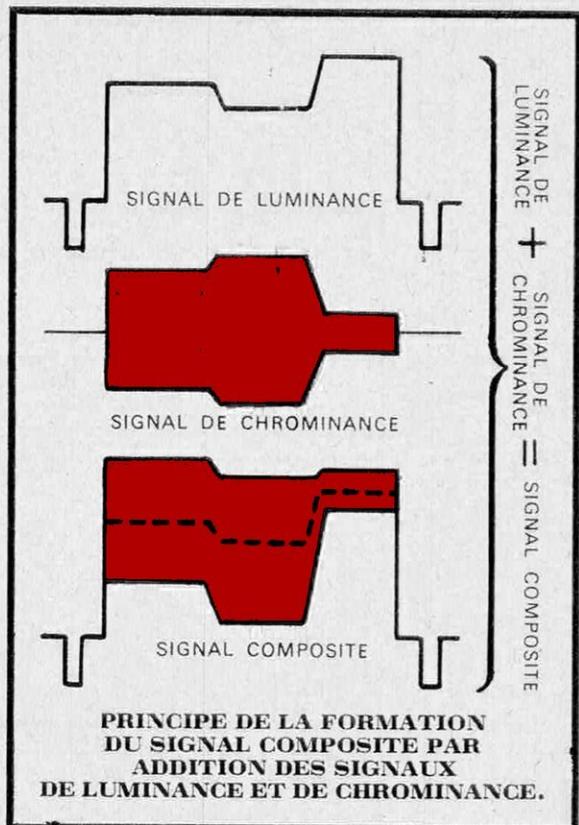
La même expérience, faite en utilisant une lampe électrique comme source, donne des résultats analogues, mais on constate que le bleu est presque absent alors que le rouge est plus éclairé. On voit ainsi déjà qu'une lumière donnant une sensation couramment appelée « blanche » peut avoir un contenu variable.

Plaçons une fleur de coquelicot sur une feuille de papier. Nous la voyons rouge et le papier blanc. Mais nous constatons aussi que le papier est plus « lumineux » que la fleur. Dans la sensation globale apparaissent deux qualités : l'une est liée à l'énergie lumineuse réfléchie, la *luminance*, que nous avons déjà rencontrée en télévision noir et blanc ; l'autre définit la teinte, due à ce que cette réflexion est sélective, la fleur ne réfléchissant que les grandes longueurs d'onde et absorbant les courtes.

Entre un corps qui réfléchit tout le spectre et un corps qui n'en réfléchit qu'une partie étroite se trouvent ceux qui réfléchissent assez bien tout le spectre visible, mais un peu mieux une de ses parties ; ils sont teintés faiblement. C'est le cas des couleurs dites « pastel ». Une teinte peut donc être très vive (on dit qu'elle est « saturée ») ou « lavée de blanc ».

Il est évident que deux lumières (directes ou réfléchies) produiront la même impression colorée si elles ont un même spectre. Mais la réciproque n'est pas vraie : deux lumières de spectre différent peuvent produire la même sensation. Ce fait est à la base de notre télévision en couleur, une des applications du « principe de trichromie ». L'expérience montre, en effet, qu'un mélange de trois couleurs convenablement choisies et dosées permet de tromper l'œil et de lui donner pratiquement l'illusion de toutes les couleurs naturelles.

On conçoit l'importance que cela présente pour la télévision en couleurs. Au lieu d'avoir à transmettre une très grande quantité d'informations définissant le spectre complet de chaque élément de l'image, il suffira de transmettre trois informations correspondant à chacune des trois mêmes « couleurs primaires ». Avec des primaires rouge, verte et bleue convenables, on « égalise » pratiquement toutes les couleurs.



Les signaux chromatiques

Nous en savons assez pour comprendre le fonctionnement de base d'un système de télévision en couleurs applicable à la transmission à faible distance (télévision dite en circuit fermé). On choisirra judicieusement les primaires (rouge, vert, bleu) qui, par un dosage convenable, reproduiront les couleurs naturelles, y compris le blanc et la gamme des gris (qui ne sont que des cas

particuliers avec, en parts égales, le rouge, le vert et le bleu). Ce seront celles du tube récepteur, normalisées à 610 m μ pour le rouge, 535 m μ pour le vert et 470 m μ pour le bleu, longueurs d'onde dominantes. On utilisera, dans une caméra spéciale, trois tubes analyseurs munis de filtres colorés correspondant à ces trois primaires. Trois câbles coaxiaux assureront la liaison au récepteur où les trois images seront superposées par projection sur un écran, s'il s'agit d'un appareil à « grand écran », ou finement juxtaposées sur les pastilles colorées d'un tube trichrome.

Est-il possible d'utiliser un tel système à trois voies pour une diffusion hertzienne ? Rien ne s'y oppose, si nous sommes assez riches pour tripler le nombre d'émetteurs et si nous avons les longueurs d'onde convenables (l'« espace » hertzien) pour les placer.

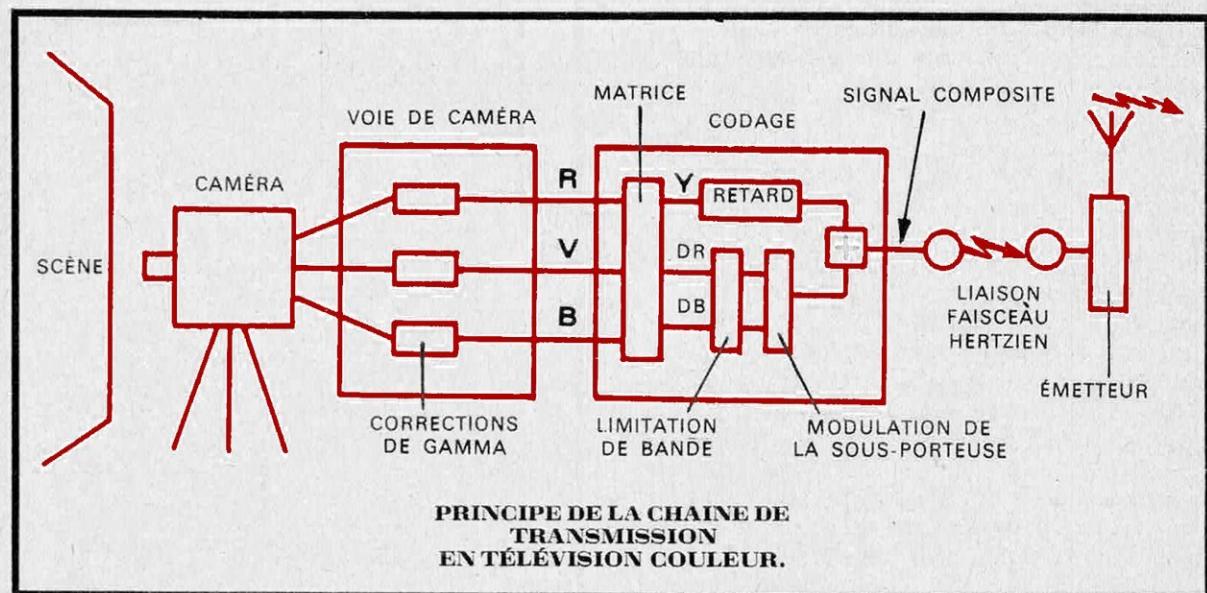
Or le « canal » d'un émetteur 625 lignes est de 8 MHz. Pour transmettre trois informations : rouge, vert, bleu, il faudrait disposer de 24 MHz, ce qui n'est pas possible dans les bandes allouées à la télévision. Et que deviendraient les anciens récepteurs noir et

blanc ? A la rigueur, ils pourraient se contenter de l'émission par la voie verte, qui est au centre du spectre visible. Mais le bleu et le rouge seraient reproduits en noir et la luminance ne serait pas respectée aux extrémités du spectre. Il faut donc trouver autre chose. Les défauts de notre œil vont de nouveau nous y aider.

On constate, en effet, que notre acuité visuelle est moins bonne pour des variations de teinte que pour des variations de luminance. D'où l'idée de transmettre séparément l'information de luminance et l'information définissant la teinte, laquelle peut être réduite sans dommage. On fera une économie très sensible de quantité d'information à transmettre, dont de mégahertz.

Si on admet que l'information de luminance doit être transmise avec le même spectre vidéo qu'en noir et blanc, soit 6 MHz en 625 lignes, on peut allouer au spectre du signal chromatique une étendue nettement plus réduite. Les expériences effectuées sur des images en couleur ont montré qu'en admettant la valeur 0,25 pour l'acuité visuelle relative par rapport au noir et blanc, on obtenait des résultats jugés bons par 95 % des observateurs. Cette valeur a été retenue et elle conduit à allouer à l'information vidéo définissant la teinte, appelée « information de chrominance », une largeur de bande de $6 \times 0,25 = 1,5$ MHz.

Un récepteur noir et blanc doit pouvoir traduire (en noir et blanc) les émissions couleur (*compatibilité directe*). Nous devrons donc former, pour reconstituer une image convenable, un signal issu du rouge,



blanc ? A la rigueur, ils pourraient se contenter de l'émission par la voie verte, qui est au centre du spectre visible. Mais le bleu et le rouge seraient reproduits en noir et la luminance ne serait pas respectée aux extrémités du spectre. Il faut donc trouver autre chose. Les défauts de notre œil vont de nouveau nous y aider.

On constate, en effet, que notre acuité visuelle est moins bonne pour des variations de teinte que pour des variations de luminance. D'où l'idée de transmettre séparément l'information de luminance et l'information définissant la teinte, laquelle peut être réduite sans dommage. On fera une économie très sensible de quantité d'information à transmettre, dont de mégahertz.

Supposons que nous transmettions l'image d'un objet bleu saturé, correspondant exactement à la primaire bleue. Sur un récepteur couleur, seul le canon « bleu » sera en fonctionnement et nous aurons la sensation de luminance correspondant au bleu télévision. Sur un récepteur noir et blanc, la lumière sera beaucoup trop importante et il faut donc diminuer la tension d'attaque

SYSTEMES DE TELEVISION COULEUR

pour que la sensation de luminance soit la même dans les deux cas, c'est-à-dire qu'à un bleu déterminé corresponde un gris de même luminance. Dans le signal total de luminance, le bleu devra donc entrer avec un certain coefficient de pondération. On raisonnerait de même pour le rouge et le vert. Ces coefficients expriment les luminances relatives de chacune des primaires pour un mélange donnant sur un récepteur noir et blanc une luminance équivalente à celle de l'objet. On trouve les valeurs relatives 0,30 pour le rouge, 0,59 pour le vert et 0,11 pour le bleu. Ainsi le signal mélangé donnera sur le tube noir et blanc une gamme de gris correspondant aux gradations de luminance de l'image d'origine. Un des signaux à transmettre dans une émission couleur est donc un signal issu des trois signaux primaires suivant l'équation :

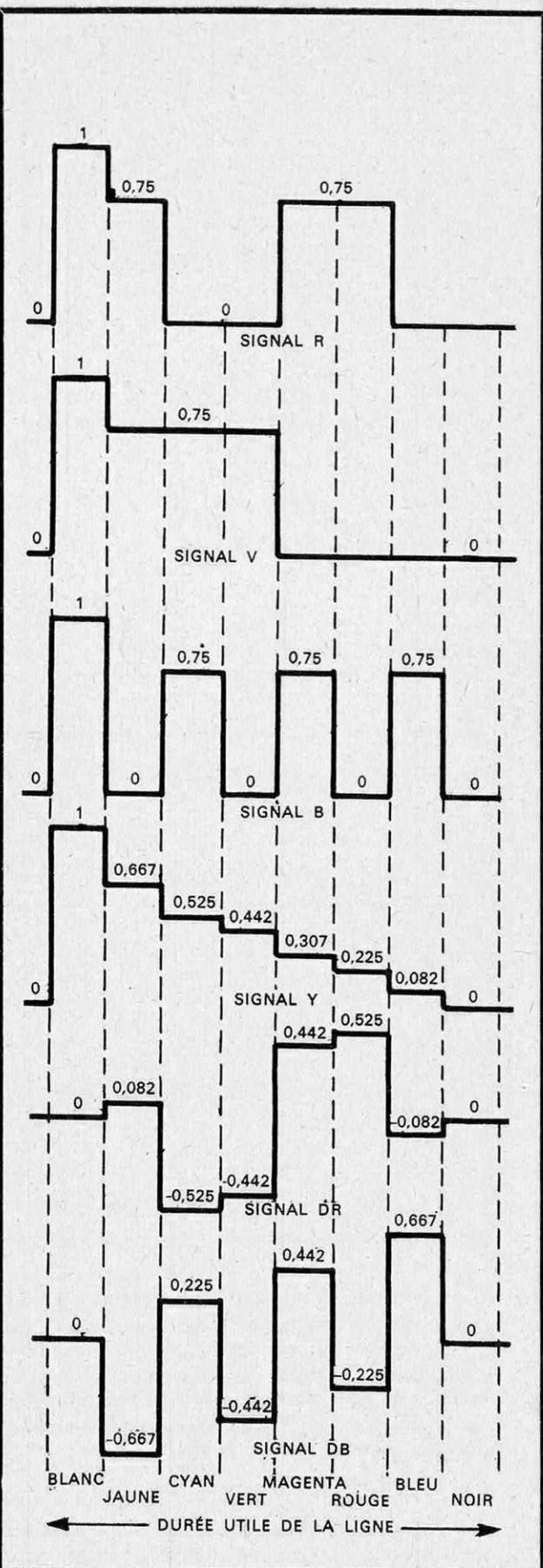
$$Y = 0,30 R + 0,59 V + 0,11 B.$$

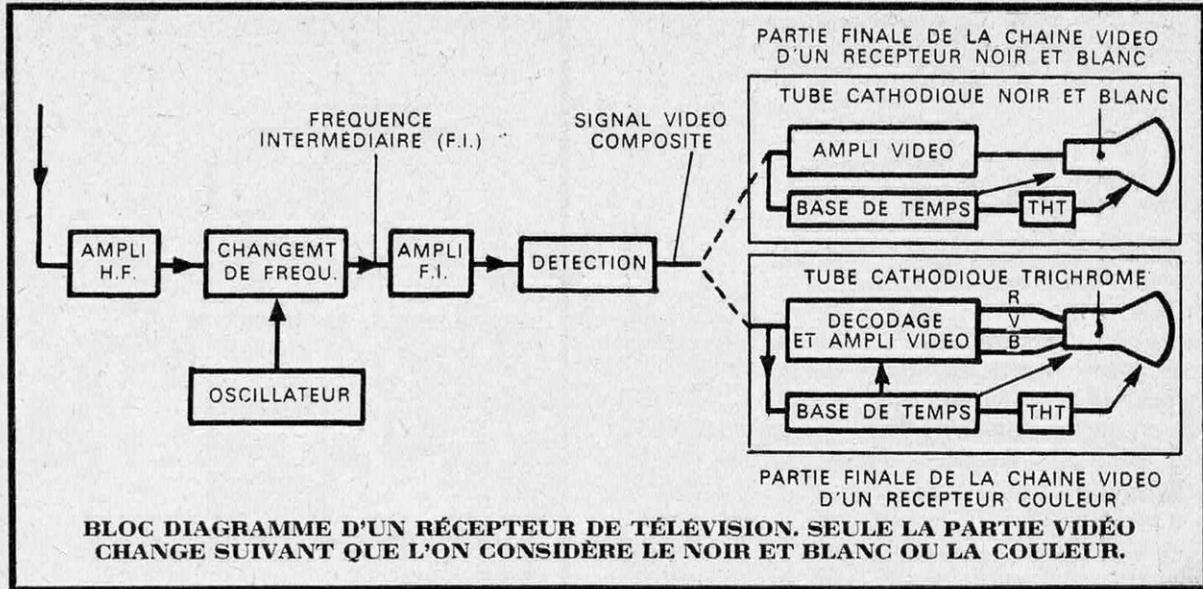
Ce sera le signal de luminance, semblable à celui d'une émission en noir et blanc et qui sera transmis à pleine bande. Il fournira, pour la réception en couleur, la reproduction correcte des détails fins de l'image dont le signal de chrominance assurera le « coloriage » par plages plus larges sans que l'œil remarque les défauts de transition tant qu'ils ne seront pas trop accusés.

En réalité, comme les tubes cathodiques n'ont pas une réponse lumière-tension linéaire, il faut effectuer une correction dite de « gamma » dont l'étude sortirait du cadre de cet exposé. Dans tout ce qui suit, il s'agira cependant de signaux corrigés en gamma.

La condition de *compatibilité inverse* veut qu'un récepteur couleur qui reçoit une émission noir et blanc la traduise en noir et blanc. Une telle émission ne comporte évidemment pas de signaux de chrominance et, lorsque, dans une émission couleur, on transmet du blanc ou du gris, l'information chromatique devra s'annuler.

Or, à l'analyse d'une surface grise ou blanche par une caméra trichrome, les tensions délivrées par les trois tubes R, V et B sont égales entre elles et aussi égales à Y, d'après la définition même que nous en avons donnée. Dans ce cas, la différence





entre deux quelconques de ces signaux est nulle. Ceci est vrai, en particulier, pour R—Y et B—Y.

La transmission de ces signaux R—Y et B—Y a été normalisée pour les émissions européennes. On les appelle signaux de « différence de couleur » ou encore « différence rouge » (Dr) et « différence bleue » (Db). Ils sont très intéressants car ils permettent, avec seulement deux signaux, de retrouver facilement les trois primaires couleurs grâce au signal Y de luminance transmis séparément. L'addition de Y à la différence rouge donne le rouge. Celle de Y à la différence bleue donne le bleu. Le vert s'en déduit aisément par une combinaison plus complexe des trois signaux reçus. On appelle souvent « primaires de transmission » les signaux Y, Dr et Db.

Les signaux de différence de couleur présentent en outre l'avantage que toute pollution de ces signaux par un brouilleur, bruit ou interférence, se traduit seulement par une variation de teinte sans affecter la luminance, car il se produit une compensa-

La mire pour la vérification et le réglage des codeurs et décodeurs correspond à une image composée de huit barres verticales et dont les couleurs sont, en partant de la gauche de l'écran : blanc, jaune, cyan, vert, magenta, rouge, bleu, noir. Toutes les couleurs sont saturées à 100 %. Pour déterminer l'amplitude des trois signaux primaires vidéo, on s'est basé sur le fait qu'il est très rare, sinon impossible, de trouver dans la nature des couleurs très saturées donnant à une ou deux primaires une amplitude supérieure à 75 %, les deux autres ou l'autre étant nulles. La mire est dite à 75 % d'amplitude, la barre blanche correspondant par contre au maximal.

tion entre les luminosités de couleurs. Cela est important car une perturbation parasite du signal de chrominance est beaucoup moins visible que la même perturbation modifiant la luminance.

En résumé, un système de télévision en couleurs utilisera des canaux de largeurs différentes : l'un, le plus large et le mieux protégé contre les perturbations, pour la transmission de la luminance ; les autres, plus étroits, limités sans inconvénients à 1,5 MHz pour le 625 lignes, et les moins bien protégés, pour la transmission des grandeurs colorimétriques.

LES SYSTÈMES DE CODAGE

Il faut maintenant choisir un système de codage des signaux, c'est-à-dire construire le signal composite, luminance et chrominance, satisfaisant aux conditions de double compatibilité et assurant une bonne qualité d'image malgré les distorsions qu'il peut subir entre la caméra et le tube cathodique du récepteur. Le système retenu pour le codage doit être aussi simple que possible à mettre en œuvre, surtout en considération des récepteurs domestiques.

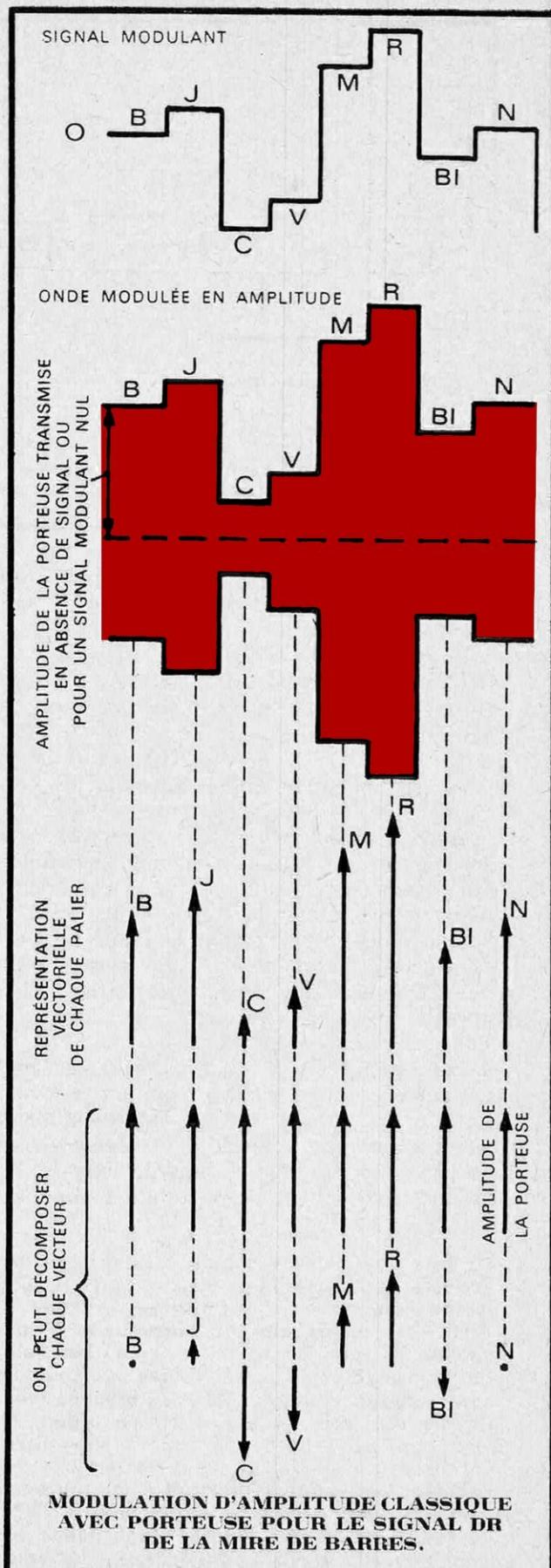
Trois solutions, parmi beaucoup d'autres possibles, ont été retenues, que désignent les sigles N.T.S.C. (National Television System Committee), SECAM (Séquentiel Couleurs à Mémoire) et PAL (Phase Alternation Line). Ces trois systèmes ont des principes de base communs.

Les informations de chrominance vont, en particulier, moduler une onde que nous appellerons la *sous-porteuse chrominance*, laquelle n'est pas rayonnée directement par l'antenne d'un émetteur spécial, mais ajoutée

SYSTEMES DE TELEVISION COULEUR

au signal de luminance pour former le signal composite mentionné plus haut. Différents types de modulation sont possibles, et c'est là un des points essentiels qui différencient les différents systèmes. Dans tous, la bande de fréquence couverte par la sous-porteuse s'étend de part et d'autre de sa fréquence nominale d'une quantité égale à la bande passante des signaux modulants, les différences rouge et bleu (D_R et D_B), soit environ 1,5 MHz, ainsi que nous l'avons indiqué. L'encombrement spectral du signal composite n'est pas plus important qu'en noir et blanc, en choisissant une sous-porteuse voisine de 4,5 MHz, ceci dans le standard européen à 625 lignes.

Le schéma général est le suivant : la caméra fournit les trois signaux R, V, B (corrigés en « gamma »), et le codeur fabrique à partir d'eux le signal composite. Tout d'abord, un organe appelé *matrice* fournit les trois signaux primaires de transmission (Y, D_R , D_B) en ajoutant algébriquement et dans les proportions voulues les trois signaux primaires d'analyse (R, V, B). D_R et D_B sont limités en bande (1,5 MHz), ce qui d'ailleurs les retarde, avant de moduler la sous-porteuse qui est ajoutée au signal de luminance préalablement retardé pour tenir compte du retard introduit sur D_R et D_B . Nous avons constitué le signal composite qui est envoyé à l'émetteur par les moyens habituels. Du côté du récepteur, les premiers étages sont classiques (amplificateur, changeur de fréquence, détecteur, etc.) et les mêmes pour les récepteurs noir et blanc et couleur. Puis vient le « décodage » qui fait retrouver les informations primaires R, V, B, à partir du signal composite. On retrouve le signal Y en affaiblissant par un circuit coupe-bande ou un réjecteur la sous-porteuse qui lui a été ajoutée (la bande coupée doit être aussi étroite que possible pour ne pas trop perdre sur les fréquences élevées du signal de luminance, ce qui nuirait à la finesse de l'image). Pour retrouver D_R et D_B , on sépare la sous-porteuse à l'aide d'un filtre passe-bande et on effectue la démodulation. Là se trouve l'organe spécifique de la partie chrominance du récepteur. Avec Y, D_R et D_B , obtenir



les signaux R, V, B est chose facile. Il reste à attaquer avec un niveau convenable les trois canons du tube cathodique couleur.

Classement des systèmes

La sous-porteuse peut être modulée de façon telle qu'elle transporte à chaque instant les deux informations de chrominance. Dans ce cas, le système de codage est dit « simultané ».

On peut aussi transmettre une des informations pendant une ligne, puis l'autre sur la suivante ; c'est alors un système « séquentiel ».

Les systèmes NTSC et PAL sont des systèmes simultanés avec modulation d'amplitude à porteuse supprimée.

Le SECAM III b est séquentiel, avec modulation de fréquence.

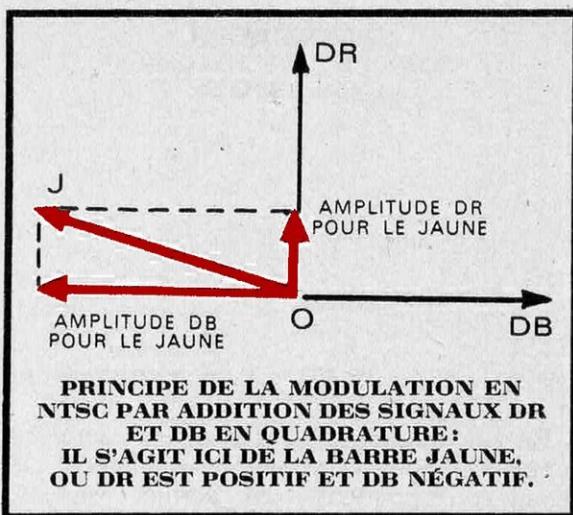
Le SECAM IV, qui n'a pas été retenu jusqu'à présent pour être mis en exploitation, est séquentiel avec modulation d'amplitude.

LE CODAGE N.T.S.C.

Le N.T.S.C. a adopté la modulation d'amplitude à porteuse supprimée à cause de son bon comportement en présence de bruit et de certaines distorsions et aussi pour la simplicité des équipements.

La modulation d'amplitude à porteuse supprimée

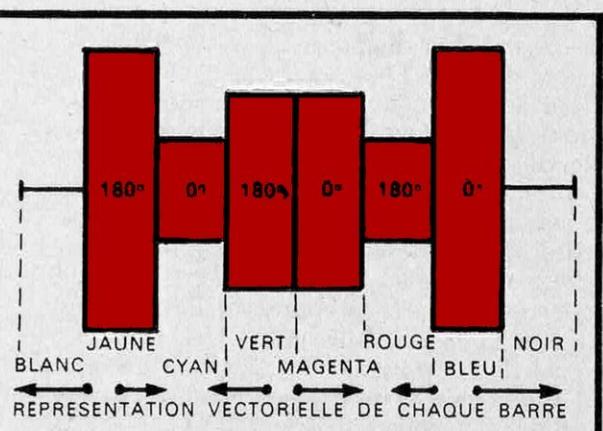
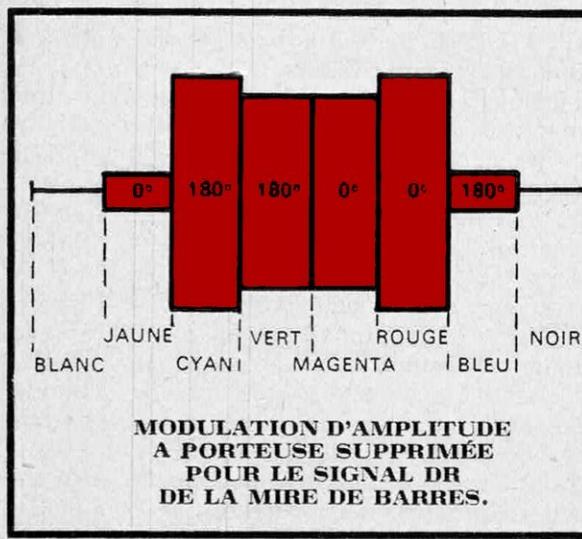
Rappelons ce qu'est la modulation d'amplitude classique avec porteuse. La figure page 40 en donne un exemple où on a choisi comme signal modulant le signal DR (différence rouge) de la mire de barre de la page 38. On voit, d'après la forme de l'onde



modulée, que lorsque le signal modulant est nul (barres blanches et noires), on transmet la porteuse ; pour une valeur positive du signal, l'amplitude augmente et, pour une valeur négative, elle diminue.

Il est commode de représenter une onde sinusoïdale par un vecteur dont la longueur correspond à l'amplitude de l'onde et qui est supposé tourner à un nombre de tours par seconde égal au nombre de périodes par seconde de l'onde. On le représente par convention dans la position qu'il occupe à un instant donné pris comme référence. On peut ainsi faire apparaître le déphasage entre deux ondes de même fréquence.

Sur la figure page 40 se trouve la représentation vectorielle de chaque palier du signal modulant et le croquis du bas montre que l'on peut considérer chacun des vecteurs comme la somme de deux vecteurs : l'un de même amplitude et de même phase que la porteuse non modulée, l'autre représentant en grandeur et en signe (positif ou négatif) la



SYSTEMES DE TELEVISION COULEUR

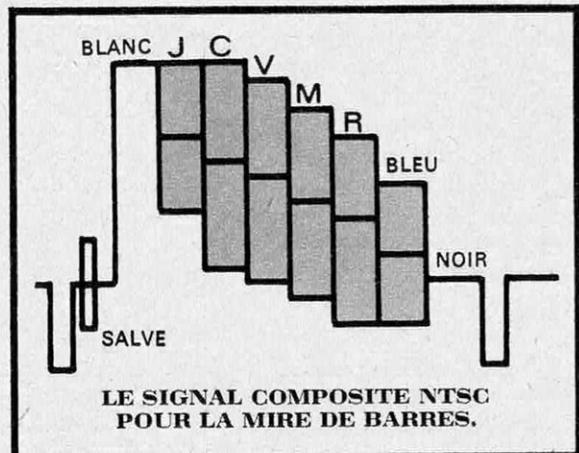
variation d'amplitude de la porteuse suivant sa modulation.

En modulation d'amplitude à porteuse supprimée nous transmettons seulement le signal correspondant à ce dernier vecteur. On voit page 41 la forme que prend l'onde ainsi modulée. Pour les paliers positifs, l'onde haute-fréquence a la phase 0° ; pour les paliers négatifs, elle a la phase 180° ; pour une modulation nulle (cas des barres blanches et noires et des paliers de suppression), l'onde s'annule. L'intérêt de ce type de modulation est que, pour une même amplitude de signal modulé, on aura une amplitude double de signal détecté par rapport à la modulation d'amplitude classique; pour une transmission donnée, comme le bruit (signal parasite) est le même dans les deux cas, on améliore d'un facteur 2 le rapport signal/bruit. Cet avantage se paie par une détection un peu plus compliquée qui exige de régénérer la porteuse d'origine qui n'a pas été transmise. Cet inconvénient n'est pas grave en télévision couleur.

Modulation de la sous-porteuse

Nous avons ci-dessus modulé une porteuse avec le signal D_R . Modulons de la même manière une porteuse de même fréquence avec le signal D_B . Nous pouvons imposer à cette deuxième porteuse d'être en quadrature (c'est-à-dire déphasée de -90°) par rapport à celle de D_R .

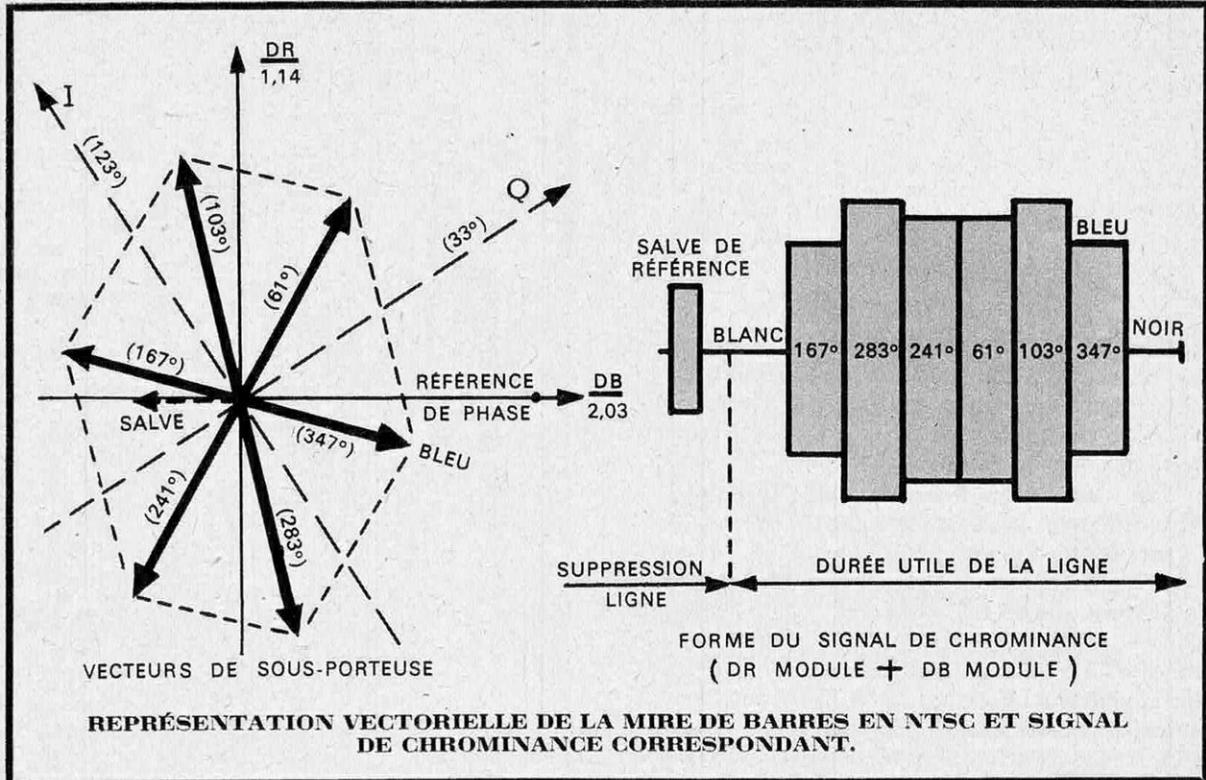
En additionnant tout simplement les deux produits de modulation, il nous sera possible de transmettre simultanément les deux informations D_R et D_B . Cela revient à faire la somme vectorielle de deux vecteurs représentatifs comme le montre le croquis page 41 qui se rapporte au jaune. La longueur du vecteur résultant est proportionnelle à l'amplitude de l'onde modulée résultante. Comme ce signal de chrominance va s'ajouter au signal de luminance Y , il y a des conditions d'amplitude à respecter. En N.T.S.C., on s'est imposé que l'amplitude du signal composite ne dépasse jamais le niveau du blanc et ne descende pas au-dessous des $2/3$ de l'amplitude du signal de synchronisation;



on affecte pour cela D_R et D_B de coefficients de réduction, 1,14 pour D_R et 2,03 pour D_B . La figure page 48 donne la représentation vectorielle du signal de chrominance pour la mire de barres ainsi que sa forme vue à l'oscilloscope.

Nous avons déjà signalé que, pour effectuer la démodulation d'une onde modulée en amplitude avec porteuse supprimée, il était nécessaire de régénérer la sous-porteuse; il faut lui donner la phase convenable et c'est dans ce but que des salves de référence (*burst*) sont transmises avec la phase 180° sur le palier arrière de suppression de ligne. D'où la forme du signal composite NTSC que représente la figure ci-dessus, toujours pour la mire de barres. C'est la somme du signal Y (luminance) et du signal de chrominance précédent.

Sur la figure page 45 qui montre le canal de transmission normalisé aux Etats-Unis, on voit que la bande passante allouée au signal de luminance est égale à 4,2 MHz. Pour obtenir la meilleure compatibilité, la fréquence de la sous-porteuse doit être un multiple entier impair de la demi-fréquence ligne. La valeur retenue est de 3,58 MHz. De ce fait, la partie supérieure de la bande passante du signal de chrominance est tronquée à sa partie supérieure. Dans ces conditions, des distorsions pourraient prendre naissance à la démodulation, le signal D_R démodulé portant des informations parasites



REPRÉSENTATION VECTORIELLE DE LA MIRE DE BARRES EN NTSC ET SIGNAL DE CHROMINANCE CORRESPONDANT.

du signal D_B et réciproquement (phénomène dit de « diaphotie »); on y remédie en transmettant l'une des informations chromatiques à large bande (1,3 MHz) et l'autre à bande plus étroite pour qu'elle ne soit pas tronquée.

Enfin, pour obtenir des résultats satisfaisants, il faut encore prendre en considération certaines caractéristiques de notre œil. Des expériences ont montré que la perception colorée de très petites surfaces était dichromatique et que l'égalisation des teintes pouvait réussir avec deux primaires seulement. On a ainsi pu choisir deux nouvelles primaires de transmission à la place de D_R et D_B . On les appelle I et Q (I est transmis avec 1,3 MHz de bande et Q avec 0,5 MHz) et elles ont été portées sur le diagramme vectoriel ci-dessus. On prend les composantes d'un vecteur représentant une couleur donnée suivant ces nouveaux axes qui sont perpendiculaires. Ceci se traduit par un changement de phase des porteuses de modulation par rapport aux axes D_R et D_B , mais ne change rien en ce qui concerne le signal de chrominance et le signal composite représentés sur les figures suivantes.

Qualités et défaut du système

Le NTSC est, de tous les systèmes, celui qui présente la meilleure compatibilité directe, c'est-à-dire pour la réception sur les

récepteurs en noir et blanc ; la structure de points due à la sous-porteuse est fine et régulière et la gêne est subjectivement faible.

En l'absence de distorsions, la qualité de l'image en couleurs est bonne, les transitions colorées s'effectuant sans franges colorées ni traînées.

Un autre aspect intéressant la qualité de l'image en couleurs, aspect que nous retrouverons pour les autres systèmes, concerne la diaphotie luminance-chrominance : le filtre qui sépare la sous-porteuse modulée du signal composite préleve aussi les composantes à fréquence élevée du signal de luminance et elles apparaissent sur I et Q comme des signaux parasites. Cet effet (« cross-color ») existe dans tous les systèmes, à des degrés variables. En NTSC on obtient une certaine protection grâce au choix, pour la sous-porteuse, d'une fréquence multiple entier impair de la demi-fréquence de ligne.

Le signal NTSC résiste assez bien au bruit et sa sensibilité est comparable à tous les niveaux à celle d'un signal noir et blanc ; seul le signal PAL est plus robuste. La synchronisation couleur se comporte bien en présence de bruit et ne décroche qu'à des niveaux où la synchronisation « ligne » des récepteurs ne fonctionne plus correctement.

En ce qui concerne les interférences (brouilleurs « sinusoïdaux »), le problème est complexe, comme en noir et blanc. Pour des fréquences tombant dans la bande de chro-

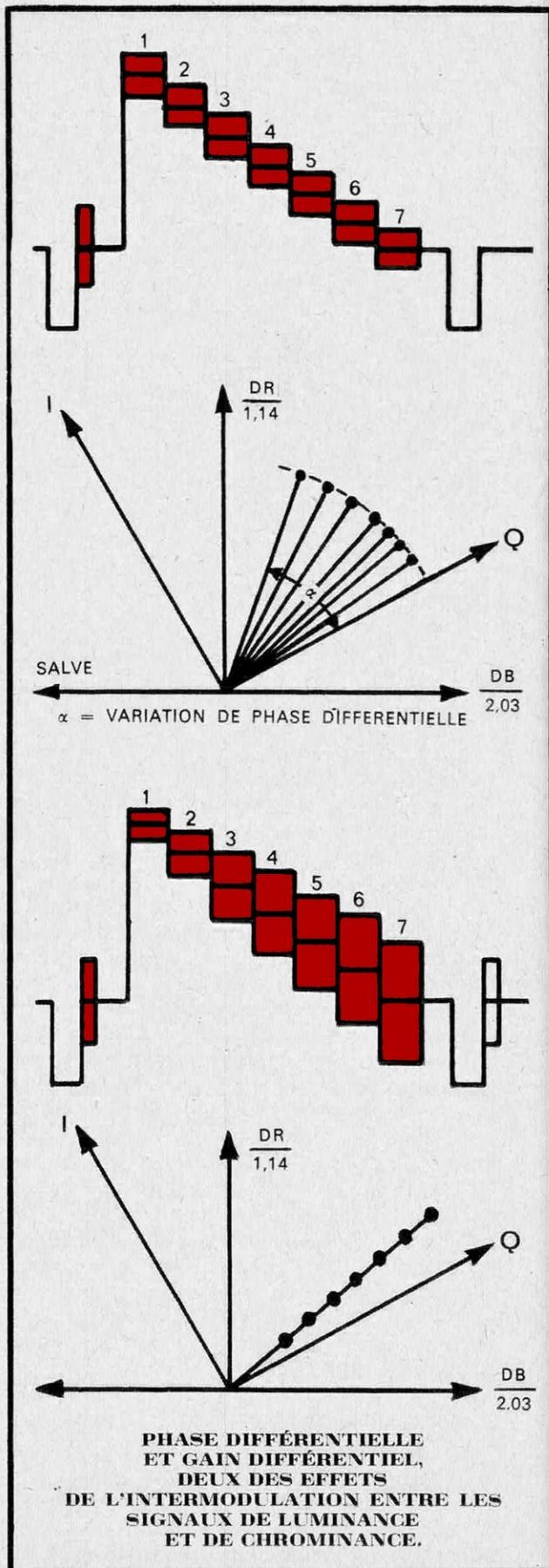
SYSTEMES DE TELEVISION COULEUR

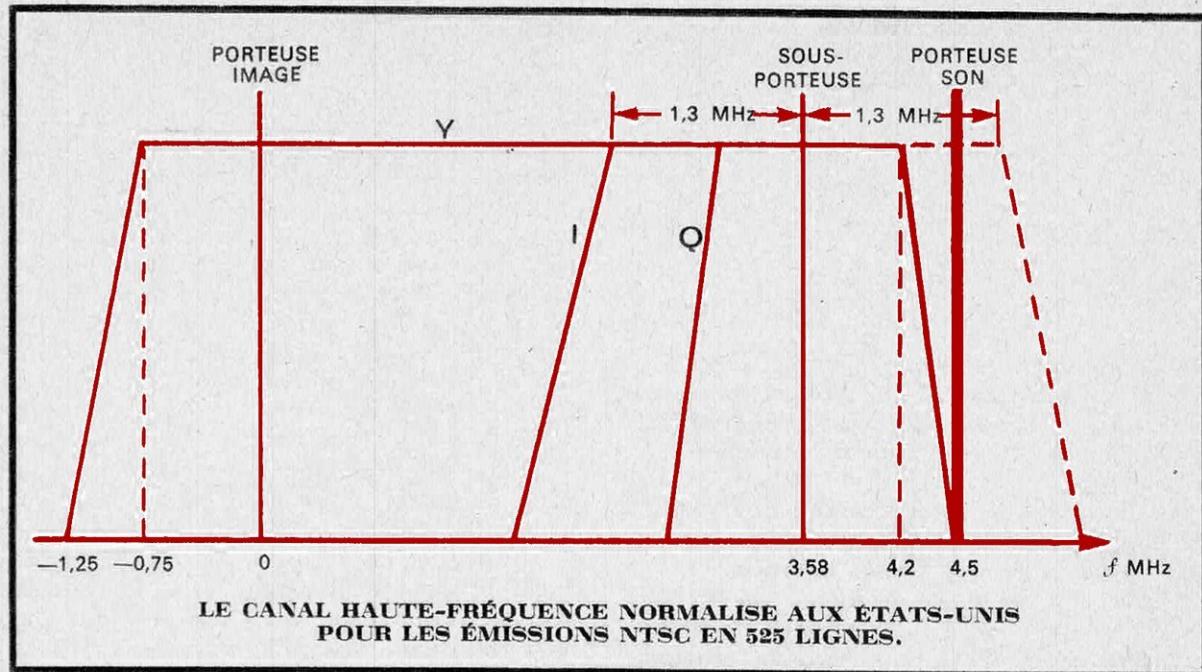
minance, il y a par rapport au signal noir et blanc une augmentation de sensibilité et il apparaît des moirages colorés. Cependant, dans ce domaine, le NTSC est le système qui se comporte le mieux.

Les distorsions linéaires dans la bande de chrominance introduisent des défauts dans la reproduction des couleurs. Une atténuation agit en valeur égale sur I et Q et produit une perte de saturation des couleurs qu'on peut compenser par un réglage manuel de l'amplificateur de chrominance du récepteur ou par une commande automatique fonctionnant à partir de la salve de synchronisation couleur. Les dissymétries introduites par les voies de transmission produisent, comme déjà indiqué, des diaphoties entre I et Q, d'où des franges colorées ; cette distorsion se rencontre dans le cas des réceptions avec échos.

La sous-porteuse modulée étant transmise superposée au signal Y, il peut se faire, si la chaîne comporte des non-linéarités, que la sous-porteuse soit modulée en phase et en amplitude par ce signal. On appelle, assez improprement, ces distorsions « phase différentielle » et « gain différentiel ». Pour la première, alors qu'à l'émission la sous-porteuse a partout la même phase, on constate à la réception que la phase varie suivant le niveau de luminance, comme, par exemple, sur la figure ci-contre : il y aura virage de teinte. Pour la seconde, alors qu'à l'émission l'amplitude de la sous-porteuse est constante, son niveau à la réception dépend de la luminance, comme le montre, par exemple, la figure du bas. La distorsion de gain différentiel, moins gênante que la précédente, modifie la saturation des plages colorées.

La transmission du NTSC sur faisceaux hertziens de grande longueur a posé de graves difficultés dans les premières années de son exploitation. A l'heure actuelle, compte tenu des progrès technologiques, l'acheminement du signal par les faisceaux hertziens et par satellites ne pose plus de problème. Sur les liaisons côte Est-côte Ouest des Etats-Unis, la distorsion de phase différentielle est de l'ordre de quelques degrés seulement.





A la réception, une des principales difficultés du système est le réglage de la phase du régénérateur de porteuse ; la faire varier revient à faire tourner la direction des axes de détection et par conséquent la teinte de la couleur reproduite. L'erreur tolérable est de l'ordre de 10° , tolérance actuellement tenue aisément par les circuits du récepteur. Cependant, dans les cas d'échos longs et diffus, de durée supérieure à celle de la salve de référence, l'erreur est à compenser par un déphasage manuel à l'aide de ce que les utilisateurs connaissent sous l'appellation de « bouton de teinte ». La réception en présence d'échos s'accompagne aussi, comme nous l'avons vu, de franges colorées aux transitions ; c'est là une des principales difficultés du système. Cependant, le décodeur NTSC est le plus simple et le récepteur est également le moins coûteux, à production égale.

Enfin, les équipements de studio ne posent pas de problèmes particuliers et, si l'enregistrement magnétique sur des machines à plusieurs têtes a soulevé longtemps des difficultés, les magnétoscopes les plus récents fournissent une bonne qualité d'image.

En résumé, on peut dire que, malgré son âge, le système NTSC est très perfectionné tout en restant simple de mise en œuvre. L'image noir et blanc compatible et l'image couleur sont bonnes. Le signal est bien protégé contre le bruit et les brouilleurs, mais est sensible aux distorsions non linéaires (phase différentielle).

Son principal défaut réside dans la sensibilité aux échos devant lesquels on restera

désarmé jusqu'au jour, peut-être plus proche qu'on ne pense, où les téléspectateurs recevront *directement* les images d'un satellite.

LE CODAGE PAL

Nous avons vu que le système NTSC présente des avantages mais aussi quelques faiblesses. Au moment de choisir un système européen, il était normal que l'on recherche un mode de transmission des informations de chrominance ayant les mêmes qualités mais moins sensible à la phase différentielle et à la dissymétrie de la bande de chrominance introduite au cours de la transmission.

A la fin de l'année 1962, le Docteur Bruch (Telefunken) reprenait l'idée de Loughlin (U.S.A.) qui, dès 1952, avait déjà pensé à une inversion de la phase du vecteur de chrominance « soit à cadence de trame, soit à cadence de ligne, soit à toute autre cadence ». En janvier 1963, le système PAL a été présenté dans sa forme quasi-définitive.

Principe de codage

On retrouve le même type de modulation de la sous-porteuse qu'en NTSC : deux ondes de même fréquence déphasées de 90° sont modulées par les signaux DR et DB corrigés en gamma et affectés des mêmes coefficients (1,14 et 2,03) pour la limitation de l'amplitude du signal composite. La différence est la suivante : au lieu de moduler à toutes les lignes la voie DR par le signal DR/1,14, sur une ligne nous modulerons par +

SYSTEMES DE TELEVISION COULEUR

DR/1,14, sur la suivante par — DR/1,14, sur la suivante par + DR/1,14, et ainsi de suite, d'où le nom de *Phase Alternation Line*; la voie DB est toujours modulée par + DB/2,03.

Au décodage, il est nécessaire de repérer les lignes. Pour cela les salves de référence sont émises avec des phases alternées.

L'inversion de phase de ligne à ligne fait que la relation entre la fréquence de ligne et la fréquence de la sous-porteuse retenue en NTSC ne convient plus pour donner la meilleure image compatible. Pour le PAL, en 625 lignes, 50 trames, elle est un peu plus compliquée et fait intervenir les fréquences de ligne et d'image. L'image compatible est cependant légèrement moins bonne que dans le système NTSC car la sous-porteuse est un peu plus visible.

Le codeur PAL est peu différent du codeur NTSC. Toutefois, comme la limitation de bande est la même (1,5 MHz) pour les deux signaux DR et DB, les défauts (franges colorées aux transitions chromatiques) dus à la dysymétrie de la bande de chrominance disparaissent. D'autre part, au lieu de changer la polarité du signal modulant de la voie DR, on inverse de 180° la phase de la sous-porteuse du modulateur DR, de ligne à ligne, ce qui est équivalent et plus facile à réaliser. Au décodage, on inversera de même la phase de la sous-porteuse de détection, en synchronisme grâce aux salves de référence de phase alternée.

S'il n'y a pas de distorsion, l'image obtenue sera bonne. S'il y a distorsion de phase différentielle, les teintes reproduites dans deux lignes consécutives seront erronées, mais tant que cette distorsion ne sera pas trop grande, compte tenu de la rémanence du tube et de ce que les lignes sont rapprochées, l'œil intégrera les lignes et verra la moyenne des teintes. Il y a compensation et, au lieu d'un virage de teinte comme en NTSC, on aura seulement une désaturation que l'œil tolère mieux. Malheureusement la tolérance maximale n'est pas plus grande qu'en NTSC, car aux différences de teintes s'ajoutent des différences de luminance que l'œil perçoit lorsque la distorsion est de

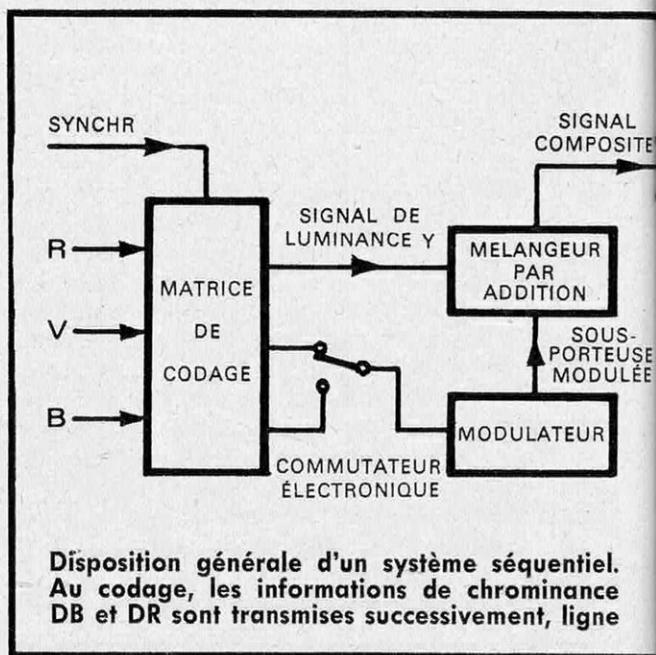
l'ordre d'une quinzaine de degrés : on voit alors les lignes défiler sur l'écran (effet de persienne).

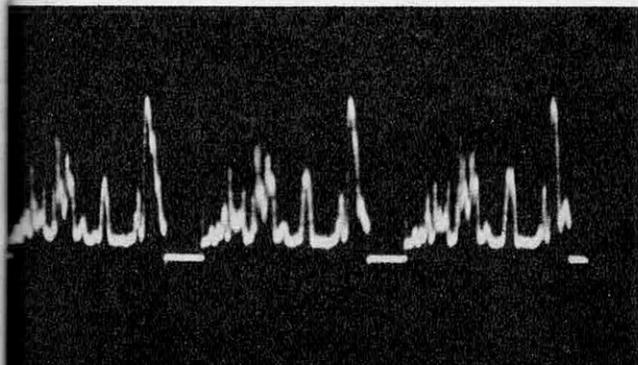
Le décodage PAL DL

Il s'agissait jusqu'ici du PAL simple, qui en principe n'est pas utilisé car il n'offre guère d'avantage sur le NTSC. N'en retenons que l'effet de compensation dû à la « modulation PAL » de la sous-porteuse. Le décodage PAL DL, utilisant une ligne à retard (*Delay Line*) de la durée d'une ligne, réalise électroniquement la compensation faite par l'œil en PAL simple.

Le signal de chrominance attaque, à la sortie du filtre passe-bande, une ligne à retard de 64 microsecondes (durée d'une ligne), ce qui permet de disposer à la fois du signal direct et du signal retardé. On en fait la somme, ce qui donne deux fois le signal DB, et la différence, ce qui donne deux fois le signal DR (+ DR pour une ligne et — DR pour la suivante). Il reste à prévoir l'inverseur synchrone de phase sur la sous-porteuse de détection de DR. L'étude détaillée du diagramme vectoriel montrerait qu'en présence de phase différentielle il y a désaturation, mais pas le virage coloré ni l'effet de persienne du PAL simple. Le gain obtenu sur la tolérance à la phase différentielle n'est pas négligeable.

Le PAL décodé avec une ligne à retard devient insensible à la diaphotie chromatique, ce qui permet de l'utiliser lorsque les canaux de transmission sont étroits (pays de normes G). En zone de réception avec échos, on n'assiste qu'à une désaturation en





Vue sur l'écran d'un oscilloscope cathodique de trois lignes successives du signal engendré à partir de l'image d'une fleur. La forme du signal évolue assez lentement dans le temps.

certaines parties de l'image et non pas à des virages colorés. Du point de vue de la dissymétrie du canal de chrominance, le système PAL est le plus robuste de tous les systèmes, ce qui est très important pour les pays de norme G et pour les cas de réception difficile. Le PAL DL est aussi mieux protégé que le NTSC vis-à-vis de la diaphotie luminance-chrominance. Il est aussi le mieux protégé vis-à-vis du bruit.

En résumé, le système PAL décodé en PAL simple ne présente que peu d'intérêt par rapport au NTSC puisqu'il n'est pas plus tolérant pour la distorsion de phase différentielle. Décodé avec une ligne à retard (PAL DL) il a un net avantage, donnant une bonne qualité d'image même avec des distorsions assez importantes (un bouton de réglage de teinte n'est pas nécessaire sur les récepteurs) et se comportant bien en présen-

ce d'échos. Il est sensible au gain différentiel lorsque celui-ci est important et sa compatibilité directe est un peu moins bonne qu'en NTSC. L'enregistrement magnétique exige des machines spécialement équipées comme en NTSC, avec cependant une meilleure qualité résultante.

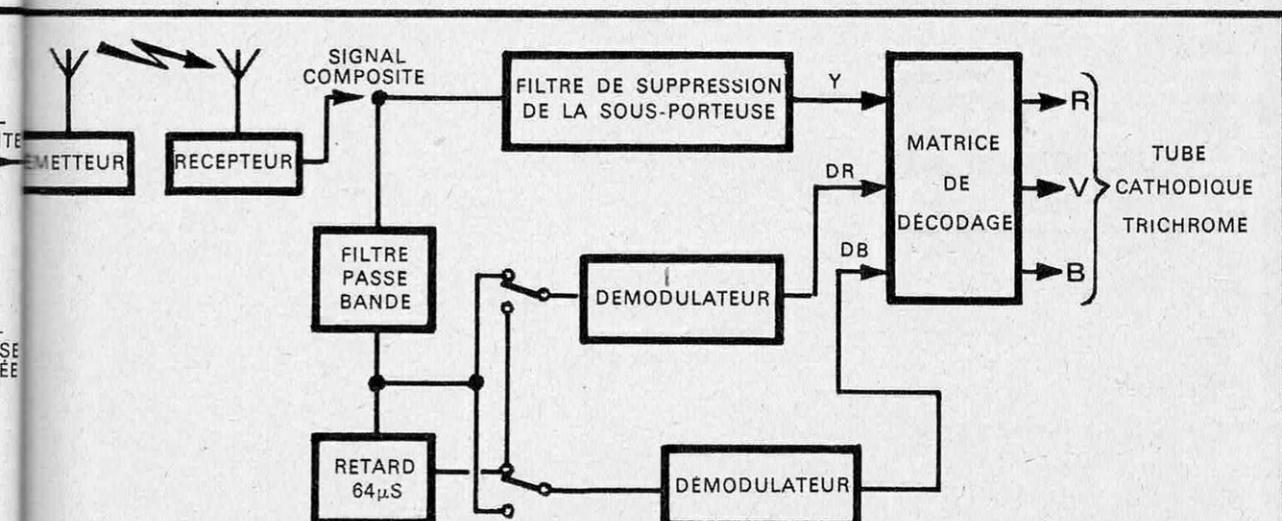
Ainsi le système PAL élimine certaines faiblesses du NTSC. Les performances lui ont valu d'être retenu par une grande partie des pays d'Europe.

LE CODAGE SECAM

Nous avons vu que la reconstitution de l'image en couleurs nécessite trois informations simultanées : R, V, B en circuit fermé, Y, DR, DB en télévision « grand public ». Les distorsions, inévitables lors des transmissions, provoquent des défauts sur l'image, dus en partie aux intermodulations dont les plus dangereuses se produisent entre les informations chromatiques.

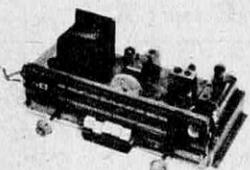
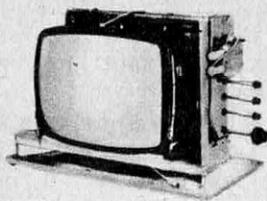
Pour éviter les interactions entre DR et DB, ne pourrait-on transmettre *séparément* ces deux signaux ? Nous allons voir que cela est possible et que des résultats intéressants peuvent être obtenus grâce à leur transmission successive, ligne après ligne (transmission séquentielle). Le signal Y étant transmis correctement, on a ainsi, ligne après ligne, les informations Y et DR, Y et DB, Y et DR... Mais il est indispensable de disposer à tout moment des trois informations pour reconstituer l'image en couleurs. La transmission séquentielle n'en fournit que deux. Comment obtenir la troisième ?

Regardons à l'oscilloscope plusieurs lignes



après ligne, grâce au commutateur. Au décodage, le signal de chrominance attaque deux démodulateurs soit directement soit

après passage dans une ligne à retard, le commutateur électronique fonctionnant en synchronisme avec celui de l'émetteur.



UNE OFFRE GRATUITE

EURELEC vous ouvre de vastes horizons : que votre choix se porte sur la TV COULEURS, les DIFFÉRENTES BRANCHES DE L'ÉLECTRONIQUE, l'ÉLECTROTECHNIQUE (applications pratiques de l'électricité) ou la PHOTOGRAPHIE, selon vos goûts ou vos aptitudes, une luxueuse brochure spécialisée est à votre disposition gratuitement. Retournez cette carte-réponse en indiquant la brochure qui vous intéresse.



BON GRATUIT

N° C 20

Veuillez m'envoyer gratuitement, et sans engagement futur, la brochure illustrée

- ÉLECTRONIQUE et TV COULEURS
- ÉLECTROTECHNIQUE
- PHOTOGRAPHIE

NOM

ADRESSE

..... AGE

PROFESSION

EN QUOI RÉSIDE LA SUPÉRIORITÉ DES ENSEIGNEMENTS EURELEC

UNE LONGUE EXPÉRIENCE : 130 000 élèves dans des secteurs variés : Electronique - Électrotechnique - Photographie. **UN PARFAIT ÉQUILIBRE** entre la théorie et la pratique qui se renforcent mutuellement.

SA "FORMULE-CONFiance", unique dans l'Enseignement, qui vous permet, sans engagement ni caution, de payer vos leçons au fur et à mesure des envois, aux dates de votre choix.



UNE ÉQUIPE DE PROFESSEURS-TECHNICIENS, rompus aux problèmes de la formation technique, qui suivront scrupuleusement le déroulement de vos études.

EURELEC FORME LES TECHNICIENS **QUI RÉUSSISSENT**

En effet, sur EURELEC, repose une nouvelle race de techniciens compétents dont l'activité se manifeste dans tous les grands secteurs de l'industrie.

Aujourd'hui, EURELEC se propose de vous initier à une activité d'avant-garde, grâce à son nouveau cours de TV couleurs.

**A DÉCOUPER, A METTRE SOUS ENVELOPPE
ET A ADRESSER A**

EURELEC

21 - DIJON

**CHOISISSEZ UN MÉTIER
PAS COMME LES AUTRES**

EURELEC, institut pilote de l'enseignement technique par correspondance, a conçu pour vous un COURS COMPLET de TÉLÉVISION en COULEURS, adapté à votre degré actuel de connaissance de l'électronique.

POURQUOI EURELEC?

EURELEC, filiale de la CSF, promoteur du procédé français de TV couleurs, est réellement capable de vous apporter un enseignement * moderne * dynamique * réaliste * progressif * personnalisé.

LA
TV COULEURS

est aujourd'hui
une réalité

**Pour vous
des
débouchés nouveaux...**

Les premiers appareils de télévision en couleurs apparaissent sur le marché. Faites partie de cette "NOUVELLE ÉLITE" de SPÉCIALISTES qui connaîtront tout de cette nouvelle technique. L'utilisation de la couleur sur le petit écran est en voie de conquérir un public très large et va amener la création de nombreux emplois.



EURELEC



PRENEZ 6 MOIS D'AVANCE

Accédez parmi les premiers à la connaissance de ce nouveau métier, plein de ressources et d'avenir immédiat. Grâce à la TV couleurs, vous exercerez une profession dans un domaine encore sans concurrence.

**FAITES CONFIANCE A
EURELEC
QUI PREND EN CHARGE
VOTRE RÉUSSITE
PROFESSIONNELLE**

SYSTEMES DE TELEVISION COULEUR

successives d'un signal de télévision issu d'une image. Nous constatons que, pour deux lignes successives, le signal est presque identique. Il évolue peu de ligne à ligne. On peut donc penser que l'un des signaux chromatiques DR et DB peut être utilisé non seulement pour la ligne sur laquelle il est placé, mais aussi pour la ligne qui suit, à condition de le répéter avec un retard convenable, qui est de 64 microsecondes en 625 lignes. Un tel retard peut être obtenu par une « ligne à retard » constituée par un barreau de verre ou d'acier portant à chaque extrémité un transducteur piézoélectrique et fonctionnant en ultrasons. Un signal complet comprendra les trois informations Y, DR et DB, l'une de ces deux dernières étant retardée. Elle est donc erronée, mais l'erreur introduite est presque toujours suffisamment faible pour que l'œil, dont nous avons vu que l'acuité était relativement faible pour les transitions chromatiques, s'en accommode.

C'est M. Henri de France, le promoteur bien connu du 819 lignes, qui a inventé ce procédé de transmission séquentielle des informations chromatiques, lié à une ligne à retard, base du système SECAM.

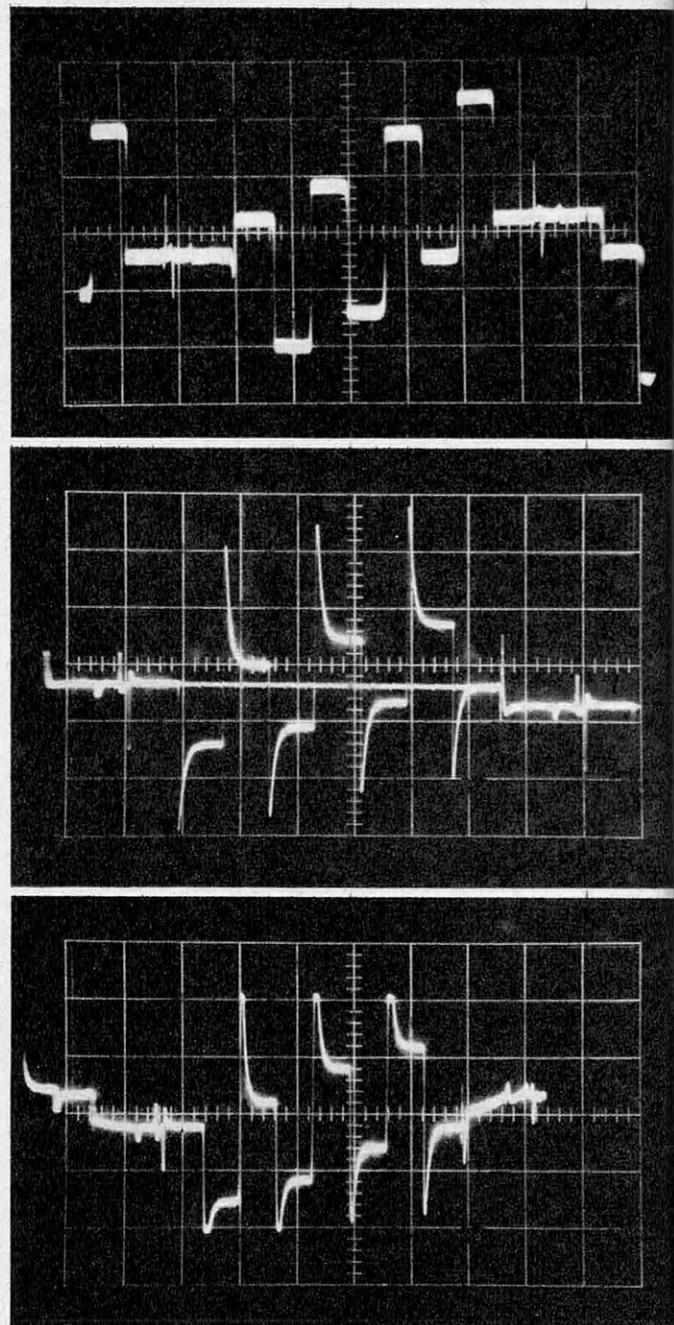
La transmission séquentielle

En ne transmettant qu'une seule information chromatique à la fois, on supprime totalement la diaphotie DR-DB, d'où un rendu fidèle des teintes des grandes plages colorées, même lorsque les distorsions de transmission ne sont pas négligeables.

Dans le récepteur, la démodulation de la sous-porteuse de chrominance est moins délicate à effectuer que dans le cas où elle est doublement modulée.

De même, les résultats obtenus en enregistrement magnétique peuvent être satisfaisants avec des machines d'un fonctionnement moins précis que celui requis pour l'enregistrement d'un signal codé selon un système du type simultané.

La transmission séquentielle des informations chromatiques améliore notablement la robustesse du système. Mais malheureuse-



Le signal DB de la mire de barres couleurs (en haut), le même signal après passage dans la cellule de préaccentuation (au centre) et le même signal après calibration par écratage.

ment tout se paie, et certaines transitions colorées sont parfois visiblement détériorées. Cette dégradation se produit chaque fois que la ligne de séparation entre deux couleurs est oblique ou horizontale. On conçoit aisément que, dans ce cas, l'information chromatique retardée, qui a une forme convenant à la ligne immédiatement au-dessus, n'a pas celle qui convient exactement à la ligne où elle

est utilisée. Il en résulte des erreurs de teinte aux transitions, d'autant plus visibles que la ligne de séparation entre les deux plages colorées se rapproche de l'horizontale, c'est-à-dire que les signaux successifs diffèrent notablement de ligne à ligne. Le phénomène est particulièrement marqué pour des transitions entre couleurs complémentaires.

La modulation de fréquence

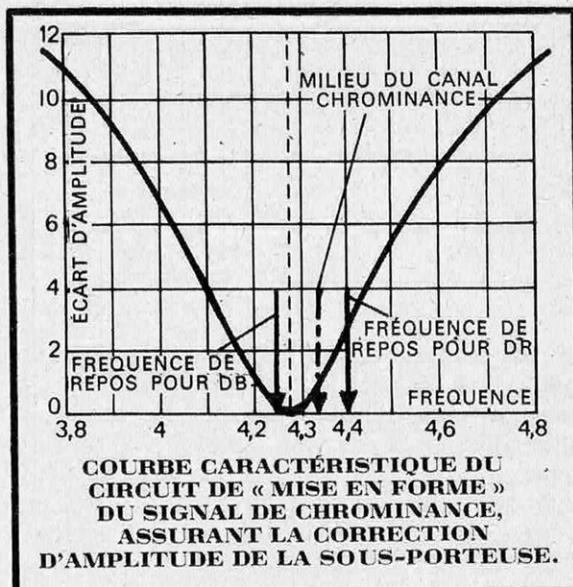
Les informations de chrominance D_R et D_B sont le plus souvent de valeurs différentes et varient avec la teinte transmise ; il peut arriver, à la limite, que D_R soit maximum et D_B nul. Ceci conduit à éliminer la modulation d'amplitude qui donne d'une ligne à l'autre des amplitudes de sous-porteuse très différentes. La compatibilité directe est alors très mauvaise car il apparaît des effets de dédoublement de ligne fort désagréables. C'est la mauvaise compatibilité directe qui ne permet pas d'utiliser, pour un système séquentiel pur, la modulation d'amplitude à porteuse supprimée, pourtant très intéressante sous beaucoup d'aspects. Les promoteurs du SECAM ont été conduits à utiliser la modulation de fréquence qui s'adapte bien à la transmission séquentielle car il n'y a dans ce cas qu'une seule information chromatique à transmettre à chaque ligne.

Une onde modulée en fréquence a en principe une amplitude constante et seule sa fréquence varie en fonction de la tension de modulation. Lorsque le signal modulant est nul, la fréquence a une valeur appelée fréquence de repos. L'onde est alors purement sinusoïdale.

L'amplitude du signal modulant varie entre deux extrêmes et il en résulte pour la fréquence de la porteuse une « excursion maximale ». Entre ces limites, on adopte généralement une variation de fréquence (on dit « dérive » ou « excursion ») proportionnelle à l'amplitude du signal modulant.

Pour démoduler une onde modulée en fréquence, on utilise un circuit qui transforme linéairement la modulation de fréquence en modulation d'amplitude, détectée ensuite par un système de diodes. Un tel appareil s'appelle « discriminateur ». L'onde présentée au discriminateur doit avoir une amplitude parfaitement constante. Elle est pour cela écrétée, afin d'obtenir un signal calibré. Le montage assurant cette opération s'appelle « écrêteur » ou « limiteur ».

Pour la sous-porteuse SECAM, les fréquences nominales sont 272 fois la fréquence de ligne, soit 4,406 MHz, pour la transmission de D_R , et 282 fois la fréquence de



ligne, soit 4,250 MHz, pour la transmission de D_B .

Les excursions maximales nominales, qui ne sont pas symétriques de part et d'autre de la fréquence de repos, sont : — 506 kHz et + 350 kHz pour D_R ; — 350 kHz et + 506 kHz pour D_B . Compte tenu du décalage des fréquences de repos, les limites extrêmes sont les mêmes : 3,90 et 4,75 MHz. Le sens de modulation de D_B est tel que la fréquence de la sous-porteuse augmente quand le signal modulant croît. C'est l'inverse pour D_R .

La modulation de fréquence renforce la robustesse du codage séquentiel pour la transmission des surfaces colorées. Elle n'est sensible aux distorsions de phase différentielle qu'aux instants où se produit une transition de luminance rapide et d'assez grande amplitude. Les défauts ne sont donc visibles que sur les contours des images. La modulation est insensible aux distorsions d'intermodulation entre signal de luminance et signal de sous-porteuse qui provoquent une variation accidentelle d'amplitude, tant que celle-ci reste limitée, ce qui est pratiquement toujours le cas en télévision ; l'écrêtage de la sous-porteuse dans le récepteur fait disparaître toute variation d'amplitude due à ces défauts de transmission.

L'utilisation de la modulation de fréquence soulève des difficultés pour la compatibilité directe, c'est-à-dire la réception sur un récepteur noir et blanc. La période étant variable, ce type de modulation ne permet pas d'obtenir un aspect régulier de la sous-porteuse vue sur l'écran noir et blanc comme avec une sous-porteuse de fréquence fixe modulée en amplitude. L'expérience montre qu'une inversion de phase de la sous-por-

SYSTEMES DE TELEVISION COULEUR

teuse permet un effacement très notable d'image à image. Pour obtenir cet effet, la sous-porteuse SECAM est inversée une ligne sur trois et à chaque trame. On obtient ainsi sur l'écran du récepteur noir et blanc une structure brisée pour laquelle l'œil ne discerne généralement pas de déplacement dans une direction privilégiée, et la sous-porteuse modulée en fréquence est ainsi aussi peu visible que possible. Les résultats sont cependant moins favorables qu'en NTSC, et un peu moins bons qu'en PAL.

La protection contre le bruit

La recherche d'une faible visibilité de sous-porteuse conduit à lui donner une amplitude aussi faible que possible. Par ailleurs le canal alloué est relativement étroit et l'excursion de fréquence doit rester faible étant donné les fréquences chromatiques à transmettre. Tout se passerait fort bien pour un signal utilisé à faible distance, à travers une liaison non bruitée. Mais, hélas, la transmission sur des centaines ou des milliers de kilomètres (cas des transmissions internationales) se paie toujours par une pollution par le bruit. La modulation de fréquence, telle que nous l'avons définie, serait inutilisable, car l'information serait noyée dans le bruit.

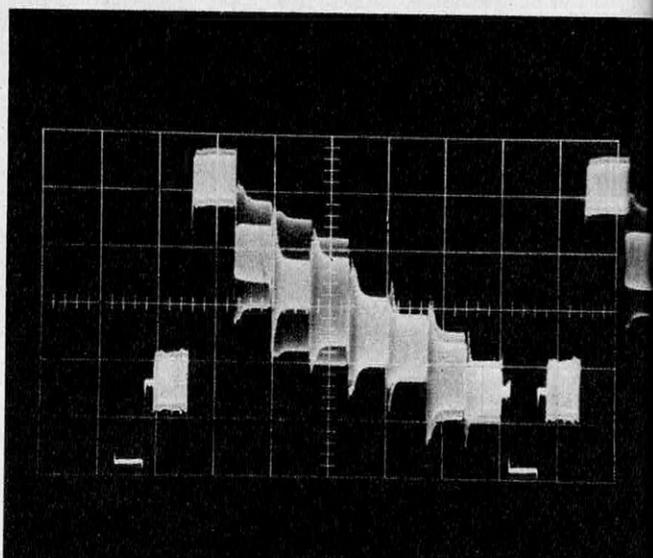
C'est de cette lutte contre le bruit que sont nées les caractéristiques du SECAM III b que nous allons analyser.

Il existe, en modulation de fréquence, une méthode bien connue qui diminue considérablement la sensibilité au bruit. Elle consiste à faire subir au signal modulant une « préaccentuation » ; on augmente, grâce à un circuit particulier, l'amplitude des différentes fréquences du spectre qui le constituent, d'autant plus qu'elles sont plus élevées. A la réception, après démodulation, on fait subir au signal une distorsion inverse qui affaiblit les fréquences élevées pour leur redonner leur amplitude normale, mais affaiblit aussi le bruit de transmission.

La préaccentuation des signaux modulants provoque des pointes de tension. Ces pointes, en modulant la sous-porteuse, provoqueraient une excursion de fréquence trop

importante. Elles doivent être écrétées. Il en résulterait une détérioration sensible des transitions chromatiques, particulièrement pour des sauts importants du signal de chrominance, c'est-à-dire lorsqu'on passe d'une couleur à sa complémentaire, ou d'un blanc à une couleur saturée.

Le signal de chrominance prend ses plus grandes valeurs pour les couleurs saturées, et dans ce cas l'excursion de fréquence est donc importante. L'étude de la modulation de fréquence montre qu'alors la protection contre le bruit diminue. Pour la rétablir, il faut augmenter l'amplitude de la sous-porteuse. Cette modulation d'amplitude est fournie par un circuit dit « de mise en forme », dont la figure page 51 donne la courbe caractéristique, avec un minimum placé entre les deux fréquences de repos des deux valeurs de la sous-porteuse. Toute excursion de fréquence provoque une augmentation d'amplitude. A la réception, le signal ainsi mis en forme est séparé du signal composite par un circuit ayant une caractéristique inverse ; la sous-porteuse retrouve une amplitude sensiblement constante. De plus, ce circuit du récepteur atténue le spectre du bruit d'autant plus que l'on s'éloigne de la fréquence centrale. C'est donc un moyen supplémentaire très efficace d'améliorer la protection. La figure ci-dessous traduit l'aspect final du signal composite pour la mire de barres couleur.



Le signal composite du système SECAM pour la mire de barres couleurs dite à 75 % (100 % de saturation, 75 % d'amplitude). La photographie a été prise de manière à superposer deux lignes successives d'informations chromatiques. Le créneau de gauche correspond au blanc maximal : informations chromatiques nulles et superposition de la sous-porteuse.

La modulation d'amplitude de la sous-porteuse, liée à la préaccentuation, donne pour les transitions chromatiques une augmentation localisée mais sensible de la visibilité de cette sous-porteuse sur l'écran du récepteur noir et blanc. Cette méthode fort intéressante a donc pour contrepartie une diminution de la compatibilité directe aux transitions chromatiques importantes. C'est un phénomène qui touche les contours de l'image, mais qui concerne cette fois le récepteur noir et blanc.

Conclusions sur le SECAM

Cette description des caractéristiques du SECAM montre que les idées directrices ont été liées, d'une part au résultat à obtenir, d'autre part à la lutte contre la sensibilité au bruit de la sous-porteuse.

La première idée consistait à créer un codage insensible à la phase différentielle, point faible du NTSC. La transmission séquentielle et la modulation de fréquence donnent ce résultat pour les plages colorées et reportent les défauts aux transitions, avec une sensibilité relativement faible. Le codage séquentiel crée lui aussi des erreurs de teinte aux transitions obliques ou horizontales, très visibles lorsque les couleurs juxtaposées sont complémentaires. C'est encore sur les contours que sont reportés les défauts.

La deuxième idée directrice, lutte contre

le bruit, conduit à une assez grande complexité du système. La préaccentuation des signaux émis et l'utilisation de la modulation de fréquence donnent une sous-porteuse difficile à mesurer et contrôler en cours de transmission.

Enfin, le codage séquentiel augmente sensiblement la visibilité du bruit de source (caméras, télécinéma, etc.) et la modulation de fréquence est un peu moins bien protégée que la modulation d'amplitude à porteuse supprimée.

Le SECAM, bâti sur des bases difficiles, a réussi à surmonter en grande partie les faiblesses inhérentes aux principes appliqués, grâce à l'ingéniosité et au travail acharné des ingénieurs qui l'ont étudié et perfectionné. Dans des conditions normales d'observation, la qualité obtenue est assez voisine de celle des autres systèmes.

LE TRANSCODAGE

L'utilisation de deux systèmes de codage de télévision en couleurs pour la zone européenne de radiodiffusion ne facilite pas la tâche pour les échanges de programmes en Eurovision.

En Europe occidentale, la France est entourée de pays ayant choisi le PAL ; par conséquent, lorsque nous recevrons des signaux couleur d'un pays voisin, l'O.R.T.F. devra se charger, pour la diffusion en Fran-

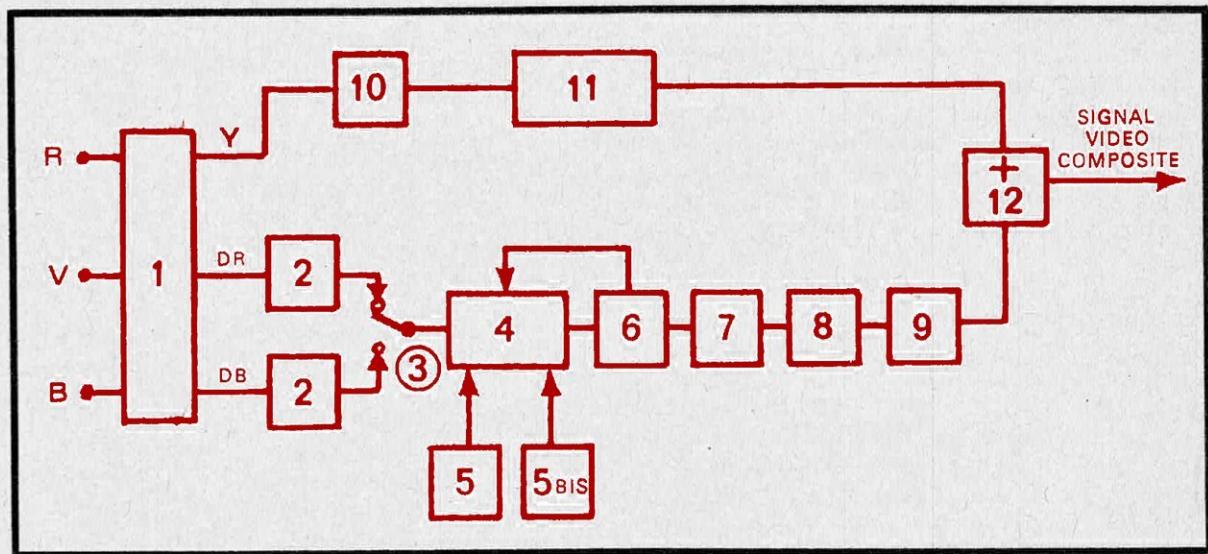


Schéma synoptique des voies vidéo d'un codeur SECAM. Voie de chrominance (en bas) : 1 matrice ; 2 filtres passe-bas de limitation du spectre de chrominance ; 3 commutateur de séquence DR - DB ; 4 écrêteur de calibration d'amplitude ; 5 et 5 bis quartz de références ; 6 modulateur en fréquence ;

7 passe-bande et limiteur ; 8 inversion de phase de la sous-porteuse, une ligne sur trois et une trame sur deux ; 9 mise en forme. Voie de luminance (en haut) : 10 coupe-bande du spectre correspondant au spectre de la sous-porteuse ; 11 ligne à retard de mise en phase ($1 \mu s$) ; 12 mélangeur par addition.

SYSTEMES DE TELEVISION COULEUR

ce, de transcoder les signaux PAL en signaux SECAM et, de même, un pays ayant choisi le PAL et recevant un signal SECAM devra transcoder le SECAM en PAL.

Tant que l'on traite des signaux dans un même standard, le transcодage est relativement facile. Mais lorsque les signaux entrants et sortants doivent avoir des standards différents, l'opération devient nettement plus compliquée et conduit à mettre en œuvre un matériel très complexe. C'est le cas du passage du NTSC américain (525 lignes, 60 trames) au PAL ou au SECAM (625 lignes, 50 trames).

Transcodage PAL vers SECAM

Le principe de fonctionnement du transcodeur est donné par la figure page 55 ; il faut décoder le signal PAL, et les signaux vidéo chromatiques ainsi obtenus attaquent un codeur SECAM qui fournit le nouveau signal composite.

Une précaution essentielle est à prendre, surtout dans la partie de séparation de la luminance. Il ne faut pas laisser subsister de trace de la sous-porteuse d'origine. Mélangée à la sous-porteuse SECAM, elle se comporterait comme un brouilleur sinusoïdal et se traduirait sur l'image SECAM par un moirage.

Pour éliminer la sous-porteuse entrante, on utilise un filtre passe-bas qui supprime également les fréquences élevées du signal de luminance. Dans ces conditions on perd de la définition sur la luminance, ce qui affecte l'image en noir et blanc compatible ainsi que l'image en couleur. Il faut donc attacher un soin tout particulier à la réalisation de ce circuit qui devra éliminer suffisamment la sous-porteuse, sans trop dégrader le signal de luminance afin d'obtenir une image transcodée satisfaisante.

Transcodage SECAM vers PAL

Pour que les oscillateurs à quartz des récepteurs PAL « s'accrochent » sans difficulté, la précision de la sous-porteuse a été

fixée à 10^{-6} (± 5 Hz). Comme la fréquence de ligne est, dans ce système, liée à la fréquence de la sous-porteuse, la précision et la stabilité de la fréquence de ligne d'un signal PAL est également de 10^{-6} .

Dans le cas d'un transcодage SECAM vers PAL, il n'y aura guère plus de difficultés que dans le sens inverse, si le signal SECAM répond aux conditions de stabilité de la fréquence de ligne données ci-dessus (ce qui normalement n'est pas nécessaire en SECAM). Si cette condition n'est pas réalisée, l'image compatible noir et blanc PAL obtenue à partir du signal SECAM n'est pas satisfaisante : en effet, on est alors conduit à prendre une fréquence de sous-porteuse ayant la bonne valeur, mais qui n'est plus liée à la fréquence de ligne, ce qui détériore considérablement la compatibilité directe (visibilité de la sous-porteuse).

Ainsi, pour faciliter le transcодage SECAM vers PAL pour les échanges internationaux, il est nécessaire de fournir des signaux SECAM dont la fréquence de ligne a la précision et la stabilité du PAL.

Le principe de transcodeur SECAM vers PAL est le même que celui du transcodeur PAL vers SECAM. Il faut cependant ajouter une fonction : la régénération de la sous-porteuse ayant la bonne relation arithmétique avec la fréquence de ligne.

Transcodage NTSC vers PAL ou SECAM

Cette opération est nettement plus compliquée que les deux précédentes : il faut procéder à un changement de standard et à un transcодage.

Les ingénieurs et techniciens de la BBC ont résolu ce problème au moyen d'un appareil extrêmement compliqué. Le principe général consiste, au moyen de ligne à retard, à utiliser 5 trames sur 6 du système NTSC pour faire 5 trames du système européen. Ensuite, il faut décoder le signal NTSC et, au moyen de deux autres convertisseurs, former le signal vidéo de luminance (1 convertisseur) et les deux signaux de chrominance (1 seul convertisseur), et recoder selon un système européen. A ce stade, les signaux Y, DR et DB attaquent un codeur PAL. Grâce à cet appareillage, le problème de la Mondovision est résolu.

Bien entendu, ces opérations de transcодage ne facilitent pas les transmissions internationales et dégradent toujours le signal, quel que soit le soin apporté dans la réalisation et l'exploitation de ces appareils.

**L. MIGNOT, A. POUYFERRIÉ
M. REMY**

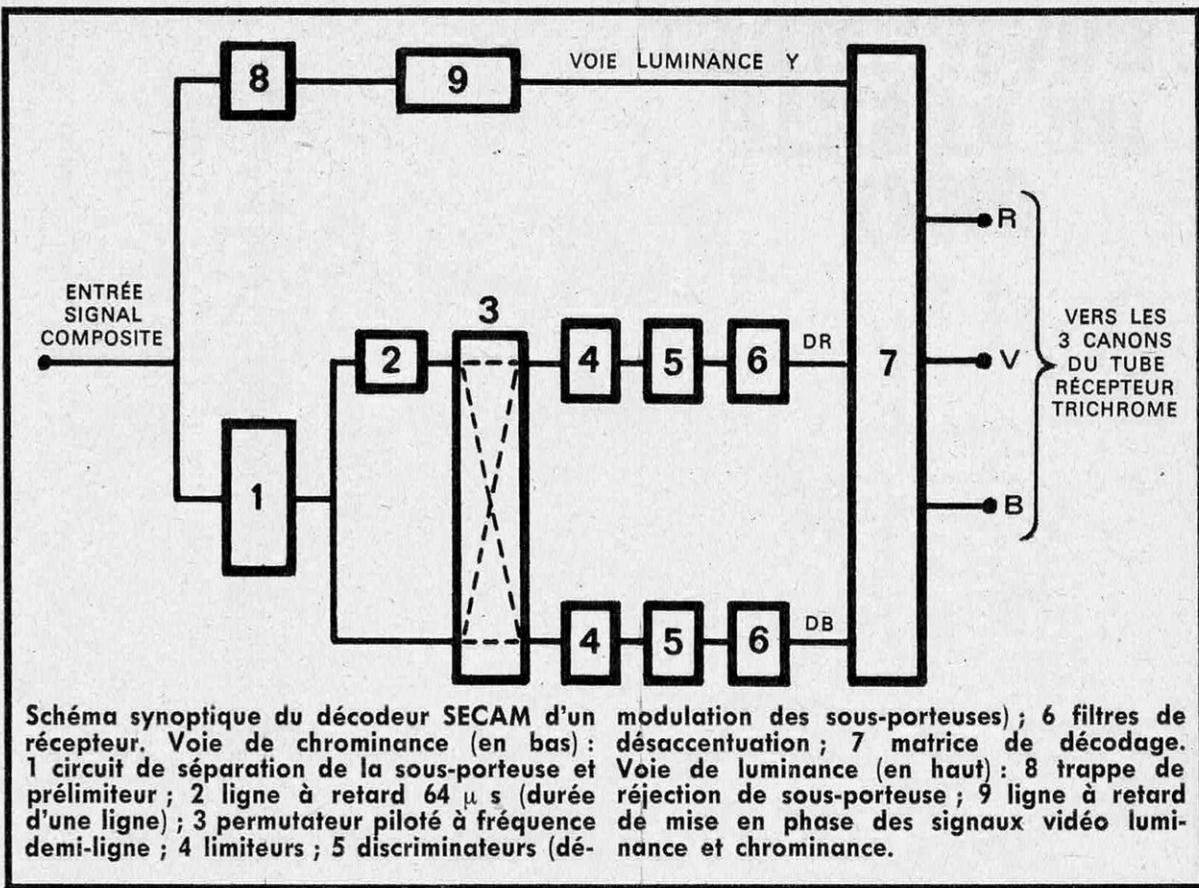
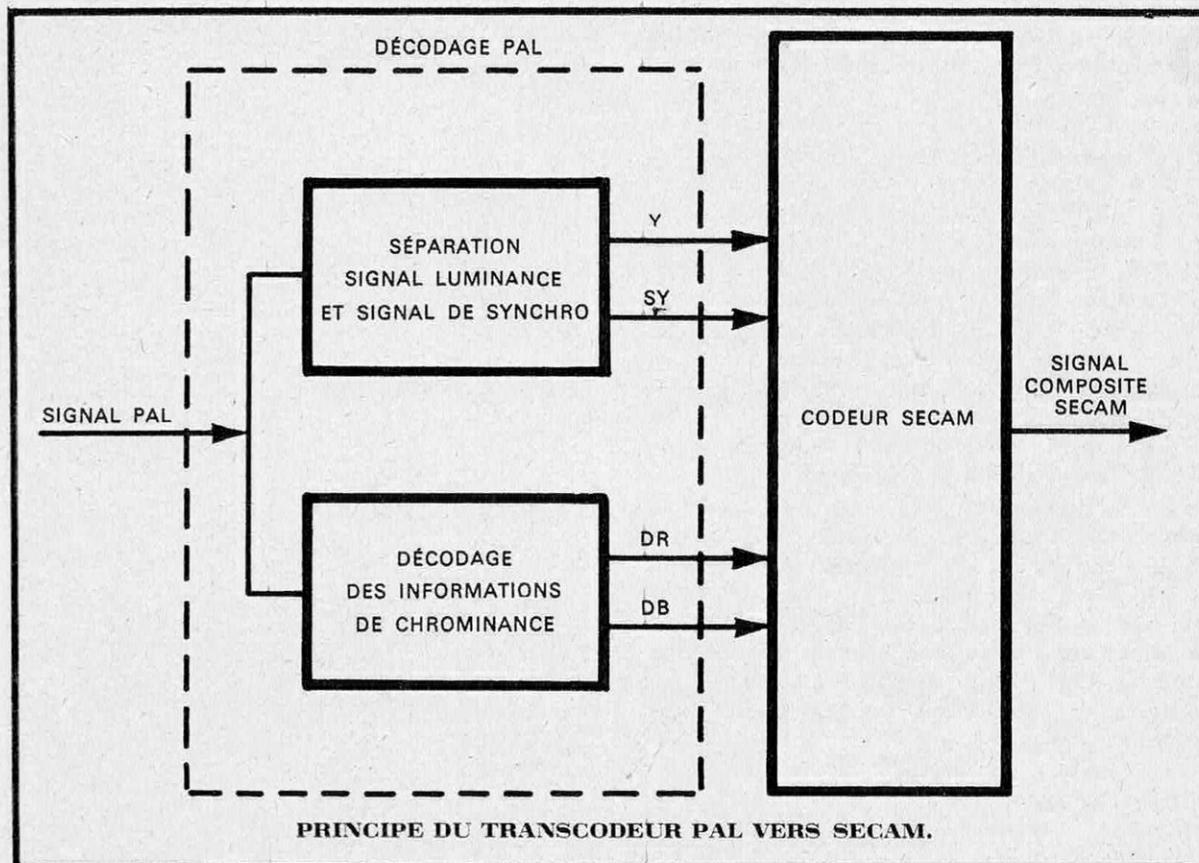


Schéma synoptique du décodeur SECAM d'un récepteur. Voie de chrominance (en bas) : 1 circuit de séparation de la sous-porteuse et prélimiteur ; 2 ligne à retard $64 \mu s$ (durée d'une ligne) ; 3 permutateur piloté à fréquence demi-ligne ; 4 limiteurs ; 5 discriminateurs (dé-

modulation des sous-porteuses) ; 6 filtres de désaccentuation ; 7 matrice de décodage. Voie de luminance (en haut) : 8 trappe de rejet de sous-porteuse ; 9 ligne à retard de mise en phase des signaux vidéo luminance et chrominance.

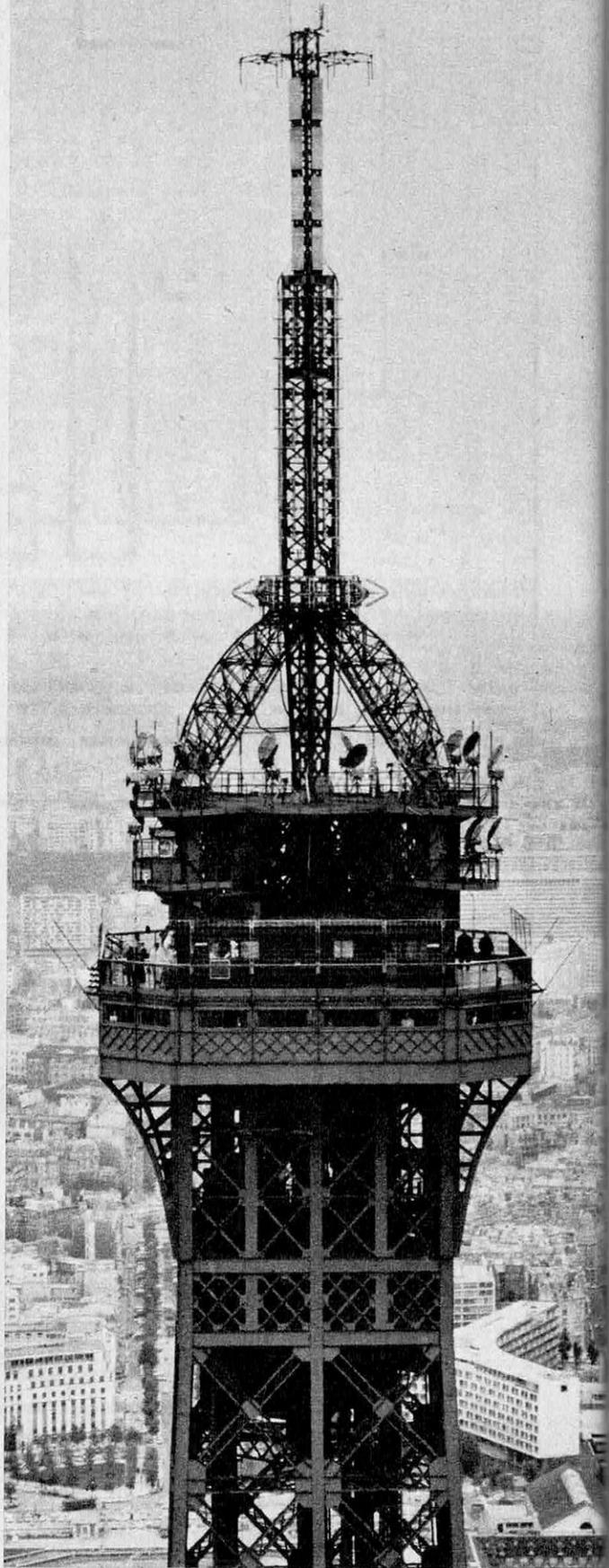


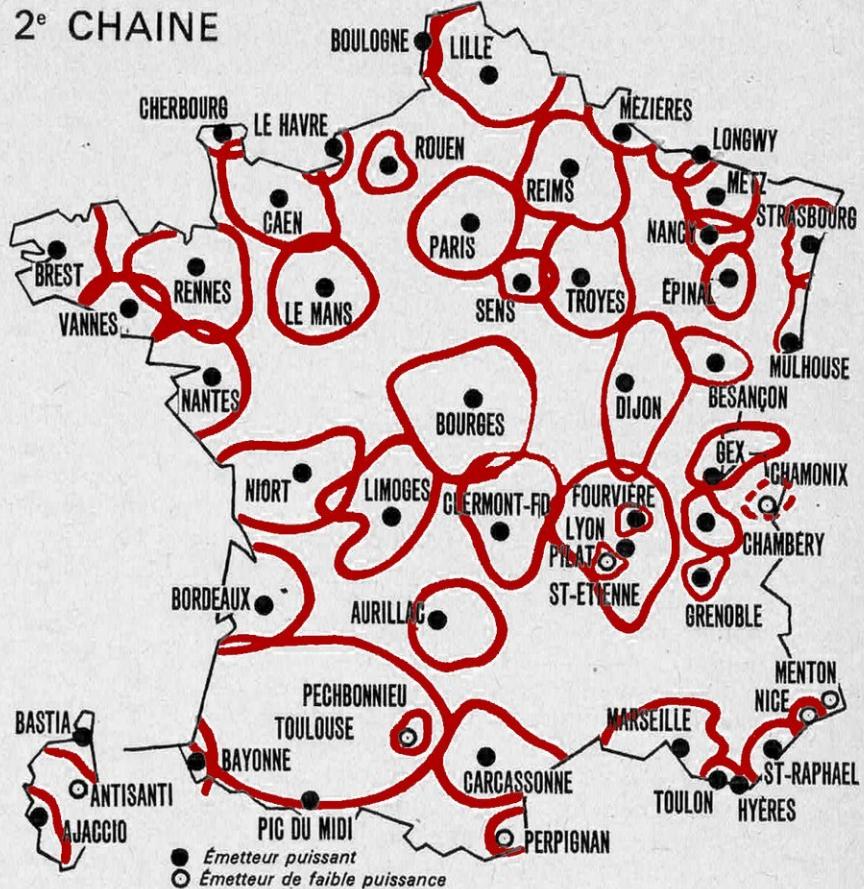
L'EQUIPEMENT DU RESEAU ORTF

Les activités de production des programmes mettent en œuvre un ensemble d'installations qui transforment sons et images en signaux électriques, les transmettent aux émetteurs et les distribuent au public dans un but de distraction, d'information et d'éducation, qui constitue la mission dévolue aux organismes de Radiodiffusion et de Télévision. Ainsi, parallèlement à leurs activités artistiques, et au profit de celles-ci, ils exercent celles d'une véritable entreprise à caractère technique et industriel, concevant, construisant et faisant fonctionner les moyens par lesquels les modulations sont élaborées et diffusées.

Cet aspect des services techniques de l'ORTF est mal connu du grand public. Les exigences particulières de qualité et de continuité qu'il faut respecter des studios aux émetteurs, le fait de s'adresser au « public en général », c'est-à-dire à une clientèle non localisée et non spécialisée, entraînent pour les matériels des caractéristiques qui les distinguent des autres applications de l'électronique et conduisent à une technologie spécifique.

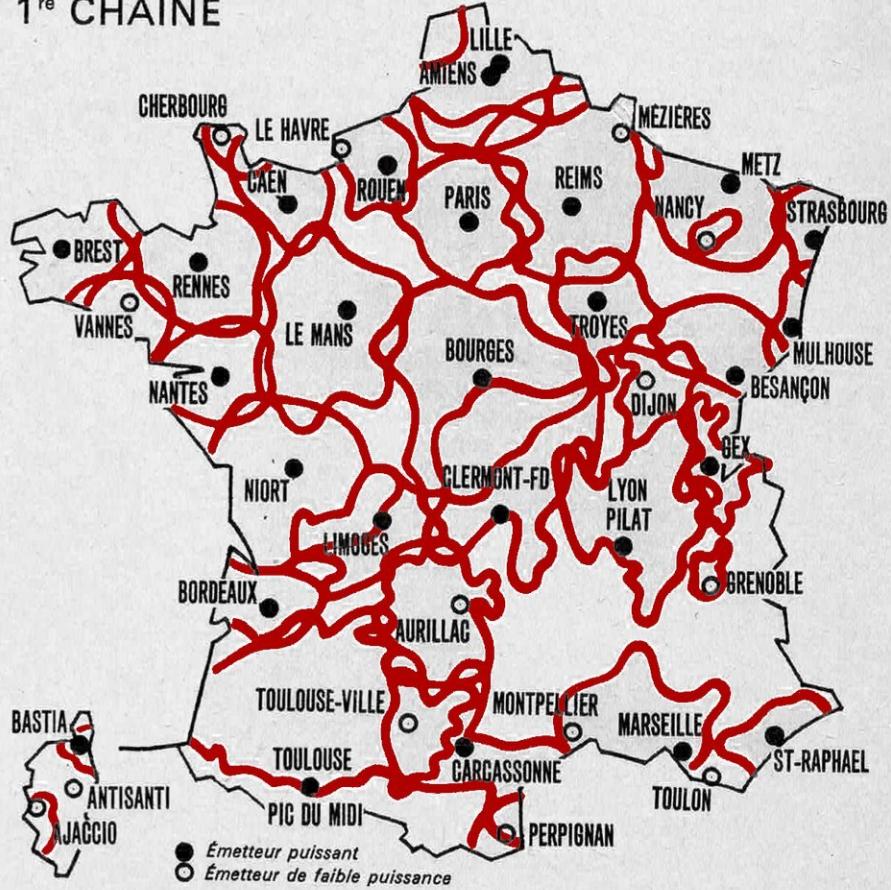
Les services techniques de l'ORTF sont l'organisme spécialisé en France dans l'« engineering » Radiodiffusion et Télévision. Ils orientent l'industrie en établissant les spéci-



2^e CHAINE

2

DOC. THOMSON

1^e CHAINE

3



En page de gauche, l'émetteur de la Tour Eiffel : antennes 2^e chaîne, 1^e chaîne et modulation de fréquence (au pourtour de la plate-forme supérieure, les aériens paraboliques pour la réception de faisceaux hertziens). Ci-dessus, un émetteur régional, celui du Pic du Midi. En haut, la tour des relais hertziens des Buttes-Chaumont à Paris. Les cartes donnent la couverture actuelle du territoire français pour la 1^e et la 2^e chaîne.

fifications des installations, exigeant d'elle des performances qui font la renommée internationale des matériels français dans ce domaine, conçoivent la meilleure articulation des matériels entre eux pour la libre circulation des modulations entre les multiples sources et les émetteurs, conseillent les producteurs pour qu'ils tirent plein profit des possibilités techniques qui leur sont offertes. Leur action s'est évidemment montrée importante à l'occasion de la couleur, mais c'est en permanence, dans tous les domaines de l'émission, de l'enregistrement, de la transmission, des reportages, qu'ils approfondissent les problèmes et poursuivent les recherches liées à la constante évolution de la technologie.

La contribution des services techniques de l'ORTF a été et demeure considérable dans le développement de la télévision, non seulement en France, mais en Europe, en coopération avec les organismes similaires étrangers et en participant aux activités des instances techniques internationales spécialisées. Ils sont prêts à apporter leur aide aux organismes plus jeunes chaque fois que ceux-ci désirent profiter de l'expérience acquise par les spécialistes de l'ORTF.

Les moyens principaux de fabrication des programmes O.R.T.F. se trouvent réunis à Paris, sans qu'il faille oublier 25 centres de production régionaux à équipement plus réduit participant essentiellement à la diffusion des actualités régionales, et d'autres tels que Strasbourg, Lille, Lyon, Marseille, Rennes, Bordeaux, qui disposent de moyens importants leur permettant de participer aux programmes nationaux.

A Paris, les programmes sont acheminés directement des régies finales 1^{re} et 2^e chaîne à l'émetteur de la Tour Eiffel qui assure la couverture de l'Ile-de-France. Pour la France, c'est aux Buttes-Chaumont que les faisceaux hertziens prennent le relais. A partir de la tour des Buttes-Chaumont, 18 voies hertziennes en ondes centimétriques acheminent, reçoivent, échangent les programmes issus des « ateliers » de fabrication que sont les studios (fixes et mobiles) français, parfois étrangers.

Acheminé de tour-relais en tour-relais, le programme, par l'intermédiaire de 5 733 km de faisceaux répartis sur le territoire, tisse sur la métropole sa toile d'araignée. L'O.R.T.F. étant un service public, s'attache à obtenir la diffusion de ses programmes pour l'ensemble de la population, sans considération de densité ou de rentabilité économique. Pour cela il a fallu mettre en place une in-

frastructure de 42 émetteurs principaux de grande ou moyenne puissance qui livre les programmes de la 1^{re} chaîne en utilisant les canaux des bandes des ondes métriques. C'est le nombre réduit des canaux utilisables dans ces bandes qui a limité celui des émetteurs de cette infrastructure principale.

Ce réseau principal est complété par un réseau secondaire car, les ondes de télévision se propageant comme la lumière en ligne droite, un nombre important d'agglomérations, de vallées dans les régions montagneuses peuvent difficilement recevoir le rayonnement des émetteurs principaux, malgré la puissance de ceux-ci. Des émetteurs d'appoint ont donc été nécessaires. Ce sont les réémetteurs, petits relais de très faible puissance ayant chacun une zone d'action limitée et pilotés par les émetteurs principaux ; il y en a environ 900. Ce réseau complémentaire, toujours en cours d'amélioration, tend vers sa limite pratique. Il a permis de porter de 70 à 95 % environ la desserte de la population métropolitaine.

En 2^e chaîne, l'effort d'équipement se poursuit. En priorité, les 42 émetteurs principaux de la 1^{re} chaîne ont été doublés par un émetteur 2^e chaîne, ce qui a permis de bénéficier des installations existantes et a facilité la pose des antennes de réception dans leur zone de service, l'orientation de ces antennes pouvant être la même en 1^{re} et 2^e chaîne.

Mais, étant donné qu'en 2^e chaîne les caractéristiques de propagation des fréquences d'émission en bandes IV et V ne sont pas identiques à celles de la bande III, il a fallu augmenter les puissances et installer de nouvelles stations s'ajoutant à celles du réseau de base 1^{re} chaîne. Le nombre plus élevé de canaux utilisables en bande IV permet de compléter ce réseau par une trentaine de stations de moyenne puissance. D'ores et déjà, 50 émetteurs principaux constituent la 2^e chaîne et assurent une couverture de 75 % de la population métropolitaine.

En outre, les émetteurs 2^e chaîne de Meudon, Montpellier, Sainte-Baudille, Besançon-Montfaucon, Abbeville, Saint-Just, Autun, Auxerre, Chartres, le Donon, Mont-Ventoux, sont en cours de réalisation et leur mise en service s'échelonnera entre fin 1968 et le premier semestre 1969. Des études sont en cours pour une dizaine d'autres émetteurs. Cette constitution très chargée du réseau 2^e chaîne ne dispensera pas de compléter les émetteurs principaux par des réémetteurs de très faible puissance comme dans le cas de la 1^{re} chaîne ; 35 réémetteurs sont déjà en service.

Claude MERCIER
Directeur à l'Équipement
O.R.T.F.

GRANDIN

TELEVISION

techniquement sûr



*Jusque dans
le plus petit
détail*

DGT 2067
R.T.N.C.J.O.LI

MARATHON ABODL

Tube image auto-protecteur
à vision directe

Glace teintée filtrante

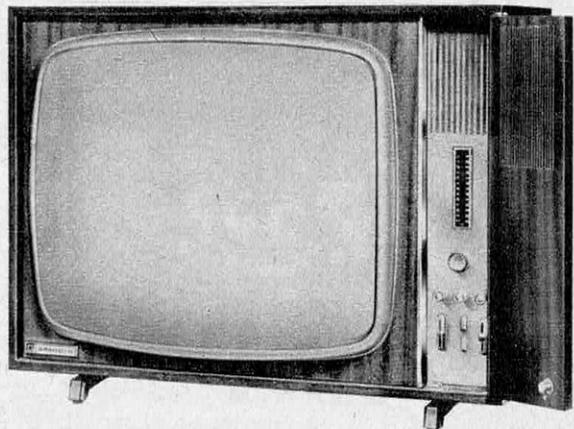
Son à haute fidélité

Finesse d'image à contrôle constant

Écran de 60 cm (23")

Commandes 1^{re} et 2^{re} chaîne
par touches avec voyants lumineux

Porte avec clé de sécurité et ouverture
TRANS-SONORE condamnant toutes les commandes
mais avec ouverture pour le son permettant
l'écoute de l'appareil, la porte fermée et verrouillée
Ébénisterie grand luxe vernis noyer polyester



S. F. R. T. 72, Rue Marceau - 93 Montreuil Tél. : 328-99-90 +

Société Anonyme au Capital de 10 Millions de Francs



LA DIFFUSION DES PROGRAMMES COULEUR

Dimanche 1^{er} octobre 1967, 14 h 15 : les premières images de télévision en couleurs font officiellement leur apparition sur les téléviseurs français : c'est une image enregistrée sur magnétoscope qui, la première, se colore sur nos écrans. Mais, au cours de la journée, d'autres sources vont intervenir pour constituer un programme « tout en couleurs » : images en direct d'un studio, reportages en direct également, télécinémas, magnétoscopes.

Comment est-il possible de passer toutes ces images sur l'antenne, dans l'ordre correct, sans interruption et en respectant au mieux les horaires prévus ? L'organe essentiel assurant une telle continuité est la régie finale.

Le cœur de cette installation est constitué par deux pupitres, l'un permettant la commutation du son, l'autre celle de l'image. Chacun de ces pupitres reçoit toutes les modulations susceptibles d'inter-

venir dans le programme : magnétoscopes, télécinémas, studios, extérieurs, speakerine, analyseurs de diapositives. A chaque pupitre, un opérateur fait les enchaînements d'une source à l'autre : un potentiomètre permet d'affaiblir la source à l'antenne puis de faire apparaître la source suivante.

Derrière ces pupitres de commande, dans un bureau vitré, est installé le chef de chaîne. C'est le responsable du déroulement du programme. Il a fait vérifier l'ensemble des programmes à diffuser dans la journée, il a contrôlé leur qualité, leur durée, les images qui terminent chaque émission. Maintenant il a tous les éléments pour assurer un déroulement correct de l'ensemble, c'est-à-dire pour enchaîner les émissions sans interruption et sans retard. Mais il reste toujours des impondérables. Une émission peut démarrer en retard ou en avance, surtout lorsqu'elle est en direct : les déplacements d'une personnalité, un exploit sportif, sont rarement soumis à un horaire aussi strict qu'un programme de télévision. Certaines émissions, en général celles liées à l'actualité, ne sont pas entièrement vérifiées car les délais sont trop courts entre la fabrication et la diffusion. Il y a aussi, malheureusement, les incidents techniques.

A chaque fois, il faut trouver une solution satisfaisante pour le téléspectateur et il faut agir très vite. Pour rétablir la continuité du programme, le chef de chaîne a diverses possibilités : diffuser un « interlude » ou demander à la speakerine de faire une annonce. Enfin, il est possible de passer des diapositives d'excuses.

Bien entendu, toutes ces opérations nécessitent un matériel important et un contrôle technique scrupuleux. Ceci est réalisé dans une dernière salle, où se tient le chef d'équipement de la régie finale. Ce technicien dispose de plusieurs récepteurs, couleur et noir et blanc, sur lesquels il peut examiner toutes les images susceptibles de passer à l'antenne. Il utilise aussi des oscilloscopes pour le contrôle du signal télévision sous sa forme électrique. Il peut ainsi noter tous les défauts des images qui passent sur antenne et, par interphone, entrer en communication avec les équipements qui lui envoient les images pour demander les vérifications nécessaires.

En page de gauche, la régie finale avec, au premier plan, le pupitre d'enchaînement du son; en avant, le pupitre d'enchaînement des images et la batterie de récepteurs de contrôle.

A droite, on aperçoit le petit studio vitré pour la speakerine.



D'un bureau vitré situé en arrière des pupitres image et son, le chef d'émission de la régie finale contrôle le déroulement d'ensemble du programme. Il veille à assurer la continuité des émissions, même en cas d'incident technique ou de retard d'une transmission en direct.

LA DIFFUSION DES PROGRAMMES COULEUR

Si l'on se reporte aux statistiques de diffusion, nous voyons que nous faisons peu appel au direct : la plupart des émissions sont au préalable enregistrées, soit sur film, soit sur bande magnétique, c'est-à-dire qu'elles sont lues pour la régie finale soit par un télécinéma, soit par un magnétoscope.

LE TÉLÉCINÉMA

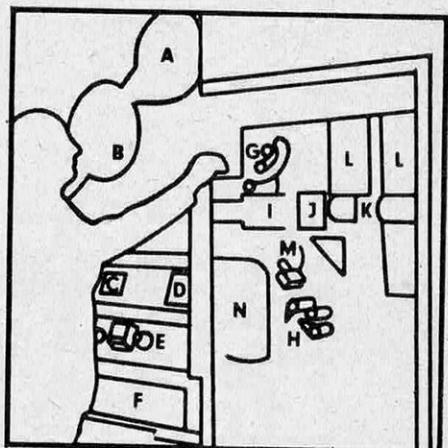
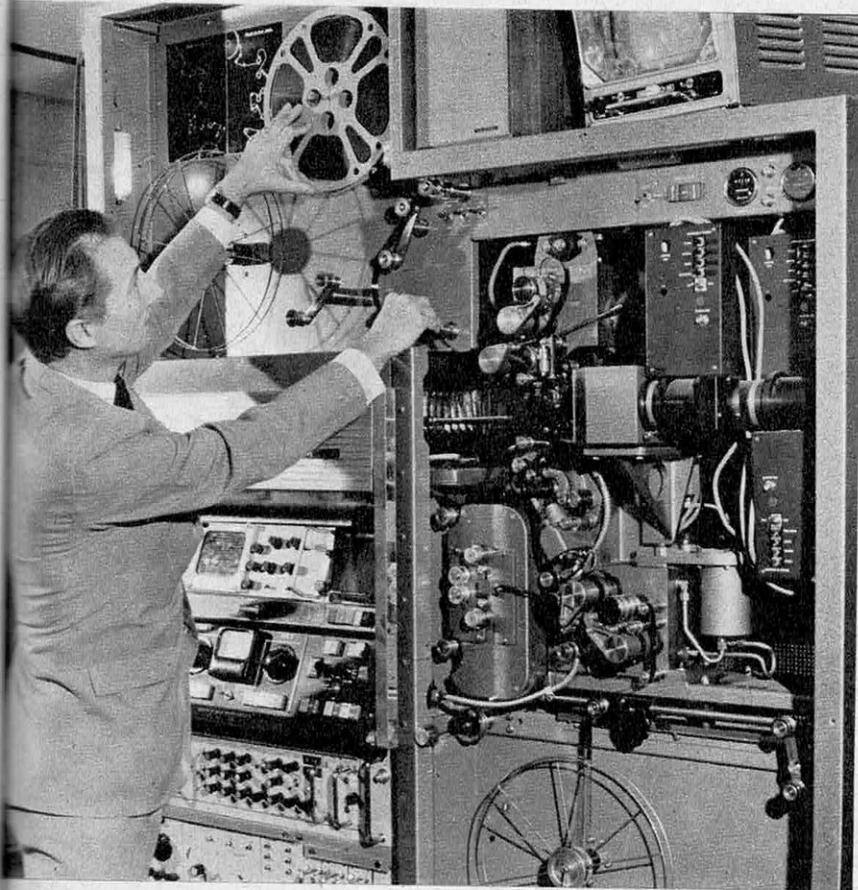
C'est l'appareil qui permet d'analyser un film classique pour le transformer en une image de télévision. Les télécinémas noir et blanc utilisent un principe assez simple : une caméra de télévision noir et blanc à tube vidicon, simple et facile à régler, est placée devant un projecteur de cinéma à peine modifié, seule la cadence de projection étant portée de 24 à 25 images par seconde.

Par contre, une caméra couleur est d'un réglage plus complexe, et on a préféré reprendre, en le perfectionnant, le système d'analyse, dit « flying spot ». Le principe de toute caméra de télévision est de transformer d'abord l'image optique en une image électrique, puis d'explorer cette image à l'aide d'un pinceau d'électrons. Au contraire, dans le système « flying spot », l'analyse est faite par un pinceau lumineux très fin qui balaye l'image du film ; la lumière traversant le film est recueillie par une cellule photoélectrique (en noir et blanc) ou par trois cellules (en télévision couleur), après séparation de la lumière en ses composantes rouge, verte et bleue. La caméra couleur est ainsi remplacée par un ensemble de trois cellules photoélectriques, ce qui donne un appareil beaucoup plus simple sur le plan électronique, bien que plus complexe sur le plan mécanique. Il faut en effet faire avancer le film de manière continue et modifier le déplacement du pinceau lumineux de façon à compenser le mouvement propre du film. Mais ceci n'est possible que si le mouvement du film est parfaitement régulier. La précision demandée est très difficile à obtenir car le film présente lui-même des irrégularités : collages, perforations abîmées, retrait dépendant de la température et du degré hygrométrique de l'air.

Enfin, si on veut explorer le film au rythme imposé par la télévision (50 trames par seconde), il faut projeter le film à 25 images par seconde et analyser chaque image deux fois de suite. Comme, entre ces deux analyses, le film s'est déplacé, il faut déplacer le spot lumineux de la même quantité. Dans la pratique, ceci est réalisé en utilisant deux objectifs qui fournissent deux images d'un même spot.

On pourrait penser que l'opérateur du télécinéma doit se contenter de lire très fidèlement son film. Il n'en est rien. En effet, les films sont très souvent imparfaits. Ils présentent parfois des erreurs d'étalonnage : des plans trop clairs s'enchaînent avec des plans trop sombres. On rencontre aussi des dominantes de couleur. L'observation sur un petit écran de télévision avantage beaucoup moins l'image que la projection sur grand écran et souligne ainsi tous ses défauts.

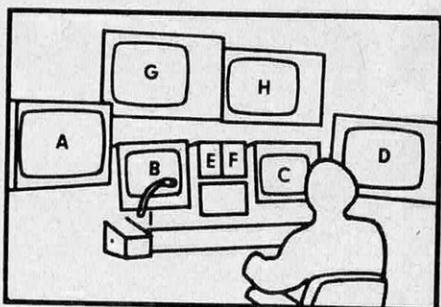




Télécinéma : A bobine image ; B bobine son ; C oscilloscope de contrôle; D récepteur de contrôle;

E platine de commande ; F réglage des signaux couleur ; G, H entraînement du film ; I objectifs ; J séparation des composantes couleurs ;

K cellules photosensibles, L préamplification signaux couleur. M lecture piste son ; N lecture bande son séparée.



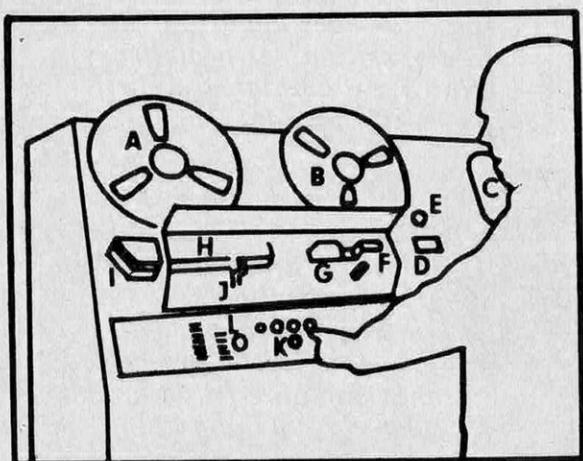
Depuis son pupitre, le chef d'équipement peut contrôler à chaque instant toutes les images transistant par la régie finale et celles qui sont reçues par le téléspectateur :

A récepteur couleur professionnel ; B, C récepteurs professionnels noir et blanc ;

D récepteur commercial couleur ; E, F oscilloscopes ; G, H récepteurs commerciaux noir et blanc et couleur pour contrôle de l'émetteur de la Tour Eiffel ; I interphone.

LA DIFFUSION DES PROGRAMMES COULEUR

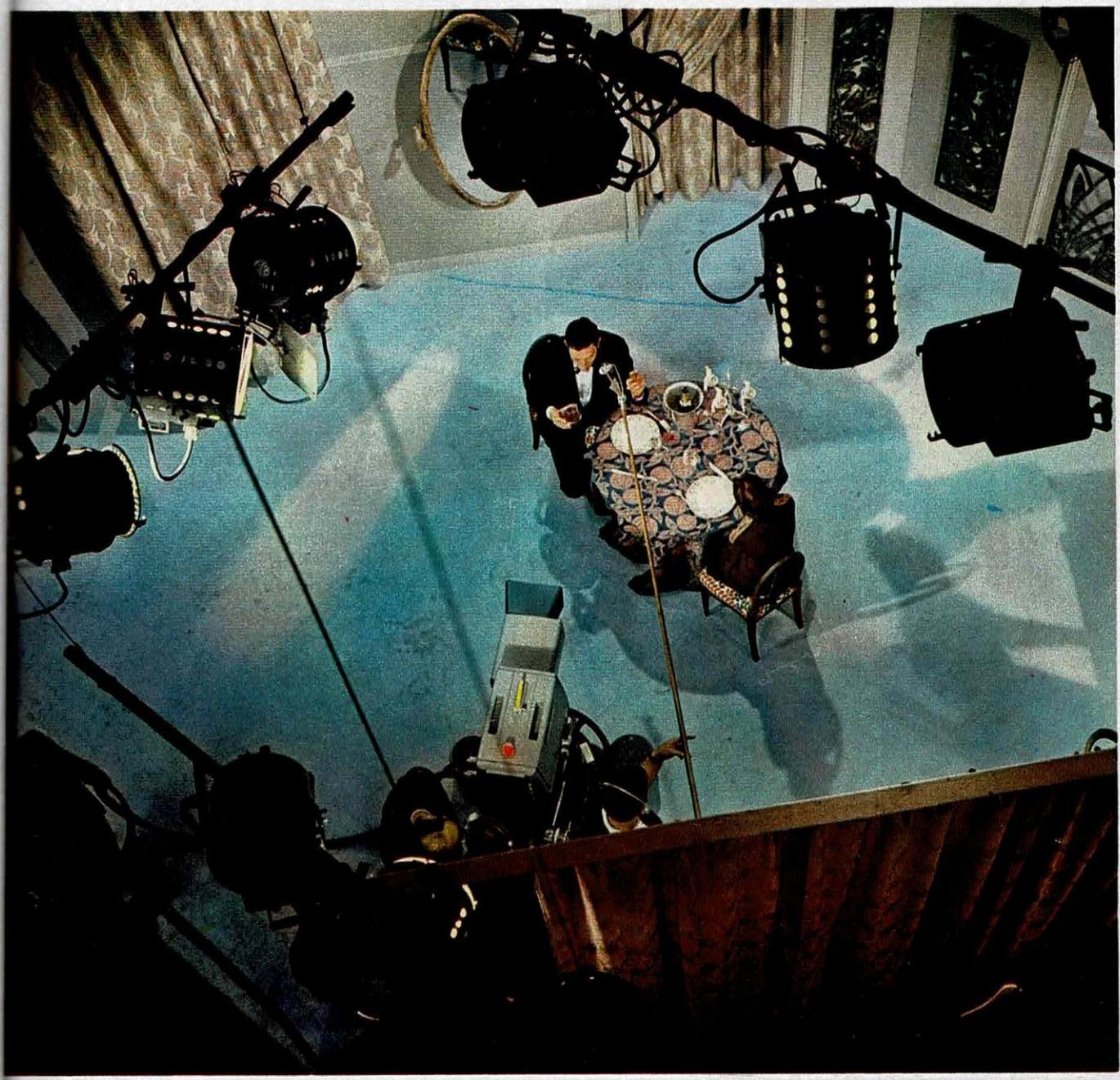
fauts. En agissant simultanément sur l'amplitude des trois signaux de couleur, l'opérateur peut compenser les erreurs d'étalonnage. En agissant séparément sur ces amplitudes, il peut corriger les dominantes dans les parties claires de l'image. En agissant sur les « niveaux de noir », il corrige les dominantes dans les parties sombres de l'image.



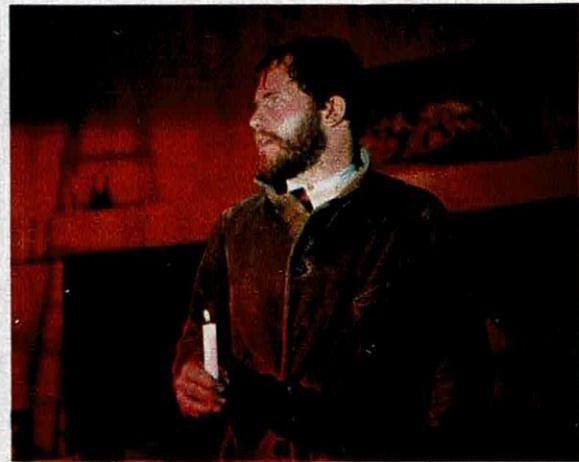
Nous avons vu que les films représentent la plus grosse partie des images en couleurs, mais ces films ont des origines très diverses. Il faut distinguer d'abord les films produits directement par l'ORTF (en 35 mm pour les productions les plus importantes, en 16 mm pour les autres) et les films réalisés en coproduction ou par des sociétés travaillant spécialement pour la télévision. Sur le plan du décor, du costume et de l'éclairage, ces films sont en général bien étudiés pour la télévision. Cependant, un film fait par l'ORTF utilisera une pellicule permettant de tirer deux ou trois copies de bonne qualité. Un film fait par un organisme extérieur, s'adressant à de nombreuses télévisions, devra pouvoir être tiré à de nombreux exemplaires, et être éventuellement projeté en salles. Ces impératifs sont souvent contradictoires et, finalement, on rencontre au télécinéma des pellicules très diverses et de qualité variable.

Enfin, il y a tous les films fabriqués par l'industrie du cinéma sans souci des impératifs propres de la télévision, avec des procédés fondamentalement différents suivant le lieu ou l'époque de la réalisation. On conçoit, dans ces conditions, les problèmes que posent l'exploitation des télécinémas et l'obtention d'une qualité à peu près constante. En fait, l'expérience montre qu'il faut visionner chaque film avant son passage à l'antenne pour mettre au point les corrections nécessaires et pour rejeter les films de qualité médiocre.

*Enregistrement magnétique des images :
A bobine débitrice ; B bobine réceptrice ;
C récepteur de contrôle ;
D oscilloscope de contrôle des signaux ;
E sélection du signal contrôlé ;
F entraînement de la bande ;
G tête d'enregistrement-lecture-effacement du son ; H tête d'enregistrement-lecture-image ; I tête d'effacement de l'image ;
J guide de la bande ;
K commande de fonctionnement ;
L prélection et visualisation du mode de fonctionnement (vitesse, marche avant ou arrière, etc.).*



Plongée sur un plateau de prise de vues montrant la disposition des projecteurs : éclairage d'ambiance et d'effet. (Voir page 71).



« L'Œuvre » d'après Emile Zola, réalisation : Pierre Cardinal. Ambiance violente et dramatique soulignée par un effet de lumière colorée (Voir page 71).

LA DIFFUSION DES PROGRAMMES COULEUR

LE MAGNÉTOSCOPE

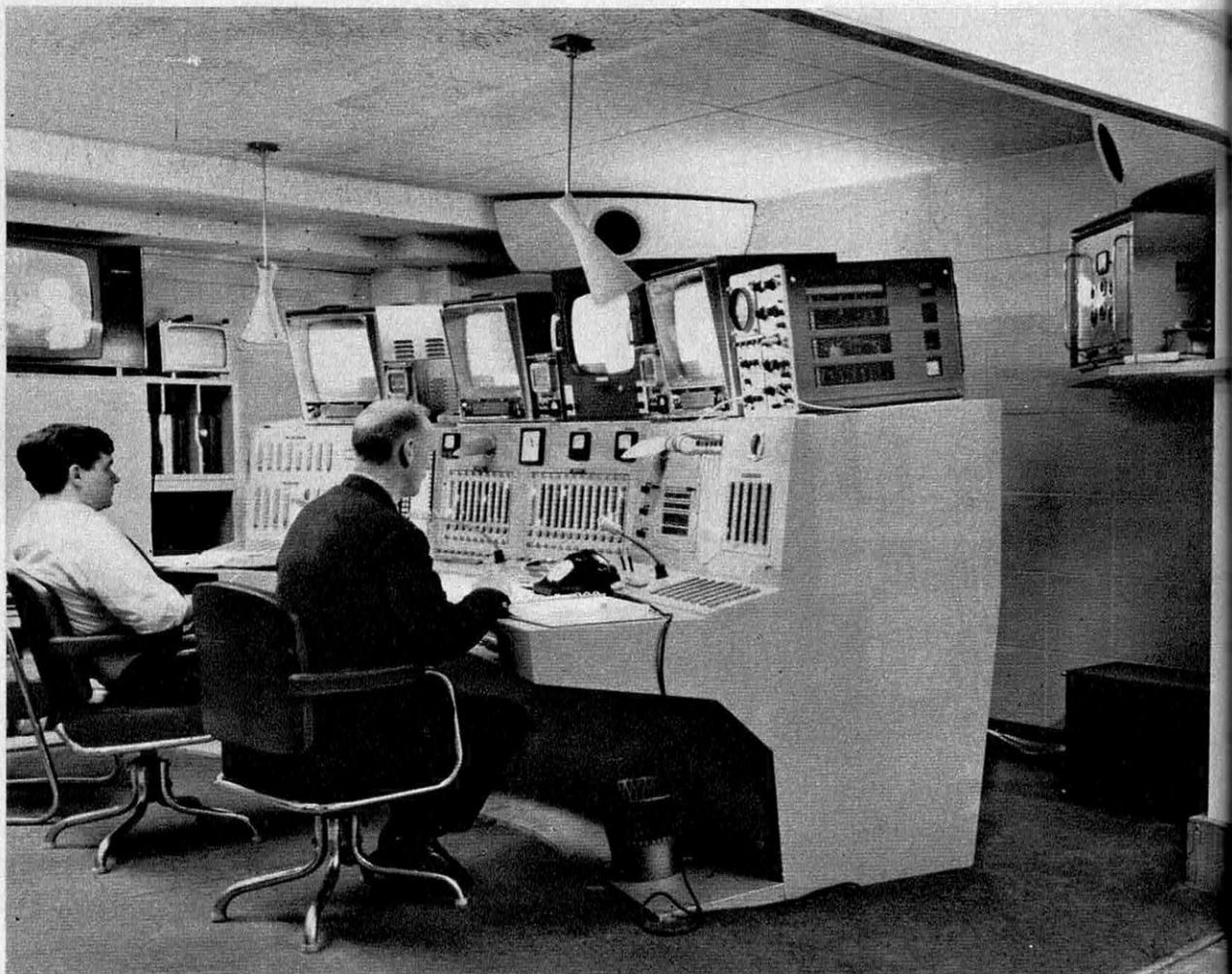
Le magnétoscope est la deuxième source de signaux enregistrés, mais ici l'enregistrement a été effectué sous forme de signaux électriques et non sous forme d'images. Très grossièrement, on peut dire que le magnétoscope est un magnétophone qui est susceptible d'enregistrer, non des signaux dans les fréquences sonores, mais des signaux de télévision.

Les principales difficultés rencontrées dans l'enregistrement magnétique des images sont les suivantes :

— Le signal télévision présente des fréquences beaucoup plus élevées que le signal sonore (10 MHz au lieu de 15 kHz). On peut

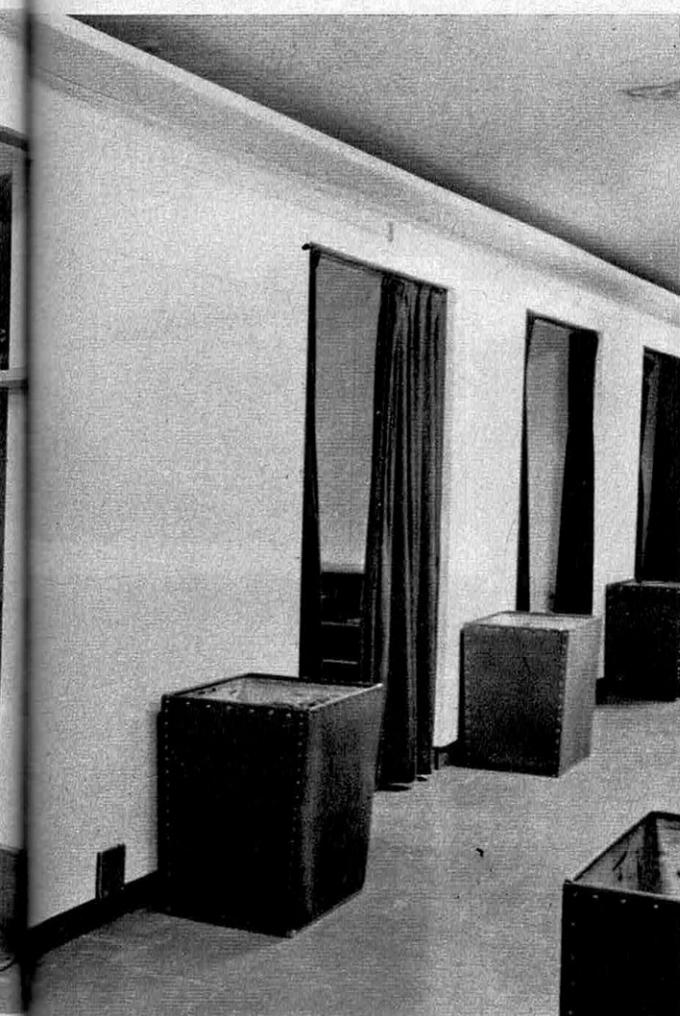
augmenter la fréquence maximale enregistrée en réduisant l'entrefer de la tête d'enregistrement et en augmentant la vitesse de défilement de la bande. Compte tenu de la technologie actuelle, il faut réaliser des vitesses de l'ordre de 50 m/s. Dans la pratique, on inscrit sur la bande non pas une seule piste longitudinale, mais des pistes transversales très serrées de façon à avoir, pour une même longueur de bande, une longueur de piste beaucoup plus grande.

— Le signal présente des fréquences très basses et même une composante continue. La bande magnétique ne restituant pas ces fréquences, on module le signal en fréquence pour le placer dans une bande allant de 1 à 5,75 MHz.



— Il est nécessaire de pousser les performances de l'enregistrement magnétique au maximum et on a donc créé pour cela des têtes et des bandes magnétiques améliorées. La pression de la tête sur la bande est également augmentée. Enfin sont prévues de nombreuses compensations électroniques des défauts de l'enregistrement magnétique.

Le signal télévision couleur, plus riche d'informations que le signal noir et blanc, est aussi plus sensible aux distorsions et il a fallu développer des corrections électroniques supplémentaires. Compte tenu de ces précautions, la qualité obtenue est excellente et la dégradation apportée, par rapport au direct, à peine sensible.



LE CENTRE NODAL

Dans un centre de télévision, le trafic ne se limite pas, bien entendu, à la lecture des programmes pour la régie finale. Il y a une multitude d'images et de sons qui voyagent: émissions réalisées en studio et destinées à être enregistrées, émissions lues par le télécinéma ou le magnétoscope pour être visionnées, séquences destinées à s'intégrer dans le programme d'un studio, échanges internationaux, émissions extérieures.

Toutes ces images, tous ces sons doivent être contrôlés et éventuellement corrigés lorsqu'ils parviennent de lieux très éloignés. En outre, il faut envoyer la bonne modulation vers son ou ses utilisateurs. Il faut donc prévoir de nombreuses possibilités de commutation. Commuter une source d'une direction sur une autre est une opération assez compliquée, car outre l'image, il faut commuter en même temps le son, un réseau d'ordres, une ligne téléphonique et, éventuellement une liaison retour vers l'origine de l'image et du son. Toutes ces opérations d'aiguillage sont réalisées au centre nodal qui est, en quelque sorte, le cerveau du centre de télévision. Autrefois, ces commutations étaient manuelles. Elles sont maintenant automatiques, à partir de claviers qui télécommandent des relais, un peu à la manière d'un téléphone automatique.

Le centre nodal ne se contente pas de distribuer les modulations aux différents utilisateurs. Il distribue également les signaux de synchronisation qui sont indispensables au fonctionnement de tous les équipements. Enfin, il distribue des mires, c'est-à-dire des images ou des signaux tests qui permettent de contrôler le bon fonctionnement de l'ensemble du matériel couleur. Ces mires ont une très grande importance à la fois pour le réglage des matériels professionnels de l'O.R.T.F. et pour le réglage des récepteurs du commerce.

J. BOUILLON

Les modulations en cours de lecture ou d'enregistrement sur magnétoscopes convergent sur le pupitre d'un poste central. Sur la droite, les cellules abritant les machines.



*Eclairage correct :
le visage de la speakerine
se détache
avec netteté et vie;*

*rappor t équilibré entre
les effets de lumière et la
lumière d'ambiance.*

*Eclairage incorrect :
éclairage valable pour
effet photo*

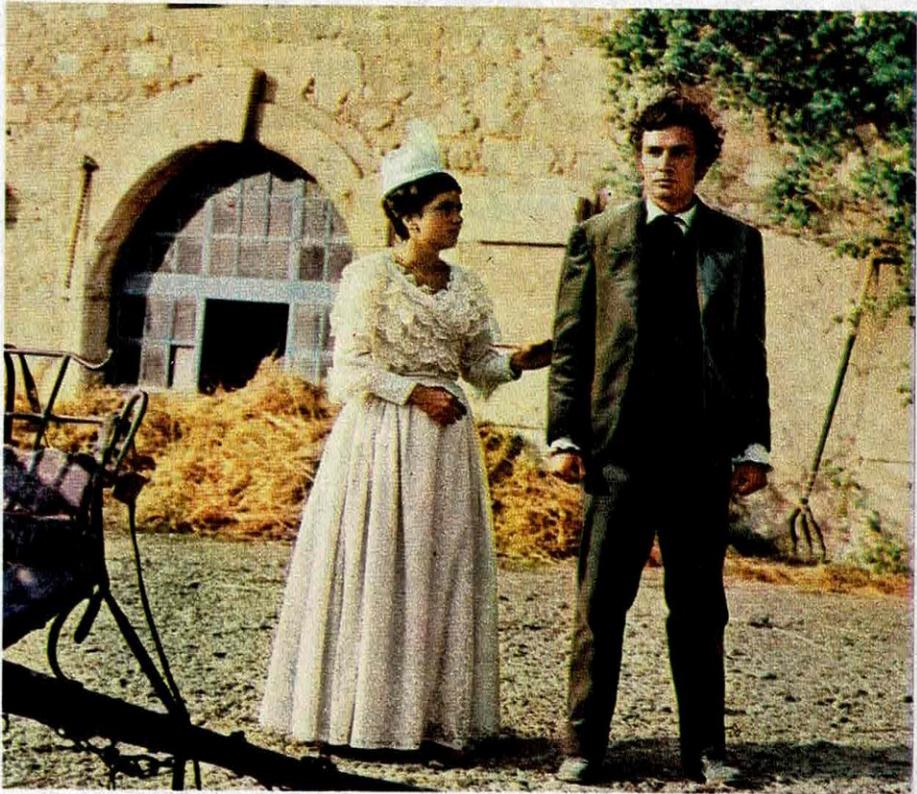
*mais donnant une
traduction insuffisante
au travers de la caméra;
disproportion entre
éclairage d'effet
et lumière d'ambiance.*



LA TECHNIQUE DU SPECTACLE EN COULEURS

► Disposés sur la maquette d'un décor en cours de réalisation, on voit ici quelques extraits de la charte des couleurs. Elle permet de comparer les valeurs des couleurs choisies par rapport à l'échelle des gris de la télévision en noir et blanc. (Voir page 75)

« L'Arlésienne » de Bizet. ►
Réalisation :
Pierre Badel.
Cette dramatique nous offre des exemples de prise de vues en décors naturels et éclairage de jour : en haut, avec éclairage homogène, en plein soleil ; en bas, avec des zones d'ombres provenant du feuillage; dans ce dernier cas, la luminance moyenne de l'image reste convenable. (Voir page 78)



LA TECHNIQUE DU SPECTACLE EN COULEURS

La réalisation d'une production de télévision couleur présente beaucoup d'analogies avec la technique du noir et blanc. Si on considère la structure d'ensemble d'un plateau de prise de vues (vidéo ou film) et le mode opérationnel (évolution des caméras, méthode de prise de son, structure des décors, mise en place des projecteurs...), les procédés sont apparemment les mêmes. Une caméra de cinéma (d'amateur ou de professionnel) peut servir à la fois pour le noir et blanc et pour la couleur.

L'image noir et blanc nous apporte des informations satisfaisantes ; elle donne en effet une reproduction fidèle des formes, du dessin des personnages et du décor. Cependant, la réalité n'est pas traduite en « noir et blanc », mais nous apparaît en fait par l'intermédiaire d'une gamme de gris, s'échelonnant du noir le plus profond jusqu'au blanc le plus blanc. Grâce aux « effets de lumière » suppléant l'absence de couleur,

l'image noir et blanc peut faire ressortir le caractère d'une scène et traduire, par exemple, la joie, la gaieté ou la terreur. Enfin, grâce à ces mêmes effets de lumière, l'idée de relief, de perspective, est parfaitement rendue à travers l'objectif de la caméra.

Notons que, déjà, en télévision noir et blanc, les décors utilisés sont toujours colorés, et cela pour deux raisons :

— pour un acteur, il est plus facile de jouer dans un décor réel ;

— la perspective apparente de l'image noir et blanc dépend des couleurs du décor et de leurs nuances, qui déterminent des gris plus ou moins denses, les volumes se trouvant ainsi détachés les uns par rapport aux autres. C'est un des aspects de la compatibilité d'une émission de télévision en couleur, à savoir qu'une image couleur doit pouvoir être reçue dans de bonnes conditions sur un poste ordinaire noir et blanc. Sur le plateau de prise de vues, deux éléments de décor placés côté à côté peuvent être d'une couleur différente, mais s'ils possèdent le même pouvoir de réflectance (la même luminance pour une lumière incidente identique), ils se traduiront par le même gris sur le téléviseur noir et blanc.

Il est évident que l'image couleur apporte plus de vie et de vérité. Les volumes ne sont plus seulement soulignés par des ombres et des nuances de gris ; les surfaces colorées apportent un langage plus réel, plus vivant et plus direct.

Dans l'état actuel de la technique, l'image couleur n'est pas, au sens de la « définition », plus nette que l'image noir et blanc ; cependant elle apporte une plus grande clarté, parce qu'elle répartit fonctionnellement les objets et les personnages dans l'espace, avec une précision plus frappante. La retransmission en couleur d'un match de football en est un exemple typique.

Mais gardons nous de conclure que l'image en couleur traduit la réalité totale, telle que nous la voyons dans la vie courante. Si, dans la réalité, nous sommes libres de fixer notre attention sur tel ou tel détail, détail qui devient alors pour nous « centre d'intérêt », au cinéma et en télévision, le réalisateur a braqué sa caméra suivant un angle très précis, et il nous impose, sous forme

d'images, sa vision du monde, son « centre d'intérêt », et les valeurs relatives des autres éléments.

En télévision couleur, suffit-il d'un décor harmonieusement coloré, au sens pictural, et d'une caméra correctement réglée pour obtenir une bonne image ? Comme dans toute technique audiovisuelle, il faut d'abord connaître les caractéristiques de l'outil et ses limites pour l'utiliser avec profit. Ainsi, pour la prise de son, il y a une grande différence entre l'audition directe et la perspective sonore telle que nous la restitue une chaîne radiophonique. Les musiciens reprochent aux procédés d'enregistrement sonore de limiter la gamme des nuances musicales. Mais lorsque nous écoutons un disque chez nous, il n'est pas nécessaire de retrouver toute l'étendue sonore d'une salle de concert : il y a adaptation au milieu d'écoute, il y a transposition.

De même, pour la couleur, nos yeux apprécient une gamme de luminance bien plus large que celle admissible sur l'émulsion photographique. Avant la télévision couleur, ces problèmes se sont posés aux techniciens du cinéma, à la différence près que la chaîne électronique introduit des contraintes supplémentaires pour la restitution correcte d'une image.

FIDÉLITÉ DE LA REPRODUCTION COULEUR

Considérons une image couleur cadrée par la caméra à un moment donné. Nous pouvons raisonner en premier lieu sur une surface élémentaire colorée et voir dans quelle mesure les caractéristiques premières d'une couleur nous sont transmises à travers la chaîne de télévision. A savoir : la teinte ou coloris, l'intensité de perception ou luminance, le facteur de pureté ou degré de saturation de la couleur. Puis, nous considérons l'ensemble de l'image, c'est-à-dire une composition d'éléments colorés qui définissent les contours, les volumes, la perspective et l'ambiance de la scène.

Reproduction des teintes

La télévision peut-elle traduire exactement la teinte des objets, c'est-à-dire nous donner

des couleurs « vraies » ? Pour répondre à cette question, suivons le cheminement d'une image depuis le studio jusqu'au poste du téléspectateur.

Plateau de prises de vues.

Prenons un exemple très simple : une chanteuse aux cheveux blonds placée devant un fond bleu uni. Ce sont des teintes naturelles. Quels sont les éléments qui peuvent changer les caractéristiques de ces couleurs ?

En premier lieu vient *l'éclairage*. Alors que, pour la télévision en noir et blanc, seule l'intensité de la lumière joue un rôle important, pour la couleur il convient en plus de tenir compte de la composition spectrale de la lumière qui éclaire la scène, à savoir sa « température de couleur ».

Si l'on perçoit en tant que « blanches » de nombreuses couleurs de la lumière, le film couleur et la télévision couleur sont très sensibles aux différences subtiles existant entre les diverses lumières blanches. Si nous prenons des photos en couleur à différentes heures de la journée, le rendu des couleurs varie. Au coucher du soleil, les visages et les surfaces éclairées paraissent rouges : la température de couleur de la lumière a baissé jusqu'à dépasser la gamme pour laquelle le film est équilibré. De même, il est nécessaire que la température de couleur des projecteurs du studio corresponde aux réglages électroniques des caméras, sinon, dans le cas de la chanteuse, les teintes du visage, des cheveux et du fond seront altérées.

Nous employons principalement dans nos studios des lampes à filament de tungstène pour les projecteurs à effet, et des lampes à vapeur d'iode pour l'éclairage d'ambiance. Leur température de couleur est de l'ordre de 3 200° Kelvin (voir photo page 65).

Dans un autre ordre d'idées, on utilise rarement une lumière colorée artificiellement, par exemple en disposant un cache coloré devant un projecteur pour créer une tache de couleur. En effet, cet éclairage risque d'interférer avec les teintes naturelles, et surtout sur la carnation des visages. Mais Pierre Cardinal, pour sa dramatique « L'Œuvre », a fait usage de lumières de ce type, faisant de la couleur un élément « dramatique ». Il ne s'agit plus ici de réalisme mais

LA TECHNIQUE DU SPECTACLE EN COULEURS

d'« écriture en couleur » (voir photo page 65).

J. C. Avery, dans une des séquences du « show » Maurice Chevalier, a fait évoluer sa chanteuse Dihann Caroll devant toute une rangée de projecteurs masqués par des caches colorés, projecteurs visibles à l'image.

La composition du décor joue également un rôle. Dans l'exemple choisi, nous avons placé derrière la chanteuse un fond uni. Si cet élément de décor ou même un détail vestimentaire du personnage est d'une couleur trop vive et d'une surface trop importante, il réagira sur le visage et donnera des reflets dangereux aux cheveux. Pour supprimer cette déformation il conviendra de doser la valeur de la teinte du décor de fond et son éclairement, ou bien d'éloigner le personnage du décor.

Chaine de transmission électronique.

Si la chaîne est correctement équilibrée, tous les coloris peuvent pratiquement être reproduits sans altération, s'ils se trouvent à l'intérieur du triangle des couleurs défini par les points représentatifs des trois primaires. L'analyse trichrome de l'image optique se fait dans la caméra de prise de vues. A la sortie, les trois modulations correspondant aux trois couleurs primaires peuvent être équilibrées à volonté électroniquement avant d'être codées pour la transmission.

Avant chaque prise de vues, les voies électroniques sont soigneusement alignées sur la base de mires de réglage. S'il se produit un déréglage par suite d'un défaut électronique, cet incident se traduira par une altération de la teinte et de la valeur des couleurs.

Réciproquement, il est facile d'agir indépendamment soit sur le niveau du noir, soit sur le niveau d'amplification, soit sur le gamma (facteur de contraste) d'une des trois voies des primaires et de créer de la sorte un effet de mise en scène. Par exemple, une caméra donne l'image réelle d'un danseur ; une ou plusieurs autres caméras découpent l'ombre de ce danseur autour de lui par mélange électronique ; il est facile de colorer ces ombres par ce procédé.

Parfois, notamment dans le cas de la lecture d'un film sur un télécinéma, il est possible de corriger ainsi électroniquement cer-



Dessin animé : Kiri le Clown.

Réalisation :

Jean Image.

Les deux sujets du premier plan sont traduits en teintes pures jouant sur des tons neutres de valeurs différentes.

En arrière-plan, les pouponnes sur gradins sont traitées en tons rabattus se détachant sur fond plus foncé.



Au contraire, si la toile de fond est trop richement décorée, elle risque d'entrer en conflit avec le personnage placé au premier plan.
C'est le cas sur le document ci-contre.
(Voir page 72)

LA TECHNIQUE DU SPECTACLE EN COULEURS

tains défauts : dominantes verte ou magenta par exemple.

Réception.

Le récepteur est également un organe essentiel pour la bonne reproduction des couleurs. Son réglage électronique est particulièrement délicat et ne peut être effectué complètement que par un spécialiste. La fiabilité et la stabilité de fonctionnement du matériel conditionnent la validité de ses réglages. De plus, les conditions requises pour une bonne vision des couleurs sont plus strictes qu'en noir et blanc.

De jour, le téléspectateur voit les programmes à la lumière ambiante (température de couleur élevée, de 6 000 à 11 000° K), et de nuit avec un éclairage au tungstène (3 000° K). Dans la nature, l'œil s'adapte à ces deux types d'éclairage, mais les couleurs des programmes de télévision nous paraîtront différentes si nous regardons l'écran dans ces deux conditions. Pour garder une bonne vision des couleurs, il est nécessaire de placer le récepteur dans une obscurité relativement poussée.

Perception subjective des couleurs.

Si la couleur est une information physique, elle donne aussi une vision subjective du monde. Un gazon est plus ou moins vert, un ciel plus ou moins bleu suivant le temps, l'heure de la journée, la période de l'année... Peut-on dire que l'une de ces teintes est vraie et les autres fausses ?

En fait, la couleur est une impression, une sensation. L'univers coloré des peintres nous en apporte la preuve. Une couleur ne prend sa valeur que par rapport aux teintes avoisinantes : impressionnistes et pointillistes placent une tache bleue à côté d'une touche jaune pour traduire, avec le recul, une sensation de vert. Pour un peintre, l'ombre sera toujours colorée et le blanc et le noir n'existent pas dans la nature.

Bien sûr, il est des domaines où l'on ne peut supporter de trop grandes déformations des couleurs. Ainsi en est-il de la carnation. Alors qu'il n'est pas possible, pour le téléspectateur, de savoir la teinte exacte d'un décor ou d'un accessoire et de juger ainsi de la fidélité de leur traduction, la teinte de la peau, elle, doit être respectée. A cet effet,

en télévision couleur, la maquillage est beaucoup plus discret que pour le noir et blanc. C'est généralement sur la teinte des visages qu'on procède aux quelques réglages complémentaires des voies électroniques des télécinémas couleur et aussi des voies des caméras, lorsqu'il y a lieu de corriger des défauts trop apparents, tels qu'une dominante colorée.

Certains objets doivent être reproduits fidèlement, dans le cas de la publicité, par exemple. Il faut que le produit que l'on veut mettre en valeur soit facilement reconnaissable, identifiable au premier coup d'œil par le consommateur, donc que sa couleur ne soit pas altérée.

Par ailleurs, il est prouvé que même des observateurs doués d'une vision normale des couleurs ont des écarts de perception de 18 et de 30 % en ce qui concerne les primaires rouge et bleu. De telles différences impliqueraient de mettre à la disposition de chaque téléspectateur une commande variable de la couleur sur son récepteur.

Luminance des surfaces colorées

Considérons un élément de décor d'une couleur donnée : il est éclairé par une ou plusieurs sources lumineuses. Cet éclairage est caractérisé d'une part par son intensité, exprimée en lux, d'autre part par la caractéristique spectrale de la source lumineuse, ou plus simplement sa température de couleur.

Cet élément de décor réfléchit plus ou moins la lumière suivant la réflectance du matériau qui le constitue. Un morceau de velours noir, par exemple, a une réflectance de l'ordre de 1,5 % ; le visage humain, de 20 à 30 % ; une peinture de blanc de magnésie de 95 %. La quantité de lumière réfléchie s'exprime par la luminance, qui caractérise donc l'intensité de la perception que l'on a de cette surface colorée.

Une des difficultés majeures pour la télévision couleur est précisément de transmettre de grands écarts de contraste de luminance, c'est-à-dire de donner une information correcte à la fois pour des plages très sombres et pour des éléments très éclairés d'une même scène.

Déjà, pour la prise de vues en noir et blanc, les caméras vidéo admettent un contraste limité de 1 à 40. Pour les caméras couleurs avec tube Plumbicon, le contraste admis est de 1 à 25 environ.

Si on veut restituer en couleur des éléments trop sombres, il faut relever le niveau moyen de la luminance de la scène ; cela se fera au détriment des parties très claires, qui seront ainsi « écrétées », défaut se traduisant par un virage et un trainage coloré.

Inversement, une trop forte luminance peut être compensée par la fermeture du diaphragme, mais celle-ci entraîne un décalage des valeurs pour l'ensemble des luminances des différents éléments de la scène, notamment un assombrissement des visages, et toutes les parties sombres du décor seront complètement noires.

De même, l'image en couleur d'une scène trop contrastée est d'une apparence dure et heurtée, donc désagréable.

Une fois de plus, le parallèle s'impose avec la technique de la prise de son ; la dynamique de la modulation au cours d'un enregistrement ou d'une transmission sonore doit être soigneusement limitée entre un niveau suffisamment élevé pour se détacher du bruit de fond (nuances les plus faibles admissibles) et un niveau supérieur à ne pas dépasser pour éviter les déformations de la qualité sonore (distorsions). C'est pourquoi, sur un plateau de télévision couleur, on est amené à limiter strictement les contrastes de luminance pour les caméras vidéo dans une marge de 1 à 25.

Avec un luminance-mètre, on peut mesurer directement les écarts de luminance provenant des différents points du décor, afin d'effectuer des corrections en agissant sur l'intensité de la lumière. Ce procédé n'est pas très commode, et il n'est pas toujours facile d'être maître de la quantité de lumière qui éclaire une surface précise du décor.

On peut également agir sur la réflectance des matériaux, mais c'est encore plus compliqué, une fois le décor terminé. Signalons l'existence des bombes à « mater » qui permettent d'atténuer la brillance du reflet sur un objet. Ce procédé ne pourrait être utilisé

que pour des éléments de petite dimension, par exemple des instruments de cuivre trop brillants.

Pour régler les contrastes, on dispose d'un choix limité de caractéristiques des matériaux colorés. C'est au stade de la composition de la maquette des coloris d'un décor que l'artiste se limite a priori dans une gamme de réflectances cataloguées dans une « charte des couleurs », mise à la disposition du décorateur (voir photo page 68).

Cette charte des couleurs fournit les indications suivantes :

— limites de réflectance dans le clair et le sombre à ne pas dépasser pour chaque teinte ;

— référence à l'échelle des gris qui donne une idée de l'image compatible noir et blanc.

De plus, cette sorte de « codification des couleurs » (40 teintes, 10 échelons de réflectance par teinte) simplifie le travail du décorateur et des peintres.

Pour respecter facilement la gamme des contrastes admissibles, on convient en général de limiter le choix des couleurs à des matériaux ayant une réflectance maximale de 60 % pour les éléments de décor les plus clairs, et minimale de 3 % pour les éléments de décor les plus sombres.

Cette règle des contrastes s'applique également pour le choix des costumes : il est conseillé aux présentateurs de ne pas porter un costume trop sombre avec une chemise très blanche, par exemple.

Le réglage des contrastes se fait aussi par l'éclairage. On ne se contente pas en général d'éclairer un décor avec une lumière d'ambiance, sinon on obtiendrait une image sans relief et manquant de vie, bien que la couleur compense en partie ce défaut par comparaison avec le noir et blanc. Ce qui n'empêche qu'en télévision couleur l'éclairage doit apporter un certain complément de relief et de vie, notamment par un éclairage d'effet qui rehausse le centre d'intérêt : le sujet principal. Le rapport entre la somme de la lumière d'effet et de la lumière d'ambiance par rapport à la lumière d'ambiance doit être compris entre 1 et 2.

Les prises de vues en extérieur par un ciel dégagé donnent en général d'excellentes

LA TECHNIQUE DU SPECTACLE EN COULEURS



*Dramatique : la Guerre de Troie.
Une stylisation heureuse du décor délimite
une perspective simple,
claire, axée vers les personnages
sans aucune surcharge.*

*Dramatique :
Antoine et Cléopâtre.
Réalisation : Jean Prat.
L'apparente richesse de l'intérieur
du palais
rivalise
avec les personnages actifs.*



*Variétés : l'Histoire d'Anna.
Réalisation : Koralnik.
Malgré sa richesse architecturale
le décor de cette scène
ne nuit en aucune façon
au centre d'intérêt;
grâce à cette prise de vues par
un jour de pluie,
le groupe des danseurs
ressort parfaitement sur la teinte
neutre de la toile de fond.*



LA TECHNIQUE DU SPECTACLE EN COULEURS

images à condition de ne pas cadrer dans la même image des zones ensoleillées et des zones d'ombre (page 69). Le film « Aventure en Mer Rouge », documentaire de L. Weiss, diffusé le 28 octobre dernier, a été particulièrement remarquable à ce sujet.

Les effets des scènes de nuit sont difficiles à traduire en images colorées.

Les scènes qui se situent dans des zones ombragées demandent une attention particulière de la part du directeur de la photographie pour obtenir une luminance suffisante dans toutes les parties de l'image sans contrastes excessifs (voir photo page 69).

Facteur de pureté de la couleur

On parle couramment de couleurs vives, couleurs pastels, couleurs délavées ou couleurs rabattues. Les peintres disent couleur « tube » pour une couleur pure. Le physicien, en colorimétrie, emploie le terme de « couleur saturée ». Si on mélange du blanc à cette couleur saturée, elle devient de plus en plus « lavée ».

En agissant électroniquement sur les rapports de luminance à chrominance, on peut donc faire varier la saturation des couleurs. La prise de vues avec une caméra électronique a plutôt tendance à accentuer la saturation. La lecture d'un film sur un télécinéma couleur présente plutôt la tendance inverse.

Est-il souhaitable d'utiliser des couleurs très vives ? L'expérience prouve que leur traduction devient rapidement exagérée et trop brutale, surtout lorsqu'il s'agit de tissus ou de costumes.

Les couleurs trop saturées provoquent également des reflets gênants sur les visages des acteurs. Mais utilisées avec beaucoup de tact, elles peuvent être du meilleur effet. « Paris couleurs » et « Structures », sont deux documentaires pour lesquels R. Benamou a employé les couleurs saturées avec succès.

Souvent, une légère saturation des couleurs apporte un élément vivifiant. Ainsi G. Decaunes, commentant sur l'antenne le document qu'il a réalisé lors de son expérience de naufragé volontaire a dit : « Ces

images sont bien plus belles que la réalité que j'ai vue »...

L'utilisation des tons pastels facilite une traduction très nuancée des couleurs, avec une certaine finesse, sans poser de problèmes difficiles en ce qui concerne les contrastes excessifs. De plus, l'éclairage d'un décor avec des tons pastels est plus facile parce qu'ils créent une réflectance très homogène de la lumière qu'il suffit de compléter avec quelques effets de relief. Les décors et costumes des XVII et XVIII^e siècles sont facilement traduits par ce procédé.

Iglesis a utilisé cette technique dans « Les Plaideurs » pour la réalisation de la première dramatique couleur enregistrée sur magnétoscope au studio d'Issy-les-Moulineaux.

Les décors sombres, avec des couleurs profondes même si elles sont rabattues (c'est-à-dire peu saturées), sont difficiles à éclairer parce qu'ils exigent une intensité de lumière plus élevée, qui réagit sur le moindre détail clair et crée ainsi un effet de contraste inadmissible. De plus, la luminance moyenne de l'image avec de nombreux détails sombres est faible. Exemple : la 1^{re} séquence de « Bajazet », diffusé le 10 novembre.

D'une façon générale, les dessins animés ou poupées animées sont toujours d'un heureux effet de couleur en télévision parce qu'il est facile pour le dessinateur de se conformer à toutes ces recommandations lors du dessin de la maquette (voir photo pages 72-73).

PERSPECTIVE APPARENTE DES IMAGES

Jusqu'à présent, nous avons considéré la fidélité de reproduction de la couleur en nous limitant à une surface élémentaire ou à une juxtaposition de surfaces élémentaires.

En réalité, une image de télévision est, comme un tableau, une composition de taches colorées qui définissent le dessin, les volumes, la perspective et l'ambiance de la scène.

Les mêmes principes de composition guident peintres et metteurs en scène. Mais, pour la caméra, le choix de l'objectif et de l'ouverture du diaphragme délimitent la pro-

fondeur de champ. Cette donnée apparemment purement technique détermine en fait la perspective de la scène en mettant en relief le centre d'intérêt de l'image.

Le réalisateur cadre chaque image autour d'un « point chaud », le sujet principal, pouvant être un personnage ou un objet, suivant l'importance que prend cet élément dans le récit. Il répartit plus ou moins en profondeur les autres éléments, personnages, accessoires, décors, avec des effets de lumière pour faire converger la composition de l'image vers ce « point chaud ».

La couleur apporte à cette composition une nouvelle dimension. Suivant la teinte et la nuance de la couleur, la perspective apparente change. Une couleur claire donne un effet de lumière et apparaît au premier plan ; une tache rouge vif accroche l'œil et détache l'objet en avant. Des taches très sombres créent une sensation de profondeur et creusent un trou dans l'image. Cet échelonnement des valeurs des couleurs doit s'harmoniser avec la perspective réelle du tableau et non pas la contrarier.

Dans le même esprit, si nous utilisons une toile de fond très chargée de détails colorés, cette dernière disperse l'attention et crée un élément d'attraction qui nuit à la perception du centre d'intérêt (voir photo page 77). Cette remarque s'applique à tout décor trop richement composé. La couleur lui donne certainement une intensité de vie plus grande, mais il devient rapidement un personnage en lui-même. Cet effet peut être voulu par le réalisateur, mais dans quelle mesure le dialogue peut-il s'établir entre le personnage réel au premier plan et ce décor vivifié ? Suivant qu'il s'agisse d'un spectacle de variétés, de danse ou d'une dramatique, il convient de résoudre différemment ce problème (voir photos pages 76, 77 et 80).

Le format réduit de l'écran du récepteur de télévision impose des servitudes particulières. L'image en noir et blanc peut déjà difficilement traduire une information à base d'éléments multiples compris dans un cadre d'ambiance très large. Rappelons à titre d'exemple, la difficulté de la prise de vues pour une exécution symphonique par un grand orchestre.

Dans un crescendo, la musique exprime force et puissance : il semble logique de

reculer la caméra pour montrer l'ensemble de l'orchestre. En réalité, en agissant ainsi, on obtient l'effet inverse : au fur et à mesure que la caméra recule, la vision des instrumentistes diminue et ils deviennent des points minuscules alors que la musique prend toute son ampleur.

On peut résoudre le problème en plaçant une ou deux caméras sur travelling, et en déplaçant dans un même plan rapproché cette caméra devant un groupe d'instrumentistes. L'idée de multitude est exprimée, tout en conservant un rapport équilibré entre l'intensité du son et la présence de l'image des instrumentistes.

La télévision a comme limite le cadre des récepteurs. Vouloir inscrire dans ce petit rectangle trop d'informations, c'est nécessairement choisir un angle de vue trop élargi. La caméra couleur, plus encore que la caméra en noir et blanc, ne peut traduire avec netteté une image trop « riche » d'éléments d'information.

Citons encore un exemple : pourquoi la pendule de la télévision est-elle différente des autres pendules, qui sont encerclées, fermées ? Pour la première fois, une pendule n'a pas de cadre, son décor est intemporel ; c'est un éclatement qui brise la servitude d'un élément fini : sa simplicité apparente enrichit en réalité son espace.

Enfin, l'image en couleur étant en elle-même plus riche que l'image noir et blanc, non seulement elle supporte, mais elle demande d'être regardée plus longtemps. Alors que, pour le noir et blanc, le montage et la succession plus ou moins rapide des différents plans et angles de vues sont des éléments indispensables de rythme, la vision en couleur demande plutôt une écriture plus lente. D'ailleurs, en télévision couleur, il est souvent difficile d'enchaîner des angles de vues différents d'une même scène, surtout si l'éclairage n'est pas parfaitement homogène. Il est préférable de se limiter à un nombre de caméras moins élevé et à un montage moins serré.

En conclusion, simplicité, clarté, perspective et rythme nettement définis pour converger vers un centre d'intérêt, tels sont les éléments d'une image traduite avec bonheur en télévision couleur.

José BERNHART



*Le Croupier Amoureux. Amont tour. Réalisations : J.C. Averty.
Simplicité et franchise des décors; perspectives bien définies
des masses colorées et des lignes de fuite; mise en valeur des personnages; choix
d'une gamme de couleurs claires donnant impression de vie et de fraîcheur.*

PRODUCTION DE FILMS EN COULEUR

CENTRE FRANCŒUR

1 STUDIO
DE 800 M²
MONTAGE DES
FILMS
PRODUCTION

CENTRE DE LA RUE DU FIEF

4 STUDIOS
800 M²

COGNACQ-JAY BROSSOLETTE

LABORATOIRE
16 mm
NOIR ET BLANC
ET COULEUR
70 PERSONNES
MONTAGE
60 PERSONNES
MIXAGE
20 PERSONNES
CINÉMATHÈQUE

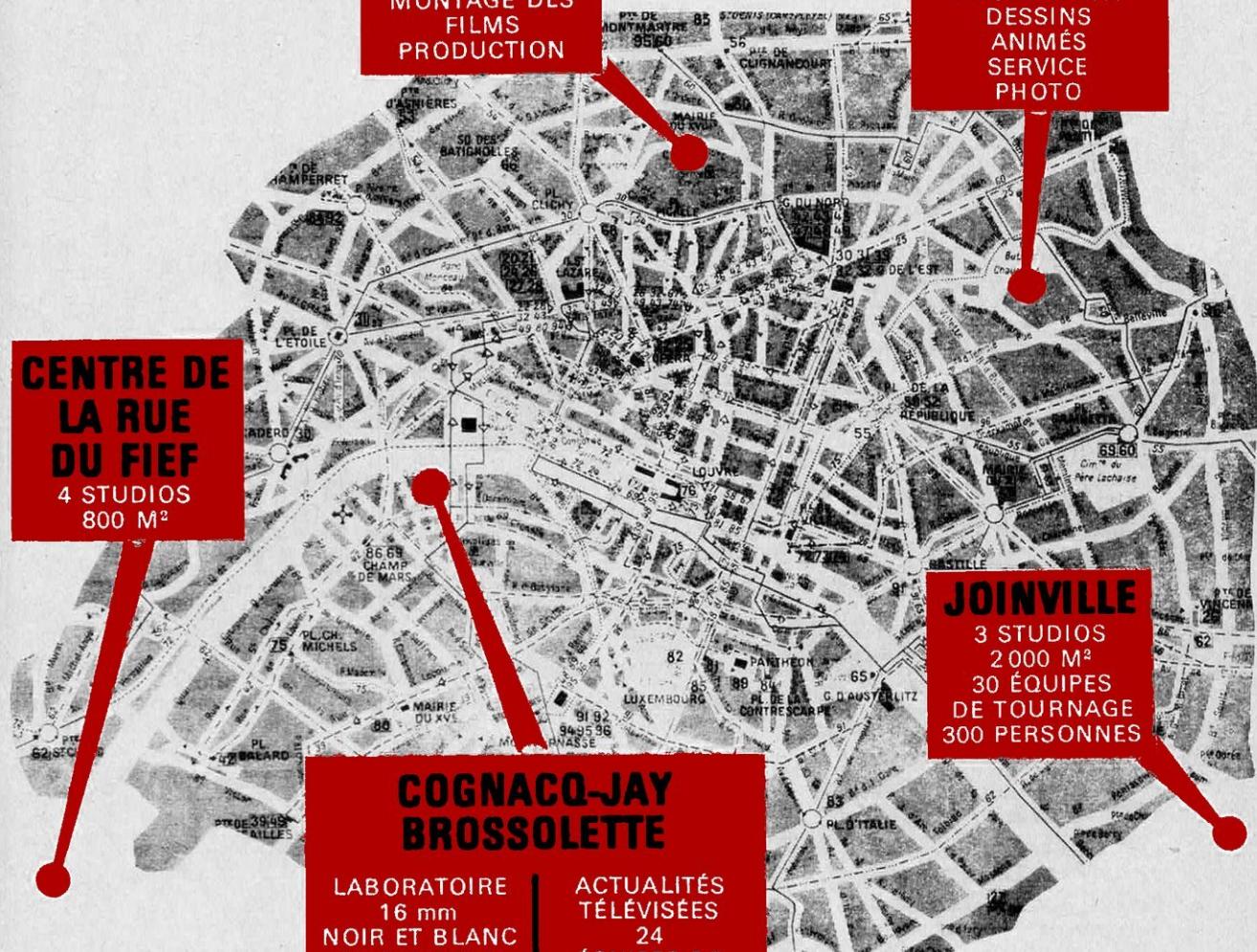
ACTUALITÉS
TÉLÉVISÉES
24
ÉQUIPES DE
TOURNAGE
MONTAGE
20 PERSONNES
TÉLÉCINÉMAS
NOIR ET BLANC
ET COULEUR

CENTRE DES BUTTES-CHAUMONT

MONTAGE DES
FILMS
PRODUCTION
DESSINS
ANIMÉS
SERVICE
PHOTO

JOINVILLE

3 STUDIOS
2000 M²
30 ÉQUIPES
DE TOURNAGE
300 PERSONNES

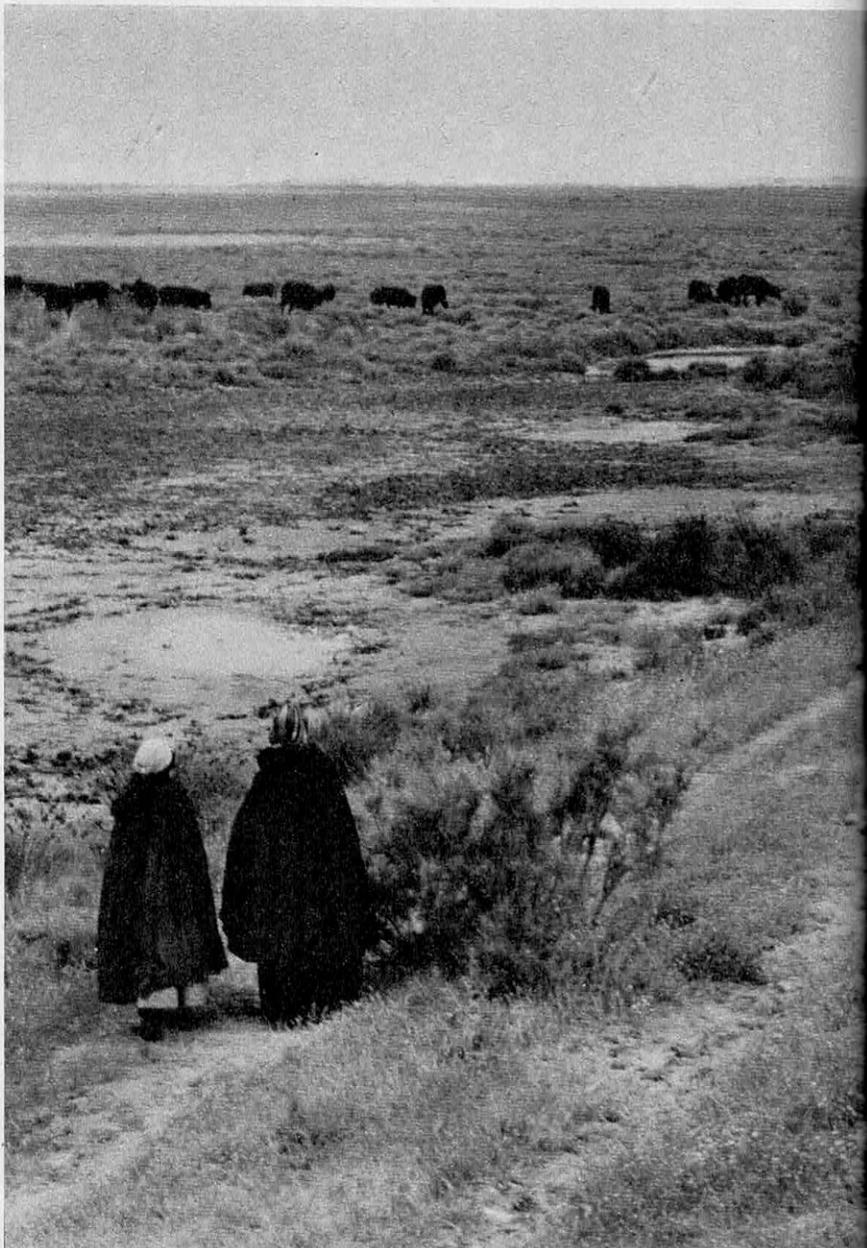


PRISES DE VUES

Deux ensembles de moyens concourent à la réalisation d'émissions filmées à l'O.R.T.F. Le premier concerne les émissions de la Production (dramatiques, variétés, documentaires, films pour la jeunesse, etc.), le second concerne les émissions de l'Actualité Télévisée.

Le siège des équipes de prise de vues Production est à Joinville. 370 personnes y assurent la mise en œuvre de 30 équipes de tournage ainsi que l'exploitation de trois grands plateaux de cinéma, représentant environ 2 000 m² de surface. Les tournages sont réalisés de façon conventionnelle en 35 mm pour la réalisation des grands films. Mais le plus grand nombre des tournages est assuré en 16 mm et utilise un matériel léger mis au point par l'Office tant en ce qui concerne la prise de vues que la prise de son. C'est ainsi que des tournages sonores peuvent être réalisés au moyen de caméras alimentées à partir d'un courant continu fourni par batteries légères et pilotées par quartz, la prise de son étant assurée au moyen de magnétophones portatifs pilotés également par des quartz de même fréquence que les précédents. Les deux quartz assurent un synchronisme rigoureux entre l'image et le son. L'usage de microphones H.F., c'est-à-dire de microphones comportant des petits émetteurs, permet, en supprimant le fil de liaison reliant habituellement le microphone au magnétophone, une mobilité complète des acteurs ou commentateurs.

Le siège des équipes Ac-



Prise de vues « Production », en extérieur, pour une dramatique : personnage dans un pré avec troupeau de vaches.



Une équipe « Actualités » au travail, avec matériel léger spécial.



personnel important, matériel volumineux (batterie de projecteurs, caméra sur travelling).

tualité est rue Cognacq-Jay. 160 personnes, auxquelles il faut ajouter 50 cameramen et journalistes, assurent l'ensemble des tournages des Actualités Télévisées régulières 1^{re} et 2^e chaîne, des magazines et des grands magazines comme « Panorama » et « Cinq Colonnes », ainsi que le montage de ces émissions. Les équipes de l'Actualité Télévisée peuvent être dotées d'un ma-

tériel particulier pour les prises de vues à grande rapidité, prises de vues sous-marines, etc.

L'organisation des services Exploitation de l'Actualité Télévisée permet de diffuser dans les délais les plus courts les films produits par ses équipes ; c'est ainsi que des sujets tournés dans l'après-midi tant en noir et blanc qu'en couleur peuvent être dévelop-

pés et montés pour les éditions de 19 h 30 et de 20 h.

Par contre, l'organisation des services Exploitation de la Production permet d'obtenir toute la souplesse et toute la qualité nécessaire au tournage de grands films sans impératifs particuliers de délais. Les grandes étapes de la fabrication d'un film après tournage sont rappelées ci-après.

TRAVAUX DE LABORATOIRE

Pour son exploitation en cinématographie couleur, l'O.R.T.F. exige, outre une qualité bien évidente, une grande rapidité de réalisation ainsi qu'une grande maniabilité des moyens mis en œuvre.

Un film 16 mm mis au point aux U.S.A. permet de répondre à ces conditions. Le laboratoire de la rue Cognacq-Jay fut un des premiers d'Europe à l'avoir mis en œuvre au cours du premier trimestre 1967. Des machines de fabrication française développent 1 000 mètres de film à l'heure, le temps de traitement total étant inférieur à 30 minutes. Une des machines actuellement en service traite 5 000 mètres de film par jour : trois autres, installées à Grenoble pour les Jeux Olympiques de février 1968, seront remontées à Paris. Pour mémoire, ce même laboratoire dispose pour le traitement noir et blanc de :

- trois machines inversibles débitant 1 500 m/heure ;
- deux machines négatives débitant 800 m/heure ;
- une machine positive débitant 800 m/heure.

Les moyens servant à la copie des films couleur sont du même type que ceux utilisés en noir et blanc. Les corrections indispensables se font en interposant des filtres sur le trajet lumineux ou en modifiant la composition de la lumière émise par la source en contrôlant les trois couleurs primaires.

PRINCIPES DE TRAITEMENT

La photographie et le

cinéma en couleur procèdent des mêmes phénomènes que ceux se trouvant à l'origine de la photographie en noir et blanc. La surface photosensible est constituée d'halogénures d'argent (bromure, chlorure, iodure d'argent) sous forme de cristaux dispersés dans la gélatine. La lumière issue de l'objet amorce la transformation de ces cristaux en créant des centres d'image latente. A ce stade, la surface sensible ne présente aucun caractère particulier, visible à l'œil. Il faudra amplifier le phénomène par un traitement approprié : le développement.

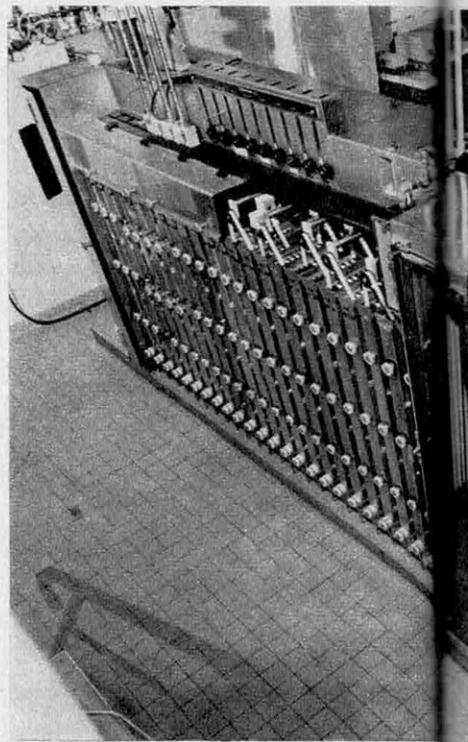
TRAITEMENT NOIR ET BLANC

1^o Procédé négatif-positif. Le révélateur transforme les cristaux présentant un centre d'image latente en argent métallique d'aspect noir. Le regroupement ou la « densité » des cristaux développés constitue l'image photographique. Cette image est négative, les parties les plus illuminées sont noires, présentant un maximum de densité des grains insolés puis développés. L'halogénure d'argent non développé est éliminé dans un bain de « fixage ».

Pour être exploitée, cette image négative doit être tirée, copiée sur un autre support relevant de la même technique pour obtenir une image finale positive où les blancs et les noirs de l'image correspondent respectivement aux blancs et noirs de l'objet.

2^o Procédé inversible.

Le bromure d'argent restant après développement et avant fixage représente en potentiel l'image positive : les parties sombres



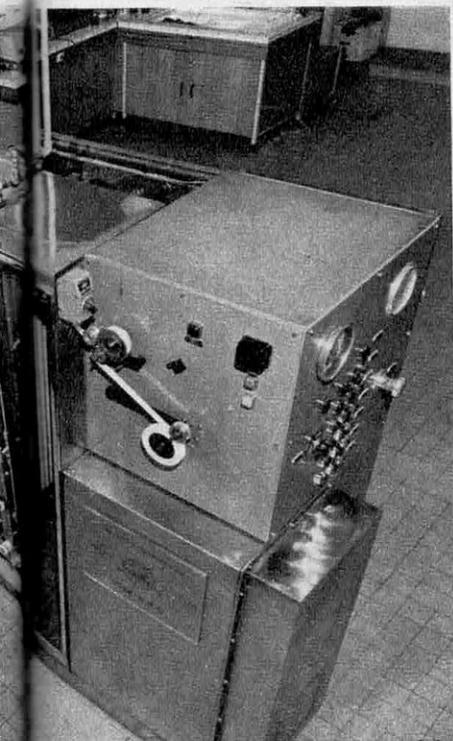
Machine automatique pour le traitemen

du sujet n'ont pas ou peu impressionné la surface sensible, le développement ne transforme pas ou peu de cristaux d'halogénure d'argent. Cet halogénure d'argent peut être illuminé puis redéveloppé pour former l'image positive suivant le schéma suivant :

- révélateur négatif ou premier développement ;
- blanchiment : élimination de l'image argentique négative formée dans le premier développement ;
- exposition des halosels résiduels ;
- second développement formant l'image positive.

TRAITEMENT COULEUR

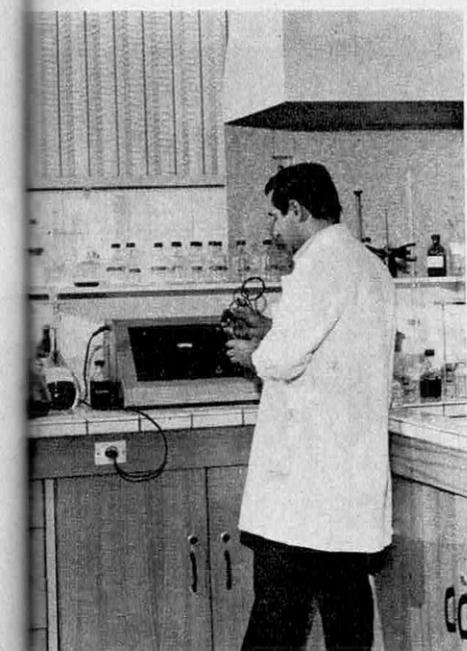
La réaction chimique qui, dans un révélateur, transforme les cristaux d'halogénure d'argent (bromure d'argent, par exemple) en argent métallique est accompagnée de réactions secondaires. Le révélateur



llement rapide des films couleur.

réduit le bromure d'argent mais s'oxyde par réaction secondaire.

Pour réaliser une photographie en couleur, on fait réagir cette forme oxydée du révélateur sur des «coupleurs» fabriquant



Préparation des bains pour le développement des films.

un colorant par réaction dans une couleur propre au coupleur. L'élimination de l'image argentique inutile et du bromure d'argent restant intact s'opère dans deux solutions dites « bain de blanchiment » et « bain de fixage ».

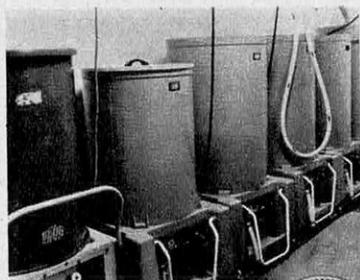
Ce phénomène de coloration peut se produire au cours du développement négatif ou du deuxième développement du traitement inversible.

Les phases essentielles d'un traitement couleur inversible peuvent se résumer comme suit :

1^o Tournage, prise de vue: L'objet ou la scène à photographier réfléchit une certaine quantité de lumière dans les trois couleurs primaires : rouge, bleu, vert. Les trois couches de l'émulsion couleur respectivement sensibles au rouge, bleu et vert enregistrent ces trois informations.

2^o Traitement :

- Tannage : durcit la gélatine pour lui permettre d'accepter sans déterioration les températures élevées du traitement. (Produits essentiels : sulfate de sodium, formaldéhyde.)
 - Neutralisant : évite la réaction des agents contenus dans le tannant avec les bains suivants (agent neutralisant spécial Kodak).
 - 1^{er} révélateur : développement des trois couches en noir et blanc (phénidone, hydroquinone, carbonate, sulfocyanure, sulfite, bromure de sodium).
 - 1^{er} arrêt : arrête l'action du révélateur (acide acétique).
 - Lavage.
 - Révélateur chromogène : sensibilise les sels d'argent restants, puis les développe, formant
 - Blanchiment : transforme l'argent métallique en sels pouvant être éliminés dans le bain suivant (ferricyanure de sodium, soude caustique).
 - Fixage : élimine les sels d'argent produits par le blanchiment (hyposulfite de sodium).
 - Lavage.
 - Stabilisateur : durcit la gélatine et favorise la conservation de l'image colorée (formaldéhyde).
 - Séchage.
- Le film obtenu restitué par synthèse soustractive des couleurs l'objet photographié.



Stockage des bains prêts à l'emploi dans la machine.

une image noir et blanc positive à laquelle se superpose une image colorée. La première couche sensible au bleu est colorée en jaune (couleur complémentaire du bleu) pour les parties développées par ce bain. De même, la 2^e couche sensible au vert est colorée en pourpre (magenta), et la 3^e couche sensible au rouge est colorée en bleu-vert (cyan). (Alcool benzyllique, sulfite de sodium, phosphate trisodique, soude caustique C.D. 3, acide critrazinique, éthylènediamine.)

— 2^o arrêt : arrête l'action du révélateur chromogène (acide acétique).

— Lavage.

— Blanchiment : transforme l'argent métallique en sels pouvant être éliminés dans le bain suivant (ferricyanure de sodium, soude caustique).

— Fixage : élimine les sels d'argent produits par le blanchiment (hyposulfite de sodium).

— Lavage.

— Stabilisateur : durcit la gélatine et favorise la conservation de l'image colorée (formaldéhyde).

— Séchage.

Le film obtenu restitué par synthèse soustractive des couleurs l'objet photographié.

DEDOUBLAGE

Il a pour but d'éliminer parmi les plans tournés ceux qui, pour des raisons techniques ou artistiques, sont considérés comme inutilisables pour la suite des opérations. On met ensuite bout à bout les plans jugés bons.

TIRAGE COPIE-TRAVAIL

Il consiste à obtenir des originaux sortis du dédoublage une copie, dite « copie-travail », qui constituera l'élément sur lequel les opérations de fabrication (montage, mixage, projection) seront poursuivies. L'original sera ainsi préservé.

DEVELOPPEMENT COPIE-TRAVAIL

Le film sortant des machines à tirer doit être développé.

SYNCHRONISATION COPIE-TRAVAIL

Elle est destinée à mettre en concordance les images de la copie-travail avec les sons relatifs à ces images.

Cette mise en synchronisme est assurée en principe par les mêmes « monteurs-laboratoire » qui ont assuré les opérations de dédoublage.



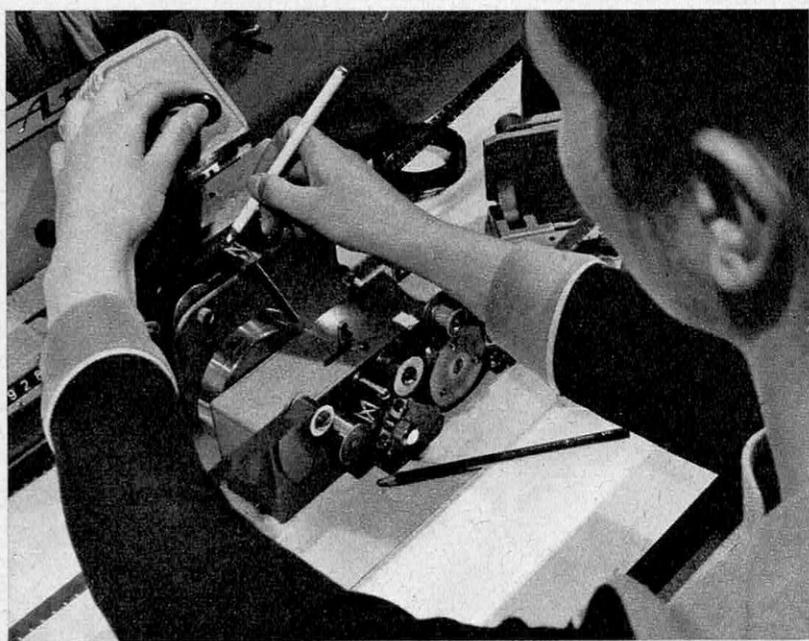
Après développement, certains plans sont coupés (dédoublement).



Pour les actualités, les opérations de montage sont très rapides.



Par de nouvelles coupures, le monteur (ci-dessus) donne au film sa forme définitive.



Synchronisation du son avec les images de la copie-travail.

PROJECTION-TRAVAIL

C'est l'ensemble des projections de la copie-travail à l'issue desquelles réalisateur et chef monteur décident des plans à retenir et des coupes à faire.

MONTAGE

C'est l'ensemble des opérations qui, par le choix des plans, leur liaison ou enchaînement, leur longueur respective, va donner au film son caractère définitif et son rythme. Ce travail est assuré en commun par le réalisateur et le chef monteur.

MIXAGE

Le son définitif d'un film peut se décomposer en divers types de sons : musique, parole, bruits. L'ensemble de ces divers sons n'est jamais obtenu lors du tournage. Le mixage consiste à mélanger (mixer) ces sons, à les doser convenablement les uns par rapport aux autres, à leur incorporer éventuellement des effets spéciaux.

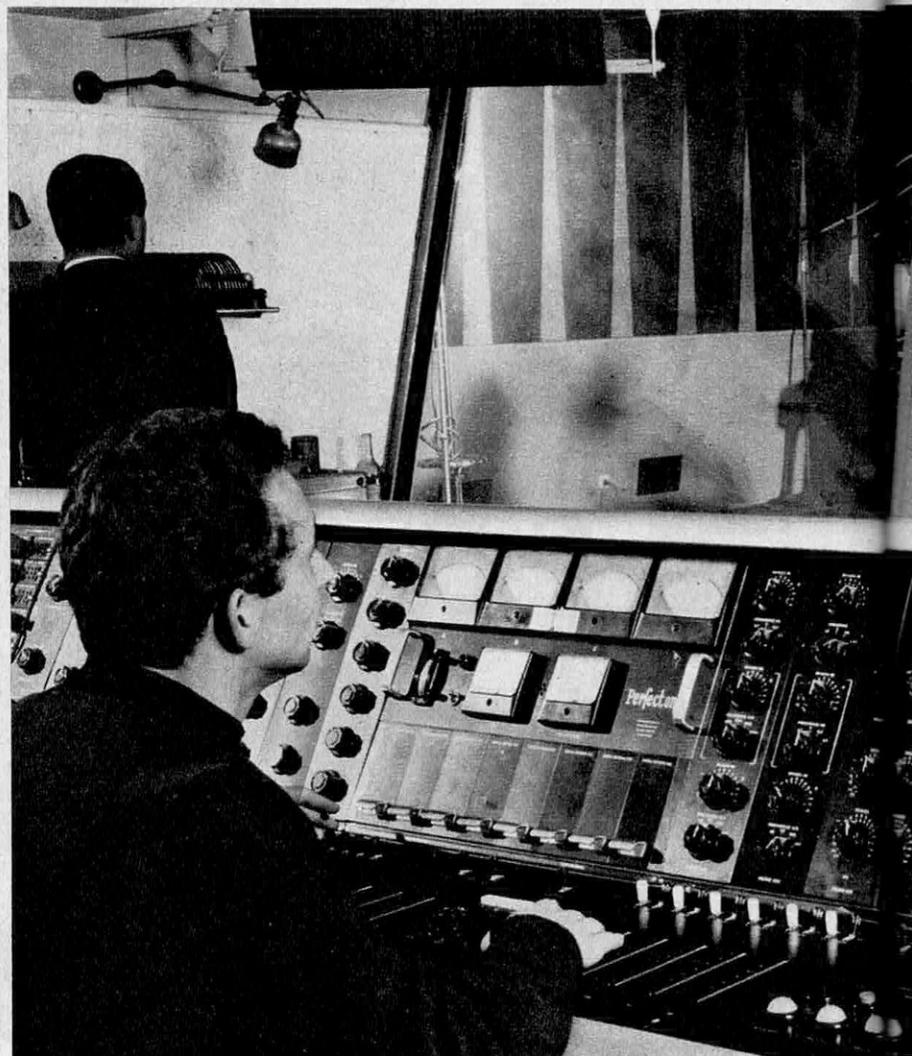
REMONTAGE DE L'ORIGINAL

C'est l'opération qui a pour but de conformer très exactement les originaux-images (conservés intacts après l'opération de dédoublement) avec la copie-travail.

COPIE-ANTENNE ETALONNÉE

Le tirage d'une copie-antenne a un double but : — obtention d'un film sans collures (qui sont autant de sources de cassures) ; — rattrapage de certaines variations dans la lumière des scènes successives et réglage de certains effets spéciaux.

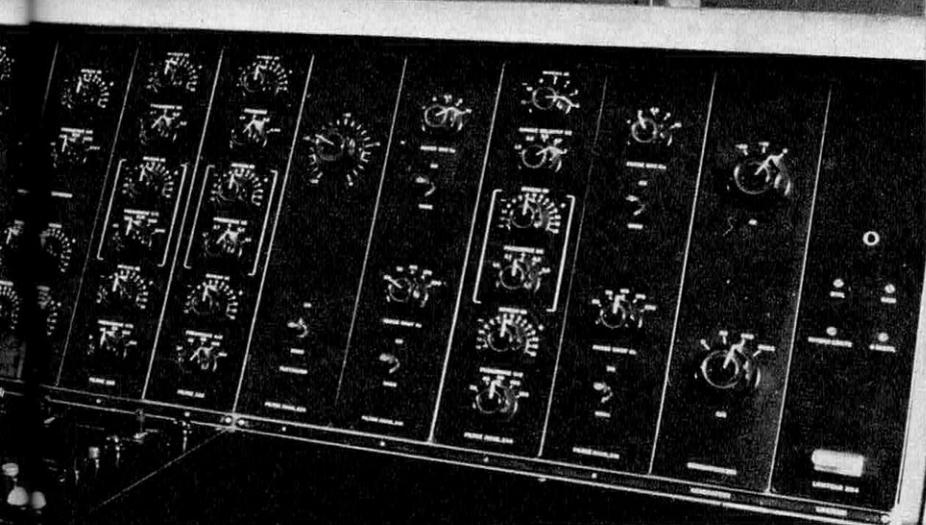
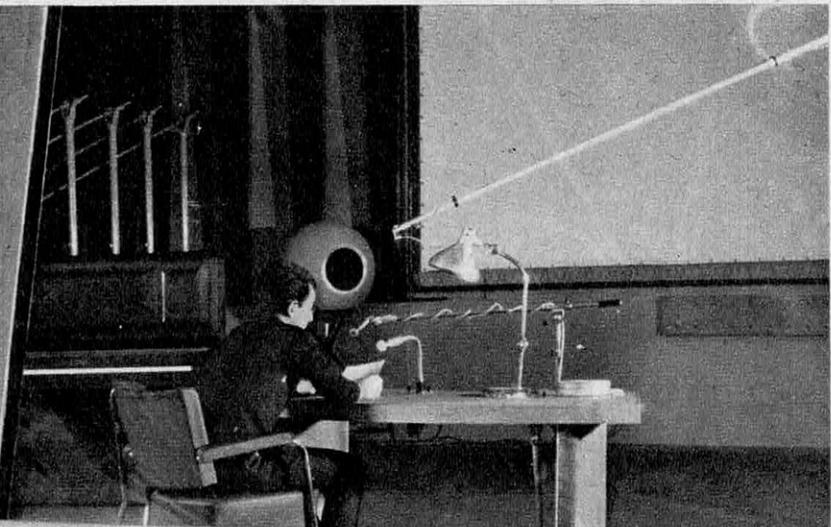
Pour cela, l'étalonneur examine chaque plan de l'original et lui attribue une valeur de lumière de tirage en vue d'obtenir la meilleure qualité possible compatible avec les nécessités techniques des télécinémas. En ce qui concerne les films en couleurs, l'étalonneur indiquera pour chaque plan le filtre correcteur à interposer devant la lumière de tirage.



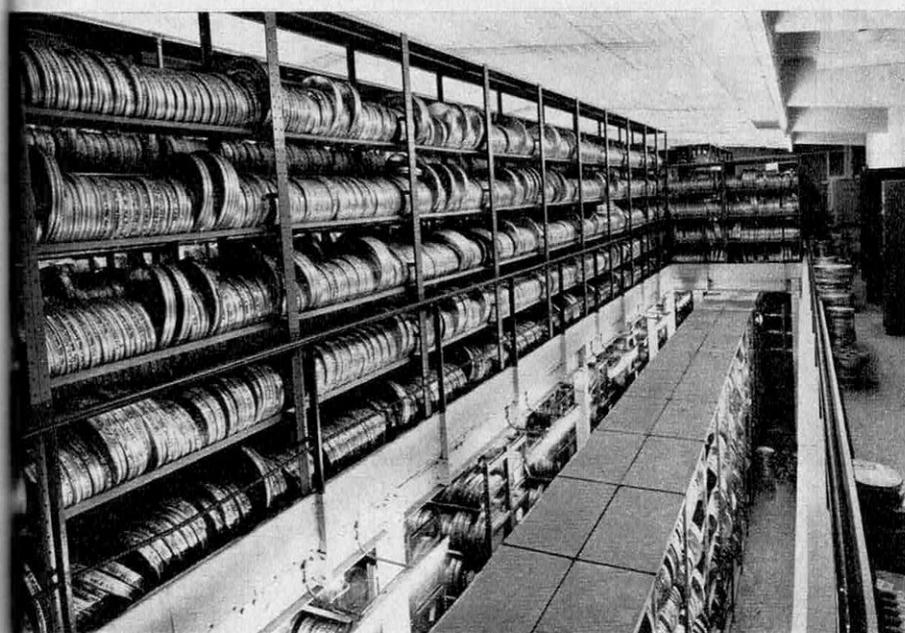
La bande sonore définitive est établie en synchronisme avec l'image



Etalonnage : à l'aide de filtres on corrige certaines images.



par mixage de la parole, de la musique et du bruitage.



Rangés en cinémathèque, les films seront vérifiés avant diffusion.

VERIFICATION

Le film terminé fait l'objet d'une vérification technique. De plus, en ce qui concerne les films devant passer sur la chaîne couleur, une projection sur un télécinéma couleur permet d'apprécier ses qualités de reproductibilité sur les récepteurs trichromes.

Ces tâches de vérification et de visionnage sur télécinéma couleur concernent également toutes les productions extérieures à l'Office : films du commerce, séries étrangères, etc. Chaque film couleur reçoit ainsi une fiche de notation qui permet aux responsables des programmes de faire un choix.

Le film est ensuite entreposé dans une cinémathèque jusqu'à ce que la date de diffusion soit connue. Il quittera alors la cinémathèque pour subir une ultime vérification technique permettant d'apprécier son état physique et il rejoindra une case de stockage pré-antenne 1^{re} ou 2^{re} chaîne pour telle heure du jour prévu pour sa diffusion.

Après diffusion, les émissions filmées rejoignent la cinémathèque afin d'être conservées et permettre des diffusions ultérieures. Cependant, leur carrière ne s'arrête pas là. Pour le plus grand nombre d'émissions, des copies supplémentaires sont tirées pour alimenter les antennes des départements et des territoires d'Outre-mer.

D'autres copies sont également réalisées pour le compte des télévisions étrangères.

Jacques DOIN

LA PRISE DE VUES VIDEO

La prise de vues vidéo en studio met en œuvre plusieurs caméras braquées simultanément sur la même scène dont l'éclairage est assuré par des projecteurs suspendus de hauteur réglable. L'encombrement du décor et la technique particulière de prises de vues conduisent souvent à adopter la perche à micro pour la prise de son.



Les images électroniques offertes par l'O.R.T.F. aux téléspectateurs ont deux origines distinctes : la transformation en signaux électriques, par télécinéma, d'images établies sur film, et la prise de vues électronique directe qui implique l'utilisation de moyens spécifiques à la télévision. Ce type de production est désigné sous le vocable « Vidéo ».

LES CENTRES DE VIDÉO

Le matériel à mettre en œuvre pour la production d'images du type vidéo est à la fois complexe et très important. On pourrait comparer un centre vidéo à une usine de fabrication industrielle aux rouages multiples, pour laquelle les notions de temps et de rendement sont capitales. Les impératifs à respecter sont beaucoup plus nombreux, les conditions de fabrication tout à fait différentes de celles du cinéma. Les servitudes qui en résultent peuvent, par voie de retour, réagir dans une certaine mesure sur la nature même des spectacles à transmettre.

Il existe actuellement à Paris cinq centres de vidéo.

Le premier, rue Cognacq-Jay, dispose de quatre studios de dimensions moyennes, dont un de 400 m² équipé pour la couleur. Ces studios sont réservés aux émissions du type actualités ou variétés simples.

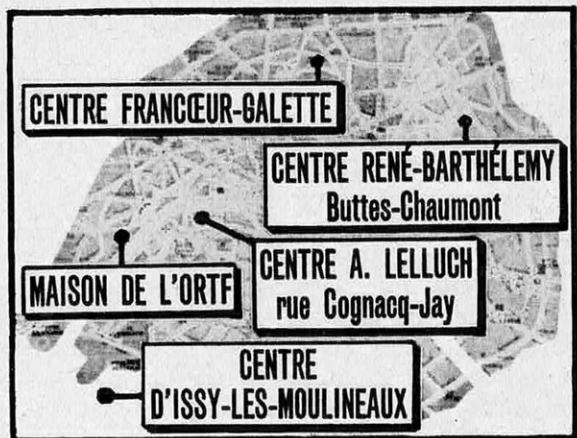
Le second, aux Buttes-Chaumont, possède six grands studios, dont deux (350 et 600 m²) pour la couleur. Ces studios sont destinés aux grandes émissions du type dramatique ou variétés importantes.

Le troisième, à la Maison de l'ORTF, se compose de trois studios permettant de réaliser des émissions en présence du public. Le célèbre studio 102 peut ainsi accueillir 1 200 personnes. Son adaptation à la couleur est envisagée.

Le quatrième, à Issy-les-Moulineaux, possède un studio couleur de moyennes dimensions.

Enfin, rue Francœur et dans l'ancienne salle de bal du Moulin de la Galette se trouvent deux studios « noir et blanc ».

L'élément de base d'un centre vidéo est constitué par le studio lui-même au service duquel sont mises les diverses activités du centre.



Les centres vidéo à Paris.

LE STUDIO DE TÉLÉVISION COULEUR

Comme pour le cinéma, le studio est un « plateau » où se déroule la scène à transmettre, où sont construits les décors à travers lesquels les artistes évoluent. Dans les premiers temps de la télévision, ce furent d'anciens plateaux de cinéma reconvertis. Mais la technique de la télévision prenant peu à peu sa forme propre, la conception des studios fut reconstruite en fonction de la nature particulière de la prise de vues vidéo.

Alors qu'au cinéma la prise de vues s'effectue avec une seule caméra et plan par plan, la vidéo utilise simultanément, dans le même décor et pour la même séquence, plusieurs caméras (de trois à cinq). Chacune donne une vue différente de la même scène. Toutes ces vues sont disponibles simultanément, mais lorsque l'une des caméras est « à l'antenne », les autres peuvent se déplacer, changer de focale, préparer d'autres cadres, en un mot choisir de nouvelles images.

On entrevoit ici la richesse mais aussi la difficulté de la prise de vues télévision par rapport au cinéma. À chaque instant il y a plusieurs « yeux » braqués sur la même scène ; le choix de l'image offerte au téléspectateur est instantané et doit s'opérer de façon continue. Il appartient au réalisateur de sélectionner la caméra dont l'axe de prise de vues et la focale mettent en évidence le centre d'intérêt et qui s'intègre le mieux

LA PRISE DE VUES VIDEO

dans le déroulement de l'action. Ce choix s'effectue sans possibilité d'arrêt ou de retour en arrière, alors qu'au cinéma l'action est reconstituée ultérieurement et sans hâte par des artifices de montage à partir de plans successifs.

La continuité du jeu, la multiplicité des angles de prise de vues vont entraîner bien entendu des servitudes nombreuses dans la conception d'un studio de télévision. Mais la rapidité de la production vidéo compense largement les énormes investissements qu'entraînent sa construction et son équipement.

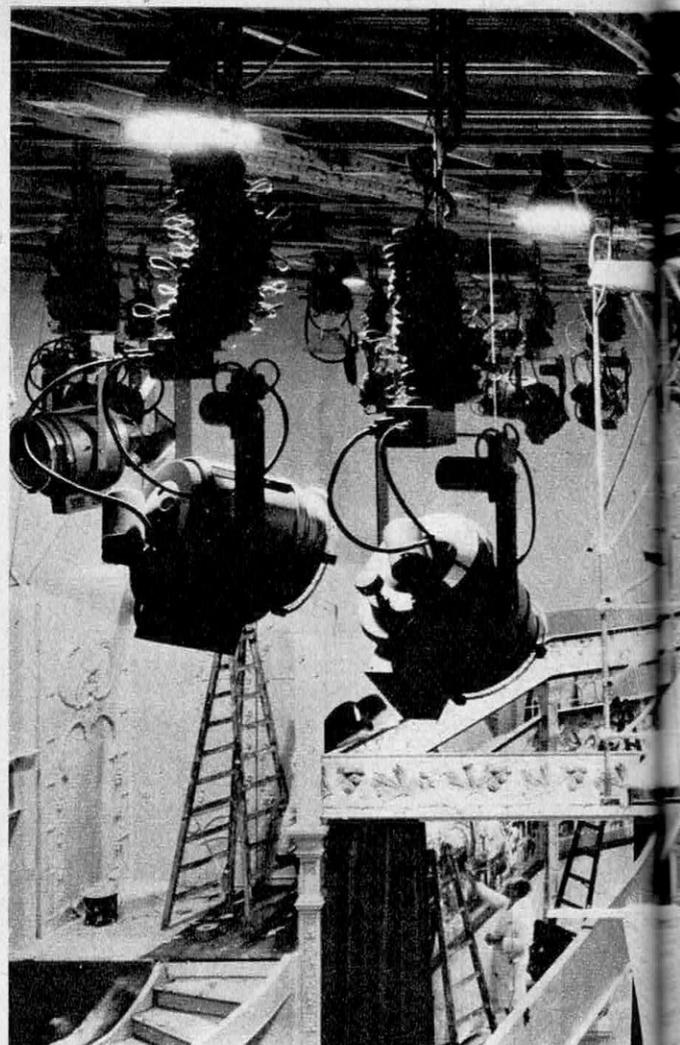
LE DÉCOR

Le décor est conçu en fonction de certains impératifs. Il est tout d'abord intégralement construit à l'avance et son implantation doit permettre un déplacement aisément des caméras électroniques, de leurs câbles et de leurs servants. Ceci explique les surfaces assez considérables (600 à 900 m^2) nécessaires à la réalisation de dramatiques en studio.

Autre conséquence des impératifs de réalisation : l'éclairage du décor doit être réalisé à l'avance et être valable suivant plusieurs axes. On verra ci-dessous que les variations d'éclairage suivant les axes d'observation sont compensées en vidéo par les possibilités de téléréglage des images électroniques.

LES CAMÉRAS

Premier élément de la chaîne de transmission, la caméra, par l'intermédiaire de ses tubes analyseurs Plumbicon, transforme l'image optique en signaux électriques. Elle doit avoir une grande mobilité et donc être aussi légère et maniable que possible. Elle est ainsi montée sur des pieds spéciaux par l'intermédiaire d'une tête compensée permettant des déplacements et rotations rapides dans tous les sens. Si la hauteur de la caméra est insuffisante, lorsque le réalisateur souhaite, par exemple, une prise de vues en « plongée », elle est placée sur une grue : chariot électrique muni d'un bras élévateur permettant des déplacements de grande amplitude. Le caméraman, responsable du cadrage sur les indications du réalisateur, est assisté alors par deux auxili-



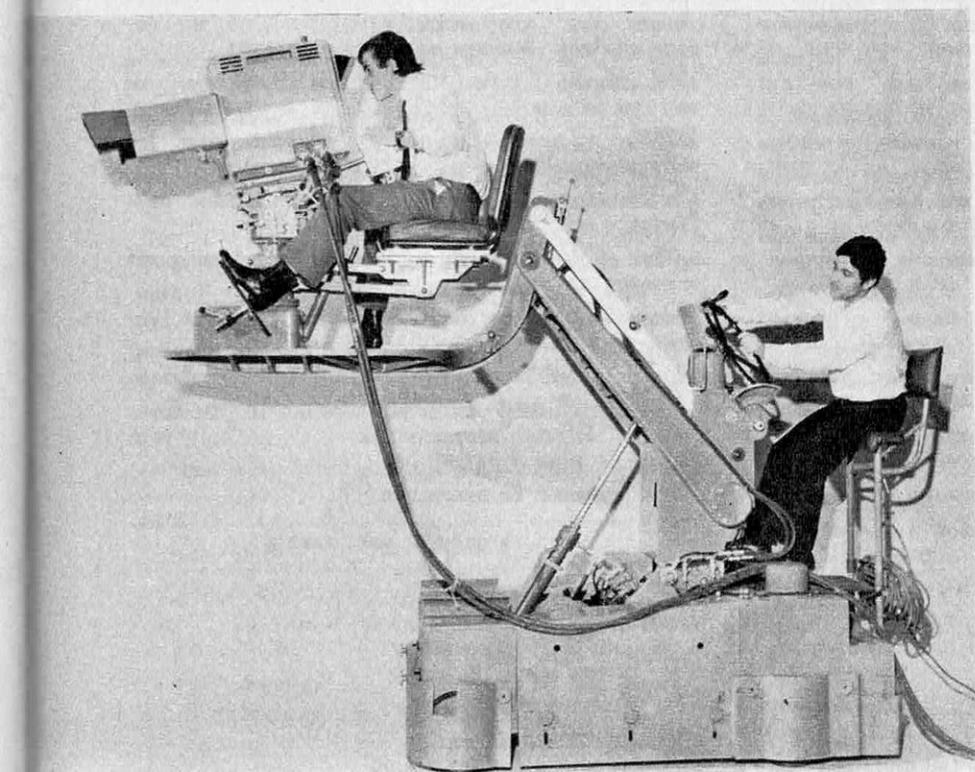
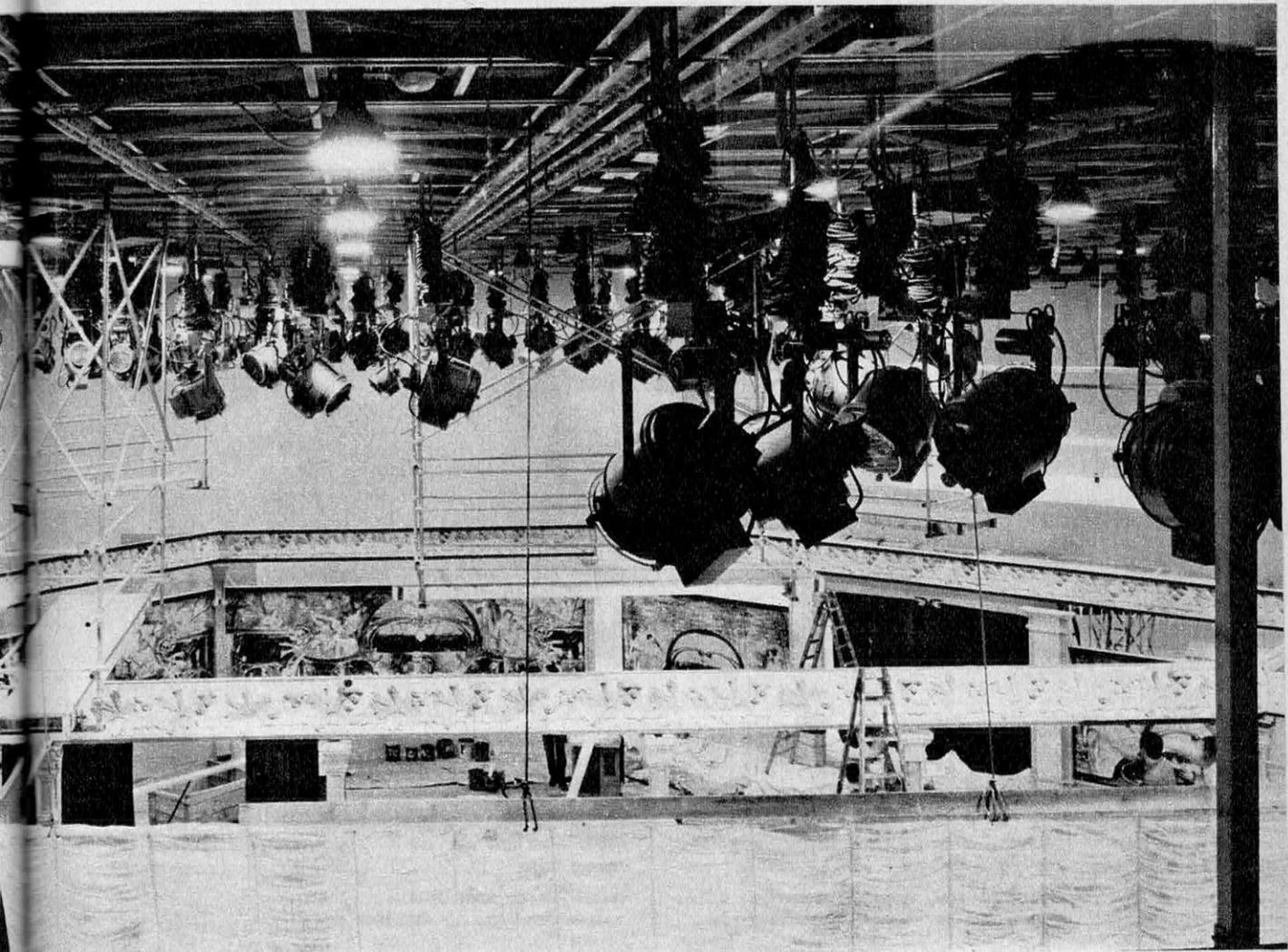
liaires appelés « travellingman » et « cableman ».

La légèreté de la caméra est obtenue d'autre part en renvoyant dans le local équipement attenant au studio la plus grande partie des circuits électroniques et des organes de réglage.

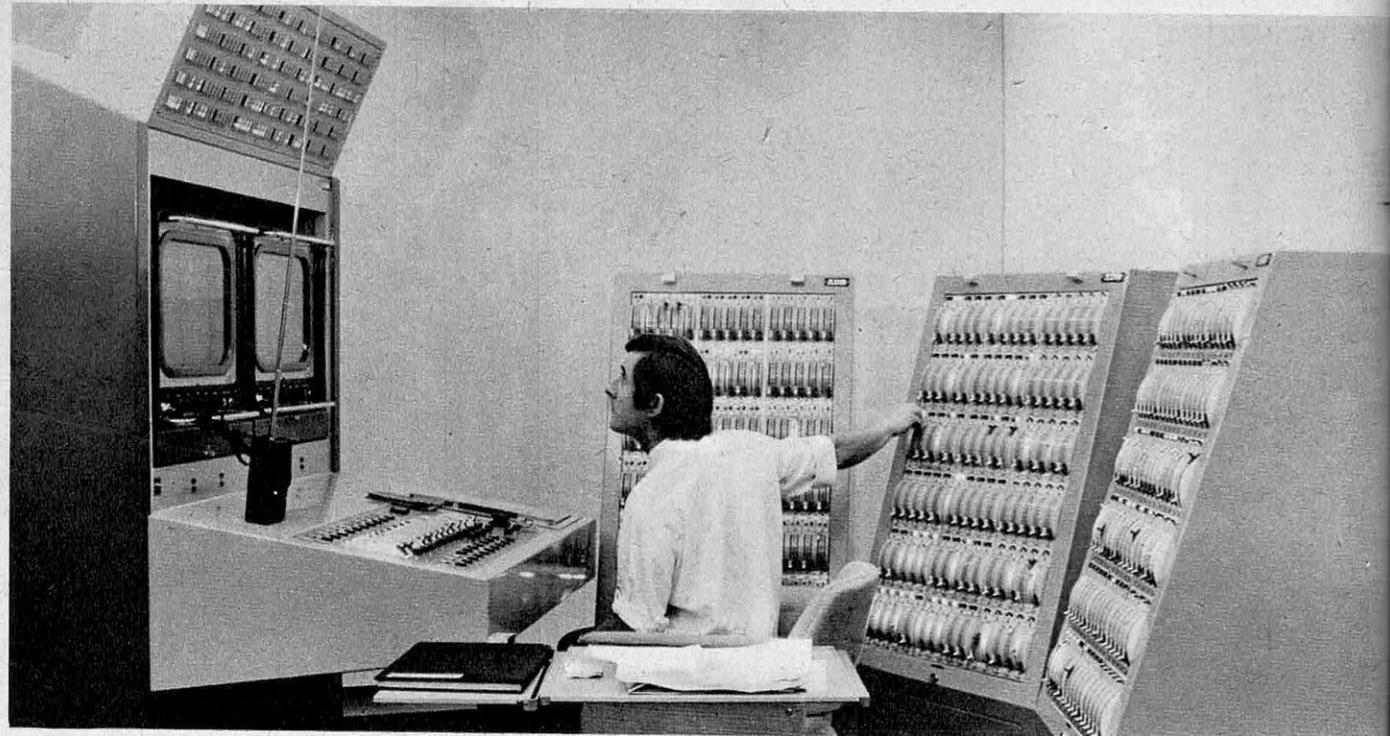
Les caméras sont équipées d'objectifs « zoom » pouvant opérer de façon continue des variations de focale dans un rapport de 1 à 10 (18 à 180 mm). Le viseur du type électronique est constitué par un petit récepteur intégré. Les seules commandes mises à la disposition du caméraman sont celles de mise au point et de variation de focale.

L'INSTALLATION D'ÉCLAIRAGE

Tous les éclairages doivent être prêts dès le début pour l'ensemble des scènes. La circulation des caméras ne devant en aucun cas être entravée, l'emploi de projecteurs reposant sur le sol est exclu. La télévision a donc dû développer des méthodes de mise en place de l'éclairage plus rapides que celles du cinéma.



Par déplacement sur un système de rails qui constitue le « gril » du studio (ci-dessus), les projecteurs peuvent être mis en place au-dessus du décor et descendus à hauteur convenable sur leur support télescopique. Ci-contre, un chariot à moteur électrique avec bras élévateur, autorisant une très grande mobilité de la caméra lors des prises de vues en studio, en particulier pour les cadrages en plongée.



Jeu d'orgue de lumières, pour le contrôle des éclairages en noir et blanc.

On distingue deux conceptions pour l'équipement lumière d'un studio :

— *Le système à porteuse*, constitué de barres métalliques suspendues supportant les projecteurs en permanence.

— *Le système à suspension unitaire*, plus moderne, constitué par des supports télescopiques de hauteur variable, à commande manuelle ou électrique, pouvant être déplacés sur une série de rails de roulement parallèles constituant le « gril » du studio. Le gril est en fait constitué par un ensemble continu de plate-formes suspendues permettant la circulation du personnel éclairagiste et ménageant des chemins de passage longitudinaux et transversaux aux supports unitaires. Une telle installation permet un positionnement précis de chaque projecteur (200 à 400 par studio). L'installation et les retouches peuvent être effectués pendant le montage des décors ou les répétitions. Les ordres et les consignes qui s'échangent alors entre le plateau, le gril et la régie lumière sont transmis par de petits ensembles émetteurs-récepteurs.

Dans les installations noir et blanc modernes, toutes les commandes sont centralisées dans la régie sur un pupitre de « jeu d'orgue de lumières » utilisé non seulement pour des effets de mise en scène, comme au théâtre, mais aussi, en étroite collaboration avec les réglages des caméras, pour la confection de la lumière la mieux adaptée aux tubes analyseurs. Les sources lumineuses sont alimentées à tension va-

riable par des amplificateurs magnétiques dont les circuits de commande sont regroupés sur le pupitre. Une telle installation permet ainsi de réaliser des combinaisons de projecteurs qu'il est possible de conserver ensuite en mémoire.

Le cas de la télévision en couleur est sensiblement différent. La couleur de la lumière émise par les projecteurs doit être aussi égale que possible sous peine de variations de dominantes lors du déplacement des acteurs sur le plateau. La « température de couleur » des sources dépendant de la tension d'alimentation, on conçoit que les variations d'intensité lumineuse ne sont pas souhaitables et doivent par conséquent être limitées.

Par ailleurs, les contrastes d'éclairage doivent être limités en raison des possibilités des tubes analyseurs Plumbicon qui équipent les caméras actuelles. L'intensité moyenne est approximativement le triple de celle des studios noir et blanc, compte tenu des divisions successives de la lumière opérées dans une caméra couleur pour extraire les images primaires.

LA PRISE DE SON

Le problème de la prise de son en télévision est singulièrement complexe, plus peut-être que celui de la prise de vues, contrairement à ce que l'on pourrait penser. En effet, le son doit accompagner l'image et c'est l'enchaînement en continuité de plusieurs plans, de plusieurs scènes que le

LA PRISE DE VUES VIDÉO

preneur de son devra assurer par commutation ou mélange en correspondance avec l'image sélectionnée par le réalisateur. De plus, pour effectuer son travail, le preneur de son n'a pas toutes les libertés voulues, comme à la radio, par exemple :

— La présence de micros est indésirable dans le cadre d'une image : il faut les éloigner des personnages en tenant compte de l'angle d'ouverture de l'objectif ;

— Le studio de télévision contient des décors, des équipements d'éclairage, une climatisation, il n'est pas spécialement bien « traité » pour la prise de son ;

— Les caméras se déplacent, de nombreuses personnes sont appelées à travailler sur le plateau en même temps que se déroule l'action : caméramen, cablemen, accessoiristes, assistants, etc., tout ceci crée des bruits parasites qu'il faut chercher à éviter.

Pour ces différentes raisons, les micros employés à la télévision sont très directs. Ils permettent d'éviter le plus possible les bruits parasites et de ne recueillir que les paroles des acteurs tout en étant suffisamment éloignés pour être hors de l'image. Pour suivre le jeu au cours des déplacements, on met en œuvre une quarantaine de micros, parfois 50 ou 60. Ils sont suspendus au-dessus du décor à partir du gril tout comme les projecteurs, à la limite du bord supérieur de l'image, donc à environ 50 cm à 1 mètre au-dessus des acteurs. Parfois, ils sont cachés dans les éléments du décor. Cependant, en cas de déplacement rapide du jeu, il devient indispensable de suivre l'acteur avec un même micro. C'est le rôle soit de la « girafe », sorte de potence mobile supportant un micro et que l'on peut diriger à volonté, soit de la perche à micro, tenue à bras d'homme, qui permet de suivre encore plus facilement l'acteur.

Toutes les sources sonores convergent vers un pupitre ou console de mélange du son, situé en régie. Sur cette console, le preneur de son peut repérer ses différents micros. Il peut préparer des groupements, prérégler d'avance le dosage de certains « plans sonores ». Si le nombre des entrées micro de la console (quelques dizaines) est insuffisant, on peut utiliser un tableau de brassage. En outre, la console reçoit les sorties lecture d'un certain nombre de tables pick-up et de

magnétophones, permettant le mélange de fonds musicaux et de bruitages. Elle reçoit également des sources extérieures au studio : lecture de bandes film venant du télécinéma, lignes extérieures (reportages), autant de voies sonores avec lesquelles le preneur de son doit « jongler » au cours de l'émission.

La console a encore bien d'autres possibilités. On peut, par exemple, renvoyer sur le plateau une musique d'accompagnement. On effectue même très souvent ce que l'on appelle un « play back » qui consiste à renvoyer sur le plateau le son complet d'une chanson, l'artiste se bornant alors à mimer les paroles et les gestes en suivant la musique. Ceci donne une qualité sonore bien supérieure à celle qu'il serait possible d'obtenir directement. Cette méthode impose par contre des acteurs bien rodés à ce genre de travail pour que le subterfuge n'apparaisse pas à l'image.

On peut obtenir certains effets sonores en renvoyant une partie du son dans une chambre d'écho.

Il faut également éliminer les bruits de plateau, qui sont essentiellement des bruits à fréquence basse, par le jeu de correcteurs affaiblissant ou coupant des fréquences.

Enfin, la console donne la possibilité de réaliser des multiplex, consistant à mettre en relation un certain nombre de correspondants situés en des lieux différents, chacun entendant les autres et l'auditeur recevant l'ensemble.

LA RÉGIE

Le rôle de la régie est un rôle de coordination et de commandement de l'ensemble des activités. C'est à l'intérieur de la régie que s'opère la sélection permettant d'assembler les images provenant des différentes sources. De la même façon, c'est en régie que s'effectue le mélange des sources sonores. Enfin, c'est de la régie que partent tous les ordres.

Les sources d'images pour une émission déterminée ne sont pas seulement les caméras du plateau. Il peut en effet, être nécessaire de présenter des documents, d'introduire dans le cours de l'action des séquences pré-enregistrées soit sur film, soit sur bande magnétique, de faire appel à des sources extérieures au studio : cars de reportage,

LA PRISE DE VUES VIDEO

autres studios, images venant de l'étranger. A chaque instant, le choix du réalisateur doit pouvoir s'exercer pour sélectionner, puis enchaîner l'image voulue.

L'équipement est conçu de façon à permettre la préparation et l'enchaînement continu des différentes séquences. La préparation et la présélection sont assurées à partir du pupitre de commande du chef d'émission, alors que les enchaînements et mélanges sont effectués par le réalisateur sur le pupitre de mélange image où convergent toutes les sources : voies des caméras du studio, voies d'analyseurs de documents sur diapositives, de télécinémas, de magnétoscopes, voies des sources extérieures.

A chaque entrée du pupitre est associé un récepteur de contrôle noir et blanc donnant l'image fournie par la source correspondante. Un récepteur couleur de contrôle du « mélange final » indique en permanence l'image sélectionnée par le réalisateur.

Un ensemble mélangeur-truqueur mis à la disposition du réalisateur permet d'effectuer de plusieurs façons, en couleur comme en noir et blanc, les enchaînements entre images : soit brutalement (« cut » d'une image à l'autre sans discontinuité ni saute), soit par « fondu au noir » (une image s'évanouit progressivement faisant place au noir, puis l'autre apparaît de la même façon), soit par surimpression (pendant le temps d'enchaînement, les deux images sont superposées sur l'écran), soit par effets spéciaux ou volets (on passe d'une image à la suivante par un volet horizontal se déplaçant de haut en bas ou de bas en haut, par un volet vertical, par un découpage suivant une diagonale ou en iris, etc. ; les possibilités sont presque illimitées ; les volets peuvent d'ailleurs être maintenus fixes, et on a ainsi la possibilité de juxtaposer deux images ou d'incruster une partie d'une image à l'intérieur d'une autre selon un contour géométrique ou même selon les propres contours de l'image).

Les enchaînements et truquages des images électroniques sont extrêmement faciles à réaliser. Ils sont instantanés, alors qu'au cinéma il faut des travaux de laboratoire complexes.

La régie lumière, située à côté de la régie image, est occupée par le chef d'équipement qui opère par télécommande les réglages

photographiques ainsi que certains réglages colorimétriques pour assurer le raccord parfait entre les différentes caméras.

Actuellement, l'enregistrement d'une dramatique s'effectue sur une période de trois à cinq jours, à raison d'une vingtaine de minutes par jour. Initialement, les séquences enregistrées en continuité étaient très longues et portaient même sur la pièce entière. La tendance actuelle, encouragée par les nouvelles facilités de montage au magnétoscope, conduit à un fractionnement accru des séquences enregistrées.

Dans le cas de la couleur, cependant, la fréquence des réglages de « convergence » (superposition des images primaires rouge, vert, bleu) oblige, dans un souci de qualité et de productivité, à resserrer dans le temps les séquences d'enregistrement.

LE LOCAL ÉQUIPEMENT IMAGE

Cette salle directement attenante au studio contient des équipements électroniques qui constituent le prolongement naturel des caméras. Les techniciens peuvent y opérer des réglages électroniques pour placer les tubes analyseurs dans de bonnes conditions de fonctionnement, et corriger et mettre en forme les signaux issus des caméras. A signaler en particulier les réglages de « convergence » qui servent à superposer exactement les trois images de couleurs primaires.

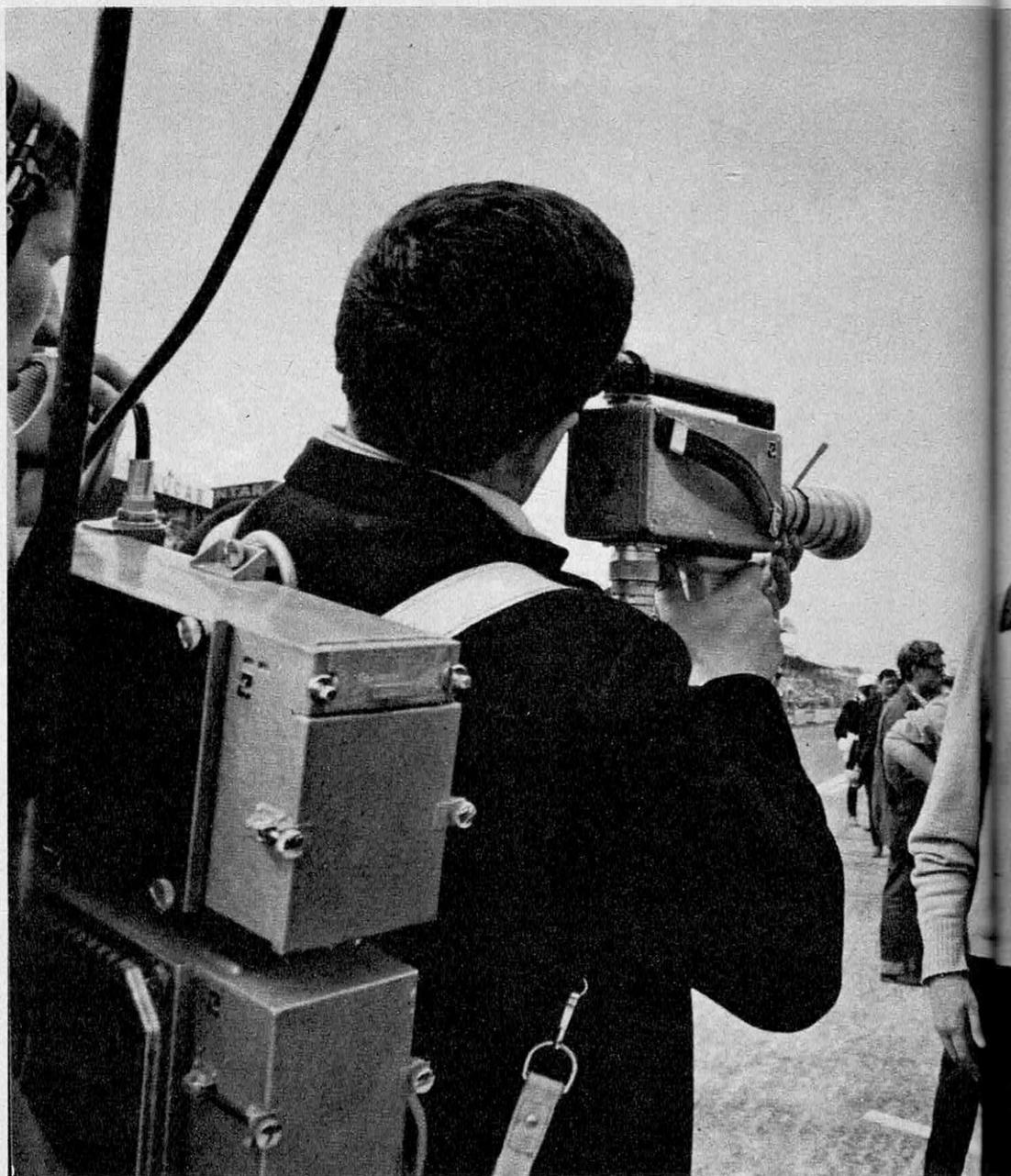
Chaque voie de caméra est associée, pour contrôle, à un récepteur en noir et blanc. Un récepteur couleur placé entre deux voies permet de contrôler les images primaires de l'une ou l'autre des caméras.

Ce local contient également les équipements de « codage » (un codeur par caméra) qui transforme les trois signaux primaires des caméras en un signal unique qui doit avoir les caractéristiques convenables pour la transmission et la compatibilité. La vérification instantanée de ces équipements (qui doivent donner des résultats identiques d'une caméra à l'autre sous peine de variations de couleur) s'opère à l'aide d'un truquage qui découpe par bandes verticales l'image des différents codeurs et permet un contrôle différentiel à l'image et à l'oscilloscope.

Michel AUBIN

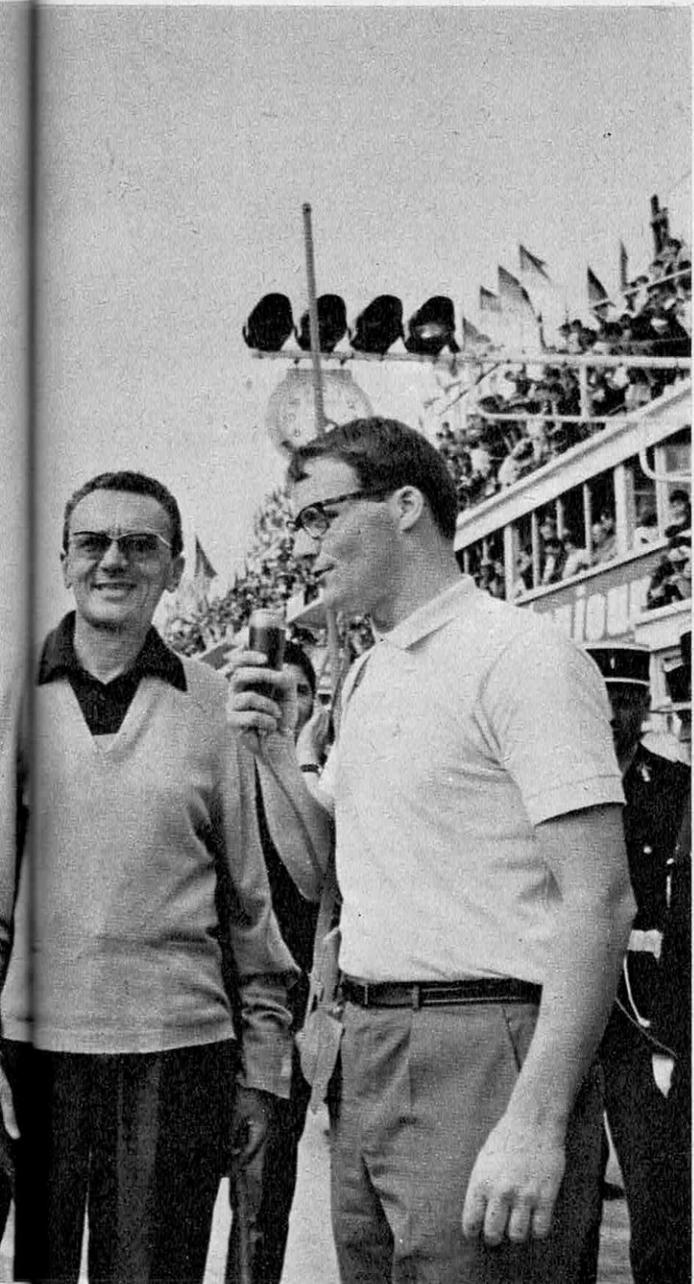


La régie son (en haut) réalise le mixage des sources sonores dont une partie est fournie par la table pick-up-magnétophones visible au premier plan à gauche. Ci-dessus, la régie couleur, où s'opère la sélection des images provenant de plusieurs caméras opérant simultanément.



REPORTAGES TELEVISES





Dans le cadre des activités de l'O.R.T.F. s'inscrivent les reportages et les émissions extérieures qui forment une partie importante des programmes de télévision (Eurovision, reportages sportifs ou d'actualité, dramatiques ou variétés en extérieur).

C'est pourquoi l'O.R.T.F. s'est toujours efforcée dans ce domaine de maintenir en exploitation un important matériel technique, lui permettant d'assurer la transmission des images depuis la caméra jusqu'à l'antenne.

Avant d'examiner les tendances actuelles qui sont à la couleur, voyons les matériels de reportage en service pour la télévision noir et blanc.

TÉLÉVISION NOIR ET BLANC

Nous examinerons successivement les *matériels de prise de vues*, c'est-à-dire les moyens permettant d'aboutir au signal électrique à partir de l'objet « filmé », puis les *matériels de transmission* qui acheminent l'information jusqu'à un centre de distribution ou de diffusion des images.

La prise de vues

Les matériels de prise de vues sont adaptés aux divers genres d'émissions à réaliser. Dans le cas d'émissions importantes (dramatiques ou variétés), le réalisateur doit posséder les mêmes moyens qu'en installation fixe. Ceux-ci sont réunis dans le car de reportage à cinq voies de prise de vues.

Ces cars, équipés de cinq caméras image-orthicon constituent de véritables régies mobiles où l'on retrouve des possibilités analogues à celles d'un studio, tant pour la prise de vues que pour la prise de son. Ce sont des véhicules importants (longueur 12 m, poids 16 tonnes), consommant une puissance électrique totale de 15 kW (climatisation comprise), et qui ont la particularité de pouvoir s'alimenter sur les différents réseaux

La mobilité est la condition essentielle du reportage télévisé et des matériels très spécialisés ont été mis au point pour les services de l'O.R.T.F. : caméras portatives à tube vidicon, associées à des émetteurs également portatifs, microphones émetteurs fonctionnant sur batterie autonome, relais hertziens mobiles (ci-contre) assurant la retransmission des reportages vers les centres de diffusion.

électriques possibles : 110 V, 220 V, 380 V, diphasé ou triphasé.

Les parties arrière et centrale constituent la salle d'exploitation comprenant les équipements des voies de prise de vues, c'est-à-dire les organes de contrôle et de réglage de l'image, ainsi que les générateurs de synchronisation. Un pilote de synchronisation permet de mettre les différents signaux en phase avec ceux d'une source extérieure. A l'arrière du véhicule est installée la régie où se tient le réalisateur. Celui-ci a en permanence sous les yeux les images provenant des différentes caméras, éventuellement du magnétoscope ou du télécinéma, et dont le choix se fait sur un pupitre de mélange à 8 entrées. L'équipement basse-fréquence comporte un pupitre à 12 entrées en trois voies de mélange. Pour la lecture des enregistrements, le car est équipé de deux platines à quatre vitesses (pour les disques) et de deux magnétophones de type portatif.

Par suite de son encombrement et de la nécessité d'employer d'autres véhicules pour le transport des matériels accessoires (éclairage, pieds de caméras, praticables), un tel studio est d'un maniement lourd ; aussi a-t-on équipé des véhicules plus légers avec deux caméras image-orthicon qui permettent de réaliser des émissions dans d'excellentes conditions techniques où la mobilité et la maniabilité suppléent au nombre réduit de moyens. Les matériels employés, presque totalement transistorisés, diminuent l'encombrement et le poids ainsi que la dissipation thermique. Ils sont du même type que dans le car de reportage, à l'exception du pupitre de mélange, dont les possibilités sont plus réduites.

Les caméras à tube image-orthicon à cible photo-émettrice qui équipent les véhicules décrits ci-dessus sont caractérisés par un bon rendu linéaire des luminosités sur une plage importante et surtout par une excellente sensibilité, qualité particulièrement intéressante en reportage, où l'on n'est pas maître de l'éclairage. Elles délivrent des signaux en 819 lignes et 625 lignes. Mais par leur encombrement et par les servitudes électroniques qu'elles imposent, elles ont conduit à développer des véhicules lourds et volumineux (une caméra image-orthicon et sa voie représentent 100 kg) qu'il faut compléter par des ensembles plus mobiles.

Le tube vidicon, à cible photoconductrice, a permis, grâce à sa petite taille (diamètre 25 mm, longueur 130 mm) et à sa facilité de mise en œuvre, la construction de caméras portatives d'une exploitation très séduisante. Ses inconvénients sont le manque de sensibilité et l'effet de mémoire aux faibles

éclairements. Le poids d'une caméra portative avec son équipement est de l'ordre de 12 kg.

En collaboration avec l'O.R.T.F., l'industrie a pu mettre au point, grâce aux progrès accomplis dans la physique du solide, une caméra portative autonome utilisant la technique des micromodules, et dont le poids (caméra et équipements) est encore plus réduit (6 kg). Cette nouvelle caméra portative, destinée à fonctionner au sein d'un ensemble de matériels de reportage, délivre des signaux (625 lignes) de qualité comparable à ceux des caméras « fixes ».

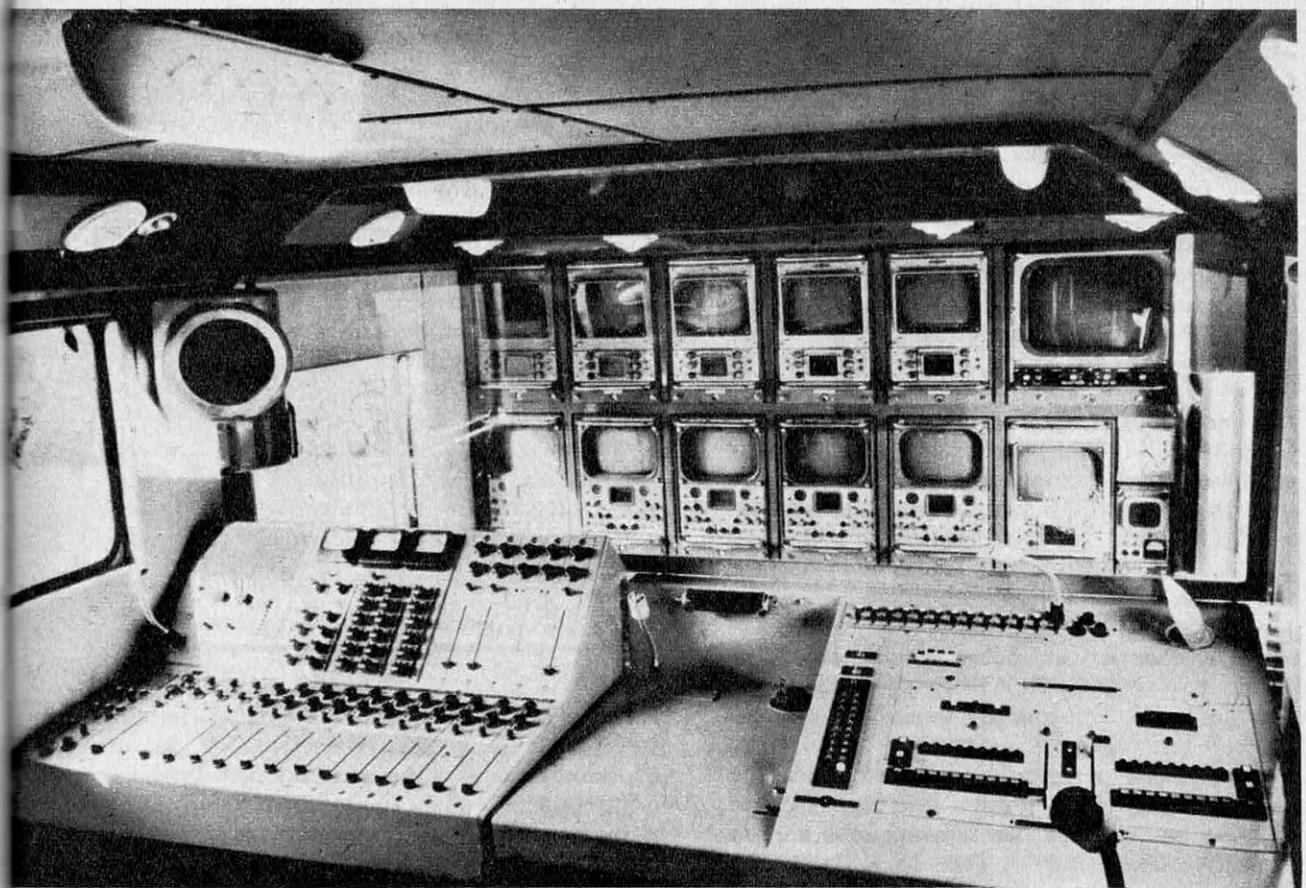
Un système d'intersynchronisation permet d'enchaîner les images des différentes caméras.

Les schémas page 102 montrent le principe d'exploitation suivant que l'on utilise une liaison par câble coaxial ou un ensemble émetteur-récepteur. La liaison dans le sens car — caméra est nécessaire pour les transmissions d'ordres et aussi pour celle des signaux commandant la synchronisation et la commande de pointage automatique de l'antenne d'émission. Cette chaîne de transmission automatisée constitue un « outil » d'une grande sécurité d'emploi. A la réception, un amplificateur de stabilisation remet les signaux en bonne forme lorsque les circonstances rendent les transmissions difficiles ou qu'il se présente de grandes variations d'éclairage.

Les matériels de transmission

Les différents moyens de prise de vues (cars de reportage, caméras portatives) permettent d'aboutir à la confection d'un programme qui doit être acheminé jusqu'aux émetteurs, soit par le réseau d'infrastructure, soit par un relais avec la tour Eiffel lorsqu'il s'agit de reportages dans la région parisienne. L'O.R.T.F. dispose de camions pour relais hertziens mobiles fonctionnant dans la bande des 6 000 MHz. Ces unités autonomes transmettent une ou deux voies de télévision et de son et, suivant leur position dans la liaison, disposent de deux émetteurs, un

*A l'intérieur de véhicules
lourds à cinq voies de caméras
est installée une véritable régie (page
ci-contre en haut) comportant
tous les équipements traditionnels
pour l'image et le son.
En bas, aménagement intérieur d'un
break ID 19 pour prise de vues et
enregistrement magnétique.*



émetteur et un récepteur, ou deux récepteurs. Ces véhicules peuvent transporter le personnel nécessaire à l'exploitation, ainsi que les équipements, sur de grandes distances et sur les terrains les plus variés, même sur route enneigée, étant donné leur fonction même qui est d'assurer une liaison de point fixe à point fixe, pour laquelle on veut bénéficier des points hauts artificiels (château d'eau, tour, etc.) et naturels, en général difficilement accessibles. La perspective prochaine d'une transistorisation des matériels permettra une réduction de l'encombrement et, par là, une plus grande mobilité.

Lorsqu'il est fait usage de caméras portatives ou s'il s'agit de réaliser des liaisons entre véhicules en mouvement, on emploie des ensembles émetteurs-récepteurs des bandes IV et V (470-780 MHz) à modulation de fréquence, de puissance s'échelonnant entre 0,5 et 50 watts. L'émetteur de 1 watt, qui pèse 1 kg, peut être employé sur une motocyclette, mais grâce à l'émetteur de 50 watts, on peut réaliser avec l'hélicoptère des liaisons de 200 km autour de Paris. La mise en œuvre des moyens n'excède pas deux heures : elle a permis de recevoir à Paris les images transmises depuis une voiture en mouvement à Tours. Les signaux sont encore acceptables, surtout si l'on considère que, pour un reportage, l'intérêt du document passe avant la qualité de l'image. Les liaisons par hélicoptère étant fonction des conditions météorologiques, l'O.R.T.F. a envisagé l'emploi d'un avion, qui permet le vol sans visibilité. Ainsi a pu être réalisée une liaison Châtellerault — Paris par temps couvert, l'avion volant aux instruments dans

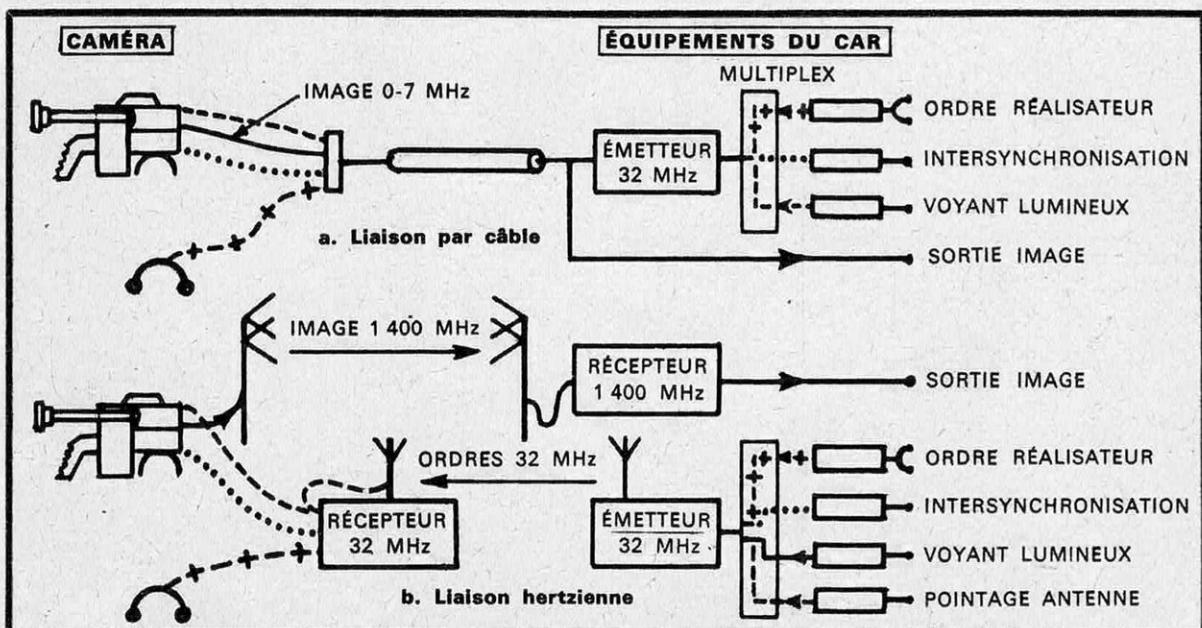
l'axe des deux villes à 80 km/h et à une altitude de 4 000 m. Mais la bande IV étant très encombrée par la deuxième chaîne de télévision, l'effort des constructeurs s'est porté vers des fréquences plus élevées. C'est ainsi qu'à la nouvelle caméra on associe un émetteur constitué par des micromodules (circuits intégrés), fonctionnant sur une fréquence de 1 400 MHz.

Pour la réception des images provenant de tels éléments mobiles, l'O.R.T.F. a dû développer un véhicule offrant des possibilités d'exploitation nombreuses. Ce véhicule permet de recevoir les différents émetteurs des bandes IV et V ; des systèmes de stabilisation et de correction et surtout la substitution aux signaux de synchronisation reçus de signaux de synchronisation provenant de leur propre pilote assurent une image de qualité satisfaisante.

Le microphone émetteur

Bien qu'il ne s'agisse pas à proprement parler d'un matériel de télévision, on ne peut passer sous silence les qualités du microphone associé à un émetteur qui libère le commentateur du « fil à la patte », de la même façon que le caméraman avec la nouvelle caméra portative. On voit la grande liberté de mouvements laissée à cet ensemble.

L'émetteur associé est à modulation de fréquence, d'une puissance de 0,3 W, alimenté par piles (autonomie 3 heures). Il est piloté par quartz et d'une très bonne stabilité. L'antenne est soit du type fil souple, soit du type fouet, l'ensemble ne pesant que 600 g.



Synthétiseur d'écriture

Le reportage d'événements sportifs est d'autant plus intéressant que l'image transmise contient plus d'informations (classement, nom des concurrents, temps, performances). A cet effet, des textes composés sur un clavier de machine à écrire électrique et emmagasinés dans une unité mémoire, peuvent être délivrés sous forme de signal vidéo et superposés à l'image. L'appareil utilisé pour les reportages possède une grande capacité de stockage (15 tableaux de 16 lignes à 32 caractères) et une bonne souplesse d'exploitation, permettant d'afficher un tableau complet ou un ensemble de lignes extraites d'un tableau et inscrites dans un ordre quelconque.

Le contrôle de l'enregistrement des textes se fait sur un téléviseur qui affiche le tableau sélectionné en inscription, indépendamment du tableau sélectionné en lecture, ce qui augmente la souplesse d'emploi.

TÉLÉVISION COULEUR

Avec l'avènement de la couleur à la télévision, les services de reportage ont orienté le développement de leurs matériels couleur parallèlement au noir et blanc.

Un car a été équipé de trois voies de prise de vues couleur afin de constituer une régie mobile donnant les mêmes possibilités qu'en studio. Les caméras classiques sont équipées d'un système optique assurant la séparation des trois couleurs élémentaires : rouge, bleu et vert. L'analyse est faite par des tubes Plumbicon à cible photoconductrice. L'exploitation du car se fait en signaux élémentaires R, V, B, le codage n'intervenant qu'après mélange.

Les moyens de prise de vues mobiles sont actuellement limités, du fait que l'O.R.T.F. ne possède pas encore l'équivalent de la caméra portative pour la couleur : mais ce matériel est à l'étude en laboratoire et sa mise en exploitation est prochaine. Actuellement on est donc réduit à transporter une caméra « type studio » et son équipement dans l'élément mobile.

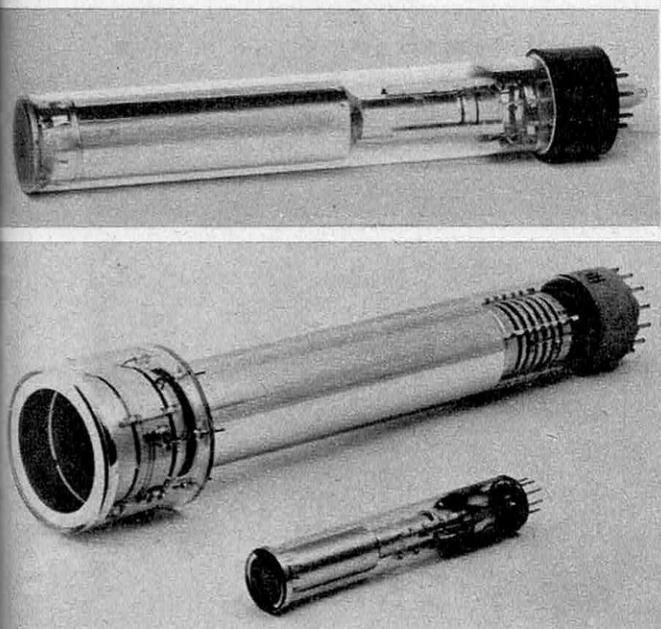
Une caméra couleur a été embarquée à bord d'un hélicoptère Alouette III au cours de l'émission sur les championnats de parachutisme à Biscarrosse. L'Alouette III possède de gros avantages sur l'Alouette II précédemment employée. Elle vole à 200 km/h avec un rayon d'action de 500 km et permet de transporter jusqu'à 900 kg de charge avec une grande souplesse de manœuvres, qualité importante pour des prises de vues précises. De plus, elle possède un équipement de radionavigation permettant le vol sans visibilité et sa facilité de mise en œuvre est intéressante, notamment pour la réalisation de reportages d'actualité où les délais de préparation sont réduits.

Quant à la chaîne de transmission (faisceaux hertziens « mobiles », ou ensembles haute-fréquence), elle possède les caractéristiques nécessaires aux liaisons couleurs, si bien que les seules limitations sont actuellement dues aux matériels de prise de vues.

ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE DES IMAGES

Les techniques de production ont été profondément modifiées par l'enregistrement magnétique des images.

Le magnétoscope est d'un emploi très sé-



Radiotéchnique-Coprim

Les schémas en page de gauche montrent les deux techniques d'exploitation possibles pour les nouvelles caméras portatives : liaison par câble avec le car de réception ou liaison par voie hertzienne ; dans les deux cas, un émetteur fonctionnant sur 32 MHz envoie vers la caméra et l'opérateur des signaux de synchronisation et les indications du réalisateur. Ci-contre, en haut, tube Plumbicon pour caméra de prise de vues couleur ; en bas, tube image-orthicon pour caméra lourde et tube vidicon, de taille très réduite, utilisé dans les caméras portatives.

duisant pour la construction d'émissions en couleur ou en noir et blanc. Il a l'avantage de permettre un visionnage immédiat des séquences filmées et leur montage, et il fournit un son en synchronisme avec l'image sans nécessiter de montage.

Le service de reportage possède des véhicules d'enregistrement magnétique qui, associés à un car de prise de vues, constituent des éléments autonomes. Ils permettent de s'affranchir des relais hertziens nécessaires pour amener l'image aux installations fixes, lorsqu'on peut admettre des délais suffisants entre la réalisation et la diffusion à l'antenne.

Dans un véhicule léger (break ID 19) on a réuni les deux fonctions d'enregistrement et de prise de vues, grâce à un magnétoscope à balayage hélicoïdal à deux têtes, d'encombrement réduit, et à une caméra portative analogue à celle utilisée sur moto. Un tel véhicule n'est pas destiné à se substituer au secteur filmé, mais à compléter celui-ci lorsqu'on ne dispose plus des délais nécessaires pour le développement et le montage.

Un nouveau système employant l'enregistrement sur disque permet de conserver l'inscription des 30 dernières secondes d'un événement. On a la possibilité de faire de l'arrêt sur image, c'est-à-dire de lire sans fin la même piste, ou de restituer les images à une cadence ralentie. Une des grandes qualités de ce système est d'être adaptable au procédé SECAM de télévision en couleur.

LA MISE EN ŒUVRE DES DIFFÉRENTS MOYENS

Si la mise en œuvre d'un véhicule seul ne pose aucun problème, il n'en est pas de même lorsqu'on a à coordonner tout un ensemble comprenant plusieurs cars de prise

de vues et des éléments mobiles.

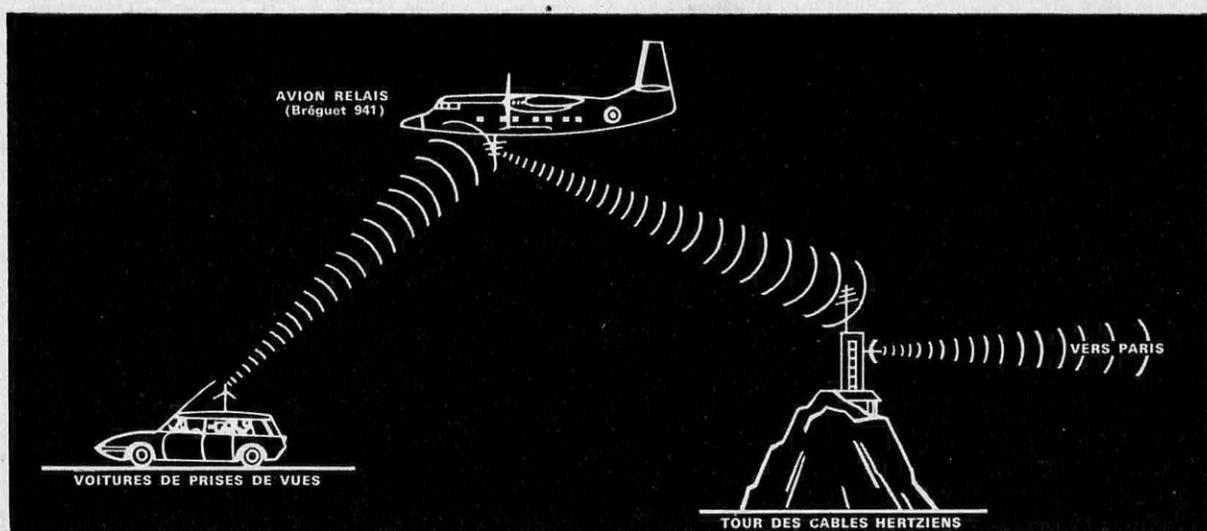
En décrivant les divers matériels, nous nous sommes surtout attachés aux moyens vidéo, mais les véhicules comprennent également une régie son et un système de liaisons, dites « liaisons d'ordres », permettant de mettre en contact tous les maillons intervenant dans la chaîne de prise de vues ou de transmission ; ceci nécessite de nombreuses connexions supplémentaires et des ensembles émetteurs-récepteurs, comme l'ensemble de liaison de la caméra portative, fonctionnant sur 32 MHz.

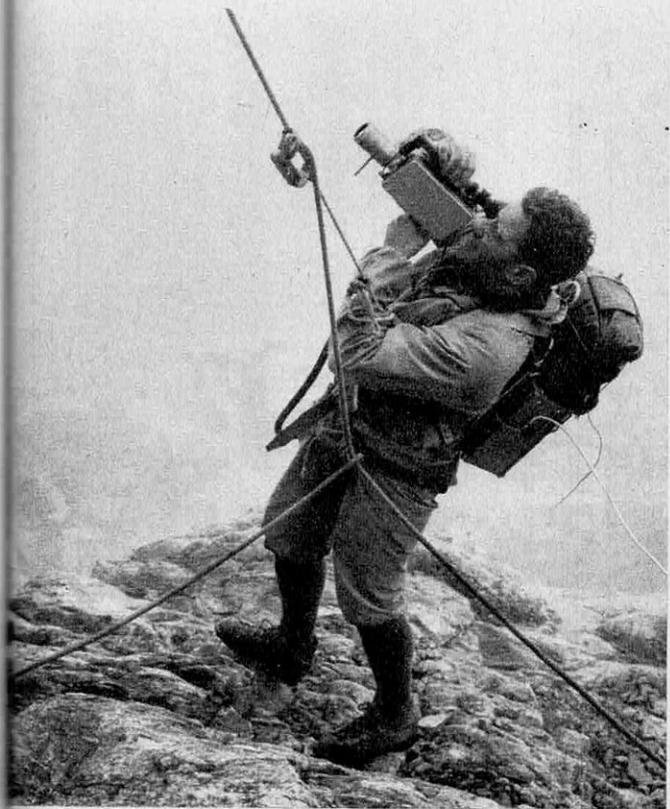
Lorsqu'on a plusieurs sources d'images, un problème très important est de rendre synchrones les différentes images afin de pouvoir les mélanger sans décrochement d'images.

Avec les caméras « fixes », grâce au pilote de synchronisation, il est facile de résoudre le problème. Avec les caméras portatives qui ont leur propre générateur de synchronisation, on ne peut passer de l'une à l'autre qu'en utilisant une image obtenue avec une caméra image-orthicon, dont le générateur de synchronisation peut s'asservir successivement sur l'une puis sur l'autre. Une telle image est appelée « plan de coupe ». On voit donc tout l'avantage des nouvelles caméras autonomes possédant un système d'intersynchronisation, permettant de passer de l'une à l'autre sans transition lors des reportages importants.

Nous allons illustrer l'emploi de ces moyens de reportages par quelques exemples de réalisations.

En 1964, les services de l'O.R.T.F. ont réalisé une émission en direct à bord du Mistral. Une véritable régie était installée dans un wagon, avec trois caméras portatives et une caméra orthicon pour assurer le passage





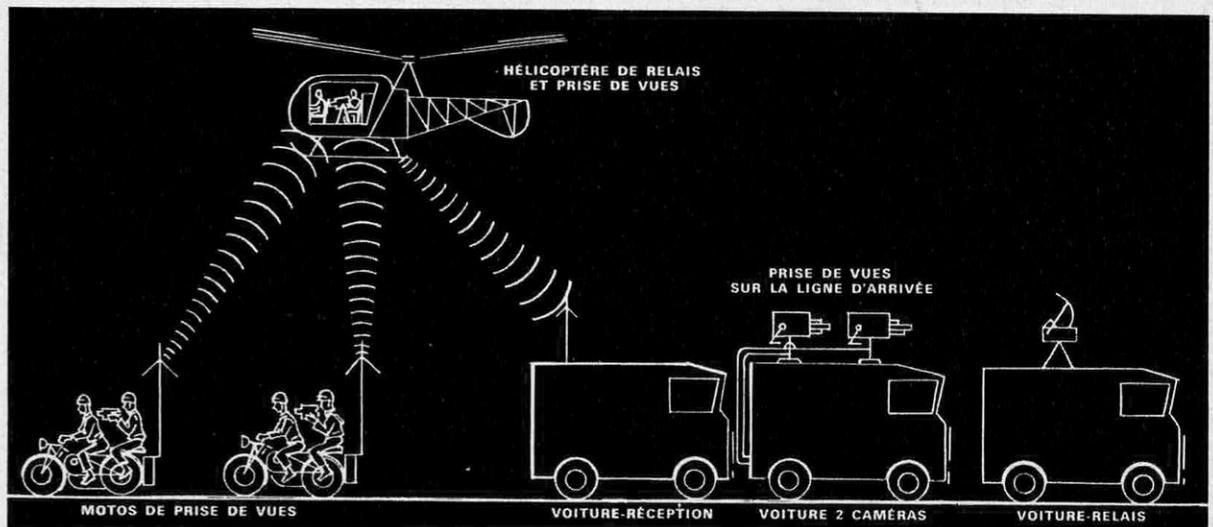
Par leur faible encombrement, les caméras à tube vidicon autorisent des prises de vues souvent acrobatiques (ci-dessus). En page de gauche, principe d'une transmission par avion-relais. Ci-dessous, les moyens mis en œuvre pour assurer le reportage des derniers kilomètres d'une course cycliste.

d'une caméra portative à l'autre. Le relais vers Paris était assuré par un avion survolant le train, en liaison avec deux stations au sol, Nuits-Saint-Georges puis Avignon.

Le schéma ci-dessous représente l'émission-type des 10 derniers kilomètres d'une course cycliste. Des caméras portables, sur motocyclettes et dans l'hélicoptère, transmettent les images de la course. L'hélicoptère sert également de relais. Sur la ligne d'arrivée, deux caméras classiques assurent le reportage et permettent les « plans de coupes ».

Plus complexe est l'installation pour les 24 Heures du Mans qui, chaque année, exige la mise en œuvre de moyens puissants à la mesure de l'épreuve et de la durée des émissions (environ 10 heures réparties entre l'O.R.T.F. et l'Eurovision). Le circuit du Mans a une longueur de 14 km ; les voitures les plus rapides le couvrent en 4 minutes et la vitesse maximale sur la ligne droite des Hunaudières est de l'ordre de 300 km/h. En général, seuls les premiers tours sont intéressants pour le spectateur et le reportage d'une telle compétition où les coureurs se présentent toutes les quatre minutes devant les caméras des tribunes deviendrait vite fastidieux. Le téléspectateur, lui, veut un reportage vivant, documenté, facile à suivre ; il veut être dans la course, avec les hommes de tête, voir l'incident toujours possible, connaître les temps réalisés par les pilotes et les records battus.

Les moyens techniques mis en œuvre doivent permettre de réaliser un tel spectacle : aux tribunes est installé le car de reportage à cinq voies qui sert de régie ; une caméra portable assure le reportage des ravitaillements devant les stands ; un car de réception permet de recevoir les différentes



images de tous les points du circuit, dont chaque caméra ne couvre que 600 m. Deux caméras protégées par des fascines donnent des images très spectaculaires du passage des voitures au Tertre-Rouge ; les relais hertziens dirigent les images vers les tribunes. Les passages difficiles de Mulsanne ainsi que les lacets d'Arnage nécessitent la présence de cars de reportage à deux voies et de faisceaux mobiles pour le retour des images.

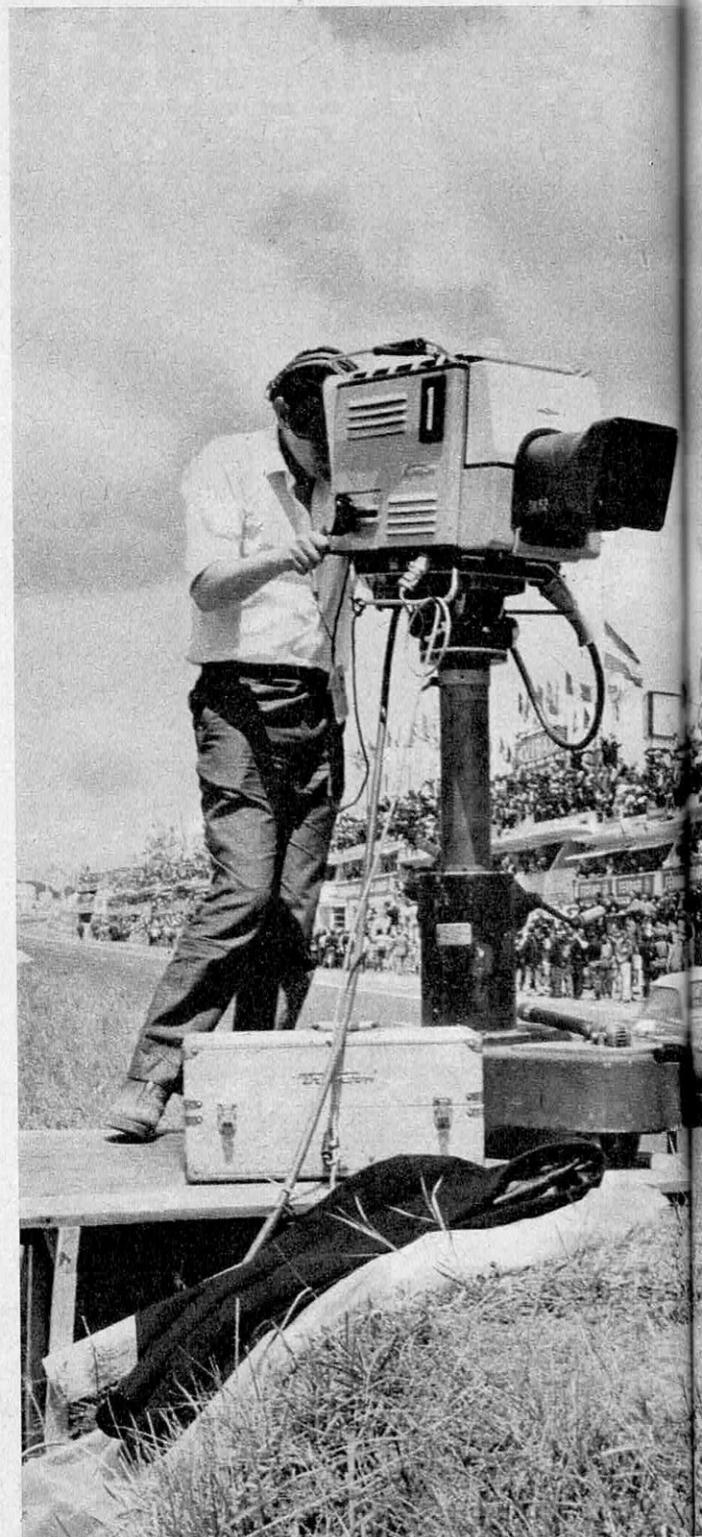
En dépit de ces dix caméras, la continuité ne peut être assurée qu'avec des éléments mobiles comme l'hélicoptère ou l'avion. L'hélicoptère couvre la partie la moins rapide du circuit. Au delà de 160 km/h, il n'est plus utilisable en raison des vibrations qui rendent difficiles le maniement de la caméra (cadrage et mise au point). L'hélicoptère parcourt donc la partie comprise entre Mulsanne et les tribunes à une altitude comprise entre 20 et 50 m. Les prises de vues sont malgré tout très acrobatiques et le résultat dépend beaucoup de l'entraînement du pilote et du caméraman. La qualité de l'image ne déçoit pas et l'on peut même discerner le numéro des voitures et parfois les visages des pilotes. Pour la partie la plus rapide du circuit, les Hunaudières, l'utilisation du Bréguet 941 a paru très séduisante pour suivre les bolides à des vitesses considérables. Malgré sa masse d'une trentaine de tonnes, cet appareil s'est montré parfaitement capable de suivre les voitures sur la totalité du parcours ; sa vitesse de croisière dépasse 400 km/h, mais peut descendre jusqu'à 100 km/h seulement grâce à sa voilure hypersustentatrice à ailes soufflées.

Le reportage est d'autant plus intéressant pour le téléspectateur que l'on peut superposer à l'image les différents classements ou le chronométrage d'un tour de circuit, ce qui est réalisé grâce au synthétiseur d'écriture tel que nous l'avons décrit en page 103, ou au chronomètre électronique.

Les générateurs de synchronisation des différents équipements sont asservis à celui du car principal, lequel est piloté par les signaux d'une caméra portative. Ainsi les enchaînements de toutes les images synchrones sont assurés sans discontinuité et les commutations sont exemptes de défauts.

L'image finale provenant du car principal est ensuite acheminée par les faisceaux mobiles puis par le réseau d'infrastructure vers le centre nodal de Cognacq-Jay et distribué aux différents pays de l'Eurovision.

La réussite d'un tel reportage résulte avant tout d'une étroite collaboration entre techniciens et réalisateurs. En tout état de cause, il demeure une opération délicate dont les



24 heures du Mans : une partie du reportage est assurée par des caméras fixes telles que celle-ci, implantées dans les tribunes et aux passages les plus importants. Elles sont fournies par des caméras portatives et par des caméras d'avion et d'hélicoptère.



Le reportage est assurée par des caméras le long du circuit sur la ligne droite plus difficiles. D'autres images sont réalisées « mobiles », une pour les stands, les autres embarquées à bord d'un avion volant le circuit à faible altitude.

téléspectateurs sont loin d'imaginer la complexité.

CONCLUSIONS

A l'heure des satellites de communications permettant des liaisons à l'échelle mondiale, il est paradoxal que les reportages télévisés d'événements impromptus de l'actualité nécessitent encore des délais importants. Considérez de cette lacune, l'O.R.T.F. a mis au point une technique faisant intervenir un break ID 19 équipé d'une caméra électronique et d'un appareil d'enregistrement magnétique des images, et un avion Bréguet 941 qui l'emporte à son bord. Pouvant atterrir et décoller avec plusieurs tonnes de fret sur des terrains non aménagés, cet appareil amène rapidement le break à proximité du lieu de reportage. Sitôt les prises de vues effectuées, la voiture regagne le terrain et est embarquée dans le Bréguet. Pendant le vol de retour, la bande magnétique enregistrée est lue à bord de l'avion depuis la voiture et ses signaux retransmis directement à l'antenne.

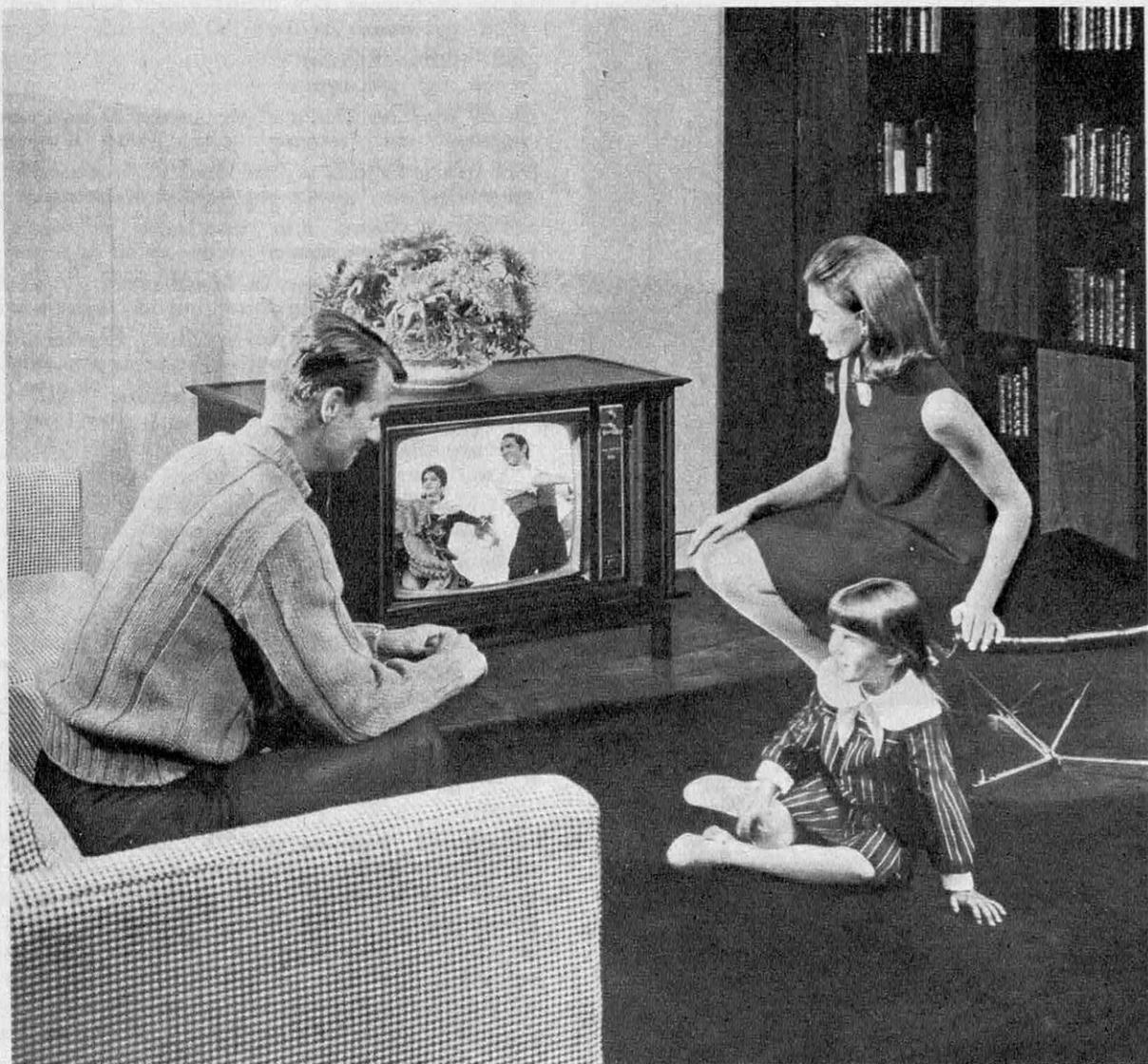
On peut envisager mieux encore : que l'avion reprenne l'air dès qu'il a déposé la voiture équipée d'un émetteur de retransmission et survole ce dernier à une altitude pouvant atteindre 6 000 m, pour relayer le reportage en direct vers des points de réception du réseau distants de plusieurs centaines de kilomètres. Il va de soi que l'emploi de tels moyens ne saurait être limité au cadre de la France. Pour qu'ils soient pleinement efficaces, ils doivent être exploités en collaboration avec les autres membres de l'Eurovision.

Comme nous l'avons vu, le matériel de reportage évolue constamment en faisant appel aux techniques d'avant-garde. L'inter-synchronisation des caméras permet de réaliser des voitures de reportage plus légères et capables de faire des émissions plus élaborées. L'absence de câbles de liaison et d'alimentation confère une maniabilité étonnante et une réduction de plus en plus grande des délais de mise en œuvre. Les progrès de l'électronique permettent de réduire au maximum les dimensions des circuits tout en augmentant leur fiabilité.

La facilité de manœuvre du matériel lui fait trouver des applications dans les domaines les plus variés (surveillance de la circulation à bord d'hélicoptères, défense nationale, météorologie, etc.). Le rôle des services de reportage ne se limite pas à fournir des images intéressantes aux téléspectateurs, il est aussi de promouvoir des techniques modernes qui permettent d'observer partout et à tout instant.

Bernard GENSOUS
Ingénieur en chef à l'O.R.T.F.

RECEPTEURS NOIR ET BLANC VERS LA PERFECTION



R.C.A.

Si les téléviseurs de salon à grand écran (ci-dessus) conservent la faveur d'un large public, l'industrie des récepteurs portables, à tubes de 41, 32 ou 28 cm, est en plein essor.

A la taille près, comme le montre la photographie en page de droite, la technologie des tubes-image pour récepteurs portables est identique à celle des tubes « grand écran » : de gauche à droite, tube 63, 41 et 28 cm.

Si l'avènement de la couleur a conduit les constructeurs de téléviseurs à des études très poussées pour assurer la réception optimale, ils n'en continuent pas moins à rechercher des perfectionnements pour les téléviseurs noir et blanc. Etant donné le prix élevé des téléviseurs couleur, le noir et blanc conservera encore longtemps un marché important. Les U.S.A. en fournissent la preuve : après dix ans d'exploitation de la télévision en couleur, la vente des téléviseurs noir et blanc continue à être importante.

Les perfectionnements récents ne sont pas particulièrement spectaculaires mais, comme nous le verrons plus loin, ils apportent des améliorations non négligeables de la qualité des images et de la facilité à les obtenir.

Les tubes cathodiques

L'évolution des tubes à image au cours des dernières années a surtout été marquée par l'apparition des tubes à écran rectangulaire, à col court (en raison de l'augmentation à 110/114° de l'angle de déviation du faisceau électronique) et autoprotégés. Cette autoprotection est assurée par une bande métallique ceinturant l'écran et par une couche de polyester armé d'un tissu de verre recouvrant le cône.

Les tubes à image actuels dits « tout écran », « super écran » ou « vision maximale », sont tous autoprotégés, mais leur technologie s'est perfectionnée de façon à augmenter la partie visible de l'écran, à simplifier leur mode de fixation et à élargir les possibilités de présentation.

D'autre part, les écrans sont réalisés en verre teinté filtrant et la qualité du contraste a été améliorée. En raison de l'abaissement du coefficient de transmission du verre, l'observation de l'image, principalement à la lumière du jour, est meilleure.

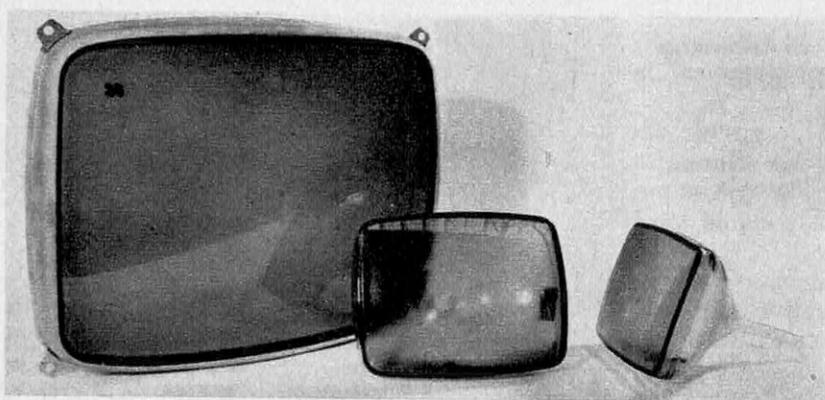
Cette technologie s'applique aux tubes de 65 cm, 59 cm, 48 cm, 41 cm, 32 cm et 28 cm de diagonale, normalement utilisés par les constructeurs français.

Du point de vue de la dimension maximale des écrans, on note sa stabilisation à 65 cm. Cette dimension et celle de 59 cm sont uniquement adoptées pour les tubes des téléviseurs de salon.

La course aux grands écrans est donc stoppée et il ne semble pas qu'elle puisse reprendre. L'écran plat de grande dimension, sur lequel bien des recherches ont été effectuées dans les laboratoires, ne paraît pas prêt à en sortir.

Du reste, les goûts du public tendent au contraire vers les écrans de plus petites dimensions. Cette réduction, pour certains modèles japonais, est considérable. Il existe des tubes destinés aux téléviseurs « de poche » dont l'écran ne mesure que 7,5 cm de diagonale. Les téléviseurs du marché n'en sont pas encore là, mais les tubes de 28 cm, 32 cm et 41 cm connaissent un vif succès pour les téléviseurs portables dont nous parlerons plus loin. Le tube de 48 cm, qui avait été abandonné pour les téléviseurs de salon, retrouve lui-même son intérêt pour l'équipement des téléviseurs transportables.

Les tubes 41 et 48 cm sont, comme les tubes 59 et 65 cm, à angle de déviation 110/114°, alors que cet angle est de 90°



Doc. SOVIREL

LES TÉLÉVISEURS NOIR ET BLANC

pour les tubes de 28 et 32 cm. Ceci ne constitue pas un inconvénient car l'augmentation de longueur n'est pas considérable.

A noter aussi que les tubes destinés aux téléviseurs portables autonomes sont prévus pour une tension filament de 12 V et une consommation aussi réduite que possible afin de ne pas décharger trop rapidement la batterie qui les alimente.

Les facilités de réglage

Depuis l'apparition de la télévision, les constructeurs se sont constamment appliqués à réduire le nombre et la complexité des réglages à effectuer par l'usager.

On a d'abord codifié les opérations en instituant des réglages « fixes », accessibles seulement à l'installateur et auxquels le téléspectateur ne doit pas toucher, et des réglages « variables », dépendant des conditions de propagation ou de fonctionnement. Mais, de plus en plus, ces réglages s'effectuent automatiquement et, lorsque le téléviseur est accordé avec le standard de l'émission à recevoir, le téléspectateur n'a plus que trois boutons à manipuler : son, luminosité et contraste.

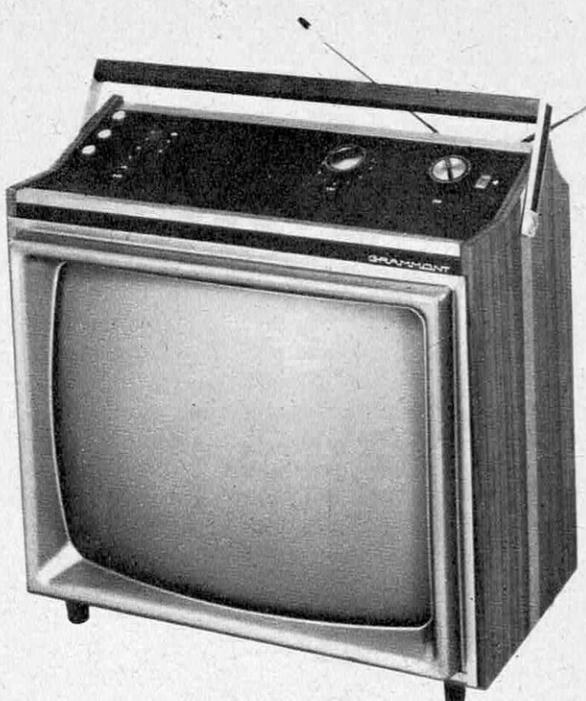
Afin d'éviter une diminution de l'amplitude verticale et horizontale provoquant une déformation de l'image, les téléviseurs actuels possèdent tous des circuits de stabilisation automatique. Des résistances non linéaires sont à la base de ces circuits.

Tous les téléviseurs ont également une commande automatique de gain pour l'image, de même qu'ils possèdent une commande automatique de volume pour le son. La commande automatique de gain, en régularisant l'amplification, stabilise aussi le contraste qui, de ce fait, ne se trouve pas modifié par les variations de propagation, le changement de caméra, etc.

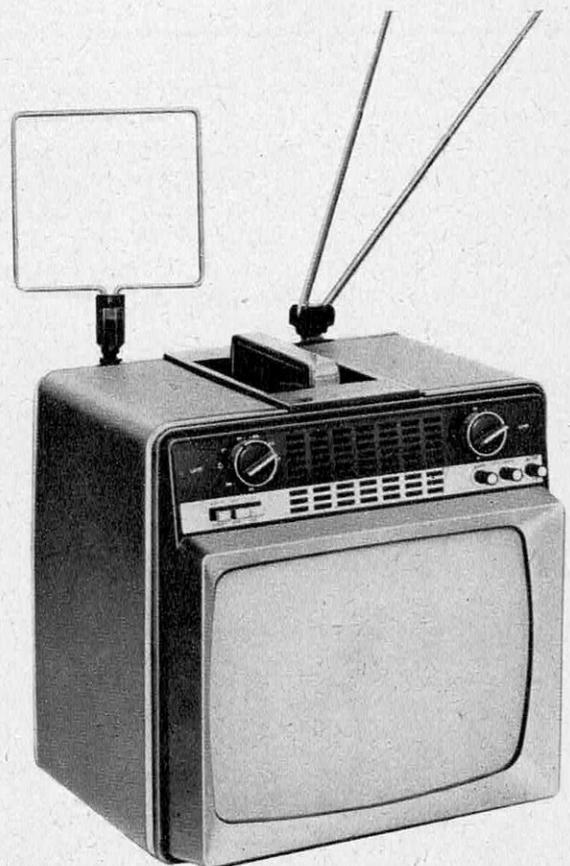
Les téléviseurs ont aussi un circuit de synchronisation automatique par comparateur de phase. Il a pour but la correction des différences de phase entre le signal local et le signal de synchronisation.

Pour la correction de l'accord, la commande automatique de fréquence fait également partie des réglages automatiques d'un téléviseur.

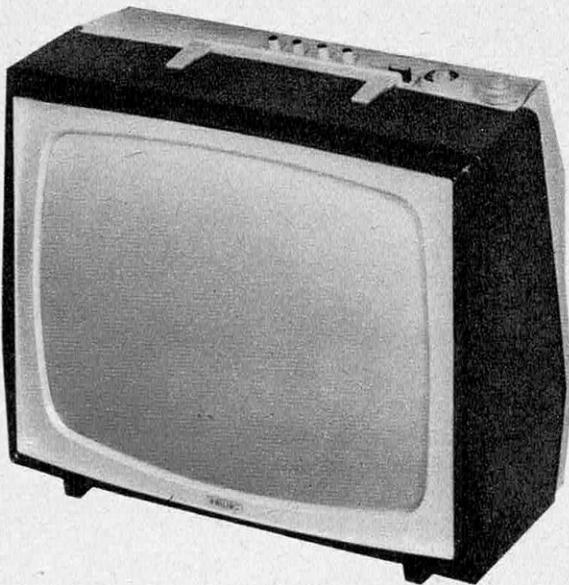
Depuis déjà plusieurs années on trouve



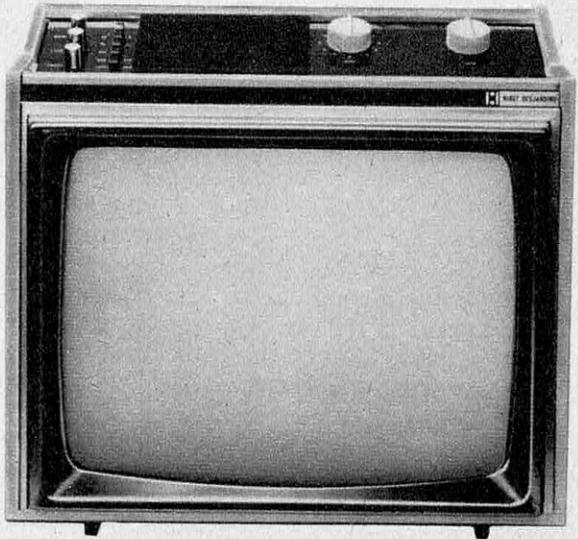
Téléviseur portable bistandard, entièrement transistorisé ; tube 44 cm, déviation 110° ; alimentation sur secteur 110-240 V ou sur batterie 12-18 volts (Grammont-Sonneclair).



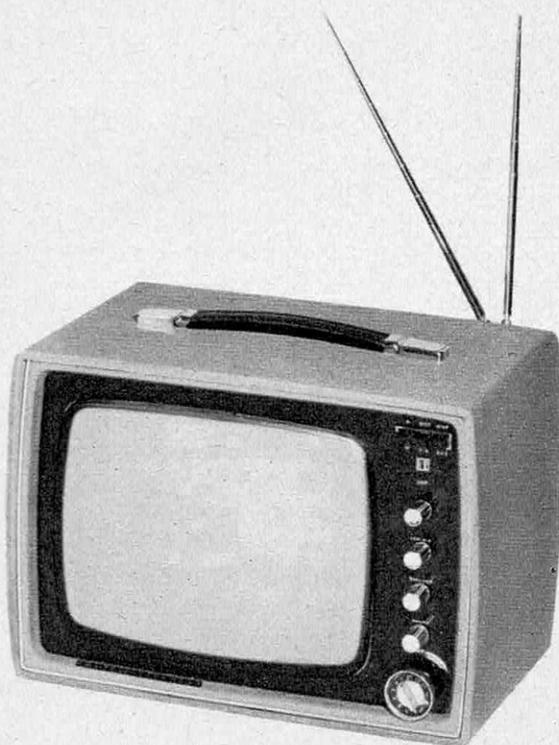
Téléviseur portable bistandard ; tube 32 cm, déviation 90° ; alimentation sur secteur 110-240 V ou sur batterie 12 V ; prises magnétophone et haut-parleur extérieur (Schneider).



Téléviseur transportable bistandard ; tube 48 cm, angle de déviation 110° ; prises pour magnétophone et haut-parleur extérieur ; prise pour antenne télescopique (Philips).



Téléviseur portable bistandard entièrement transistorisé, avec écran 44 cm ; antenne escamotable. Peut être alimenté sur secteur ou sur batterie extérieure, (Ribet-Desjardins).



Récepteur portable entièrement transistorisé ; écran 28 cm ; poids 8,6 kg. Alimentation sur secteur ou sur batterie extérieure 12 V ; chargeur incorporé (Ducretet-Thomson).

sur divers téléviseurs des cellules photoélectriques pour le réglage automatique du contraste en fonction des variations de la lumière ambiante.

La sélection des standards et des canaux

L'automaticité s'étend aussi à la sélection des standards et des canaux.

On sait qu'un téléviseur bistandard possède, comme circuits d'entrée, deux sélecteurs de canaux :

- un sélecteur VHF (ou « rotateur ») pour la réception des canaux ORTF du premier programme, bande I et III ;

- un sélecteur UHF (ou « tuner ») assurant la réception des canaux en bande IV et V.

Le sélecteur VHF a, en général, son circuit d'accord constitué d'un condensateur fixe et de différents bobinages d'inductance en rapport avec les gammes à recevoir. Ces bobinages sont mis en circuit par un commutateur rotatif portant sur son bouton un repère extérieur que l'on fait coïncider avec le chiffre du canal à recevoir. Un autre bouton, dit « vernier d'accord », permet de

LES TÉLÉVISEURS NOIR ET BLANC

parfaire ce réglage. Cet accord fin est, dans les téléviseurs actuels, souvent obtenu par l'intermédiaire de diodes à capacité variable. Leur avantage est de conduire à des circuits d'accord d'encombrement réduit et à la suppression de toute pièce mécanique mobile. Ces diodes conduisent aussi à la réalisation de sélecteurs VHF à variation de fréquence totalement continue, que l'on trouve sur quelques appareils récents.

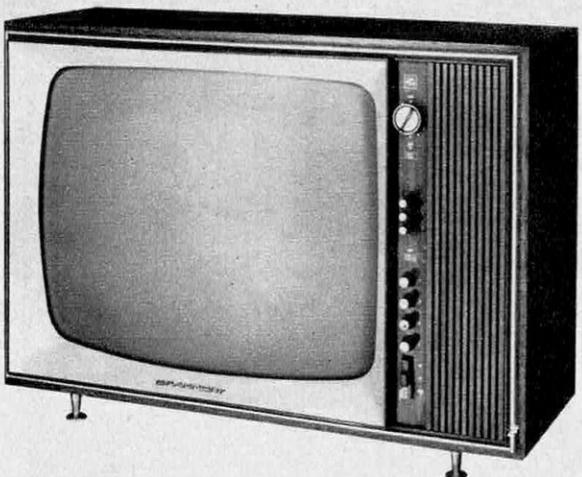
Un perfectionnement a été réalisé pour les rotateurs VHF en les dotant d'un débrayage fin automatique qui, une fois le téléviseur convenablement réglé, évite tout déréglage.

D'autre part, afin de faciliter le changement de canal, de nombreux téléviseurs sont maintenant équipés de claviers avec touches prérglées pour la sélection automatique des programmes. Ces touches correspondant à des canaux VHF et UHF maintiennent l'accord réalisé quels que soient les réglages effectués sur les autres canaux. En UHF, ces touches seraient précieuses si un troisième programme était un jour envisagé. Pour l'instant, elles sont utiles aux téléspectateurs des régions frontalières ou se trouvant à des distances sensiblement égales de deux émetteurs qui, suivant les conditions de propagation, sont plus ou moins bien reçus, ce qui nécessite le passage de l'un à l'autre.

Dans les téléviseurs bilstards, première et deuxième chaînes, la sélection du standard s'opère par une simple touche qui actionne les multiples commutations internes nécessitées par le passage de l'un à l'autre. La simplicité de réglage est poussée à son maximum avec le changement automatique de standard sous l'action de l'émission à recevoir. Dans certains téléviseurs multi-standards, on trouve des dispositifs de sélection automatique par moteur.

L'accroissement du confort

La qualité et la stabilité de l'image constituent les premiers éléments du confort visuel. Dans ce domaine, des progrès sont sans cesse réalisés, tant au point de vue des composants que des circuits de base. C'est ainsi que la puissance et la linéarité des bases de temps, qui fournissent les signaux assurant la



Bistandard de table semi-transistorisé, écran 59 cm ; sélection UHF à trois touches ; affichage lumineux des programmes ; haut-parleur elliptique en façade (Grammont).

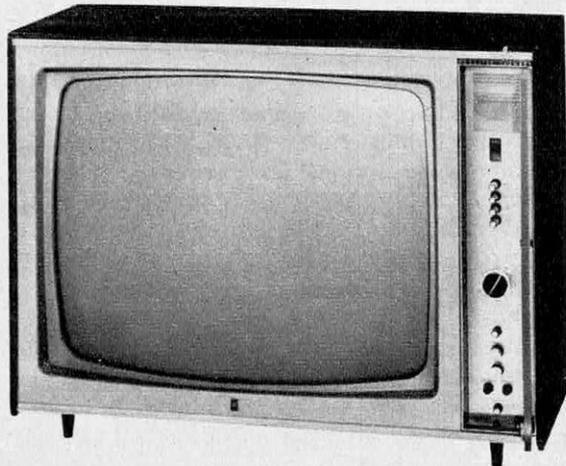
synchronisation rigoureuse du balayage électronique entre caméra et récepteur, ont été accrues et que, le rapport signal/bruit étant amélioré, on a pu augmenter la sensibilité sans que l'image soit affectée par l'effet dit « de neige ».

Cette augmentation, presque générale, de la sensibilité a fait disparaître des catalogues les téléviseurs dits « longue distance ». La majorité des téléviseurs actuels assurent la réception dans un grand rayon autour de l'émetteur et possèdent des circuits anti-parasites image, adaptables aux conditions de réception.

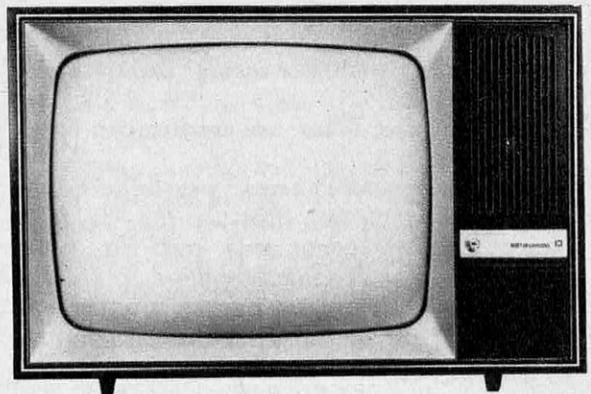
Les téléviseurs sont aussi dotés de divers raffinements qui contribuent à rendre leur usage plus agréable : affichage du programme capté, indication du standard par un voyant coloré, cadran lumineux pour la sélection des canaux, contrôle de l'accord et de la tension par galvanomètre, programmeur assurant automatiquement la mise en route ou l'arrêt du téléviseur aux heures désirées.

La commande « loupe » que l'on remarque sur certains téléviseurs a pour but, lorsqu'elle est enclenchée, d'agrandir la partie centrale de l'image pour en mieux voir les détails. Quant à la touche « sous-titres », elle décale légèrement l'image vers le haut afin d'assurer la lecture intégrale des sous-titres, lors de la diffusion de films étrangers. Ces sous-titres sont parfois masqués sur l'écran, le format cinéma convenant mal à la transmission par télévision.

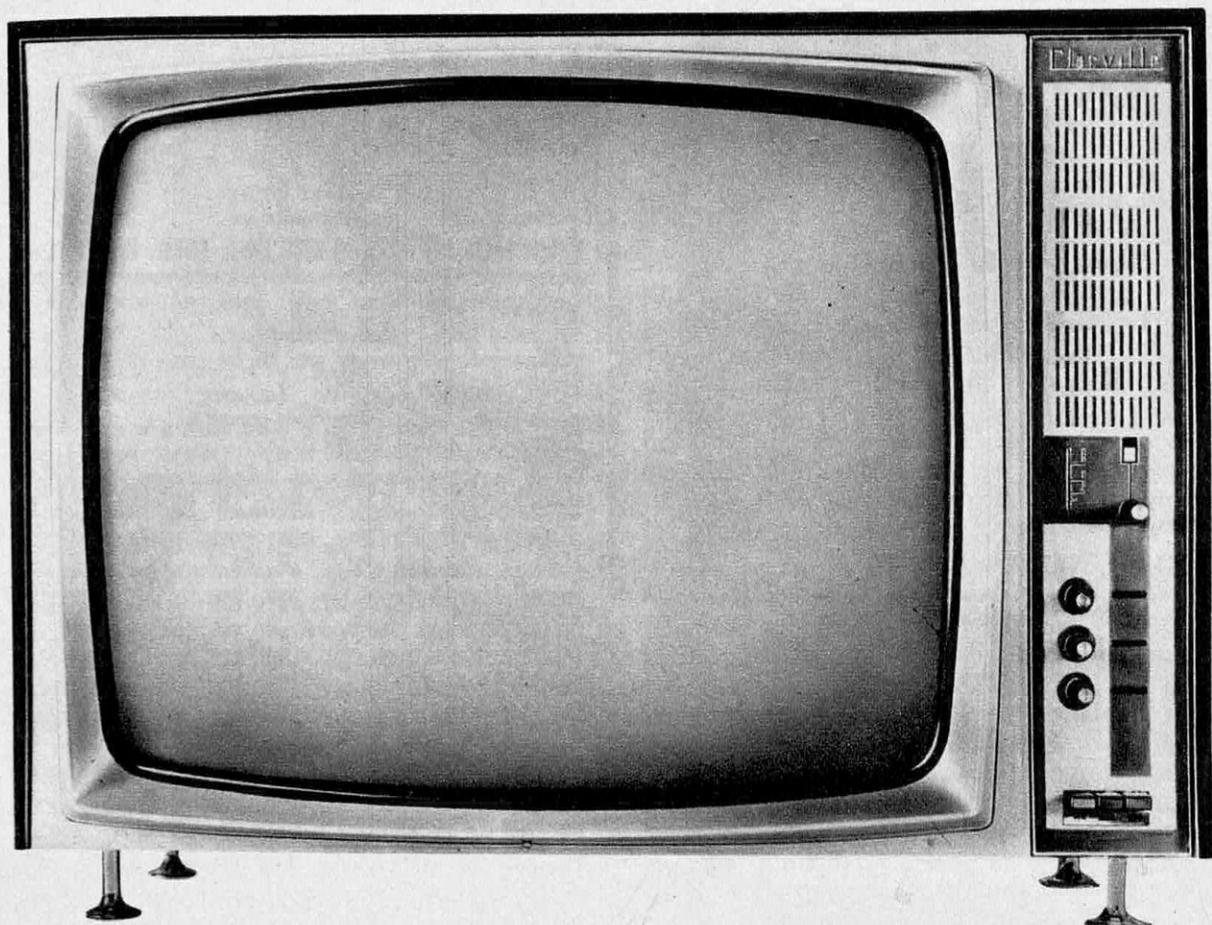
L'éclairage ambiant a, on le sait, une grande importance. Il importe que des sources lumineuses soient placées en retrait du téléviseur, de façon à obtenir, autour de l'écran, un éclairage peu intense, mais indis-



Récepteur bistandard de table, écran 65 cm ; clavier de sélection à quatre touches ; prise pour enregistrement sur magnétophone ; éclairage d'ambiance avec diffuseur (Ducretet).



Téléviseur de table bistandard, écran 65 cm, commutation entre 1^{re} et 2^e chaîne par touche, antiparasitage - image adaptable. Haut-parleur 10-15 cm, puissance 2 W (Clarville).



Téléviseur bistandard semi-transistorisé 65 cm ; sélection par touches ; prises pick-up, haut-

parleur et magnétophone ; affichage lumineux des programmes (Ribet-Desjardins).

LES TÉLÉVISEURS NOIR ET BLANC

pensable pour le confort visuel. Dans ce but, quelques téléviseurs sont munis à l'arrière d'ampoules avec diffuseurs assurant un éclairage d'ambiance.

Afin d'augmenter leurs possibilités, diverses prises ont été prévues sur les téléviseurs pour télécommande par fils, pour enregistrement sur magnétophone, pour enceintes acoustiques, haut-parleur supplémentaire ou écouteurs, avec ou sans coupure du haut-parleur principal. Sur certains on trouve même une prise vidéo pour brancher un magnétoscope ou une caméra électronique de télévision en circuit fermé.

En dehors des télécommandes classiques par fils, la mise en route, l'arrêt et le changement de chaîne sont quelquefois télécommandés par de petits émetteurs d'ultrasons captés par un microphone piezoélectrique inclus dans l'ébénisterie du téléviseur, soit par les impulsions lumineuses d'une lampe de poche agissant sur une cellule photoélectrique placée sur la face avant.

Pour le confort de l'audition, il existe des « repose-tête » analogues à ceux que l'on ajoute aux sièges d'une voiture, mais comportant à chaque extrémité un haut-parleur incorporé. Le téléspectateur peut ainsi suivre un programme sans être dérangé par les bruits ambients et sans gêner ses voisins.

La partie sonore est particulièrement soignée dans les meubles consoles, où on trouve généralement trois haut-parleurs avec leurs filtres, alimentés par un amplificateur puissant et placés dans une enceinte acoustique.

Présentation et facilité d'entretien

Depuis que les formes adoptées pour les tubes cathodiques ont permis d'améliorer la présentation des téléviseurs, celle-ci évolue vers une sobriété et une élégance toujours plus grandes.

La présentation asymétrique se partage le marché avec la présentation symétrique. Cette dernière permet d'avoir, de part et d'autre de l'écran, deux colonnes sonores équipées chacune d'un haut-parleur. Quant aux meubles-consoles, ils sont munis d'un rideau coulissant, fermant à clé.

En ce qui concerne la disposition des organes à l'intérieur des téléviseurs, les châssis,

souvent verticaux, et le montage des composants, en général sur circuits imprimés, sont maintenant plus rationnels. Le technicien du service après-vente a ainsi facilement accès à tous les organes et réglages internes. Pour faciliter l'extraction et la mise en place des différents éléments, les liaisons s'effectuent par connecteurs à broches. On s'oriente cependant vers des montages encore plus divisés avec l'emploi de sous-ensembles et de modules qui réunissent sur une petite plaquette de circuit imprimé tous les composants remplissant une fonction déterminée.

Les circuits à couche mince et les circuits intégrés qui se développent en électronique industrielle remplaceront-ils un jour les modules à circuits imprimés ? Aux U.S.A., on envisage d'en réaliser pour cet usage, quoiqu'il ne semble pas qu'ils apporteront une simplification appréciable du montage. D'ailleurs, dans un téléviseur, l'avantage d'un encombrement réduit n'intervient pas, tant qu'on est limité par les dimensions du tube.

Les transistors dans les téléviseurs

Les transistors sont indispensables pour l'équipement des téléviseurs portables, appelés à fonctionner sur batteries. Pour éviter la décharge rapide de ces dernières, le téléviseur doit avoir une consommation aussi réduite que possible.

Si la transistorisation n'offre pas le même intérêt pour les téléviseurs de salon, elle apporte néanmoins une plus grande fiabilité et une réduction de l'échauffement, qui peut dérégler les circuits haute et moyenne fréquence et nuire à la longévité des organes. En revanche, les tubes sont préférables pour diverses fonctions dont la mise au point est moins délicate, en particulier pour le balayage horizontal.

Ceci explique pourquoi de nouveaux tubes, de qualité et de performances supérieures, sont offerts, notamment pour éléver la tension appliquée aux plaques de déviation à 20 000 V du tube cathodique, et pourquoi la majorité des téléviseurs de salon fait appel à la fois aux transistors et aux tubes. Toutefois, le nombre de ces derniers va en diminuant.

Incontestablement, dans un avenir assez proche, la transistorisation totale des téléviseurs s'imposera.

Les téléviseurs portables et transportables

Les performances des transistors ont contribué au récent développement des téléviseurs portables.

Voici un an, rares étaient les firmes françaises offrant ce type de téléviseur. Très rapidement, le choix en est devenu important. Ils sont étudiés pour alimentation mixte : secteur 110-220 V, 50 Hz ; piles ou accumulateurs 12 V.

L'alimentation par piles conduit à un prix de revient élevé par watt-heure. C'est pourquoi on a surtout recours à des batteries d'accumulateurs, soit à la batterie de bord d'une automobile, soit à une petite batterie cadmium-nickel incorporée ou fixée sur le téléviseur.

Deux versions sont à envisager pour obtenir cette alimentation mixte :

— réaliser l'alimentation en courant continu 12 V et lui adjoindre un bloc pour courant alternatif 110-220 V, 50 Hz, incorporé au téléviseur et où la tension est abaissée, redressée et filtrée pour fournir 12 V en courant continu ;

— réaliser un montage pour alimentation en alternatif 110-220 V, 50 Hz, et lui adjoindre, généralement dans un boîtier séparé, un convertisseur statique à transistors fournit, à partir d'une source continue 12 ou 24 V, 110 ou 220 V en courant alternatif.

La première solution est la plus fréquemment adoptée. Elle permet, en utilisant la tension redressée, de prévoir un dispositif incorporé de charge des batteries sur secteur. La tension continue 12 V fournie par le bloc d'alimentation ou par la batterie doit être stabilisée afin d'éviter les surtensions provenant soit du secteur, soit de l'état de charge de la batterie.

Souvent, un relais est prévu pour le débranchement automatique de la batterie lorsque la tension à ses bornes atteint la valeur correspondant à la fin de charge. Dans un but analogue, quelques appareils sont dotés d'un indicateur de l'état de charge de la batterie.

En dehors de leur mode d'alimentation, les téléviseurs portables sont caractérisés par la dimension de leur tube à image.

Le tube à écran de 28 cm est le plus répandu et est suivi du 32 cm. L'un et l'autre, comme nous l'avons déjà vu, sont à angle de déviation de 90° et n'exigent pas de puissance importante pour le balayage. Le tube de 41 cm, que l'on commence à utiliser, est à angle de déviation de 110°. Il demande une puissance plus grande pour le balayage et ceci entraîne une consommation relativement importante, de l'ordre de 3 A sous 12 V, alors qu'elle dépasse à peine 1 A sous 12 V pour un 28 cm.

Les téléviseurs portables sont, comme les téléviseurs de salon, soit du type bistandard (en majorité), soit du type multistandard, intéressant pour les frontaliers ou ceux qui voyagent hors des frontières. Ils possèdent des circuits et une automatique des réglages comparables aux modèles de grandes dimensions.

Du point de vues performances, une haute sensibilité est particulièrement nécessaire (pour certains, elle est de 5 à 10 microvolts). Les téléviseurs portables doivent aussi être dotés d'une commande de gain très efficace et à action rapide pour capter des images de qualité acceptable dans un rayon assez grand autour de l'émetteur. Outre leurs antennes fixées sur les boîtiers, généralement télescopiques et orientables, ils possèdent une prise pour antenne extérieure.

Etant donné le changement fréquent de la source d'alimentation, des dispositifs de sécurité ont parfois été prévus, soit pour remédier aux erreurs de branchement de la polarité avec la source 12 V, soit pour commuter automatiquement la tension 110 et 220 V en prévoyant un relais excité uniquement sous 220 V.

Si le tube de 41 cm conduit à la limite maximale du téléviseur portable du point de vue consommation, volume et poids, il convient en revanche parfaitement pour les téléviseurs transportables, c'est-à-dire pour cette catégorie d'appareils que l'on veut pouvoir déplacer aisément d'une pièce à une autre ou d'une résidence à une autre. L'alimentation de ces récepteurs s'effectue uniquement par le secteur. Ils sont en général

LES TÉLÉVISEURS NOIR ET BLANC

équipés totalement de transistors, mais quelques-uns, en particulier d'origine allemande, sont hybrides.

Des téléviseurs transportables ou « secondaires », avec écran de 48 cm, ont été récemment proposés. Ils diffèrent des modèles de salon par la robustesse de leur boîtier, par leur poignée de transport, généralement escamotable, par les antennes télescopiques qui peuvent y être adjointes, et par la disposition du haut-parleur et des commandes principales (souvent sur le dessus du boîtier). Ces modèles peuvent s'intégrer dans les appartements les plus exigus.

Les antennes

A l'exception de quelques antennes spéciales, types à panneau, « gitter » ou « super corner » dont le rendement est sensiblement constant pour tous les canaux de la bande UHF et qui intéressent uniquement les frontaliers, les antennes sont toutes du type « Yagi », constituées d'un dipôle comme élément actif, d'un nombre plus ou moins grand de brins directeurs et d'un réflecteur.

Pour le réflecteur, la tendance est, qu'au lieu d'être formé d'un seul brin, il comprenne deux, trois ou quatre brins les uns au-dessus des autres. Cette disposition augmente le rapport avant-arrière de l'antenne et tend à supprimer les images fantômes, particulièrement sensibles en UHF.

Lorsque les antennes sont installées au voisinage des émetteurs, là où le champ haute-fréquence est intense, il n'est pas utile qu'elles fournissent un gain important ; mais si l'éloignement est grand et le champ faible, on doit augmenter le nombre des brins directeurs. Comme la tension recueillie par une antenne accordée est d'autant plus faible que la fréquence est élevée, les antennes UHF doivent présenter une plus grande directivité et un gain plus élevé. De ce fait, elles comportent un nombre de brins directeurs plus grand que celui des antennes VHF correspondantes. Les antennes UHF pour très grande distance peuvent avoir plusieurs dizaines d'éléments.

Le deuxième programme, en obligeant à recevoir les émissions sur deux antennes distinctes, a compliqué sérieusement le pro-

bleme des antennes. Actuellement cependant, pour les zones où les conditions de réception sont bonnes, des antennes mixtes sur un seul support sont utilisables. De nouveaux modèles sont même proposés, comportant des brins VHF et UHF fixés sur une même entretoise et un dipôle mixte aux bornes duquel apparaissent simultanément les tensions VHF et UHF, ce qui permet de faire l'économie d'un organe de couplage.

Le développement des téléviseurs portables est à l'origine d'une nouvelle catégorie d'antennes pour téléspectateurs itinérants (caravaniers, mariniers, commerçants forains, etc.). Il s'agit d'antennes mixtes VHF-UHF à large bande, généralement montées en ligne et de façon à pouvoir, si besoin, faire pivoter la partie VHF pour la réception des émetteurs à polarisation verticale. Leur montage est simplifié et peut être effectué par des utilisateurs non professionnels. De petits mâts télescopiques, avec système de fixation robuste, spécialement prévus pour être montés sur caravane, complètent ces antennes.

Du point de vue mécanique, les améliorations des antennes portent sur la résistance aux intempéries et aux vents forts. Elles bénéficient aussi d'une plus grande facilité et rapidité de montage et, du fait qu'elles sont pliables, de meilleures conditions de transport.

Enfin, il convient de noter le grand développement des antennes collectives desservant tous les appartements d'un immeuble. Outre un aspect plus esthétique que la traditionnelle forêt d'antennes individuelles, ces antennes collectives assurent un meilleur rendement, d'autant que des progrès sensibles ont été réalisés dans les accessoires nécessités par des installations (séparateurs, répartiteurs, amplificateurs).

Un décret récent rend les antennes collectives obligatoires pour les immeubles neufs de deux étages et plus, à l'exception de quelques dérogations.

En définitive, les téléspectateurs restés fidèles aux images en noir et blanc continuent donc à bénéficier des progrès de l'électronique. S'ils se manifestent plus discrètement que pour la télévision en couleur, ils apportent, néanmoins, des perfectionnements appréciables.

Marthe DOURIAU

LES TELEVISEURS COULEURS



DOC. PHILIPS

L'écran du téléviseur couleur nous présente des images plus authentiques et plus riches.

L'avènement de la télévision en couleurs en France date du début d'octobre 1967 : les programmes diffusés, encore limités à 12 heures par semaine, sont transmis suivant le procédé SECAM III adopté pour d'excellentes raisons techniques, sans que les considérations politiques aient été cependant entièrement étrangères à ce choix.

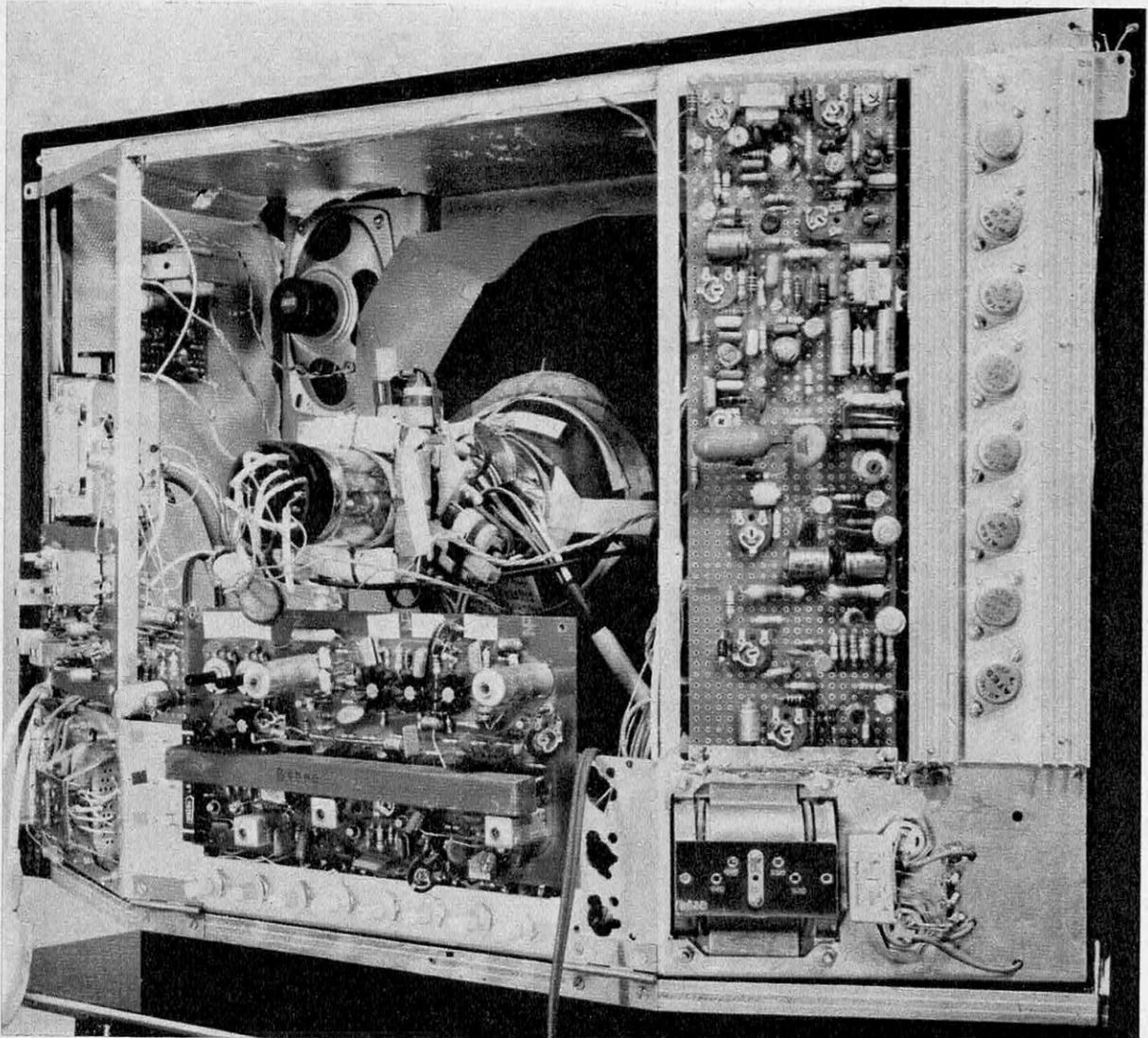
La situation qui apparaît sur une carte de l'Europe peut paraître anormale. Les pays qui ont choisi un autre procédé, le PAL allemand ou le NTSC américain, forment une large bande allant de l'Italie à l'Irlande et comprenant l'Allemagne de l'Ouest, la Grande-Bretagne et les pays scandinaves. Ce mur de plusieurs centaines de kilomètres de large sépare la France et Monaco des pays de l'Est, de la Grèce et

de la Yougoslavie qui ont adopté le SECAM. Les premières victimes de cette situation seront les téléspectateurs des régions limitrophes qui devront, s'ils veulent recevoir toutes les émissions à leur portée, s'équiper à grands frais à la fois pour le PAL et le SECAM.

Que se passera-t-il pour l'Eurovision ? Les techniciens français et allemands sont parvenus à mettre au point le transcodage d'un système dans l'autre, c'est-à-dire le passage du PAL au SECAM, et inversement, sans réduction sensible de la qualité de l'image ; les images américaines telles qu'elles sont actuellement transmises par satellites posent des problèmes plus complexes que l'on peut considérer comme résolus. La réception directe par les particuliers à partir des satellites de télédiffusion dès maintenant à l'étude en posera de beaucoup plus difficiles, le moment venu ; nous n'en sommes pas encore là.

Malgré les imperfections inévitables des premières émissions, dues à la mise en œuvre d'une technique et d'un matériel complexes et nouveaux, l'apparition sur nos petits écrans des images polychromes a suscité un immense intérêt. S'il ne s'agit pas d'une révolution, comme on l'a dit parfois avec quelque exagération — n'oublions pas que cette révolution est faite depuis plusieurs années aux Etats-Unis et au Japon, — c'est tout de même une évolution importante dans l'histoire de la télévision en France.

Pour beaucoup de Français, des problèmes se posent dès à présent. Faut-il acheter un téléviseur en couleurs sans plus attendre ? L'agrément que l'on pourra en retirer justifie-t-il son prix ? Comment le choisir, l'installer, le régler, l'entretenir et, s'il y a lieu, le faire réparer ? Quelles sont les difficultés à prévoir et les précautions à prendre pour les réduire au minimum ?



Le téléviseur couleur est un appareil extrêmement complexe (photo ci-dessus), dont le fonctionnement correct exige de nombreux réglages, en particulier pour les organes annexes du tube.

LES SERVITUDES DE LA DOUBLE COMPATIBILITÉ

Les téléspectateurs équipés d'un téléviseur en couleurs ne sauraient se contenter de recevoir 12 heures d'émission par semaine; leur appareil doit pouvoir également capter les images en noir et blanc ; il doit être « compatible ».

Inversement, d'ailleurs, les téléspectateurs qui ne possèdent pas de téléviseur en couleurs, et constituent encore la grande majorité, ne doivent pas être privés de la possibilité de recevoir les programmes pendant douze heures par semaine. Les émissions en couleurs doivent donc être reçues en noir et blanc par les téléviseurs ordinaires ; elles doivent également être compatibles.

Les problèmes posés par cette double né-

cessité sont particulièrement difficiles à résoudre en France, en raison des caractéristiques des émissions. On ne peut discuter la qualité remarquable des images transmises suivant le standard 819 lignes, mais cette solution uniquement française soulève désormais des difficultés sur le plan technique et industriel.

Les images de la 2^e chaîne de télévision sont transmises suivant la trame standard 625 lignes type européen adoptée par les autres nations voisines, et il y a ainsi en France deux standards de télévision, 819 lignes 1^{re} chaîne, et 625 lignes 2^e chaîne. Le téléviseur français normal noir et blanc est donc nécessairement un modèle au moins bistandard.

Le téléviseur en couleurs compatible devra ainsi capter les images en couleurs

LES TELEVISEURS COULEURS

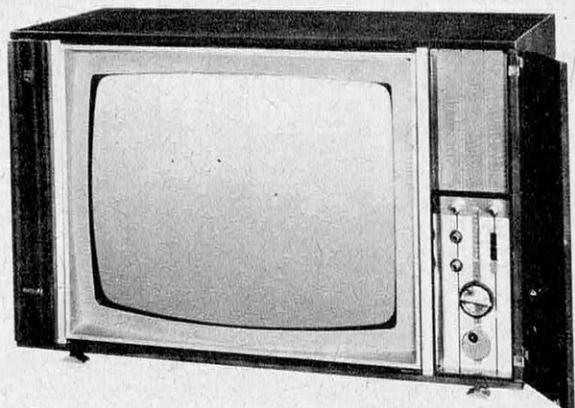
transmises sur 625 lignes et, pour être complet, non seulement les images en noir de la 2^e chaîne transmises également sur 625 lignes, mais aussi celles de la première chaîne sur 819 lignes. Cette difficulté supplémentaire, qui se pose uniquement en France, augmente la complexité des montages et, par suite, les prix de revient des appareils.

Il y a donc deux types de téléviseurs en couleurs : les appareils dits « monostandard » permettent de recevoir uniquement, en principe, les images en couleurs et en noir et blanc sur 625 lignes de la 2^e chaîne ; les appareils très complets dits « bistandard » ou « multistandard » permettent de recevoir aussi en noir et blanc les images sur 819 lignes, et peuvent être éventuellement adaptés aux images transmises par les postes périphériques dans les régions frontalières.

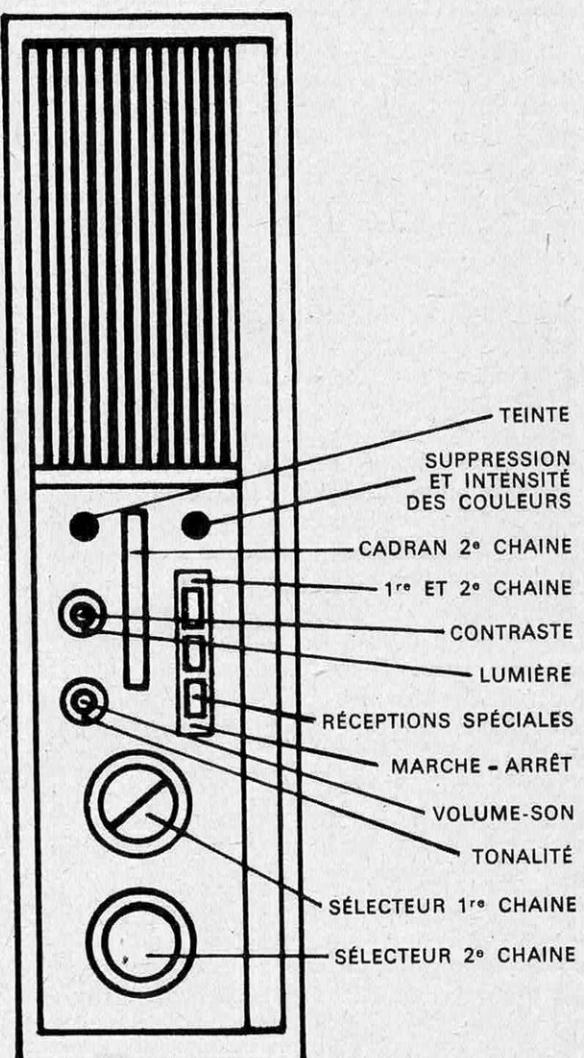
Les images monochromes ne sont pas reçues par le téléviseur en couleurs de la façon habituelle. Sur l'écran du téléviseur monochrome, les blancs et les noirs sont obtenus par la production ou l'absence de signal ; sur l'écran d'un téléviseur en couleurs les teintes noires et blanches sont restituées par la combinaison des couleurs suivant le principe du disque de Newton.

Le téléviseur en couleurs étant, par sa nature même, normalement plus coûteux qu'un téléviseur monochrome, d'autant plus lorsqu'il doit pouvoir remplacer ce dernier, on peut se demander s'il ne serait pas plus avantageux d'utiliser un téléviseur couleurs monostandard et de conserver le téléviseur noir et blanc ordinaire, dont la valeur commerciale est faible. L'inconvénient tient sans doute à l'encombrement d'une telle installation double, encore qu'on puisse fort bien adopter un poste portatif noir et blanc, dont il existe d'excellents modèles.

Cette solution offre un autre avantage important. Le tube cathodique du téléviseur en couleurs est un élément complexe et délicat, très coûteux ; sa durée efficace moyenne est inférieure à celle d'un tube noir et blanc. Or ce tube couleurs s'use de la même manière qu'il s'agisse d'une réception en noir et blanc ou en couleurs ; on a donc tout intérêt à le ménager, en utilisant le moins possible le téléviseur couleurs pour la réception des images monochromes. Certains



Téléviseur couleur bistandard, semi-transistorisé, écran 63 cm, antiparasite-image incorporé, conservation automatique de la couleur à toutes luminosités ; poids 56 kg (Philips).



LES TELEVISEURS COULEURS

constructeurs songent même à réaliser des téléviseurs doubles contenant, sur une même console, d'une part un téléviseur en couleurs, d'autre part un téléviseur noir et blanc. L'appareil complet multistandards constitue évidemment, au point de vue de l'encombrement et de l'emploi, la solution la plus simple, mais c'est aussi la solution la plus coûteuse.

L'IMPORTANCE DE L'ANTENNE

L'antenne de l'installation en noir et blanc peut être utilisée sans modification, mais les signaux captés doivent être très purs, c'est-à-dire contenir le moins possible de signaux indésirables provenant, en particulier, des réflexions sur les obstacles voisins, et formant ce que l'on appelle des « images fantômes ».

Le niveau du signal est surtout essentiel. Si l'on peut se contenter en noir et blanc d'un niveau de réception de l'ordre de 10 à 20 microvolts, il faut en télévision en couleurs un niveau minimum de plus de 100 microvolts et, en pratique, de plusieurs centaines de microvolts.

Avant d'installer un téléviseur couleurs, il faut donc d'abord se rendre compte si l'antenne existante peut donner satisfaction. Toute antenne intérieure ou de balcon qui donne en noir et blanc des résultats à la limite du passable est à bannir pour la réception en couleurs ; une image dégradée par un effet parasite dit « de souffle », supportable en noir et blanc, est inutilisable en couleurs.

Le moindre effet fantôme est beaucoup plus désagréable sur l'image couleur que sur l'image noir et blanc car il se manifeste par des colorations parasites affectant les contours du sujet. On voit apparaître sur les lèvres rouges de la présentatrice une bordure jaune sur fond vert ou encore blanche sur fond turquoise. Des taches de sang envahissent les visages, des bordures bleues disgracieuses entourent les personnages.

Comment vérifier la qualité d'une antenne existante avant l'installation ? Il suffit d'utiliser le téléviseur noir et blanc et d'intercaler sur son câble un petit dispositif que l'on peut se procurer chez tous les revendeurs et que l'on appelle un « atténua-

teur ». Comme son nom l'indique, ce système réduit l'intensité du signal ; il est d'ailleurs employé dans le cas où le signal est trop intense, par exemple à proximité de l'émetteur. On insère donc un atténuateur d'une valeur de 10 dB. Si l'image en noir et blanc ne présente pas d'effet de neige gênant, on peut espérer, en supprimant l'atténuateur, capter une image en couleurs de qualité suffisante.

En pratique, une réception vraiment parfaite de la télévision en couleurs n'est guère possible que dans certaines limites de rayon d'action de l'émetteur, sauf conditions locales très favorables qui assurent tout d'abord une réception noir et blanc excellente.

LES PRÉCAUTIONS A PRENDRE

L'image en couleurs doit être observée dans de bonnes conditions optiques.

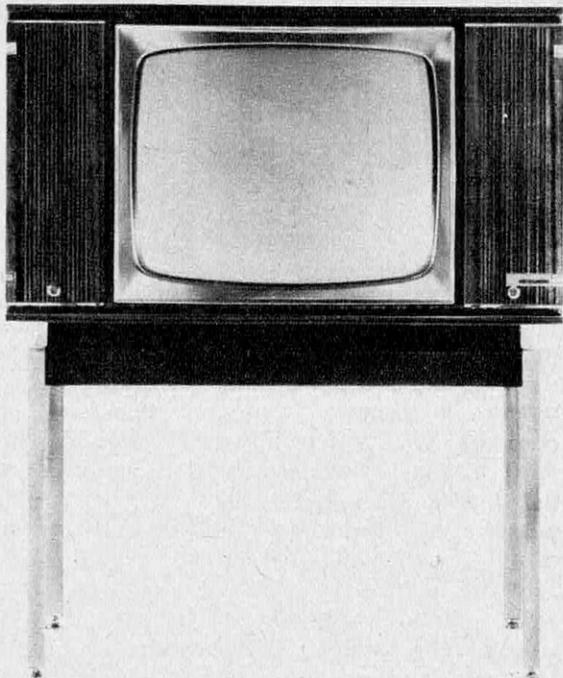
L'écran ne doit pas être éclairé de face par une lumière naturelle ou artificielle, car toute lumière dilue les couleurs : l'éclairage doit être restreint. Toute source lumineuse, d'ailleurs, en fonction de sa composition spectrale, risque aussi d'agir plus ou moins sur certaines couleurs.

Le téléviseur est prévu pour fonctionner normalement sur secteur alternatif. Mais certains secteurs à tension instable peuvent mettre en danger la durée de service et produire des perturbations de l'image. Il faut alors utiliser un régulateur de tension automatique, dont il existe de nombreux modèles prévus spécialement pour cet usage.

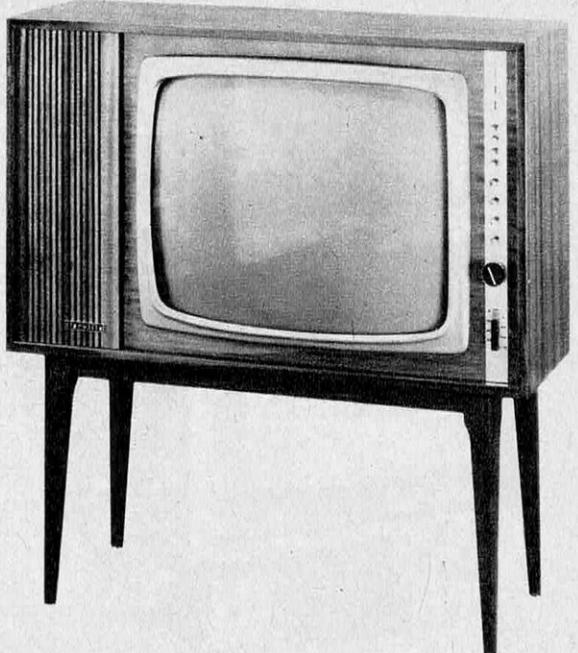
Le téléviseur couleur, en raison de la constitution de son tube, est sujet à des perturbations très particulières, qui ne sont pas à craindre avec le téléviseur classique. Le masque en tôle d'acier perforée placé derrière l'écran peut en particulier être influencé par un champ magnétique extérieur dont l'effet se manifestera par un dérèglement des couleurs.

Ces champs magnétiques perturbateurs peuvent être produits accidentellement,

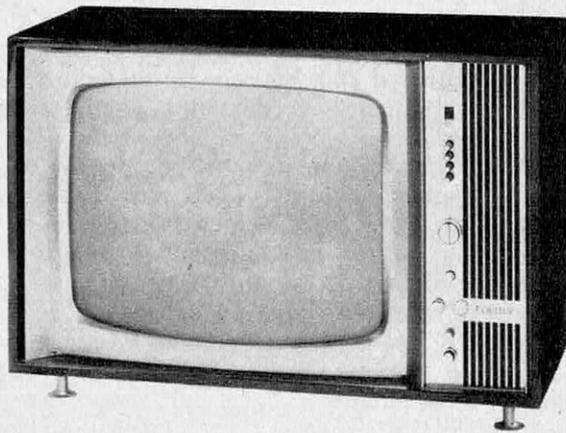
Téléviseur couleur bistandard, écran 65 cm, rotateur VHF à transistors, tuner UHF à transistors avec touches pour quatre émetteurs présélectionnés ; poids 63 kg (Schneider).



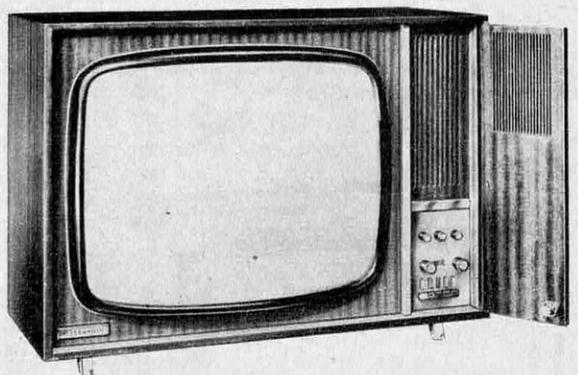
Récepteur couleur bistandard, écran 63 cm, commutation VHF/UHF par touches, décodeur SECAM transistorisé, bobine de démagnétisation, alimentation régulée (Ribet-Desjardins).



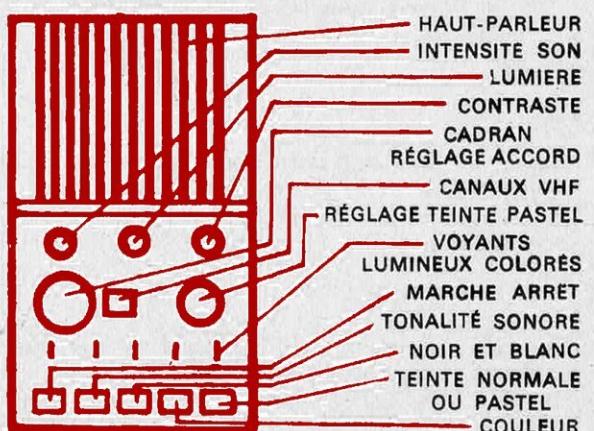
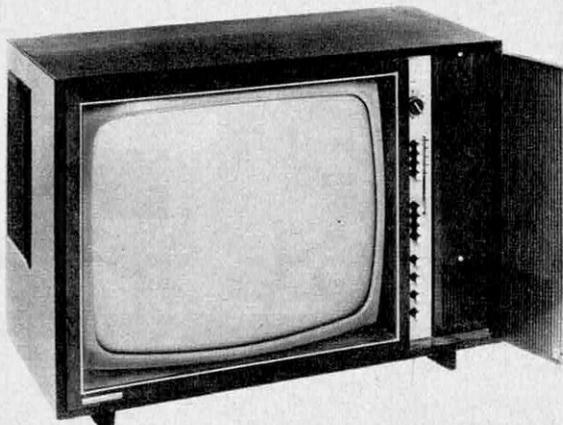
Bistandard couleur, écran 63 cm, tuner UHF transistorisé ; présélection automatique noir et blanc ou couleur sur deuxième chaîne ; indicateur lumineux de programme (Clarville).

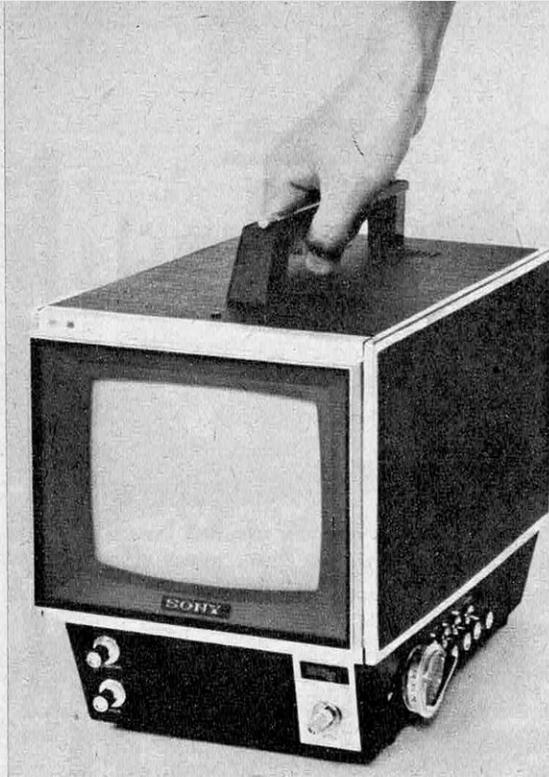


Téléviseur couleur bistandard, écran 65 cm, tube Permachrome à phosphores équilibrés, sélection automatique par touches, tuner à mémoire ; poids 62 kg (Ducretet-Thomson).

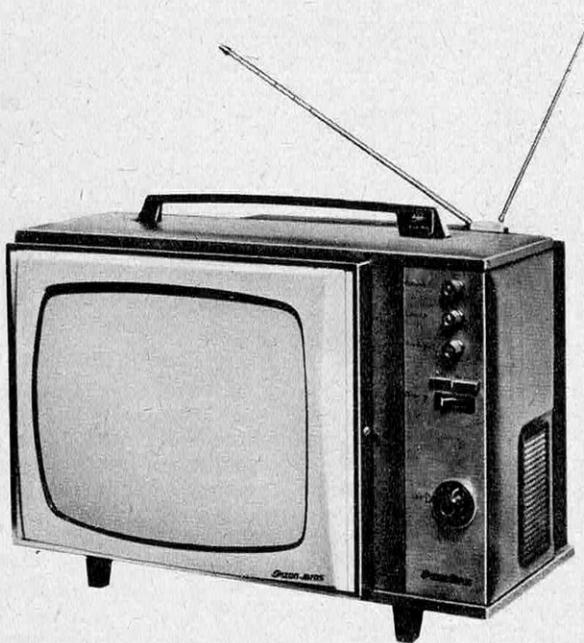


Téléviseur couleur monostandard, écran 63 cm, commande spéciale de variation progressive des teintes, colonne sonore haute-fidélité (Grandin) ; ci-dessous, tableau de commande :





Ce téléviseur couleur pesant 8 kg seulement pourrait être lancé sur le marché américain au début de cette année. Il offre un écran de 18 cm et peut marcher sur batterie (Sony).



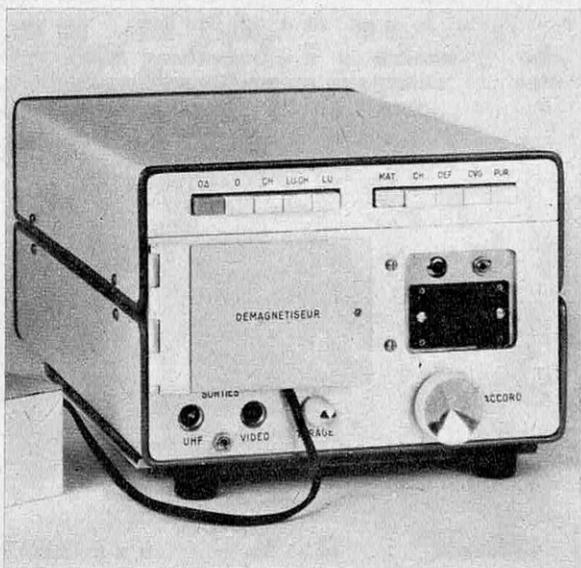
Téléviseur couleur portable à écran 41 cm ; commutation 1^{re}/2^e chaîne par touche ; alimentation sur secteur alternatif 110/220 V, sur accumulateur 12 V ou sur pile (Pizon-Bros).

Des générateurs de signaux tels que le Ser-vochrom (ci-contre) sont utilisés pour le contrôle des circuits du téléviseur, en particulier à son installation dans l'appartement.

mais il en est un permanent : le champ magnétique terrestre. On peut déplacer sans inconvénient un téléviseur noir et blanc dans un appartement, mais il n'en est pas de même, en principe, pour un téléviseur en couleurs. Une fois le téléviseur disposé dans une orientation déterminée, de préférence dans le sens est-ouest, il faut, autant que possible, se garder de modifier cette orientation sous peine d'affecter la qualité de l'image.

En outre, toutes les masses métalliques voisines, les moteurs électriques, les appareils électro-ménagers, les radiorécepteurs, peuvent être la cause de dérèglages produisant des altérations plus ou moins accentuées des couleurs. Sur la plupart des récepteurs, il existe des démagnétiseurs automatiques fonctionnant pendant un court instant lors de chaque mise sous tension. Il n'en est pas moins indispensable d'éviter la présence d'une source permanente de champs magnétiques parasites à proximité du téléviseur.

Autre précaution à signaler : les téléviseurs couleur équipés avec des tubes à vide comportent des éléments extrêmement nombreux, portés normalement à une température élevée. Il est ainsi recommandé de placer le récepteur dans un espace suffisamment aéré, et certains modèles comportent même un système de ventilation forcée pour le refroidissement.



LES TELEVISEURS COULEURS

LA QUESTION DU RÉGLAGE

Le réglage d'un téléviseur en couleurs, au moment de son installation par un spécialiste, est une opération délicate. Elle s'effectue à l'aide de boutons et de manettes très nombreux, placés à l'intérieur du boîtier et qui ne sont pas visibles de l'extérieur.

Les éléments de contrôle réservés aux téléspectateurs sont beaucoup plus réduits mais ils sont cependant plus nombreux que sur un téléviseur monochrome.

Un modèle monostandard comporte ainsi un bouton-poussoir de marche-arrêt, un autre permettant de choisir entre la réception noir et blanc et la couleur ; sur certains modèles, d'autres touches serviront à faire varier la tonalité du son et, s'il y a lieu, à obtenir des couleurs plus ou moins violentes.

Comme tout téléviseur et tout radiorécepteur, le téléviseur couleur doit être réglé sur la fréquence de l'émission à recevoir. Cet accord est beaucoup plus précis que sur un téléviseur noir et blanc ; il suffit d'une déviation infime pour altérer l'image, ou même la faire disparaître complètement. Un bouton permet de régler la luminosité, un autre fait varier le contraste, un troisième permet de modifier l'intensité sonore. Enfin, sur certains appareils, un autre bouton dit « pastel » permet à l'utilisateur d'agir sur la saturation et sur la teinte.

Le tableau de commande d'un téléviseur bistandard comporte les mêmes éléments, avec en plus un sélecteur et un système d'accord supplémentaire pour la réception des images de la première chaîne.

Des circuits automatiques interviennent pour maintenir la stabilité de l'image et des couleurs. Quelles que soient les variations de l'intensité lumineuse, ils conservent dans des proportions exactes le dosage précis du bleu, du rouge et du vert, conditions primordiales pour la qualité de l'image.

UN PROBLÈME ESSENTIEL : LE PRIX

La possibilité de l'achat d'un téléviseur couleur par un nombre suffisant de téléspectateurs se pose en France dans des conditions particulièrement difficiles, mais il a déjà été étudié depuis quelques années à

l'étranger, et surtout aux Etats-Unis.

L'expérience des Etats-Unis depuis 1953 et celle du Japon depuis 1960 sont instructives. Aux Etats-Unis, les ventes de téléviseurs couleurs ne se sont vraiment développées que lorsque leurs prix ont correspondu à environ 7 % du revenu moyen d'une famille : en 1964, 1 400 000 postes, 2 650 000 en 1965, près de 5 000 000 en 1966. Au Japon, l'essor commence à peine : 4 000 postes vendus en 1962, 4 000 en 1963, 55 000 en 1964, 98 000 en 1965, 400 000 en 1966.

D'après ces exemples, les experts européens prévoient pour 1970 une proportion de 10 % de téléviseurs en couleurs, soit 300 000 par an pour l'Allemagne, 200 000 pour les Pays-Bas, 100 000 pour l'Italie et 150 000 pour la France (à titre de comparaison, l'Angleterre en aurait déjà 300 000). Ces chiffres semblent assez optimistes.

Les téléviseurs couleurs sont offerts en Allemagne à un prix de l'ordre de 2 500 à 3 000 francs. Une enquête aurait montré que 8 % seulement des Allemands sont disposés à acheter un appareil de plus de 2 500 francs, alors qu'au-dessous de ce seuil la proportion est déjà de 25 %.

La plupart des appareils français multistandard pourvus de tubes de 63 cm sont offerts à des prix de l'ordre de 4 500 à 5 000 francs. Mais certains constructeurs annoncent la réalisation en série de téléviseurs monostandard ou non, suivant des méthodes simplifiées, et envisagent des prix de l'ordre de 3 500 à 3 750 francs.

Sur le plan industriel et économique, le problème est difficile. La fiscalité et les charges sociales grèvent lourdement les prix de revient des téléviseurs français que l'administration continue d'ailleurs à considérer comme des objets de luxe. Si l'on peut penser que le véritable essor de la télévision en couleurs commencera lorsque le prix des récepteurs tombera à quelque 3 000 francs, le rôle des pouvoirs publics est essentiel en cette matière. Des mesures réalistes de caractère économique et fiscal aideront le développement de cette nouvelle branche d'activité nationale, développement souhaité d'ailleurs tant par les organismes officiels que par le grand public.

P. HÉMARDINQUER



DES TUBES AUX C

Arrêtons là ce dialogue de sourds, car c'en est un. Oui, les transistors sont parfaitement au point et permettent des réalisations supérieures en tous points à celles des tubes électroniques ; oui, il y en a peu dans les téléviseurs ; oui, parmi les postes de radio portatifs, il y en a, hélas, beaucoup qui sont d'une qualité très douteuse, presque toujours inférieure à celle des anciens postes à tubes. Pierre et Paul ont raison tous les deux.

Comment est-ce possible, puisqu'ils semblent se contredire ? Tout simplement parce qu'ils mélagent deux points de vue difficiles à concilier : l'aspect technique et l'aspect économique du problème.

D'abord, une première question : peut-on actuellement, sans acrobatie technique, réaliser avec les transistors existants des récepteurs de radio ou des téléviseurs dont les performances soient en tous points supérieures à celles des modèles équipés de tubes électroniques ? Sur notre honneur et notre conscience, la réponse est « Oui, incontestablement ». Mais, si l'on nous posait une deuxième question à peu près de ce genre : « Le fait-on ? », nous serions pratiquement obligés de répondre : « Autant dire jamais ».

Alors le dialogue de sourds recommence ? Non. Nous avons posé le problème de façon très différente de celle de nos deux personnages. Nous sommes arrivés à conclure que

L'EVOLUTION DES TELEVISEURS

Pierre. — *Les transistors, au fond, ce n'est guère au point...*

Paul. — *Comment pouvez-vous dire une monstruosité pareille en 1968 ? Personne ne pourrait soutenir cela de bonne foi !*

Pierre. — *Sans être de mauvaise foi, je constate tout de même que l'on en trouve fort peu dans les téléviseurs. Notre boîte à image est reslée, à part la couleur, telle qu'elle était il y a dix ans ; elle a toujours le même encombrement, on ne trouve que fort peu de modèles portatifs, et, si l'on regarde de près, on y trouve essentiellement... des tubes électroniques. J'ai bien l'impression qu'il y en aura encore dans plusieurs années. D'autre part, il faut tout de même reconnaître que les transistors ne doivent pas répondre tant que cela aux espoirs des techniciens : admettez que les postes de radio portatifs à transistors (ceux que l'on appelle improprement « transistors ») ne sont pas d'une qualité comparable à celle des anciens récepteurs équipés de bons tubes...*

Paul. — *Je refuse d'en entendre plus sans réagir. Vous reconnaîtrez bien que tout ce que l'on fait pour l'Armée (qui est un client supérieurement exigeant) est fait avec des transistors. Toute l'électronique spatiale est transistorisée et je ne pense pas que les techniciens de Cap Kennedy et de Baïkonour se contentent d'à peu près.*

CIRCUITS INTEGRES

l'on pourrait mettre des transistors partout dans les téléviseurs, mais qu'on ne le fait pas, ou, plus exactement, qu'on le fait souvent dans des conditions qui ne correspondent pas à cette perfection technique que l'on était en droit d'espérer. Pourquoi ? Mais tout simplement à cause des prix.

Le grand mot est lâché. Si l'électronique spatiale est d'une qualité tellement éblouissante, c'est parce que le prix de l'électronique emportée par une fusée est faible par rapport au prix de la fusée elle-même, que la haute fiabilité est un impératif absolu dans l'espace, où l'on ne va pas encore de sitôt envoyer des astronautes, le fer à souder au poing, réparer un satellite en panne. La

fiabilité spatiale s'achète à n'importe quel prix. Il n'y a pas d'intermédiaire capable de revendre un satellite à la NASA, ou à son homologue soviétique, en essayant de racler au centime près sur sa marge bénéficiaire, pour enlever l'affaire face à des concurrents acharnés. Cette dernière méthode commerciale est celle des revendeurs de téléviseurs, et, en un sens, c'est une bonne chose pour le public.

On peut construire bon marché et de bonne qualité

Ne soyons pas pessimistes. Il est parfaitement possible (la pratique le montre) de réaliser d'excellents téléviseurs à des prix par-

faïtement abordables. Mais la conciliation de ces deux impératifs entraîne une limitation sévère dans le choix des composants.

Le transistor est un composant très supérieur au tube électronique qui l'a précédé dans la technique. Le bon vieil « audion » du génial de Forest a été poussé à un haut degré de perfection, mais son successeur, minuscule cristal de silicium, le bat à plate couture. Le transistor supporte sans aucun dommage des chocs suffisants pour pulvériser le verre qui maintient le tube électronique à l'abri de l'air. Il fonctionne avec des puissances de quelques milliwatts (le pluriel étant souvent inutile), alors que le tube demandait des watts, rien que pour le chauffage de sa cathode, elle-même fragile et sujette à épuisement, au décollement de la matière active.

Mais le tube a pour lui un avantage immense : il est fabriqué depuis si longtemps (en électronique, soixante ans, c'est immense) que l'on est arrivé à pousser ses performances très loin, aussi loin qu'on le pouvait, tout en réduisant constamment son prix. Mieux encore, dans une même enveloppe, on groupe deux, trois ou même quatre tubes différents. Le prix d'un tel ensemble est à peine supérieur à celui d'un tube unique. Pour un constructeur de téléviseurs, quelle aubaine ! Si vous y ajoutez le fait que les circuits accompagnant les tubes sont parfaitement au point depuis longtemps et que, utilisé avec un coefficient de sécurité énorme (que traduit le fait qu'on l'emploie relativement mal), le tube supporte sans sourciller des surtensions accidentielles énormes et des surintensités importantes, vous commencerez à comprendre que l'on trouve encore, de nos jours, sur la planche à dessin (donc prévus pour sortir en 1970 au plus tôt) des projets de téléviseurs qui ne comportent pratiquement que des tubes.

Les tubes à vide

Dans tous les téléviseurs, le tube cathodique est la seule forme pratique actuellement connue de production d'une image. Là, nous ne pouvons pas nous passer de l'enceinte à vide, de la cathode chaude, des dizaines de kilovolts pour l'accélération du faisceau.

Ce tube électronique « inévitable » va nécessiter :

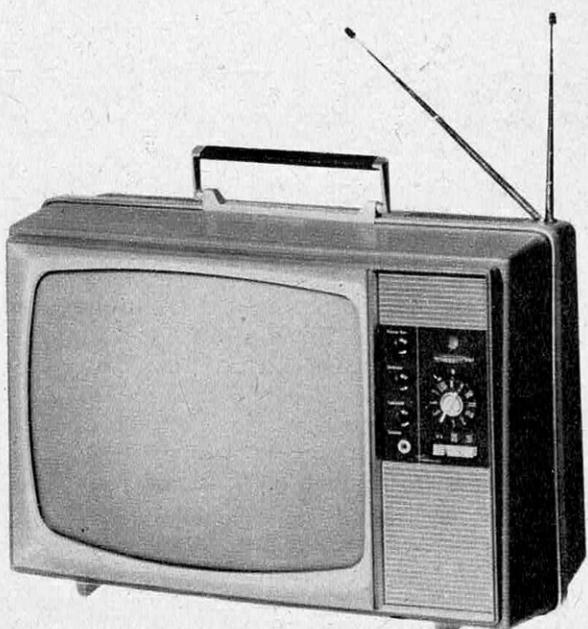
- une source de très haute tension pour l'alimenter (18 à 22 kV pour le noir et blanc, 28 kV pour la couleur) ;
- un amplificateur délivrant une forte tension pour moduler l'intensité du faisceau lors de son déplacement sur le fond du tube ;
- un amplificateur délivrant une forte

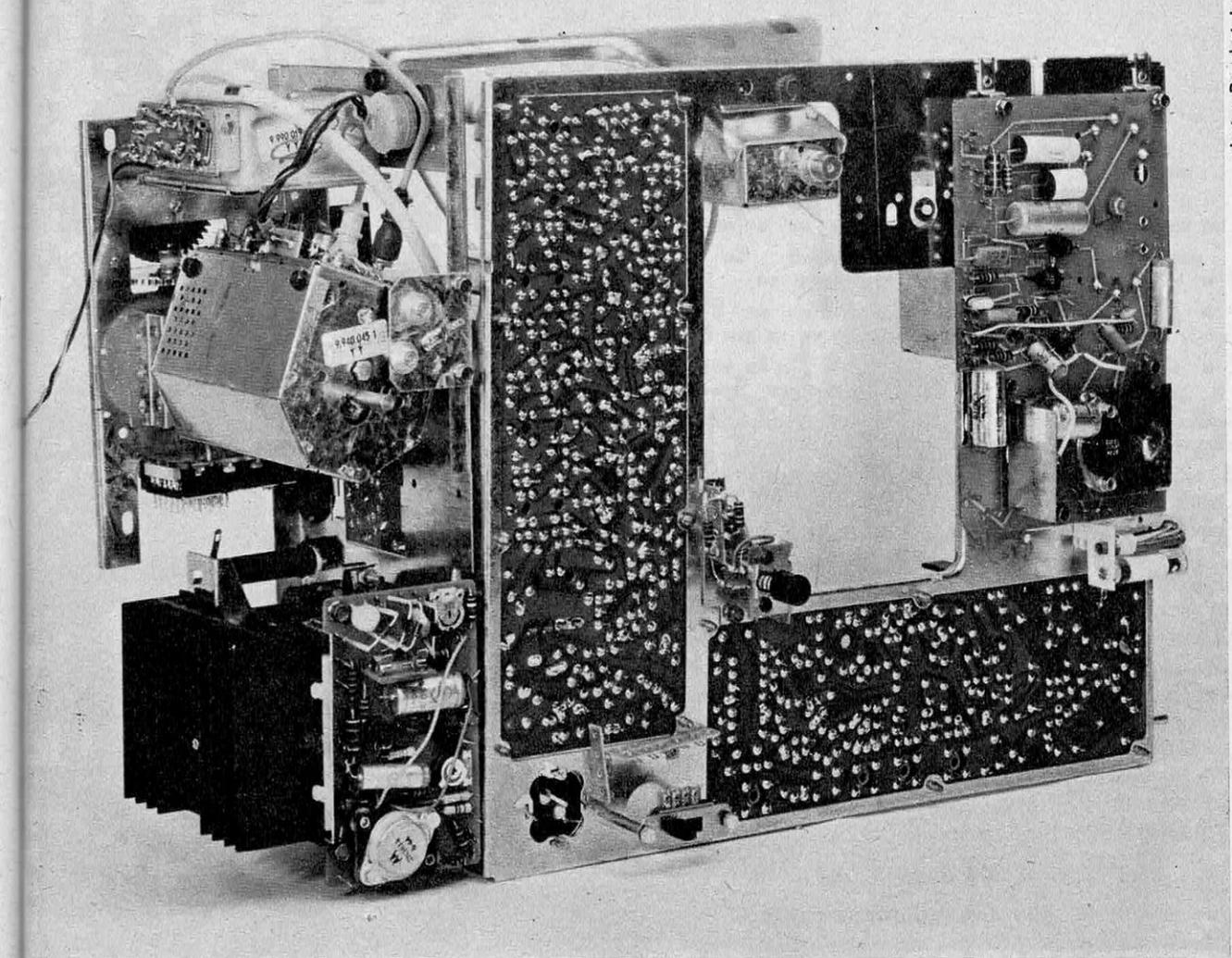
puissance pour envoyer dans les bobines de déviation horizontale le courant destiné à déplacer le spot environ 15 000 fois par seconde en 625 lignes et environ 20 000 fois par seconde en 819 lignes.

La première fonction sera très facilement remplie par des dispositifs à transistors, mais les deux autres vont poser quelques problèmes, surtout dans le cas du téléviseur en couleurs.

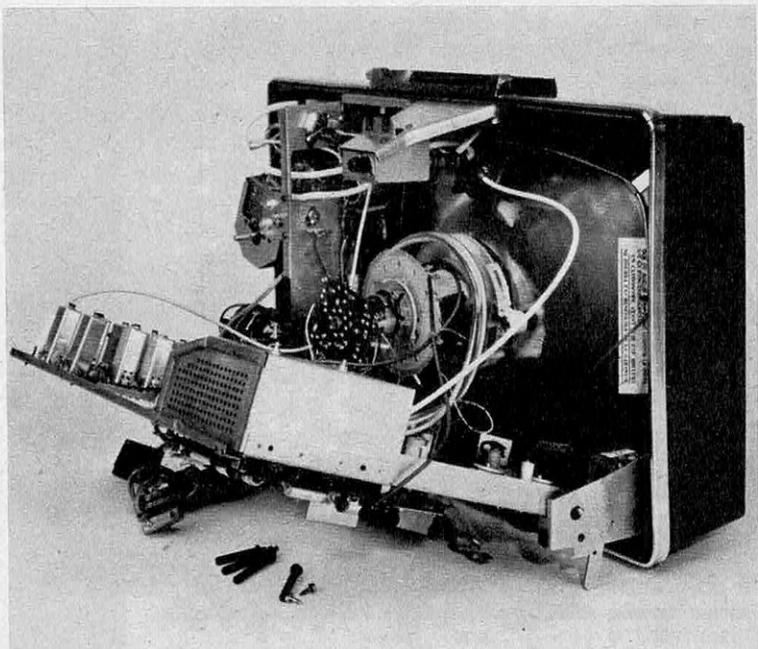
En effet, pour commander le mouvement horizontal du spot, il nous faudra des courants élevés (près de 10 A souvent) et variant très vite, puisque l'on ne dispose que de 15 % environ du temps de chaque « ligne » pour faire revenir le spot de droite à gauche. Nous aurons donc à faire passer de + 10 A à — 10 A le courant des bobines pendant un temps qui peut n'être que de huit microsecondes. Or, s'il y a une chose dont les bobinages ont horreur, c'est bien qu'on fasse varier rapidement l'intensité du courant qui les traverse : en général, ils réagissent contre cela par des « surtensions » violentes. N'allez surtout pas mettre le doigt sur le capuchon métallique qui couronne la lampe de balayage de votre téléviseur : il y a là des surtensions de 3 kV ou plus encore. Le tube électronique, par nature, supporte bien les surtensions (en revanche, il accepte moins bien de se laisser traverser par un courant élevé sous une faible différence de potentiel entre son anode et sa cathode, ce qu'un transistor supporte parfaitement). Par contre, le transistor a horreur des surtensions.

Autrement dit, la présence d'un tube à vide (le tube cathodique), va entraîner, pres-





En page 124, on a pu voir un téléviseur de poche réalisé par la firme Sony et basé sur la technique des circuits intégrés. Cette technique est encore exceptionnelle en télévision où la transistorisation intégrale ne fait que commencer. Dans ces pages, le premier téléviseur 41 cm entièrement transistorisé réalisé en France ; ci-contre à droite, vue intérieure montrant le basculement des châssis électroniques ; ci-dessus, vue arrière des châssis : on remarque à droite le transistor de balayage ligne, à capot noir (doc. Ducretet-Thomson).



que par « contagion », la présence d'un autre tube à vide pour le balayage. On fait maintenant d'excellents transistors pour le balayage des téléviseurs, mais l'étude en a été fort longue, leur production commence seulement à devenir importante et les prix de ces dispositifs sont tels que le tube peut encore (mais plus pour longtemps), les concurrencer efficacement.

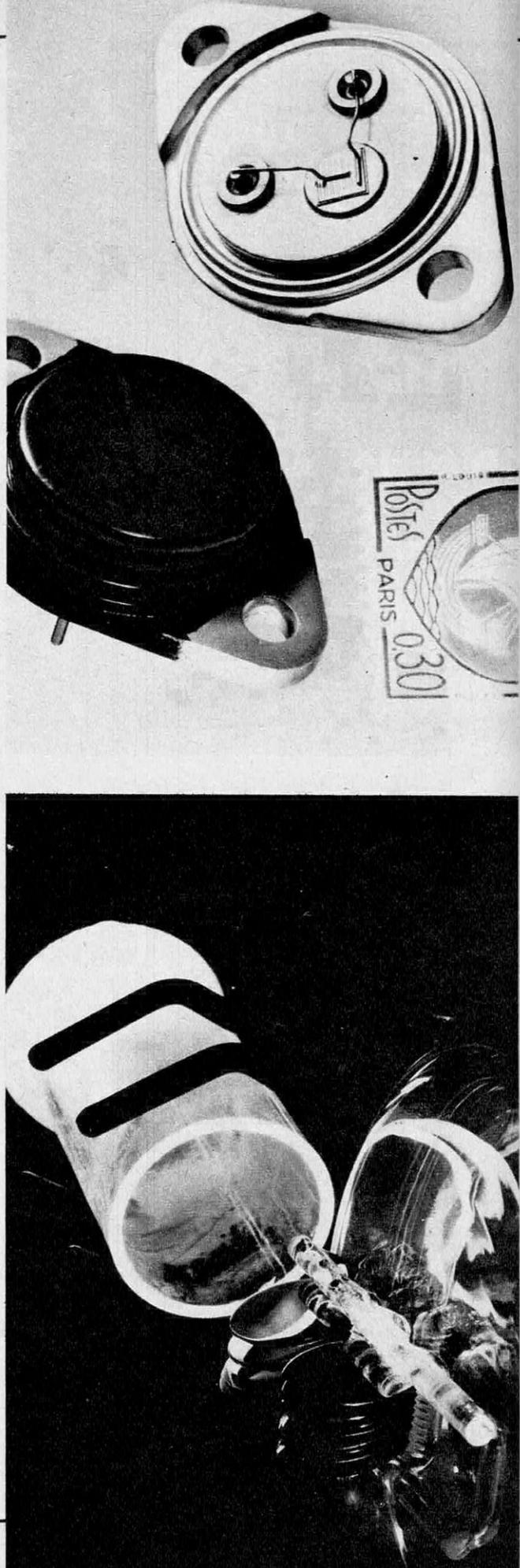
En ce qui concerne les tensions élevées dont on a besoin pour moduler l'intensité du faisceau, le problème est moins complexe. Certes, il faut une tension de près de 120 V pour moduler le faisceau d'un tube en noir, de près de 180 V pour ceux d'un tube trichrome (modulation de luminance, commune aux trois cathodes), mais les transistors y arrivent parfaitement maintenant, bien plus facilement qu'ils ne réalisent le balayage de ligne.

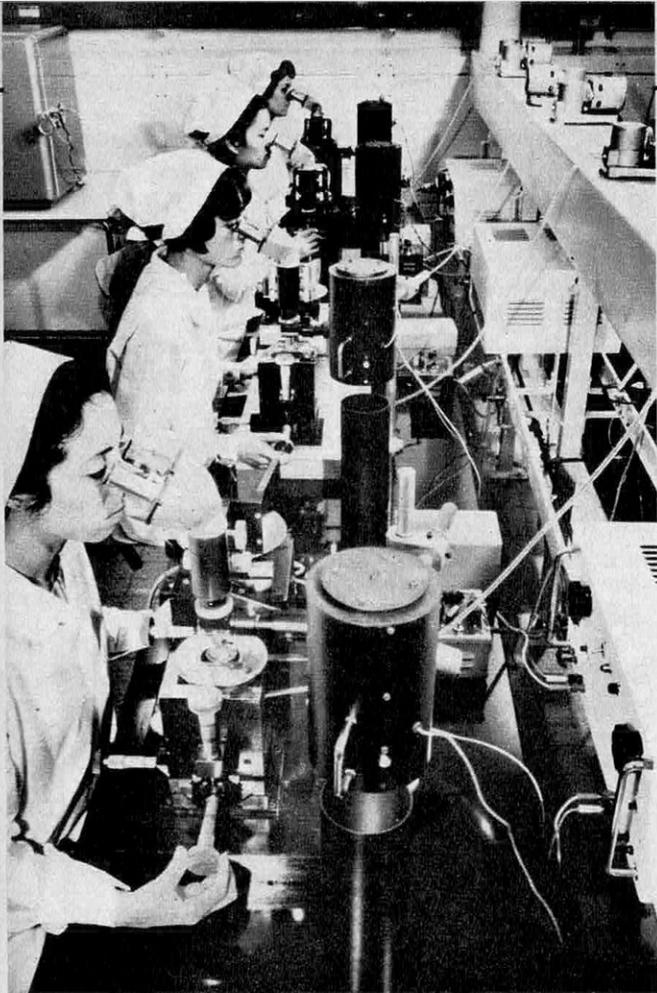
D'ailleurs, ce problème des tensions élevées de modulation du faisceau est un faux problème. Tout se passe comme si l'on vendait au particulier une « Ferrari », avec laquelle il ne roulerait jamais à plus de 40 km/h. Pour l'utilisation normale chez un téléspectateur, on n'utilise jamais une tension de modulation de plus de 30 V en noir ou de plus de 60 V en couleurs. Mais si on veut que le téléviseur donne une image discernable dans la vitrine du marchand, sous éclairage intensif de l'étagage, ou au soleil, il faut alors utiliser la pleine modulation du faisceau.

Le drame des deux standards

Ce qui vient encore compliquer le problème, c'est l'existence de nos deux standards, l'un en 819 lignes, l'autre, plus logique, en 625 lignes. Pour balayer un tube cathodique en 819 lignes, les surtensions et les puissances mises en jeu sont nettement supérieures à celles que l'on rencontre pour le 625 lignes ; et la situation devient encore plus grave quand on doit passer d'un standard à l'autre, les phénomènes transitaires peuvent engendrer des surtensions plus fortes encore que pendant le fonctionnement en 819 lignes. Autrement dit, le « cahier des charges » de notre transistor de balayage va devenir de plus en plus difficile à tenir. Les constructeurs de transistors y arrivent cependant, mais, là, ils n'ont pas encore réussi, pour la plupart d'entre eux, à pratiquer les effondrements de prix des autres semi-conducteurs.

Il faut bien noter que le téléviseur qui est vendu au public en série à un instant donné a pris naissance, sur une planche à dessin, deux à trois ans plus tôt. On ne saurait donc faire grief aux fabricants de téléviseurs





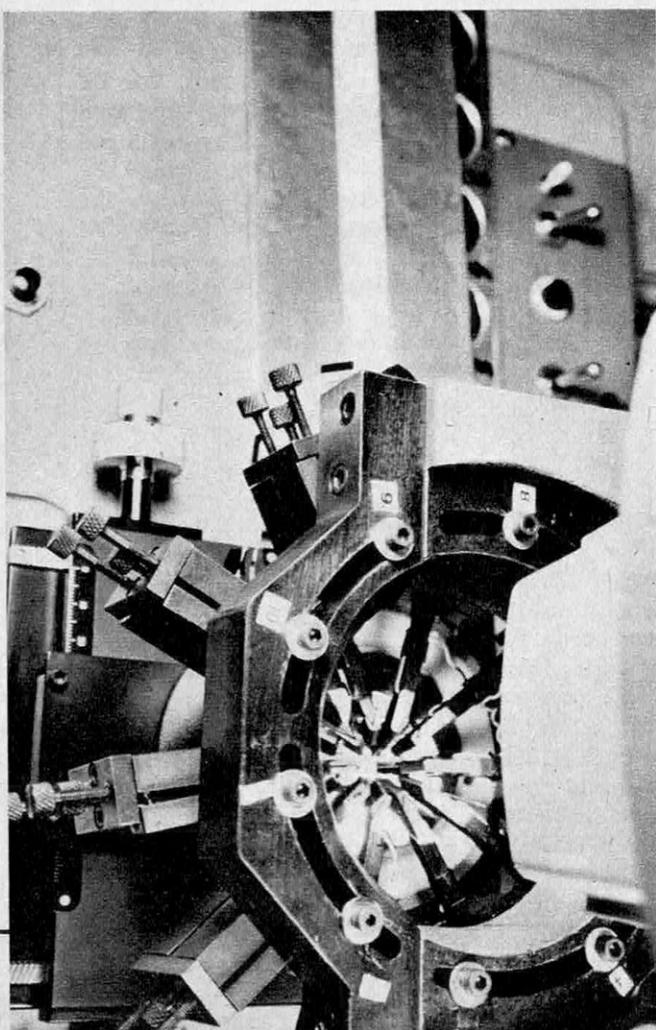
2

Les transistors peuvent maintenant remplacer les tubes à vide pour la fonction de balayage des récepteurs noir et blanc. La photo 1 montre, avec et sans capot, le transistor de balayage équipant le téléviseur 41 cm présenté en pages 126-127.

La fabrication industrielle de tels dispositifs à semiconducteurs met en œuvre des méthodes physico-chimiques complexes et des procédés de micro-usinage d'une très grande précision.

C'est sous contrôle microscopique que s'opère le dépôt sur des rondelles de silicium d'un vernis photosensible qui sera exposé à travers un masque pour former les éléments actifs (photo 2).

En 3, les rondelles de silicium sont introduites dans un four à haute température où s'opérera leur dopage par des vapeurs de bore. Pour le contrôle des diodes et transistors dans les circuits intégrés, on appuie un ensemble de contacts à la surface du support (photo 4).

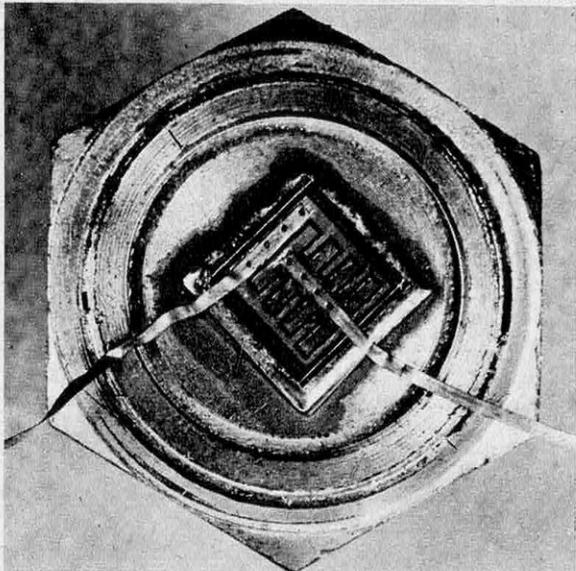


3

d'avoir attendu une baisse effective de prix des transistors de balayage avant de lancer des séries de téléviseurs transistorisés.

Du côté de la couleur, la situation est encore plus complexe. Comme la haute tension du tube trichrome est plus grande que celle du tube monochrome (il faut compenser la perte d'efficacité due à la proportion élevée d'électrons arrêtés par le masque), que, surtout, le col du tube est beaucoup plus grand (pour loger les trois canons) et que, enfin, il faut une homogénéité parfaite du champ magnétique de balayage dans tout le col du tube, on devra, pour balayer ce dernier, mettre en jeu une puissance plus grande encore que pour le tube monochrome. Nous en arriverons presque à l'« acrobatie » quand il faudra, en plus, prévoir une commutation de standard sur le tube trichrome.

On peut penser, d'ailleurs, que cette dernière est superflue et qu'il est déraisonnable de s'accrocher si énergiquement (et surtout si onéusement !) à la « seconde compatibilité » (celle qui veut que l'on puisse recevoir la télévision noir et blanc sur un récepteur couleur). En raison de la commutation de standard (terriblement compliquée, avec toutes ses annexes relatives aux convergences dynamiques), on paye très cher en complexité, donc en prix, une



En évitant les pertes de puissance sous forme de chaleur qui se produisent dans les tubes à vide, les transistors (ci-dessus) peuvent autoriser une réduction de la consommation des téléviseurs.

possibilité de réception de la télévision noir et blanc sur récepteur couleur, possibilité dont l'intérêt paraît faible.

Celui qui a vu, côté à côté, un récepteur trichrome et un récepteur à tube monochrome recevant simultanément la même émission en noir et blanc, a de la peine à admettre l'emploi du récepteur couleur pour la télévision noir et blanc : en noir et blanc, la luminosité du tube trichrome est tellement plus faible que celle d'un tube monochrome que l'usager a l'impression d'utiliser un récepteur de 1958 ou même plus ancien. Jusqu'à ce que les émissions soient uniformément en couleurs, il serait préférable que le récepteur couleur cohabite avec un récepteur monochrome et soit utilisé seulement lorsque l'émission est en couleurs (et que les couleurs sont bonnes, mais cela est en général le cas...).

Donc, en télévision couleur, le balayage transistorisé est faisable (et déjà réalisé sur des prototypes, même avec commutation de standards), mais très difficile à réaliser, surtout dans des conditions rentables. Il y a donc lieu de prévoir qu'on ne verra guère de récepteurs couleurs entièrement transistorisés avant 1969 ou même 1970.

Pourquoi pas les solutions mixtes ?

Certains se demanderont pourquoi, si le tube électronique semble encore très indiqué pour les balayages, surtout en couleurs, on

ne le laisse pas remplir cette fonction, en mettant des transistors pour les autres fonctions.

La réponse est que cela se fait et que l'on vend maintenant de nombreux téléviseurs « hybrides », comportant des tubes et des transistors. Paradoxalement, les transistors ne sont pas toujours là où l'on s'attendrait à les rencontrer.

Cependant, en fait, les réalisations hybrides ne sont pas tellement répandues parce que, dans de nombreux cas, les tubes et les transistors se « marient » mal. Les premiers dégagent énormément de chaleur, ce qui nuit aux seconds, et la transmission du signal d'un type de composant à l'autre nécessite souvent des éléments supplémentaires d'adaptation qui viennent encore augmenter le prix.

Par contre, le passage du signal se fait facilement d'un transistor à un tube car c'est en haute fréquence, où les impédances sont aussi basses dans les montages à tubes que dans les montages à transistors (ou peu s'en faut) et où deux bobines couplées permettent facilement d'adapter les impédances. Le résultat n'a pas tardé à se faire sentir : en 1968, il ne se fait pratiquement plus aucun projet de téléviseur dont les « tuners » soient à tubes.

Rappelons que l'on entend par « tuner » la partie du téléviseur qui reçoit le signal V.H.F. (première chaîne) ou U.H.F. (2^e chaîne), l'amplifie, en change la fréquence, pour pouvoir l'envoyer aux étages à fréquence intermédiaire. Actuellement, on ne fabrique pratiquement plus aucun « tuner » à tubes, sauf pour des buts de remplacement et de dépannage des téléviseurs existants.

Ici, personne ne conteste la supériorité des transistors : on arrive d'emblée à des performances dont les tubes sont incapables. On gagne, en particulier, près de 2 dB sur le fameux rapport « signal/bruit », c'est-à-dire que l'on peut, avec des transistors dans la partie « tuner » d'un récepteur, recevoir correctement un signal donné, alors que, si l'on avait utilisé des tubes, il aurait fallu, dans l'antenne, une puissance de signal supérieure de moitié à sa valeur primitive. On sait, en effet, que la sensibilité d'un récepteur est limitée par un certain signal parasite, aléatoire, que l'on appelle le « souffle » (parce que, en radiodiffusion purement sonore, l'effet de ce signal est de noyer les émissions faibles sous un bruit ressemblant à un souffle).

Disons, pour préciser un peu, que le problème de la réception des signaux faibles est un peu le même que celui qui se poserait à quelqu'un qui désirerait entendre une voix très faible alors qu'il est entouré de sources de bruit qu'il ne peut éliminer. Il aidera son oreille en utilisant un bon microphone qui,

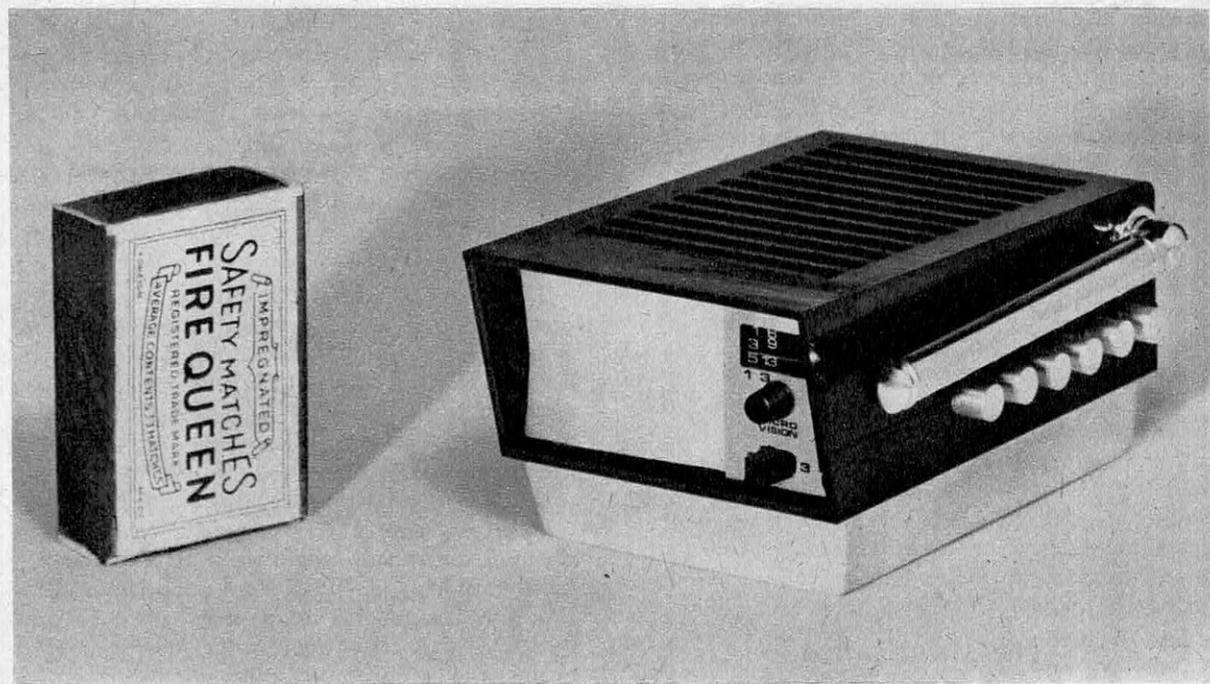
par un amplificateur, actionne un écouteur. Mais, pour que cette installation soit efficace, il faut que l'ensemble du microphone et de l'amplificateur n'ait pas tendance à produire par lui-même, dans l'écouteur, un bruit qui submerge celui que l'on veut entendre. Lors de la réception d'un signal radioélectrique, la source de bruit inévitable est liée à la nature même de la matière, à l'agitation des électrons dans les atomes, et l'on demande à l'ensemble de l'antenne et des amplificateurs haute-fréquence de n'ajouter que le minimum de souffle propre.

Dans les étages haute-fréquence des tuners, les transistors présentent encore un avantage énorme sur les tubes : il n'est pas nécessaire de les laisser sous tension quand on les commute (pour changer de bande de réception). On doit, par contre, laisser les tubes sous tension, car la variation de température est importante quand on établit ou quand on coupe la tension anodique d'un tube : ce dernier est souvent alimenté sous 200 V avec un courant anodique qui atteint une dizaine de milliampères, soit 2 W dissipés en chaleur (sans tenir compte de la puissance nécessaire pour chauffer la cathode, qui représente à peu près autant). Or, si l'on change la température d'un tube, le jeu des dilatations mécaniques fait varier la capacité entre les électrodes. L'effet de cette variation est catastrophique, puisque c'est précisément sur ces capacités que l'on

compte pour « accorder » l'étage sur la fréquence à amplifier. Il s'ensuivra, pour le téléspectateur qui vient de changer de canal, un lent « glissement » de l'accord de son téléviseur, se traduisant par une réduction importante du volume du son, par l'apparition de barres noires fluctuantes et horizontales sur l'image, et même par une perte de la stabilité de la synchronisation (l'image se déchire horizontalement ou « décroche » dans le sens vertical). Bien sûr, les « tubistes » savent comment pallier ce défaut, mais cela complique le récepteur, alors que rien de tel n'est à craindre des transistors : alimentés sous 12 ou même 6 V, avec un courant collecteur de quelques milliampères, ils ne chaufferont pratiquement pas.

Et les étages à fréquence intermédiaire ?

Si, dans un téléviseur, le « tuner » a un rôle important, il y a encore bien d'autres étages à considérer. Après avoir changé la fréquence du signal, on l'amplifie dans les étages à fréquence intermédiaire (on disait autrefois « étages moyenne-fréquence ») jusqu'à la détection. Cette dernière est, sur la chaîne vidéo, assurée depuis longtemps par un cristal semi-conducteur, mais, dans de nombreux téléviseurs, l'amplification F.I. (fréquence intermédiaire) est assurée par des tubes. Pourquoi ? Font-ils donc mieux que ne pourraient le faire des transistors ? En



Avec ce téléviseur à écran de 5 cm réalisé en Angleterre par Sinclair Radionics, transistorisation devient synonyme de miniaturisation. D'un poids inférieur à 300 g, le Sinclair Microvision est alimenté sur piles.

aucune façon, mais le prix de revient des étages F.I. à tubes est inférieur de quelques centimes à celui des étages transistorisés. En outre, de nombreuses années d'études ont amené la création d'une gamme très complète de composants bobinés adaptés pour les circuits à tubes, ces composants étant fabriqués en énorme série, donc à des prix très bas. Pour les circuits transistorisés, le choix est peut-être un peu moins vaste, les prix un tout petit peu plus élevés. Enfin, pour les tubes, il y a, comme on dit, le « know-how », l'immense expérience des circuits, de leurs pièges, de leurs caprices, alors que les circuits à transistors sont relativement plus récents.

Citons une dernière cause qui peut-être freine la transistorisation dans les étages F.I.: c'est, paradoxalement, le perfectionnement constant des transistors. Les tubes prévus pour les étages F.I. des téléviseurs sont les mêmes, dans la majorité des cas, que ceux qui étaient utilisés il y a dix ans. On peut prendre cela comme une condamnation, une négation du progrès, mais les constructeurs considèrent ce fait comme une certaine garantie de stabilité, de sécurité d'approvisionnement. Avec les transistors, la situation est toute autre : un modèle réalisé en 1964 est souvent considéré comme « le transistor de grand-père ». Après avoir commencé l'étude d'étages équipés de transistors au germanium, les constructeurs de téléviseurs se sont vu imposer le silicium, infiniment plus moderne, mais nécessitant quelquefois une reprise partielle des études. A peine ces constructeurs se sont-ils adaptés à ces nouveaux modèles que l'on en fabrique d'autres types, de performances supérieures, qui risquent de compromettre la facilité d'approvisionnement des types précédents. S'adaptent-ils à ces nouveaux modèles ? On leur dit : « Soyez de votre époque, les transistors, c'est dépassé... nous sommes à l'âge des circuits intégrés » (ce qui est une affirmation très hâtive).

Le malheureux constructeur de téléviseurs va se trouver dans la situation de celui qui a décidé de s'acheter une voiture et qui voit le concessionnaire d'une marque lui dire que le type sur lequel il avait fixé son choix la veille est « totalement dépassé », que seul le modèle du jour même est satisfaisant, et ainsi de suite. Que fera notre homme ? Peut-être achètera-t-il une bicyclette.

Transistorisation n'est pas miniaturisation

Amenez un ami devant un grand poste de radiodiffusion dont l'ébénisterie imposante permet de loger un bon haut-parleur et l'en-

ceinte acoustique de bonne taille qui peut, seule, assurer une excellente reproduction sonore, et dites-lui que c'est un poste à transistors : il ne vous croira pas. Pour presque tout le monde, poste à transistors signifie poste minuscule, portatif, alimenté par piles. Pourquoi ? Parce que, dans un petit poste de radio à tubes, 99,9 % au moins de la puissance d'alimentation sont perdus dans les tubes ; l'avènement des transistors a permis de réduire la puissance nécessaire à l'alimentation d'un petit poste de radio dans un rapport qui peut dépasser cent... et l'ère des portatifs s'est ouverte.

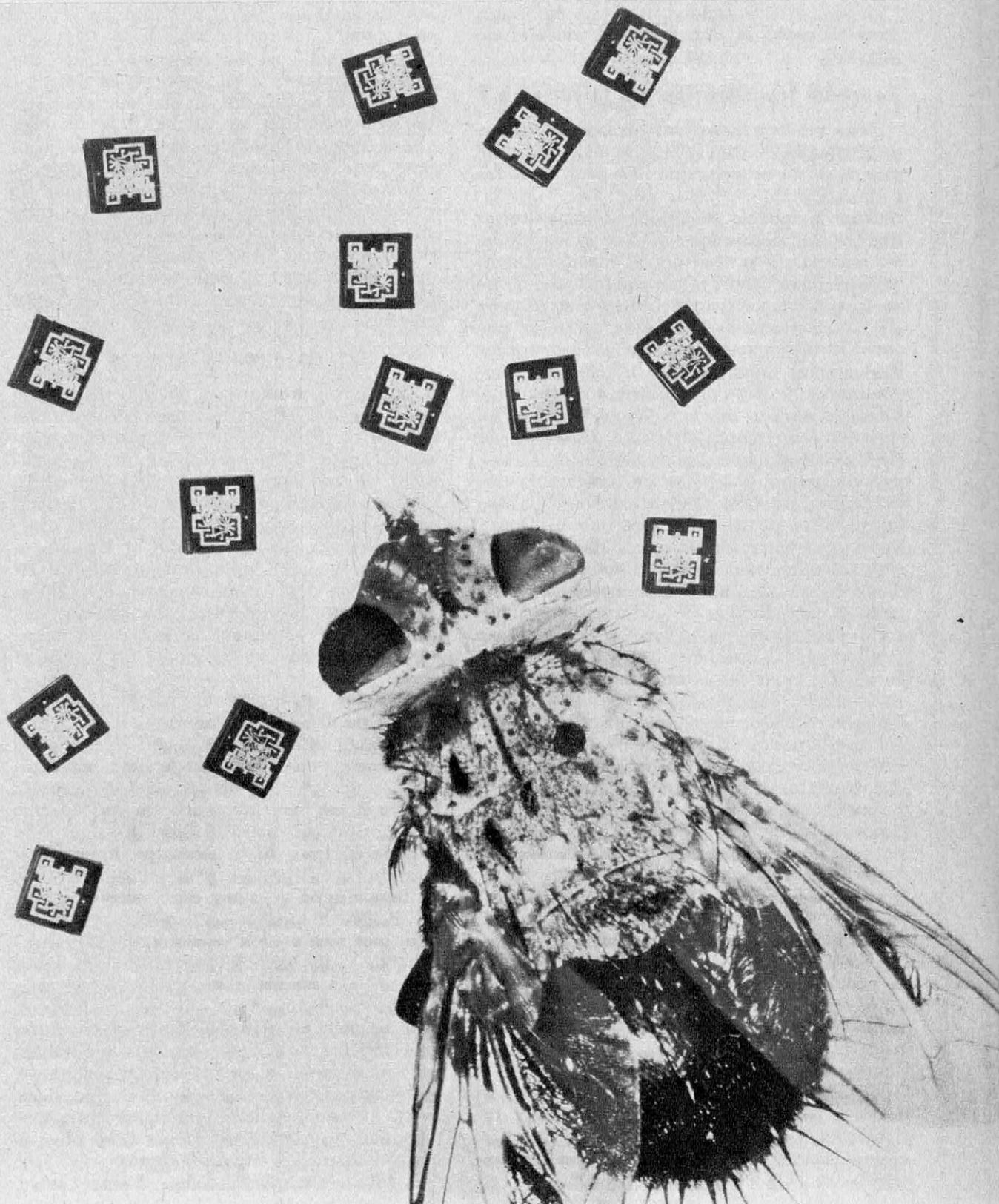
Dans une « chaîne haute fidélité » à tubes, sur les quelque 200 W consommés au secteur, il y en a facilement 20 qui peuvent aller aux haut-parleurs. La transistorisation de cette chaîne réduira la consommation jusqu'à 40 W, mais il ne sera pas question d'alimenter le tout sur piles. Il faudrait, pour une puissance de cet ordre, qu'elles soient énormes et ruineuses. La chaîne transistorisée ne sera donc pas miniature ni portative, ce que d'ailleurs le volume des enceintes acoustiques des haut-parleurs ne permettrait pas.

Nous trouvons une situation analogue dans un téléviseur : récepteur de télévision transistorisé n'est pas synonyme de « récepteur de toute petite dimension, portatif, alimenté par piles ». Si ce type portatif est presque obligatoirement transistorisé, le téléviseur transistorisé n'est pas forcément portatif.

Le tube cathodique reste le même après transistorisation. Il est encombrant (on a beaucoup gagné avec les déviations de 110 degrés, mais il s'agit encore de gros modèles) et il est lourd (sait-on que, dans un téléviseur à tubes ayant un écran de 59 cm et pesant 60 kg, le tube à lui seul représente déjà 20 % de ce poids ?

Les circuits de balayage du tube consomment de la puissance, moins s'ils sont transistorisés, mais la consommation ne devient pas pour autant négligeable. D'autres circuits sont, aussi, relativement « gourmands », et l'ensemble va exiger des watts par dizaines. Pas question d'alimenter cela sur piles classiques. Pour réaliser un téléviseur portatif, il faudra le munir d'accumulateurs du type cadmium-nickel de capacité relativement importante. Malgré cela, l'autonomie de fonctionnement ne sera que de quelques heures (mais les accumulateurs sont rentables, par rapport aux piles correspondantes, à partir de vingt recharges).

Si l'on veut vraiment réduire la consommation du téléviseur assez bas pour que l'on puisse l'alimenter par piles, il faut envisa-



Surtout utilisés jusqu'ici dans les machines de traitement de l'information et en électronique spatiale, les circuits intégrés pourraient trouver en télévision un nouveau champ d'application. Ceux qu'on voit sur ce document groupent 120 diodes, transistors et résistances sur 1 mm².

ger un tube cathodique beaucoup plus petit. Des réalisations intéressantes ont été faites dans ce genre et l'on parle de modèles de téléviseurs qui tiennent dans un sac de dame.

Pourquoi transistoriser les téléviseurs ?

Dans ces conditions, on peut se demander si la transistorisation s'impose dans les téléviseurs. Nous croyons que l'on peut répondre « oui ».

Pour le modèle de table, la transistorisation ne fait perdre que peu de poids (30 % au maximum) et très peu d'encombrement. En revanche, elle économise plus de 60 % de la consommation d'électricité par rapport au modèle à tubes. Bien sûr, ce n'est pas avec la différence que l'on va économiser des sommes importantes. Un téléviseur monochrome de 59 cm d'écran à tubes consomme 130 W ; son homologue transistorisé consommera environ 50 W. La différence de 80 W correspond à une économie de l'ordre de 1,4 centime par heure de fonctionnement (en comptant le kilowatt-heure à 17 centimes). Comme un téléviseur, durant toute sa « vie », fonctionne rarement plus de 5 000 heures, on réalisera une économie de l'ordre de 70 F (sur cinq années en moyenne). L'intérêt de la réduction de consommation n'est donc pas d'ordre financier : il ne faut pas oublier que la quasi-totalité de la puissance consommée par un téléviseur se transforme en chaleur. Il sera beaucoup plus facile d'évacuer chaque seconde une douzaine de calories hors du téléviseur (dans le cas d'une consommation de 50 W) que d'en évacuer une trentaine. Le téléviseur transistorisé va certainement fonctionner à température plus basse, ce qui sera très avantageux pour la stabilité des capacités, donc des accords.

On pense souvent, comme avantage de la transistorisation, à la mise en route instantanée de l'appareil dès que l'interrupteur a été actionné. Là aussi, il ne faut pas raisonner sur les téléviseurs comme sur les postes de radio portatifs. Evidemment, dès la mise sous tension d'un téléviseur transistorisé, on entend le son, mais l'image n'apparaît qu'au bout d'une bonne dizaine de secondes : temps nécessaire au chauffage du tube.

L'avantage essentiel de la transistorisation des téléviseurs tient dans l'augmentation de fiabilité qui l'accompagne. Déjà un progrès considérable a été fait dans la réalisation des téléviseurs. On se souvient peut-être qu'en 1958, on considérait qu'un téléviseur qui ne nécessitait qu'un dépannage par an était un bon instrument ; en 1963, beaucoup de gens ont acheté un téléviseur qui fonctionne depuis lors sans avoir jamais requis l'assistance d'un dépanneur.

Il est certain que la transistorisation va encore améliorer les choses. On pourrait se demander : « A quoi bon, si le téléviseur normal fonctionne en moyenne quatre ans sans dépannage ? » La réponse est facile à donner : ce chiffre de quatre ans (peut-être un peu optimiste) est valable pour un téléviseur noir et blanc. La télévision en couleurs, en faisant appel à beaucoup plus de composants, augmente automatiquement la probabilité de panne du récepteur. La transistorisation du téléviseur en couleurs doit donc permettre d'avoir, dans quelques années, des récepteurs dont le taux de panne ne sera pas supérieur à celui des téléviseurs noir et blanc d'aujourd'hui.

Et les circuits intégrés ?

Dans l'électronique militaire, on estime que l'année 1968 correspondra au maximum de chiffre d'affaire sur les transistors séparés. L'année 1969 correspondrait au maximum de production (mais avec un chiffre d'affaire légèrement inférieur à celui de l'année précédente, en raison de la baisse constante de prix des dispositifs) et les années suivantes à une diminution importante de production des transistors séparés. Pourquoi ? Tout simplement parce que les circuits intégrés prennent la relève des transistors « isolés » (en technique on dit « discrets »).

Evidemment, quand on peut loger sur une même pastille de silicium de 1 mm² une soixantaine de transistors avec les résistances nécessaires pour constituer le montage complet, on en arrive à penser que le transistor tout seul est bien dépassé : un seul circuit intégré suffirait pour réaliser la totalité de la séparation et du tri des tops de synchronisation, ainsi que les générateurs de bases de temps ligne et trame d'un téléviseur (pas les étages de puissance) ; un autre suffirait à lui tout seul pour le décodage de la « chrominance » du SECAM (en plus de la ligne à retard). Il semble donc, au vu de ces performances étonnantes, que les téléviseurs transistorisés ne doivent être qu'une étape intermédiaire et doivent être vite supplantis par les appareils à circuits intégrés. Surtout, ne concluons pas trop vite. Ce que nous avons dit au sujet de la lenteur de la transistorisation s'applique, et même bien plus, à l'introduction des circuits intégrés.

Il faudra un certain temps d'étude avant que l'on tire vraiment tous les avantages possibles des circuits intégrés dans les téléviseurs. On peut estimer que ces études seront déjà fort avancées l'année prochaine, ce qui suppose que l'on doive attendre au moins 1970-1971 pour commencer à voir

des circuits intégrés dans les téléviseurs.

Il ne faut pas oublier que plusieurs circuits du téléviseur, en particulier le balayage de ligne, nécessitent une puissance élevée. Le circuit intégré, par sa dimension même, est plutôt destiné à commander des puissances modestes. On réalise bien, actuellement, des amplificateurs basse-fréquence intégrés délivrant une puissance de 1 W, mais c'est encore un peu insuffisant pour la basse fréquence d'un téléviseur d'appartement, et nous ne pensons pas que l'on verra de sitôt une version intégrée du balayage ligne !

En revanche, il est une application pour laquelle les circuits intégrés seront irremplaçables, c'est (dans un avenir pas tellement proche) le remplacement du tube cathodique traditionnel par un réseau d'éléments à commande matricielle. Nous y reviendrons.

Et l'avenir ?

Sautons résolument de quelques années dans l'avenir, pour entrevoir ce que la logique nous permet raisonnablement de prévoir comme évolution technique des téléviseurs.

La transistorisation va évidemment s'imposer dans tous les téléviseurs au fur et à mesure que les prix des dispositifs vont baisser. Le tube électronique doit disparaître totalement (à part le tube-image) pour le plus grand bien de l'usager.

Peut-on espérer des modifications spectaculaires dans le sens d'une réduction de consommation ? Peut-être. Il y aurait sans doute des améliorations à apporter au balayage ligne pour diminuer encore l'énergie perdue. Il restera une consommation minimale en dessous de laquelle nous ne pensons pas que l'on puisse descendre : la somme de la puissance fournie sous forme lumineuse et sous forme sonore. Comptons 3 W pour la puissance sonore (en crête, la valeur normale de la puissance pour une écoute normale étant de l'ordre de 60 mW, contrairement à ce que tous les gens pensent) et 4 W pour la puissance lumineuse (ce qui représente une forte illumination de l'écran, le rendement des systèmes fluorescents étant très bon) ; il faudra, en comptant les « divers », une dizaine de watts. Certains téléviseurs transistorisés ont déjà une consommation réduite à 40 W, il n'y a, au fond, qu'un rapport 4 à gagner pour en arriver là.

Nous pensons que la transistorisation va apporter davantage au téléspectateur. On va sans doute ajouter au téléviseur plusieurs circuits « annexes ». La commande de contraste en fonction de l'éclairage ambiant est déjà très classique. La télécommande du réglage ou de la commutation de programme

par ultrasons ou par faisceau lumineux l'est un peu moins. L'enregistreur magnétique l'est encore beaucoup moins. Il y a de grands progrès à faire dans ces domaines.

Mais, au fond, la grande révolution que l'on peut attendre de l'avenir est la suppression du tube cathodique traditionnel. On peut, dès maintenant, envisager une mosaïque de petits éléments électroluminescents, commandés par deux réseaux de fils, un réseau de connexions verticales et un réseau relié à des fils horizontaux. En excitant un des fils verticaux et un des fils horizontaux, on illuminerait uniquement l'élément électroluminescent situé au croisement de ces fils. On aurait ainsi réalisé enfin l'écran géant, pratiquement plat, dont rêvent tant de techniciens.

Evidemment, pour passer du signal de télévision actuel à celui qui commanderait un tel réseau, il faut une quantité invraisemblable d'éléments de commande. En transistors séparés, il s'agirait d'une réalisation quasi-démentielle. Mais, les circuits intégrés venant à notre secours pour rassembler une centaine de transistors et leurs interconnexions dans un seul boîtier, la solution de l'écran plat n'est plus tout à fait du domaine du rêve.

Le terme ultime du perfectionnement de la technique actuelle serait peut-être... la disparition de cette technique, totalement remplacée par quelque chose d'autre. Il faut bien reconnaître que la solution actuelle de la télévision, avec son monstrueux gaspillage d'informations, est anti-logique, exactement comme le moteur à explosions. Comme pour ce dernier, les techniciens ont tellement amélioré la solution anti-logique qu'elle a fini par devenir parfaitement viable, mais il n'est pas du tout exclu que l'on trouve, du côté de la télévision, une solution totalement différente de l'actuelle, par exemple avec la transmission simultanée (et non séquentielle) de la luminosité des différents points de l'image.

Mais... excusez nous, nos bases de temps se sont emballées et nous vous parlons déjà de 1990 ou plus tard encore. Notre seul but, dans cette promenade dans l'avenir, était de montrer que les dispositifs à semiconducteurs ont donné à la télévision des armes si puissantes que nous pensons que cette merveilleuse technique n'a pas fini de nous étonner. Il serait d'ailleurs très triste que l'on cesse de s'étonner devant les progrès de la technique : « Le sage est celui qui s'étonne de tout » disait Paul Valéry, qui invitait les hommes à « considérer comme jamais encore vues toutes choses qui sont au monde. »

J. LEGRIS

LES NOUVEAUX OUTILS DU CHERCHEUR



Les ressources nouvelles qu'apporte la télévision dans la recherche scientifique et la technique sont dues essentiellement aux progrès des tubes de prise de vues qui leur permettent de capter les images d'objets faiblement éclairés en lumière visible, et aussi dans l'obscurité, aux rayons infrarouges, ultraviolets et même aux rayons X.

Les tubes récents, du type Vidicon ou Plumbicon, ont un très faible diamètre qui ne dépasse pas 2,5 cm. L'encombrement réduit, la facilité d'emploi, la robustesse et la longue durée de vie du Vidicon permettent des montages simples et économiques. Sa sensibilité est, en général, comparable à celle d'une émulsion photographique de 50 à 100 ASA, avec une pose de 1/25 de seconde, et sa réponse spectrale normale est analogue à celle de l'œil humain. Son pouvoir de résolution est de 600 points par ligne. Le Plumbicon est du même genre et a un pouvoir de résolution très élevé. Sa réponse spectrale est déterminée par la composition de la couche photoconductrice. On peut améliorer la sensibilité au rouge de cette couche photoconductrice et l'étendre jusqu'à l'infrarouge en dopant le protoxyde de plomb qui la constitue avec des impuretés telles que le soufre.

On peut également réaliser des tubes sensibles aux rayons X et pouvant supporter des bombardements intenses sans modification de leur pouvoir de résolution et de leurs autres caractéristiques, ainsi que des tubes résistant aux radiations nucléaires.

L'exploration souterraine et sous-marine

Forages et excavations diverses, plus ou moins profondes et inaccessibles à l'observation directe, se multiplient dans tous les pays du monde pour la prospection minière et pétrolière, l'établissement de barrages, la



En télémicroscopie, ci-dessus, l'oculaire du microscope est remplacé par une caméra de télévision dont on a retiré l'objectif. L'image se forme directement sur la surface photoémettrice du tube analyseur et est recueillie, très agrandie et bien contrastée, sur l'écran d'un téléviseur. En page ci-contre, un ingénieur de la firme R.C.A. nous présente une caméra couleur portative, destinée à l'exploration spatiale. L'ensemble caméra-système d'alimentation ne pèse que 25 kg.

reconnaissance des assises d'immeubles, d'édifices ou d'ouvrages d'art, la pose de canalisations d'assainissement, l'exploitation de sources et de puits, etc. Les méthodes d'exploration interne par télévision peuvent jouer dans ces domaines, tant pour la recherche que pour le contrôle, un rôle très important.

Une caméra cylindrique de faible diamètre, de l'ordre de 7,5 cm, peut pénétrer dans tous les conduits dès que leur diamètre est à peine supérieur à 8 cm. Un moteur incorporé et télécommandé assure la mise au point des objectifs. La caméra peut être montée sur traîneau pour l'inspection des canalisations horizontales ou obliques ou descendre par son propre poids pour l'examen des puits de forages. L'autonomie de câbles peut dépasser 400 m. La vision peut être axiale pour une reconnaissance rapide avec éclairage frontal, ou radiale avec miroir à 45° pour l'examen précis d'une fissure, de la corrosion d'un tubage ou d'un joint d'étanchéité.

Des résultats remarquables ont été obtenus en recherche hydrologique pour l'étude

LES NOUVEAUX OUTILS DU CHERCHEUR

des mouvements des eaux souterraines, en général limpides mais parfois aussi troubles et chargées de boues que celles des collecteurs des grandes villes. La technique ne diffère pas essentiellement de celle de la télévision sous-marine maintenant classique pour la préparation des travaux maritimes et la surveillance des plongeurs.

L'exploration des grands fonds exige bien entendu un matériel spécial, capable de résister à des pressions qui peuvent facilement dépasser 80 à 100 kg/cm², et les raccords du câble au container de la caméra doivent faire l'objet d'une attention particulière. La caméra elle-même, de sensibilité très élevée, est commandée entièrement à distance en ce qui concerne les changements d'objectifs, la mise au point optique et le réglage du diaphragme. L'angle d'ouverture de son objectif de faible distance focale est de l'ordre de 40° au minimum. La distance maximale de visibilité est normalement d'une quinzaine de mètres et peut atteindre plus de 30 m en Méditerranée ; en eau trouble, elle s'abaisse à 1 m. La caméra est utilisable à la lumière du jour jusqu'à une profondeur de 40 à 50 m ; en lumière artificielle, avec des projecteurs latéraux, la limite dépend uniquement de la longueur du câble. La profondeur normale des explorations sous-marinnes en eau libre est de l'ordre de 400 m, mais on a pu opérer jusqu'à plus de 2 000 m.

Recherche spatiale

Ici, les distances de transmission peuvent atteindre plusieurs centaines, plusieurs centaines de milliers, voire plusieurs centaines de millions de kilomètres. Il en est ainsi pour les satellites météorologiques, pour les engins envoyés vers la Lune à 370 000 km ou vers Mars à 240 millions de km. Aussi des méthodes spéciales et des appareillages perfectionnés ont-ils dû être mis en œuvre.

La méthode employée consiste généralement à capter les images, puis à les enregistrer en vue d'une transmission ultérieure à des instants convenables et à une cadence plus lente qu'en télévision ordinaire. Les caméras électroniques sont analogues à celles utilisées en télévision industrielle, mais plus réduites encore et les images sont mises en mémoire sur bandes magnétiques à grain

très fin, avec têtes d'inscription et de lecture à fentes de l'ordre du micron.

Les satellites météorologiques américains ont ainsi transmis des centaines de milliers de clichés de la couverture nuageuse de la Terre ; la durée de balayage, de l'ordre de 6 secondes pour 800 lignes par image, assure une résolution de 1 km à la verticale. Avec le procédé APT (*Automatic Picture Transmission*), un tube Vidicon de 2,5 cm avec objectif grand angulaire enregistre l'image sur sa plaque photosensible ; le cycle des opérations d'exposition, de balayage de lecture et d'effacement est automatique et se répète toutes les 210 secondes environ ; la lenteur du balayage permet de n'employer qu'une faible largeur de bande à l'émission et l'appareillage au sol est simplifié. L'emploi de caméras sensibles à l'infrarouge permet d'obtenir, de nuit comme de jour, de véritables images thermiques et d'étudier en profondeur la distribution des températures dans les différentes couches atmosphériques.

La transmission devait être au contraire très rapide dans d'autres cas, par exemple lorsque les « Ranger » américains ont fourni des milliers d'images jusqu'au moment où ils se sont écrasés sur le sol lunaire ; le balayage des écrans s'effectuait alors à la cadence habituelle.

Un des exploits les plus spectaculaires a été la transmission des images de la planète Mars par « Mariner 4 » après un voyage de 288 jours. Une prise de vue se faisait en 0,2 secondes et son analyse électronique pour enregistrement en 24 secondes ; pour transmettre cette image, il fallait 8 h 35 mn. Les ondes mettaient 13 minutes à franchir les 240 millions de km et on dut avoir recours à un système de modulation des signaux codés par impulsions, celles-ci ne suivant qu'une très faible distorsion.

La télémicroscopie

Dans l'autre infini, celui du microscopique, la télévision peut fournir des images dans de meilleures conditions que lors de l'observation directe. Elle permet l'examen d'objets peu contrastés, de matériaux émettant des rayonnements dangereux pour le microscopiste ou présentant pour lui un danger de contamination, ou encore de prépa-



En cours de mise au point chez Westinghouse, cette caméra portative dont le poids dépasse à peine 3 kg sera confiée aux astronautes du projet Apollo.

Equipée d'un tube à haute sensibilité, elle pourra opérer dans des conditions d'éclairage très faibles et retransmettre des images à haute définition prises pour la première fois par un homme à la surface de la Lune.

rations que la proximité même de l'observateur risque de contaminer.

Le dispositif est simple : il consiste à placer la caméra miniature sur le microscope dont on a enlevé le porte-oculaire. L'image de la préparation microscopique peut être transmise, fortement agrandie, à un nombre quelconque de récepteurs.

La transmission électronique rend possible une amplification de la luminosité de l'image qui permet de réduire l'éclairage d'une préparation biologique à un niveau qui ne la détériore pas, et aussi d'améliorer le contraste.

Le spectre de sensibilité du tube peut être prolongé dans l'infrarouge.

La microscopie électronique, elle aussi, exploite maintenant les ressources de la télévision. Dans le microscope électronique habituel, tous les points de l'image formée sur l'écran fluorescent ou sur une émulsion photographique sont obtenus en même temps, comme dans le microscope optique. Dans le microscope électronique à balayage, dit « Stéréoscan », l'image est formée de la même manière que dans un téléviseur. L'image optique intermédiaire est balayée ligne par ligne par le faisceau électronique et les signaux électriques correspondant aux différentes tonalités lumineuses de l'image sont transmis à un récepteur de télévision.

La télévision dans l'obscurité

On sait aujourd'hui réaliser des caméras extrêmement sensibles pouvant multiplier plusieurs dizaines de milliers de fois la lu-

minosité apparente d'un sujet et capables d'opérer dans des conditions d'éclairage voisines de l'obscurité.

Avec les tubes sensibles à l'infrarouge, c'est dans l'obscurité totale que l'on obtient des images de phénomènes impossibles à détecter par les moyens ordinaires, mettant en évidence le rayonnement propre d'objets plus ou moins échauffés sur ce que l'on peut appeler des « thermographies ».

La télévision dans l'infrarouge a des applications militaires bien connues. Dans l'industrie, elle permet de détecter les points chauds des pièces en mouvement et les frottements. Le procédé est également précieux pour les contrôles à effectuer dans l'industrie du papier, du caoutchouc, et des semi-conducteurs.

Télévision en technique nucléaire

La recherche nucléaire exige la manipulation de produits si puissamment radioactifs que la télémanipulation et la télécommande sont dans ce domaine des techniques bien établies. Mais la complexité de l'équipement nécessaire est si grande qu'il n'est pas toujours possible d'automatiser ces opérations sans risque d'erreurs ou même d'accidents. Le contrôle visuel reste indispensable, et lorsque l'observation à travers une fenêtre blindée ou au moyen d'un télescope n'est pas possible, la télévision s'impose.

L'appareillage est alors exposé à des rayonnements intenses, surtout des rayonnements gamma. Comme les composants électroniques habituels y sont très sensibles,

LES NOUVEAUX OUTILS DU CHERCHEUR

il a fallu faire appel à des matériaux nouveaux. Les éléments à semi-conducteurs, en particulier, seraient très rapidement détruits, et on a été conduit à utiliser à leur place des tubes à vide « Nuvistors » à base de céramique et de métal, de taille comparable à celle des transistors, mais résistant bien à la température et aux rayonnements. Pour les objectifs, on utilise des verres spéciaux, stabilisés, par exemple, au cérium.

L'observation peut être parfois difficile, en raison du manque de relief de l'image ; elle devient plus efficace avec un équipement de télévision en relief, tel qu'on l'a étudié également pour d'autres domaines de recherches.

Le principe en est très simple : on utilise deux caméras de prise de vues accouplées comportant chacune, par exemple, un bloc optique muni d'un prisme dont la position est réglable en fonction de la distance au sujet.

La réception est assurée par deux tubes cathodiques distincts fournissant le couple stéréoscopique. Ces tubes sont disposés à 90° et devant chacun d'eux se trouve un filtre polarisant, l'un verticalement, l'autre horizontalement. Une plaque semi-réfléchissante à 45° renvoie les deux images vers l'observateur, équipé de lunettes spéciales à verres polarisés verticalement pour un œil, horizontalement pour l'autre, de sorte qu'il a l'impression du relief stéréoscopique.

Applications médicales

Une des applications les plus intéressantes de la télévision en circuit fermé est la « télésurveillance » médicale dans les hôpitaux, grâce à laquelle on peut observer sur les écrans d'un poste central le comportement de plusieurs malades graves, d'opérés récents, de prématurés ou d'aliénés. En recherche expérimentale, la technique s'applique au contrôle des animaux d'expérience ; en recherche clinique, à l'étude du sommeil ou du rêve, des troubles associés, des modifications du comportement. L'emploi des rayons infrarouges rend même possible l'observation continue des sujets en les laissant dans l'obscurité complète.

Les examens radioscopiques se font clairement sur un écran fluorescent qu'il faut

observer dans la pénombre et qui n'est en général que faiblement lumineux et contrasté. Si l'examen se prolonge ou doit être renouvelé, la dose cumulative de rayons absorbés par le patient, et aussi par l'opérateur, peut devenir excessive. On peut aujourd'hui remplacer l'écran par un tube amplificateur de brillance associé à une caméra électronique. L'image apparaît à distance sur un ou plusieurs « moniteurs » de télévision. L'opérateur reste ainsi à l'abri et la dose de rayons reçue par le patient peut être réduite. Si l'on enregistre en même temps l'image sur la bande d'un magnétoscope, on pourra répéter l'examen autant de fois qu'il sera nécessaire, sans soumettre le malade à de nouvelles irradiations.

La télévision servira au chirurgien, en salle d'opération, pour contrôler à tout instant l'état des organes ou des membres sur lesquels il opère sur l'écran d'un récepteur assez lumineux pour dispenser d'adaptation à la pénombre. Il pourra se faire présenter, aussi facilement qu'en salle de consultation et par télécommande, des radiographies anciennes ou récentes et même celles prises en cours même d'intervention et développées au laboratoire central. Le contraste poussé de l'image télévisée révèle souvent des détails difficilement discernables à l'œil nu.

L'endoscopie, c'est-à-dire l'observation des organes internes par l'intermédiaire d'un dispositif optique, peut être également facilitée par la télévision. Il suffit de placer une caméra devant l'oculaire de l'instrument ; mais l'éclairage étant généralement très faible, il est nécessaire d'utiliser un tube de grande sensibilité.

Le problème du comptage des particules présentes dans une préparation se pose souvent au laboratoire médical ou biologique ; on peut avoir, par exemple, à évaluer le nombre des globules rouges ou blancs du sang, des bactéries d'une culture, etc., comme d'ailleurs, dans d'autres recherches, on voudra compter les grains d'une émulsion photographique ou les particules en suspension dans un échantillon colloïdal. C'est une opération toujours longue et difficile à l'oeil d'un microscope.

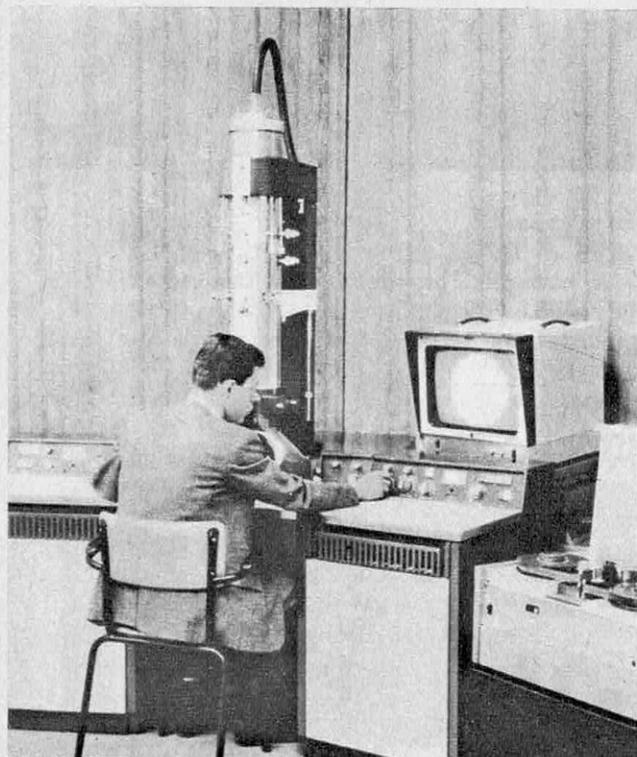
Grâce à la télévision en circuit fermé, ce comptage s'effectue rapidement avec un dis-



Télévision et enregistrement magnétique ont aujourd'hui parlé leur place, des contrôles industriels de routine à la recherche fondamentale.

Ci-dessus, dans une centrale électrique de Philadelphie, inspection des canalisations de vapeur sous pression par une caméra de télévision en circuit fermé ; un magnétoscope est associé au récepteur.

Ci-contre, un très récent microscope électronique équipé pour la réception des images sur un téléviseur et leur enregistrement sur bande magnétique.



doc. Philips-Industrie

LES NOUVEAUX OUTILS DU CHERCHEUR

doc. Philips Industrie-Jean Duru

positif auquel les techniciens américains ont donné le nom de « sanguinomètre », bien qu'il s'applique à beaucoup d'autres usages que l'étude du sang. Une caméra de télévision à tube Vidicon est placée sur l'oculaire du microscope et fournit une image agrandie balayée électroniquement suivant des lignes parallèles très serrées. Lorsque le pinceau de la caméra rencontre les taches sombres ou claires des corpuscules, il en résulte des impulsions électriques dans un circuit de comptage.

L'écran magique de l'ingénieur

La technique de la télévision n'est pas seulement capable de transmettre à distance des images animées, mais aussi de créer des documents graphiques à l'usage des chercheurs et des ingénieurs. Elle apporte des ressources nouvelles pour le « dialogue » homme-calculateur électronique, c'est-à-dire homme-ordinateur. Un dessin industriel original est appelé à être modifié à de multiples reprises et plus ou moins profondément à mesure que progresse l'étude qui met peu à peu en évidence les défauts de conception. Un tube cathodique en liaison avec un ordinateur convenablement programmé va effectuer ce travail automatiquement en tenant compte de toutes les spécifications requises, redessinant l'original avec précision, réduisant ses dimensions ou l'agrandissant en tout ou en partie.

L'« unité d'affichage » est un boîtier comparable à un poste de télévision comportant un écran balayé par un faisceau cathodique et accompagné d'un clavier.

Au bout d'un câble souple, se trouve une pointe, dite « crayon électronique », qui dissimule, en réalité, une cellule photoélectrique.

En langage chiffré, les cotes d'un plan sont fournies à l'ordinateur et le dessin correspondant apparaît sur l'écran. Le crayon électronique, si l'on presse un bouton du clavier, va effacer telle ou telle portion de courbe ou de ligne, l'ordinateur conservant cependant en mémoire les points effacés pour les restituer à volonté. En pressant un autre bouton, on tracera des lignes nouvelles et, si le dessin est malhabile, l'ordinateur rendra les droites parfaitement recti-



lignes et les cercles absolument parfaits.

A volonté, on obtiendra des variations d'échelle, des changements d'orientation, la présentation agrandie de telle ou telle de ses parties.

Une machine reliée à l'ordinateur reproduira sur papier le dessin définitif et imprimerà par ailleurs ses cotes détaillées, livrera sur commande les programmes des machines-outils à contrôle numérique qui en entreprendront la fabrication de série.

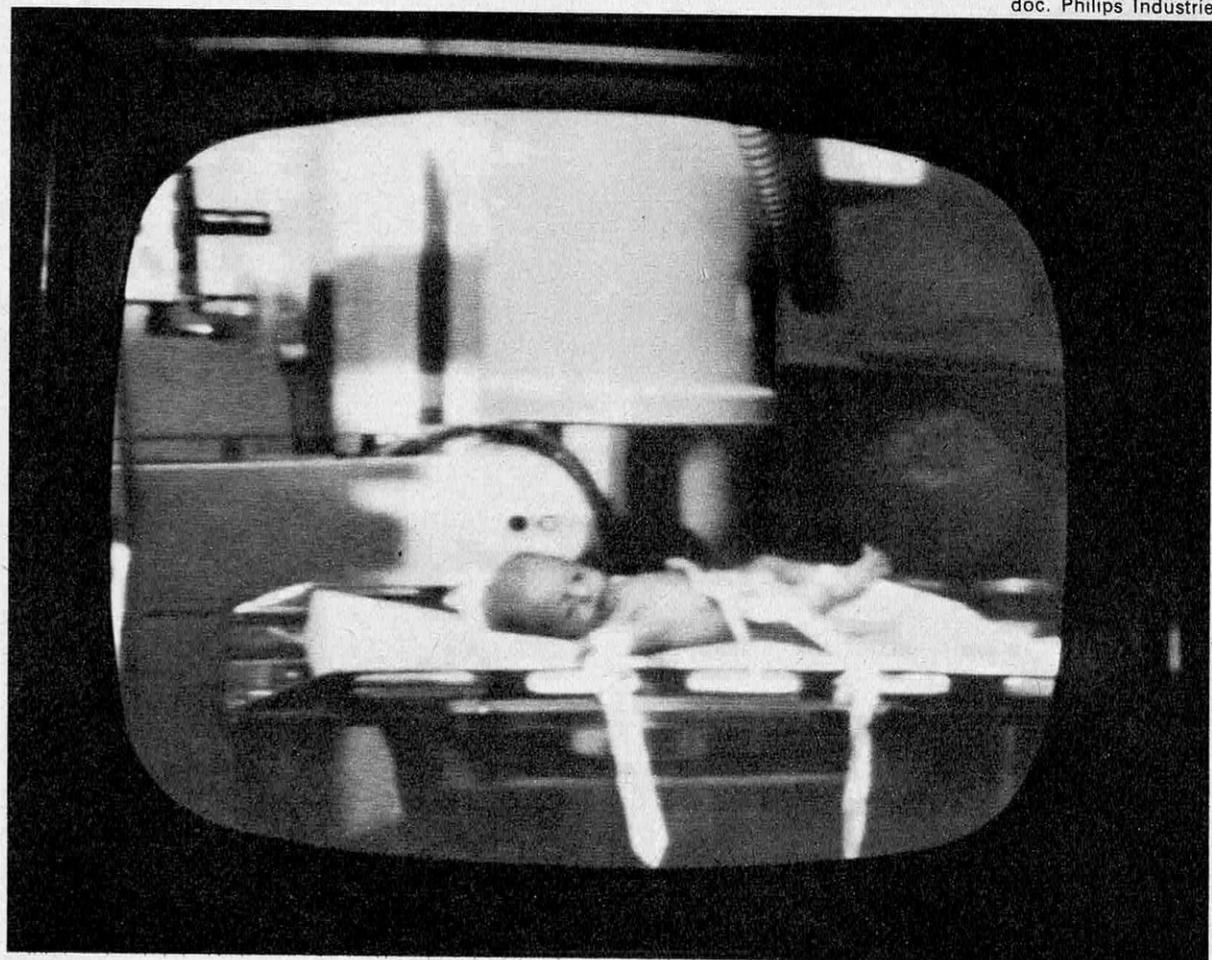
Nous n'avons indiqué que quelques exemples des ressources de la technique de la télévision. Ils suffiront à montrer la diversité et l'importance de ses applications dans la science et la technique. Il est permis de penser qu'il ne s'agit que d'un début.

N. DELANGLE



Dans les hôpitaux, les applications de la télévision en circuit fermé sont maintenant très nombreuses : transmission de documents, de radiographies en particulier, vers la salle de consultations ou même la salle d'opérations, à partir d'une centrale d'archivage (page ci-contre) ; surveillance à distance de malades graves ou d'opérés récents (photo ci-contre) ; surveillance continue de « prématurés », comme à la Maternité de Port-Royal à Paris (photo ci-dessous).

doc. Philips Industrie



LE PETIT ECRAN DANS L'ENTREPRISE

doc. SOTRAFA-Gründ



Pour la surveillance des combustions dans les fours, les chaudières, les hauts fourneaux, des caméras robustes (ci-dessus) peuvent remplacer l'observation humaine.

En page ci-contre, une caméra industrielle à usages multiples, montée sur trépied, avec son coffret d'équipement sur la droite.

La télévision n'a été pratiquement, pendant un bon nombre d'années, qu'un moyen d'information et de distraction du grand public. C'est seulement vers 1950, avec l'apparition de tubes analyseurs de dimensions réduites et de longue durée de vie que la télévision utilitaire a commencé à se développer. Celle-ci, souvent appelée improprement télévision industrielle, fait surtout appel à des installations en circuit fermé.

Le spectacle télévisé doit fournir au spectateur des images à haute définition, dites de « qualité artistique », avec accompagnement sonore, ce qui implique la mise en œuvre d'un matériel complexe servi par un personnel très spécialisé. Pour la télévision industrielle, le problème est différent. Destinée à fournir des informations, dans un but précis et limité, sur la bonne marche d'une opération industrielle, par exemple, elle est le plus souvent muette et peut se contenter d'une définition sommaire, donc de caméras électroniques simplifiées. La réduction du nombre d'informations par unité de temps limite la bande de fréquences à transmettre, et les éléments à très haute fréquence de la télévision « grand public » deviennent inutiles. La liaison entre la caméra et le ou les récepteurs se fait en général par câble blindé spécial. Les circuits électroniques sont simplifiés et l'installation est à l'abri de tous parasites industriels.

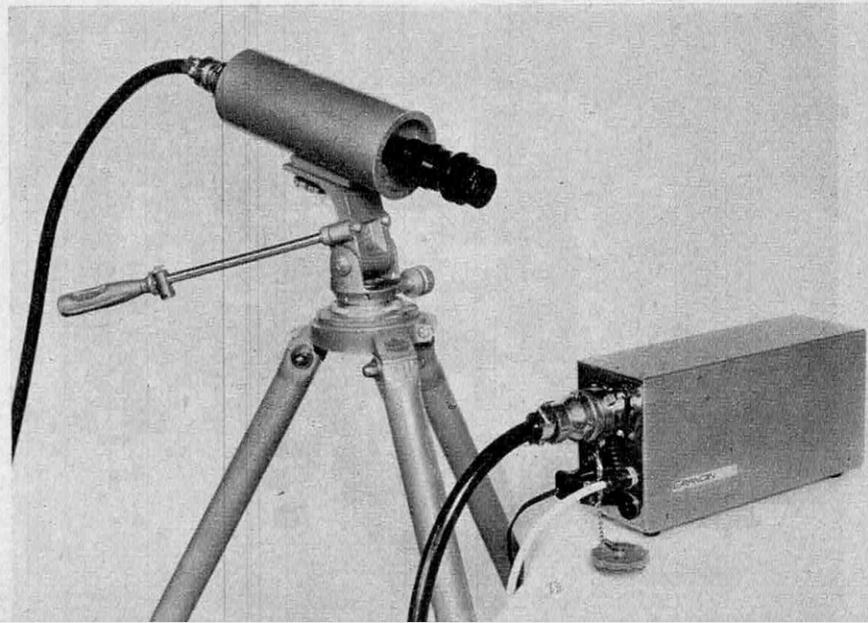
En contre-partie, le matériel doit travailler en service continu pendant des durées

souvent longues, sans nécessiter des réglages fréquents. Les composants électroniques et les montages doivent être robustes et bien étudiés, d'autant plus que les conditions de l'environnement sont fréquemment très défavorables. Soumise à des températures très élevées ou très basses, avec parfois de brusques écarts, souvent exposée aux intempéries, aux poussières, à l'action corrosive de certains produits chimiques ou même à des radiations, la caméra doit être tout spécialement robuste. Les récepteurs eux-mêmes doivent résister à de sévères conditions d'emploi et ne sont pas toujours à l'abri des poussières. Ils sont généralement équipés de tubes de diamètre plus faible que ceux des téléviseurs « grand public ».

Dans certains cas, lorsqu'on peut se contenter d'une cadence de balayage et de transmission des images plus lente que la normale, la bande de fréquences utile se trouvera réduite d'autant, dans le rapport de 1 à 25 s'il suffit d'une seule image par seconde, et la liaison avec le récepteur pourra s'effectuer par un câble téléphonique ordinaire. Des tubes spéciaux à images rémanentes ont été créés pour cette technique qui permet de transmettre des documents imprimés, des photographies ou même d'observer des mouvements très lents.

Transistors et montages en circuits imprimés ont permis de réaliser des appareillages de faible encombrement, des ensembles compacts comprenant générateurs et systèmes d'alimentation.

doc. Grandin



LE PETIT ÉCRAN DANS L'ENTREPRISE

La caméra est munie d'objectifs de même type que les caméras cinématographiques 16 mm, souvent interchangeables au moyen de tourelles à trois ou quatre objectifs pouvant être télécommandées, ou plus commodément d'objectifs zooms à focale variable réglés à distance par servo-moteur. Le tube cathodique lui-même est du type Vidicon, ou Plumbicon, de diamètre réduit à 2,5 ou même 1,2 cm. L'amplificateur de signal image et le générateur de signaux de synchronisme pour le balayage sont maintenant très souvent intégrés à la caméra.

Le mode de transmission du signal image au récepteur dépend de la distance. Au-dessous de quelques centaines de mètres, on utilise un câble coaxial ; jusqu'à quelques kilomètres, on utilise toujours un câble, mais avec modulation d'une onde porteuse haute-fréquence pour réduire les pertes. Au-delà, on a recours à des amplificateurs haute-fréquence répéteurs. A grande distance, la transmission par voie hertzienne avec aériens paraboliques très directifs devient plus avantageuse.

Le contrôle à distance

La télévision utilitaire connaît des applications de plus en plus diverses, difficiles à classer en grandes catégories car elles répondent à des besoins très spécifiques.

Il y a d'abord l'impossibilité matérielle de placer un observateur à l'endroit nécessaire, soit à cause de la température qui y

règne ou de la nocivité de l'atmosphère, soit tout simplement à cause de l'exiguïté de l'emplacement disponible.

Il y a aussi l'avantage de pouvoir surveiller à partir d'un poste central des opérations se déroulant en plusieurs endroits différents, ce qui permet une meilleure coordination.

Il y a encore l'intérêt d'une liaison visuelle discrète ou même invisible pour les contrôles de toutes sortes, la protection contre le vol, les accidents ou l'incendie.

Parmi les applications de surveillance les plus connues, citons le contrôle du trafic des voyageurs et des marchandises dans les gares, le guidage des navires dans les ports, le contrôle des aiguillages, des signaux, des passages à niveau, des opérations de triage dans les chemins de fer, celui de la circulation automobile dans les carrefours urbains, etc.

Contrôle des fours et chaudières

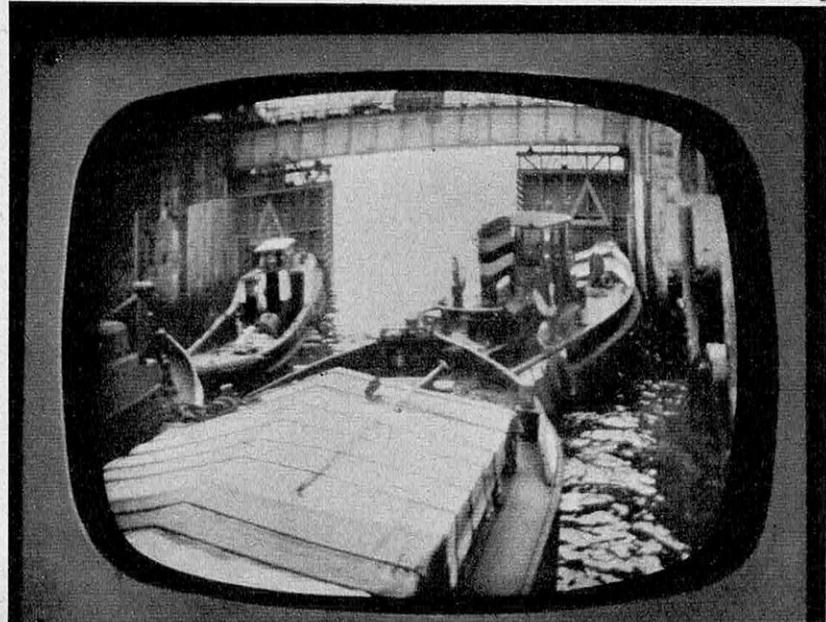
En dehors de la protection du personnel, la télévision industrielle réduit les risques de détérioration des installations, assure un gain de temps et de matière en centralisant au mieux les informations.

Dans les fours à brames ou à billettes, par exemple, le moindre incident de fonctionnement peut avoir des conséquences très graves ; aussi, installe-t-on des caméras pour surveiller en permanence la progression normale des produits. Etant donné la température élevée des fours, on protège ces ca-

doc. SOTRAFA-Gründig

Les manœuvres des navires à l'intérieur des ports ou de chalands lourdement chargés au passage des écluses (ci-contre) sont souvent difficiles à coordonner.

La caméra autorise un contrôle centralisé.



méras par des hublots de visée spéciaux, refroidis par courant d'eau.

Des périscopes avec gaine de refroidissement par eau sont employés pour les prises de vues à l'intérieur des fours et des chaudières jusqu'à des températures extrêmement élevées, de 1500° C et plus.

On surveille aussi par télévision l'allumage et la combustion du charbon pulvérisé dans les groupes de chauffe des centrales thermiques. Des regards à hauteur convenable dans les parois des chambres de combustion permettant l'examen direct de la flamme. Le contrôle des brûleurs à mazout s'effectue de manière analogue. Celui des fumées renseigne d'une manière continue sur le rendement de la combustion.

La surveillance du niveau d'eau des chaudières, en particulier dans les centrales thermiques où son importance est essentielle, peut être réalisée à l'aide d'un circuit de télévision. Lorsque le niveau à observer n'a pas une brillance suffisante, on utilise un système d'éclairage auxiliaire pour que la ligne de séparation soit bien nette sur l'écran d'observation.

Métallurgie et industrie chimique

Dans les complexes sidérurgiques, l'ingénieur chargé du contrôle d'une section de l'usine peut, d'un simple regard sur l'écran d'un téléviseur, contrôler l'ensemble des postes de traitement et de manœuvre, vérifier à distance l'exécution des ordres et le

déroulement des opérations et prendre, s'il y a lieu, les initiatives nécessaires.

En fonderie, le contrôle du remplissage des moules peut s'effectuer au moyen d'une caméra. De même, dans les aciéries, on suivra ainsi le chargement et le déchargement des brames dans les fours de recuit et la répartition correcte des lingots dans les fours de refroidissement pour éviter les irrégularités du traitement. Le contrôle direct de ces manœuvres est très pénible, car il doit s'effectuer dans une atmosphère malsaine, à haute température, et sous une lumière excessive.

La surveillance du chargement automatique des hauts fourneaux n'est pas moins importante. Pour éviter l'obstruction du gueulard par des agglomérats de minerai, une attention continue doit s'exercer pendant les opérations de charge.

De nombreux trains de laminoirs sont maintenant dotés d'équipements de télévision pour prévenir tout risque de bourrage pouvant entraîner un arrêt de fabrication.

La télévision assure encore la coordination des manutentions des produits métallurgiques, contrôle leur transport par convoyeurs et leur déversement dans les wagons.

La télécommande des opérations est particulièrement utile dans l'industrie chimique en raison des dégagements possibles de vapeurs nocives ou de risques d'explosion. On trouve ainsi dans les grandes raffineries des circuits de télévision coordonnant les traitements complexes et dangereux. On contrô-

doc. Philips-P. Bourdin



D'un poste central, les responsables de la circulation peuvent surveiller les grands axes et les carrefours, décider d'interventions immédiates ou pratiquer une analyse à long terme du trafic.

LE PETIT ÉCRAN DANS L'ENTREPRISE

lera, autre exemple, le fonctionnement des filtres rotatifs de déparaffinage des huiles, qui sont généralement très éloignés de la salle de contrôle.

Dans les cimenteries, on suivra les traitements chimiques au moyen d'une caméra spéciale refroidie par eau, la température des fours atteignant 1 500° C, pour déterminer le moment exact où le matériau aura acquis les caractéristiques requises.

Commerce et banques

L'emploi de la télévision en circuit fermé pour la surveillance des comptoirs dans les grands magasins est devenu de pratique courante pour lutter contre les vols. Moins connue est son application dans les banques à la lecture à distance de documents, des chèques en particulier. Les fiches de signatures et les bordereaux de compte des clients sont centralisés dans des salles d'archives éloignées des guichets et la télévision accélère considérablement les vérifications. La distance de transmission peut atteindre plusieurs kilomètres.

Un tel système peut d'ailleurs être utilisé dans les ensembles administratifs pour la lecture à distance de tous documents, même des documents comptables de grandes dimensions.

Il existe maintenant quelques banques où le client peut effectuer ses opérations sans quitter sa voiture. S'arrêtant devant un guichet-voiture, il entre en relation avec un em-

ployé par l'intermédiaire d'un circuit de télévision, d'un circuit de communication vocale et d'un tube pneumatique. Un tel système représente une forme particulière de la « visiophonie ».

La visiophonie

Dès les débuts de la télévision, on avait songé à établir des postes téléphoniques au moyen desquels les interlocuteurs pourraient non seulement se parler, mais se voir.

Pendant longtemps, les essais n'ont pas eu le succès attendu par suite de la complication des appareils et de la difficulté d'effectuer les transmissions par les lignes téléphoniques ordinaires. Les progrès des tubes cathodiques et l'utilisation de procédés d'analyse simplifiés ont transformé le problème.

On a montré récemment qu'en limitant le format de l'image à 6,8 × 11,5 cm, on peut se contenter d'une trame de 225 lignes, tout en conservant une qualité acceptable. La bande de fréquences nécessaire à la transmission est ainsi limitée à 4 kHz et des câbles téléphoniques normaux peuvent assurer une liaison jusqu'à trois kilomètres de distance.

Le « Picturephone » américain fonctionne également sur lignes téléphoniques ordinaires au moyen d'un dispositif spécial de transmission à cadence ralenti. Il comporte une caméra électronique miniature et l'image du correspondant apparaît sur un petit écran disposé sur le combiné. Les images de for-

doc. Grandin-Nobécourt



La télélecture des chèques (à gauche), pour vérification de l'état du compte et authentification de la signature, est de pratique courante dans les grandes banques.

En page ci-contre, démonstration du Picturephone, conçu par l'American Telegraph & Telephone et encore expérimental.

mat réduit à $5 \times 7,5$ cm sont analysées avec une trame de 60 lignes seulement ; elles sont transmises à la cadence d'une toutes les deux secondes.

Documents télévisés

Le remplacement du classique balayage optique utilisé en phototélégraphie par le balayage électronique des tubes de télévision ouvre des possibilités beaucoup plus larges, en particulier pour la transmission de documents de dimensions très différentes de celles qu'admettent les machines phototélégraphiques. Même en tenant compte des limitations de bandes passantes imposées par les circuits téléphoniques, qui sont les voies qui s'offrent le plus commodément pour les liaisons à toutes distances, la transmission est surtout incomparablement plus rapide.

Les lecteurs de documents industriels faisant appel à la télévision sont des appareils très simples : la caméra électronique est placée au-dessus d'une tablette horizontale convenablement éclairée sur laquelle on dispose le document à transmettre ; avec une plaque translucide recouvrant la table de travail, on peut éclairer par transparence certains sujets tels que négatifs et calques. La simple inversion de la polarité des signaux assurera éventuellement la transmission des négatifs en positifs. Il existe aussi des analyseurs pour diapositives 5×5 cm, et qui peuvent être reliés à des téléviseurs du type habituel à 625 ou 819 lignes. On

peut aussi utiliser des systèmes simplifiés à balayage lent fournissant des signaux à un tube cathodique à rémanence.

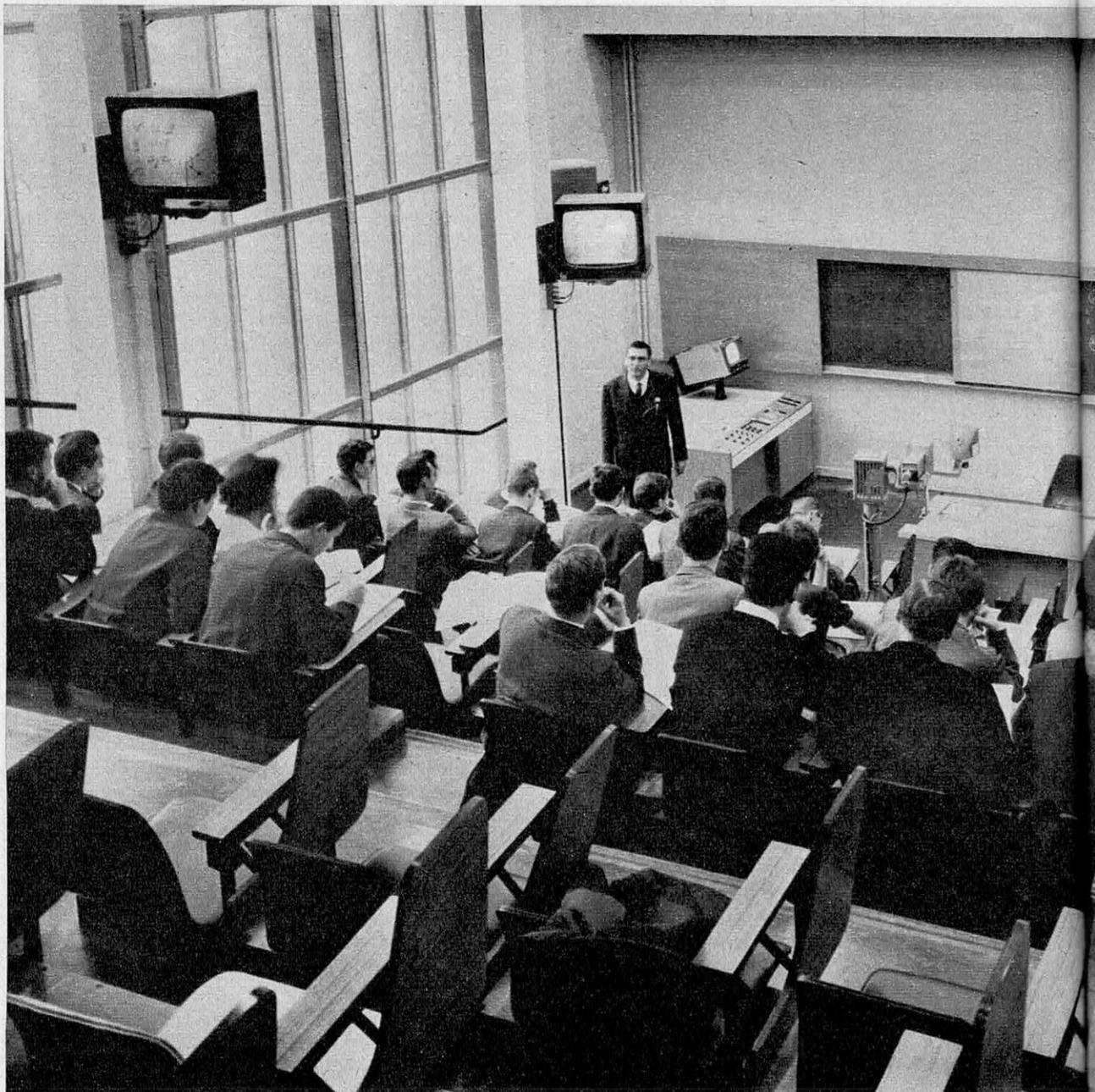
Il existe des tubes « à mémoire », sur l'écran desquels l'image demeure visible plus ou moins longtemps, et des tubes convertisseurs à balayage, où l'image demeure latente, sous forme de charges électriques. L'image optique est reconstituée par un dispositif de balayage à vitesse réglable.

Les tubes à mémoire et les convertisseurs sont coûteux et leurs possibilités sont limitées en ce qui concerne la définition et la graduation des tonalités. Une solution a été étudiée, qui consiste à transmettre d'abord le signal d'information recueilli sur l'écran d'une caméra électronique classique, et à enregistrer cette image par une méthode photographique rapide.

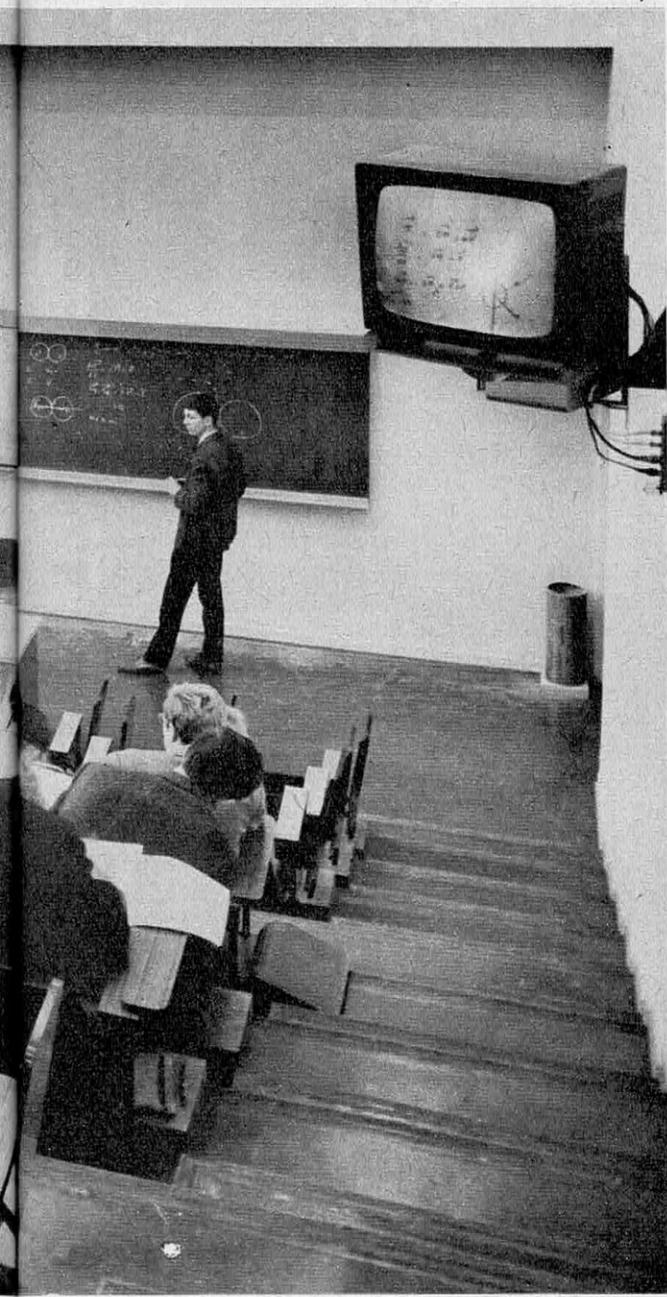
Aux dispositifs de transmission d'images, lorsqu'il s'agit d'informations numériques ou alphanumériques, on associe souvent les téléimprimeurs et services telex à l'extrémité du circuit où le signal est en quelque sorte décodé. L'avènement des calculateurs et ordinateurs électroniques met à l'ordre du jour l'emploi de ces techniques nouvelles de télévision pour la diffusion rapide d'informations digitales entre les entreprises et les groupes d'entreprises auxquelles elles sont destinées et qui peuvent ainsi les exploiter sur le champ tout en ayant la possibilité d'en conserver la trace matérielle.

Jacques SONTANGE





**L'ENSEIGNEMENT
CHANGE
DE VISAGE**



L'enseignement actuel exploite les possibilités de la télévision sous des formes très diverses, pour la transmission de cours magistraux, pour la présentation de documents ou d'expériences à un grand nombre d'élèves ou même pour leur faire suivre des exercices au tableau.

Il y a quelques mois, un congrès réunissait à Paris, sous l'égide de l'UNESCO, plus de 400 délégués représentant 70 nations, tous spécialistes des techniques audiovisuelles et de la télévision. C'était la troisième fois que l'Union Européenne de Radiodiffusion rassemblait ses adhérents pour débattre des problèmes de radio-télévision éducative.

Ces débats devaient démontrer l'essor considérable pris ces dernières années par la radio, plus encore par la télévision, dans l'enseignement et l'éducation, tant dans les pays développés que dans ceux en voie de développement. Sous sa forme actuelle ou, demain, grâce aux vastes perspectives offertes par l'utilisation de satellites qui permettraient d'arroser de larges territoires où le manque d'enseignants est particulièrement aigu, la télévision éducative ouvre un domaine nouveau et passionnant à la coopération entre éducateurs et techniciens de la télévision.

Il y a cinq ans à peine, l'annonce par le ministre de l'Education nationale de l'installation de circuits fermés de télévision dans six lycées avait provoqué de violentes réactions du corps enseignant. Les professeurs allaient-ils briser les téléviseurs, comme, au début du siècle dernier, les canuts détruisaient les métiers de Jacquart ? Aujourd'hui, douze établissements secondaires sont équipés d'installations en circuit fermé permettant de diffuser des images prises à l'intérieur de l'établissement. Si ces installations sont encore inégalement utilisées, ce genre de machines à enseigner ne provoque plus d'inquiétude ni de colère, mais il est vrai que la conception de leur emploi a notablement évolué.

TÉLÉVISION ET POPULATION SCOLAIRE

Dans beaucoup de cas, le but assigné à la télévision est simple. On lui demande de transmettre un cours au-delà de l'enceinte où il est donné ; ainsi, l'auditoire du professeur peut devenir très grand et il n'y a pas en principe de limite à son extension. Cet auditoire peut être soit dispersé, soit regroupé en des points géographiques éloignés les uns des autres. La télévision peut

L'ENSEIGNEMENT CHANGE DE VISAGE

donc aider à faire face à la crise des locaux, toujours insuffisants pour une population estudiantine toujours plus nombreuse.

Il y aura, en 1970, en France, trois millions et demi d'élèves dans l'enseignement secondaire, soit quinze fois plus qu'en 1900, et vingt fois plus d'étudiants, soit 600 000 au lieu de 30 000. La scolarité en France est devenue obligatoire jusqu'à seize ans ; aux Etats-Unis, elle l'est jusqu'à dix-huit. D'ici vingt à trente ans, l'enseignement supérieur lui-même s'adressera à des masses importantes. A un niveau différent et plus dramatique encore, le besoin d'apprendre se révèle impétueux dans les pays du Tiers-Monde. En même temps, l'explosion des connaissances, à tous les niveaux et dans tous les pays, crée des besoins de recyclage et d'éducation permanente des adultes.

La tâche d'enseigner devient ainsi immense ; selon une étude de l'UNESCO, il faudra, avant l'an 2 000, quelque 60 millions de maîtres pour instruire 6 ou 7 milliards d'êtres humains.

Dans ces conditions, donner à un professeur la possibilité de faire son cours devant des centaines, sinon des milliers d'étudiants en même temps, est un premier service important rendu par la télévision.

Une autre fonction de la télévision consiste à montrer des documents, des expériences, et des démonstrations. Ainsi, un adulte qui pénètre aujourd'hui dans certains amphithéâtres de facultés est surpris de l'évolution de certains cours. En géographie, en histoire, les documents d'illustration sont nombreux et ne sont plus manipulés par le professeur. Ils sont préparés avant le cours dans une salle de régie centrale et projetés sur commande du professeur à partir d'elle.

A l'autre extrémité de la gamme, quels services la télévision ne peut-elle rendre à un maître de l'enseignement primaire, surtout lorsqu'il s'agit d'une école de campagne ou d'un pays peu développé, où matériel expérimental et documents visuels font très souvent défaut. Grâce à la télévision, la « leçon de choses » peut quand même être réalisée sous les yeux des élèves. Il en est de même dans les établissements d'enseignement technique, où de nombreux procédés industriels doivent être étudiés en détail. En

France, 13 000 classes environ sont pourvues officiellement d'un téléviseur, et la majorité d'entre elles relève de l'enseignement primaire.

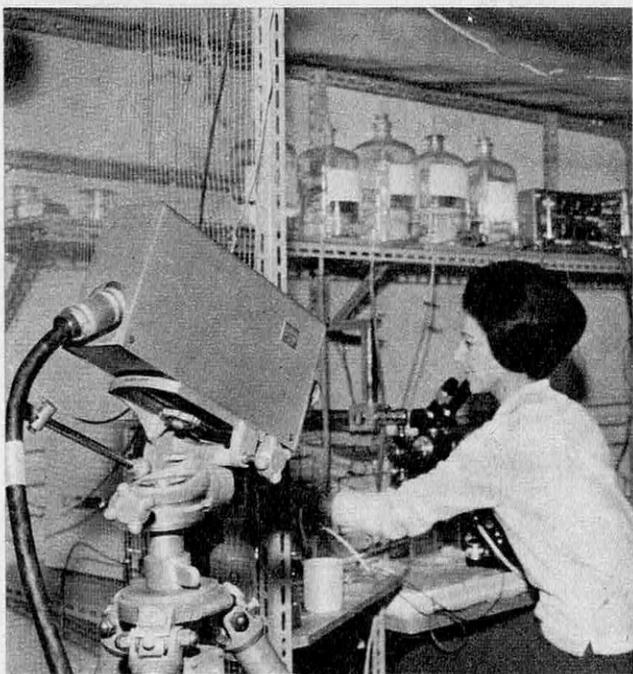
Dans tous les domaines, l'image et la mémoire visuelle jouent désormais un rôle essentiel. Le message purement graphique du passé n'a plus le même rôle au siècle de l'image. En biologie, en médecine, en physique, il faut voir pour comprendre ; la télévision apparaît comme une sorte de verre grossissant, une loupe merveilleuse. La caméra peut d'ailleurs être branchée sur l'objectif du microscope, ou d'un instrument d'observation à distance.

La télévision en circuit fermé peut être cependant beaucoup plus qu'une simple multiplication ou un simple verre grossissant ; elle peut, dans le cadre des modernes méthodes audiovisuelles, s'intégrer fortement à l'enseignement. L'image agit fortement et à différents niveaux. Au milieu de ses élèves, le maître n'est plus la source unique du savoir : il devient celui qui commente et suscite la réflexion, celui qui arbitre.

En 1967, trente mille candidats à la seconde session du baccalauréat ont bénéficié pendant six semaines de 13 heures d'émissions à la télévision, portant sur les principales matières d'écrit et d'oral. Des centres de réception collectifs avaient été organisés dans un certain nombre d'établissements scolaires pour permettre aux candidats qui ne disposaient pas de téléviseurs de suivre les émissions.

L'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE EN CIRCUIT FERMÉ

L'équipement d'un établissement scolaire par un système de télévision en circuit fermé avec transmission par câbles spéciaux met à la disposition des professeurs un instrument très souple ; il permet, à partir d'un local quelconque, et par l'intermédiaire de caméras robustes, légères et mobiles, de transmettre, dans n'importe quelle salle équipée de téléviseurs ordinaires, un cours, une démonstration, une expérience, et d'une façon générale, tout programme composé d'images et de sons. Il peut s'agir aussi de vues fixes ou cinématographiques accompagnées d'un



doc. C.S.F. G. Warin

D'un laboratoire de la Faculté des Sciences d'Orsay, la caméra (ci-contre) peut faire assister des milliers d'étudiants à la démonstration en cours. Ci-dessus, la régie télévision de la Faculté des Lettres de Paris (centre Censier) ; elle assure la diffusion des cours professés dans deux amphithéâtres vers des salles annexes et comporte aussi un télécinéma et des lecteurs de documents.

L'ENSEIGNEMENT CHANGE DE VISAGE

commentaire sonore éventuellement préenregistré sur bande magnétique.

Les téléviseurs utilisés pour les programmes internes peuvent, en général, recevoir également les programmes extérieurs, nationaux ou régionaux. Un opérateur unique, qui n'est pas nécessairement technicien, se tient dans le studio servant de salle de régie. En communication avec les différents locaux et doté d'un écran moniteur, il distribue les émissions en fonction des demandes ou d'un programme préétabli.

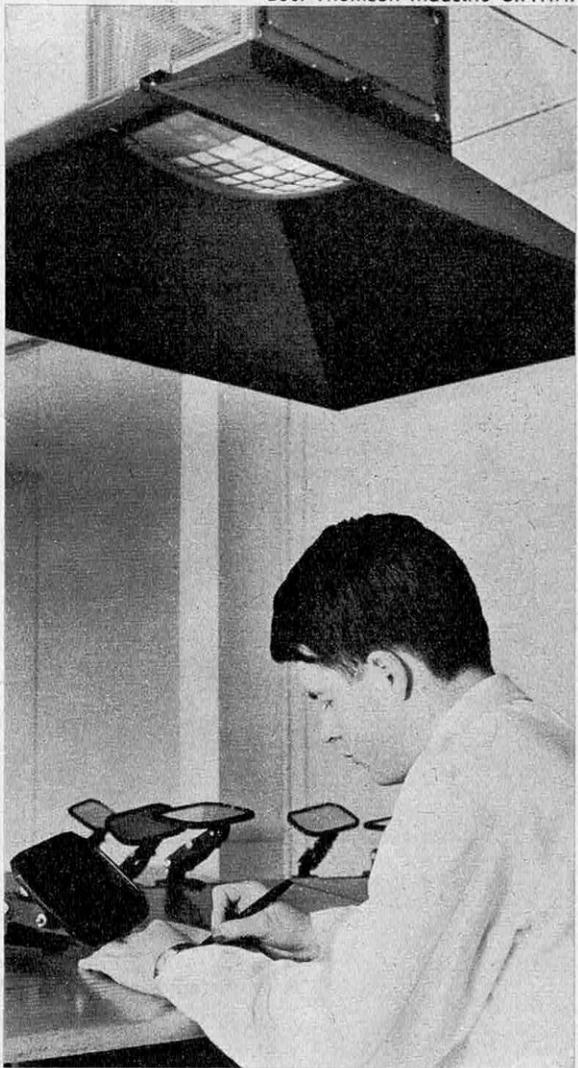
UNE QUESTION ESSENTIELLE : L'EMPLACEMENT DES TÉLÉVISEURS

Sur les récepteurs, l'image doit être aussi détaillée et aussi fine que possible et pouvoir être observée dans les meilleures conditions par tous les élèves. La distance de vision est essentielle pour la télévision éducative ; sa valeur optimale est de 2,50 m ; plus près, la perception des lignes devient gênante, plus loin, le nombre des détails visibles sur l'écran diminue rapidement.

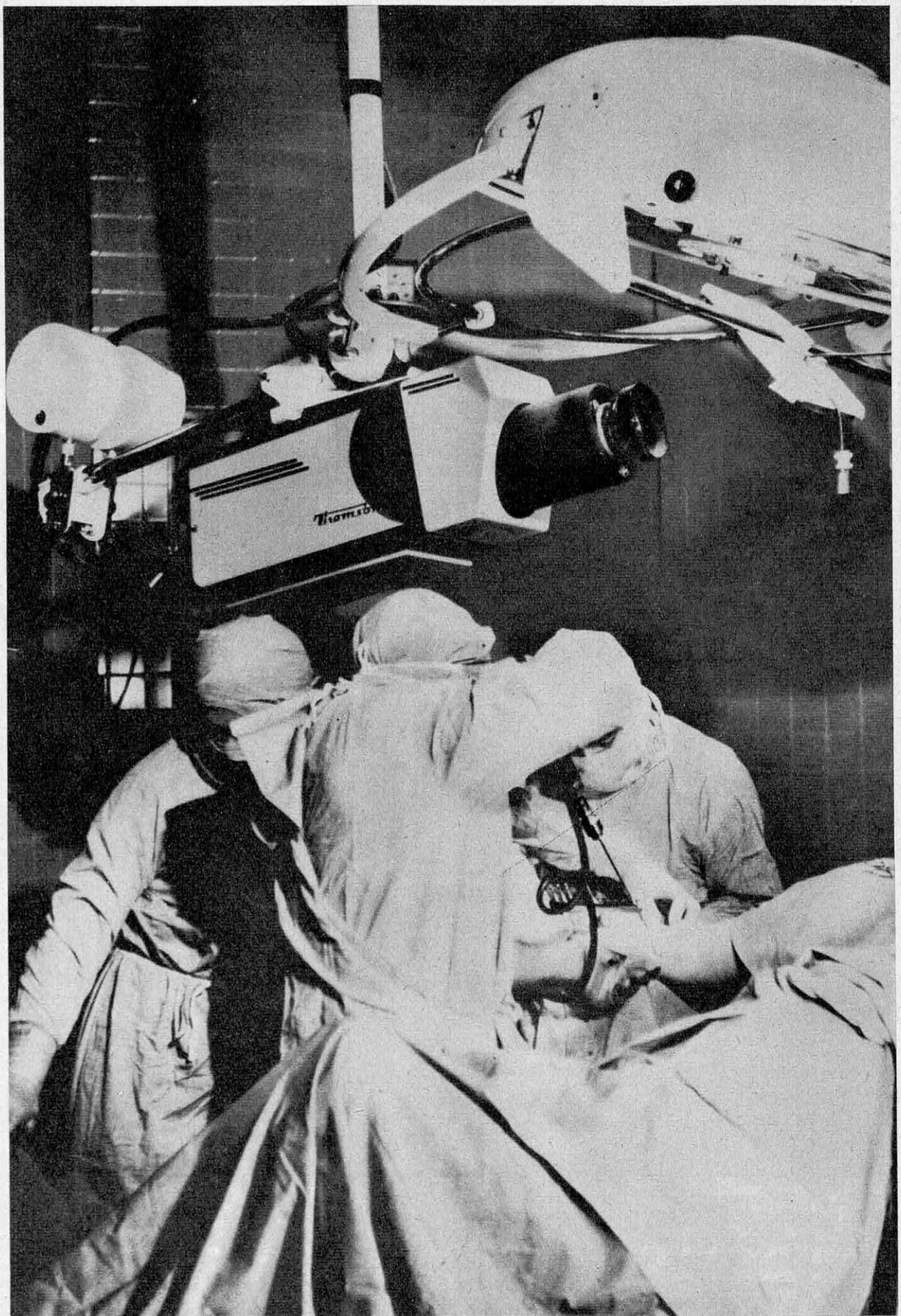
Le plus grave reproche que l'on ait fait à la télévision éducative est de ne donner le plus souvent que des informations réduites. En effet, tous les élèves ne se trouvant pas à distance convenable de l'écran, les plus éloignés ne pourront voir que les détails les plus accusés et perdront tout le reste, de sorte qu'on doit souvent se borner à passer des images partielles. De plus, comme il est souvent difficile de surélever les récepteurs, ce qui obligeraient les élèves proches à lever trop fortement la tête, la présence des voisins apporte une gêne visuelle beaucoup plus grande que dans le cas du tableau noir classique ; celui-ci n'est jamais masqué qu'en partie, et surtout les écrits y demeurent visibles très longtemps, alors que les images télévisées sont fugitives.

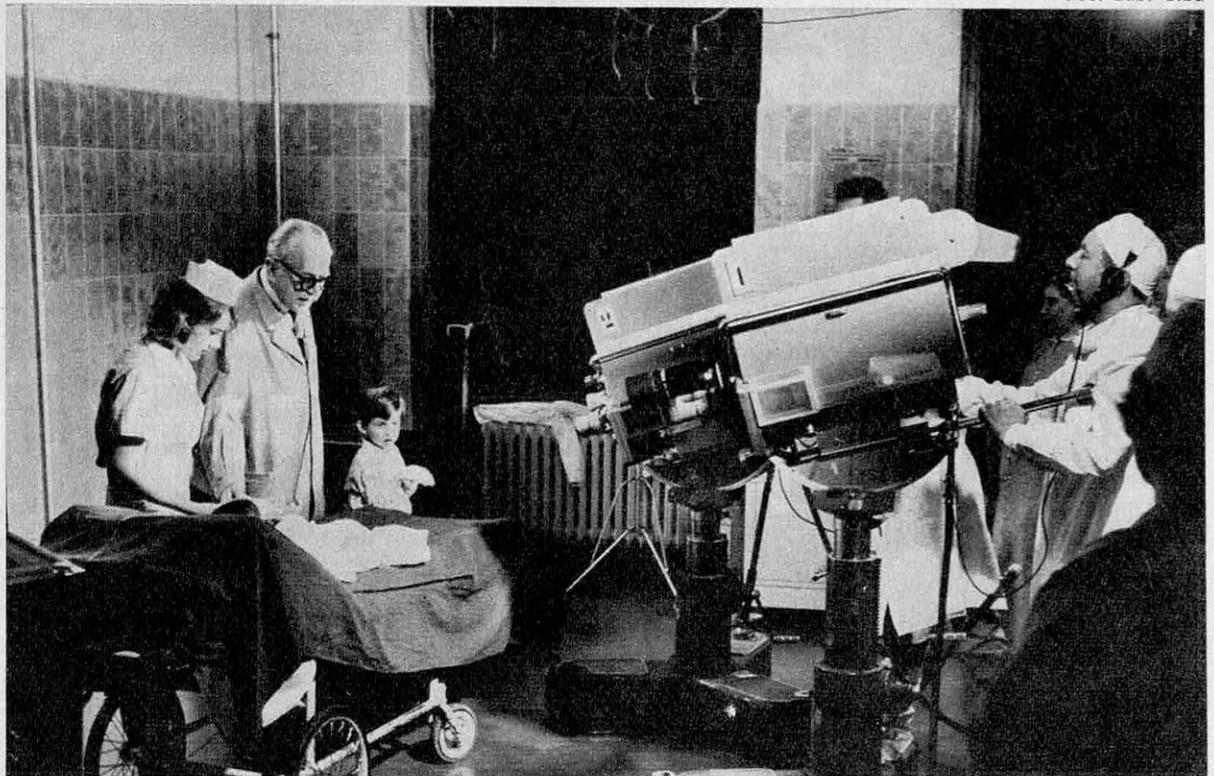
Les difficultés peuvent être évitées par le procédé de la « polyvision ». Il consiste à suspendre les téléviseurs au plafond de la salle, et à munir chaque élève d'un miroir, analogue à un rétroviseur d'automobile, monté sur un support articulé réglable à volonté. Bien entendu, l'inversion optique créée par les miroirs est compensée par une

doc. Thomson Industrie-C.F.T.H.

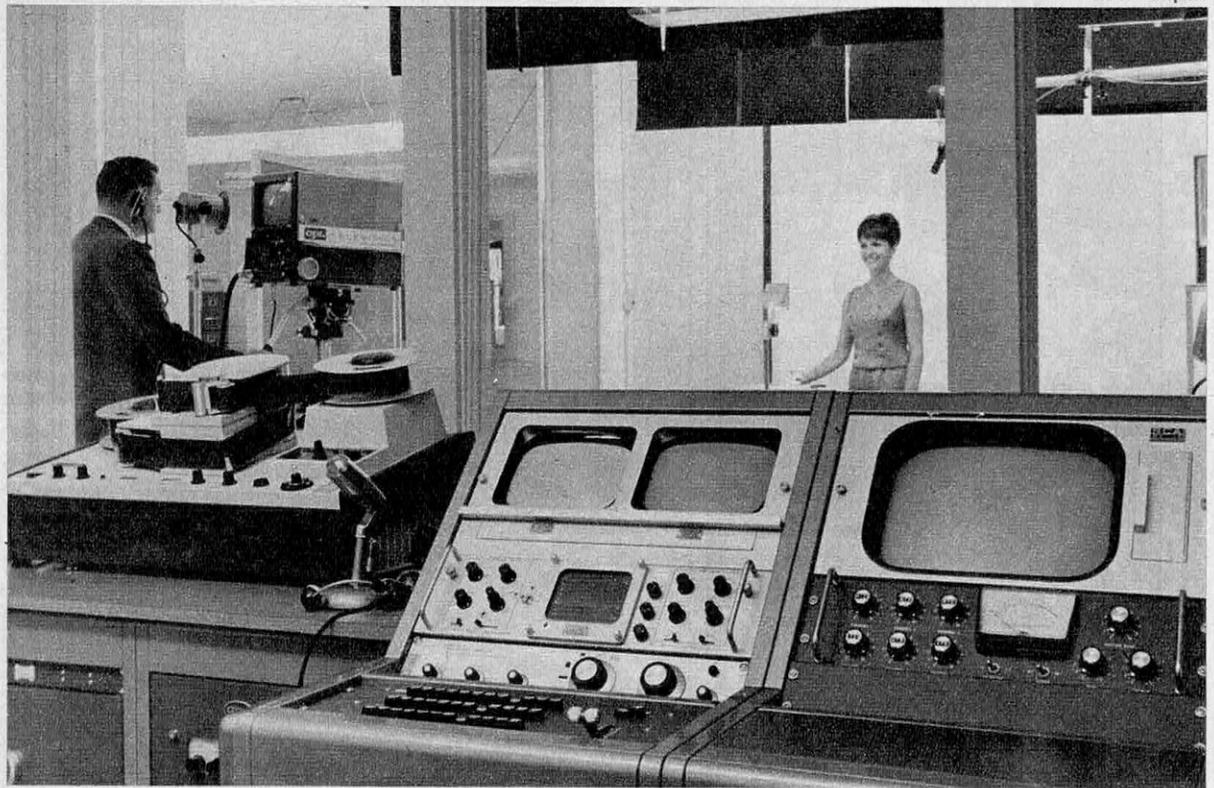


C'est à l'Ecole Nationale de Radio et d'Électricité de Clichy qu'a été réalisée cette installation de « polyvision » pour une quinzaine d'élèves : l'image diffusée par un téléviseur suspendu est observée dans un miroir orientable. En page ci-contre, une salle d'opérations avec caméra et miroir de renvoi fixés au scialytique ; la caméra à objectif zoom télécommandé peut grossir à volonté une partie du champ opératoire.





doc. Ampex



Deux techniques dérivées : en haut, prise de vues avec matériel spécial pour projection en couleurs sur grand écran (système Eidophore). En bas, enregistrement d'un cours au centre audiovisuel de Los Alamos (U.S.A.), avec magnétoscope longue durée à bande large ; recopié en plusieurs exemplaires sur bande magnétique de type courant, ce cours sera livré à diverses écoles de la région.

L'ENSEIGNEMENT CHANGE DE VISAGE

inversion du système de balayage des récepteurs. L'image apparaît dans le miroir comme dans un livre, et la vue vers le professeur ou le tableau noir n'est nullement gênée, ce qui permet d'enchaîner ou d'alterner sans manœuvres l'enseignement classique et la télévision.

LA TÉLÉVISION ET L'ENSEIGNEMENT MÉDICAL

La télévision constitue un moyen d'enseignement particulièrement efficace en biologie et en médecine. Elle s'impose de plus en plus pour l'enseignement de la physiologie, de la chirurgie, en radiologie, en hématologie et en microscopie cellulaire.

La télévision en circuit fermé est ainsi utilisée couramment dans plusieurs centres hospitaliers.

L'évolution de la chirurgie, la complexité de certaines interventions, font de la télévision en couleurs un moyen d'enseignement idéal. Le champ opératoire peut être observé à distance par l'étudiant, avec autant de précision que par le chirurgien lui-même, et sans aucune gêne pour l'équipe qui pratique l'opération. La caméra de télévision est alors généralement fixée sur l'appareil d'éclairage. Elle peut être aussi aisément associée à un endoscope, ce qui permet à une équipe entière de participer à l'exploration, tandis que le médecin peut diriger son endoscope en contrôlant directement l'image sur l'écran du téléviseur. Mais l'immense avantage de la télévision sur les méthodes pédagogiques classiques réside avant tout dans ses capacités de diffusion, grâce auxquelles plusieurs centaines d'étudiants peuvent observer en même temps sur les écrans les images autrefois réservées à un seul.

Les installations sont essentiellement en circuit fermé et les images, souvent projetées sur grand écran, doivent être parfaitement fidèles. C'est pourquoi la couleur est indispensable. On peut utiliser un dispositif tri-chrome simplifié avec trois images transmises en même temps par trois voies électriques différentes, et superposées. L'analyse s'effectue par des disques rotatifs portant des filtres colorés. La seule difficulté, résolue par les constructeurs, a consisté à faire coïncider exactement sur l'écran les trois

images en couleurs fondamentales projetées par trois éléments de projection distincts.

L'exploitation des images de haute qualité fournie par cet équipement s'obtient désormais dans d'excellentes conditions à l'aide d'un projecteur « couleurs » sur grand écran, l'Eidophore, qui utilise la modulation de la lumière fournie par des ampoules au-xénon de forte puissance, donnant des images très lumineuses sur un écran de 15 à 20 m².

L'ENREGISTREMENT DES IMAGES

Les images de la télévision éducative viennent généralement en direct d'un centre local, régional, ou national. Dans bien des cas, il peut être intéressant de projeter dans les écoles ou chez soi, par l'intermédiaire de téléviseurs classiques, des programmes préalablement enregistrés.

Des magnétoscopes portatifs spécialement étudiés, faciles à mettre en œuvre par des opérateurs non techniciens, constituent des outils nouveaux et efficaces pour la télévision scolaire. Ils permettent, en effet, d'utiliser des bandes exécutées en un grand nombre d'exemplaires par des professeurs qualifiés et de les reproduire s'il y a lieu à plusieurs reprises, suivant les besoins.

D'autres méthodes d'inscription des images par des procédés différents de la méthode magnétique ont été imaginés. Tel est le nouveau procédé audiovisuel EVR (Electronic Video Recording and Reproduction), mis au point par le groupe américain C.B.S. (Columbia Broadcasting System) en association avec la Société Ciba et le groupe anglais I.C.I. (Imperial Chemical Industries).

Au cours d'un préenregistrement, un dispositif électronique effectue le transfert, sur film spécial non perforé de 8,75 mm, de n'importe quel film ou bande magnétique vidéo. Ce film est logé dans une cassette de 18 cm de diamètre que l'on introduit pour la retransmission dans un lecteur relié au récepteur de télévision. Une cassette peut contenir jusqu'à une heure d'émission en noir et blanc, ou une demi-heure d'émission en couleur. Les films passent à la vitesse de 12 cm à la seconde, et on peut obtenir à volonté des arrêts sur image.

Pierre HEMARDINQUER

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE TÉLÉVISION

24, Rue Chauchat, Paris 9^e - Tél. 824 72 86
C.C.P. 4192-26 Paris

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 5,00

THÉORIE ET PRATIQUE

TRAITÉ DE TÉLÉVISION. Stroobants P. — La partie d'une chaîne de télévision comprise entre l'émetteur et le récepteur proprement dits : Phénomènes de propagation. Lignes de transmission. Les antennes. Les liaisons émetteur-antenne émettrice et antenne réceptrice-récepteur. Appendice. — La partie réception d'une chaîne de télévision ou le récepteur de télévision : Classification des téléviseurs. Chaîne commune au son et à l'image. L'amplificateur moyenne fréquence image. La chaîne son. La chaîne de balayage vertical. La chaîne de balayage horizontal. Alimentation. Les différents procédés de réception multistandard. Les circuits spéciaux. — La télévision utilitaire : Généralités. Aspects techniques : de la télévision utilitaire monochrome, de la télévision utilitaire en couleur. Techniques spéciales. Applications de la télévision utilitaire. — Les semi-conducteurs et leurs applications en télévision : Classification des semi-conducteurs et de leurs applications. Circuits de télévision transistorés. Description d'un téléviseur transistorisé. 1 018 p. 16 × 24, 1 025 fig., 9 planches hors texte, 2 schémas complets. Relié toile. 1963 F 70,00

TRAITÉ DE RÉCEPTION DE LA TÉLÉVISION. Chrétien L. — Principe de la télévision. Principe de la transmission d'une image; exploration. Grandeur photométriques; unités. Le signal de télévision. Principe général de la réception. Tubes électroniques pour amplificateurs à large bande. Les étages d'entrée : préamplificateurs. Le récepteur à changement de fréquence. La détection. L'amplificateur de vidéo-fréquence. Séparation des signaux de synchronisation. Le tube à rayons cathodiques traducteur courant-lumière. Bases de temps utilisées en télévision. Alimentation du téléviseur. L'antenne et le feeder. 240 p. 15,5 × 24. 3^e édit. 1965 F 18,00

COMPRENEZ LA TÉLÉVISION (Bibliothèque Technique Philips). Duru P. — Principes fondamentaux de physique électronique: Courant électrique. Résistance. Capacité. Charge et décharge d'un condensateur à travers une résistance. Enroulements. Circulation électronique à travers un circuit comportant bobine et résistance. Condensateur et bobine. Condensateur, bobine et résistance. Tension sinusoïdale. Comportement des circuits en régime sinusoïdal. Transformateurs. Les tubes: interprétation, utilisation des réseaux de caractéristiques complémentaires. Bases d'exploitation: Problèmes généraux. Le tube de prise de vues. Le tube image. Production du rayonnement hertzien. Modulation. Optique physiologique. Le balayage. Forme des signaux transmis par l'émetteur. Interprétation des signaux sur l'écran du téléviseur. Rapidité de variation. Utilisation des mires. Canaux. Schéma global d'un téléviseur. Les circuits du téléviseur: Antenne. Étage d'entrée. Changement de fréquence. Amplification F.I. Détection. Amplification vidéo-fréquence. Le tube-image. Initiation au fonctionnement des dispositifs de balayage: horizontal, vertical. Étage séparateur. Circuits déformateurs. Étage trieur. Partie son. Alimentation. Dispositifs complémentaires. Le service. **Préambule:** Les galvanomètres. L'oscilloscope. Générateur de mires. Modulateur. Installation et mise en service. Dépannage. Alignements. 640 p. 14 × 22, 510 fig., 1 dépliant, relié toile, 3^e édit., 1965 F 48,00

NOUVEAU MANUEL PRATIQUE DE TÉLÉVISION. Raymond G. — Notions sur les émetteurs et sur les récepteurs de télévision. Propriétés des tubes. F.I. Circuits. Amplifications H.F. Vidéo. Détection. Le tube à rayons cathodiques.

Séparation des signaux. Quelques notions d'optique électro-nique. Générateur. Amplificateurs de balayage. La partie alimentation des téléviseurs. Schéma complet d'un téléviseur. Dispositifs divers. La réception U.H.F. Technique de la deuxième chaîne. 300 p. 21 × 27, 300 schémas, 3^e édit., 1964 F 48,00

TÉLÉVISION PRATIQUE. Martin A.V.J. — Tome I. — (Nouvelle édition en préparation.)

Tome II. — Mise au point et dépannage: Alignement et réglage: Réglages. Amplificateur V.F. Modifications et améliorations. Dépannage logique: Ni son, ni balayage. Ni son, ni image. Image, pas de son. Son, pas d'image. Pas de balayage; son et image normaux. Pas de synchronisation, son, balayage et image normaux. Image bonne, son défectueux. Son normal, image défectueuse. Son et image bons; balayage défectueux. Synchronisation défectueuse. Les pannes par section: F.F. commune; antenne. H.F. et changement de fréquence. Récepteur images. Récepteur son. Alignement et mise au point. Base verticale. Base horizontale. Synchronisation. Tube cathodique. Alimentation. Emploi de l'oscilloscope. Dépannage par l'image. 324 p. 16 × 24, 260 fig., 3^e édit. 1966 F 21,00

Tome III. Équipement et mesure. — Conseils aux dépanneurs: L'équipement de l'atelier. Le dépannage à domicile. L'installation d'un téléviseur. Les tours de main. La construction des appareils de mesure: réalisations originales. Kits ou ensembles de pièces détachées. Réalisations commerciales. Les mires de l'émetteur, avec d'abondantes illustrations facilitant le réglage. — 344 p. 16 × 24, 200 fig. et schémas (tableau mural synoptique de dépannage), 2^e édit. 1964 F 21,00

TECHNIQUE DE LA TÉLÉVISION. Martin A.V.J.: Tome I: (Nouvelle édition en préparation.)

Tome II: Bases de temps. Alimentations. Couleur et relief. Schémas complets. — Les divers éléments. Le tube cathodique. Les relaxateurs. Déviation électrostatique. Déviation électromagnétique. Base de temps verticale. Base de temps horizontale. Chauffage et alimentation. H.T. Très haute tension. Récepteurs multistations et multistandard. Compléments. Circuits auxiliaires. Télévision industrielle. Bases de la télévision en couleurs. Récepteurs complets. 494 p. 15,5 × 24, 680 fig., 3^e édit., 1965 F 30,00

TÉLÉVISION. Pardies J. — Tome I: Emission-Réception-Circuits modernes de balayage: Analyse et reproduction électronique des images. Transmission des images. Le signal de télévision ou «vidéofréquence». Réception et séparation des signaux. Généralités sur les balayages magnétiques. Générateurs de courant en dents de scie. Circuits accessoires dans les télévisions. Technologie de quelques pièces détachées de télévision. 150 p. 16 × 22, 128 fig., 17 photos, 1962 F 12,50

Tome II: Électronique Générale: Amplificateurs à large bande - Réponse transitoire-Relaxateurs. — Circuits à régime transitoire. Comportement des amplificateurs en vidéofréquences. Amplificateurs «vidéo» corrigés. Amplificateurs accordés à large bande. Amplificateurs et changeurs de fréquence à large bande pour ondes métriques. Générateurs de tensions en dents de scie. 140 p. 16 × 22, 101 fig., 13 photos, 1963 F 12,50

TECHNOLOGIE TÉLÉVISION. Biblot M. — Tubes électroniques spéciaux: Tubes à rayons cathodiques pour oscilloscopes et téléviseurs. Tubes spéciaux à rayons catho-

diques. Tubes à gaz: phanotrons, thyratrons. Tubes à gaz spéciaux. Les tubes d'émission. Tubes photoélectroniques et cellules photoélectriques. **Les semi-conducteurs:** Propriétés générales des semi-conducteurs. Les redresseurs secs. Diodes à cristaux ou diodes cristallines. Les transistors. **Matériels et pièces détachées propres aux récepteurs de télévision:** Les antennes de télévision. Bobinages haute fréquence et à fréquence intermédiaire pour téléviseurs. Les systèmes de concentration, blocs de déviation, pièce à ions. Transformateurs lignes et images, transformateur de blocking, platines bases de temps et alimentation. Circuits imprimés. Normes. 306 p. 15,5 × 24, 98 fig., tr. nbr. tabl., 2^e édit., 1962 F 20,00

TÉLÉ-TUBES. Schepper (R. de). — Tubes 70°, 90°, 110°, 114° et tubes d'accompagnement. Caractéristiques essentielles et schémas d'utilisation. 176 p. 21,5 × 13,5, sous reliure spirale. 4^e édit. 1966 F 12,00

RÉCEPTEURS DE TÉLÉVISION

RÉCEPTEURS DE TÉLÉVISION. Tubes et transistors. (V.H.F.-U.H.F.). Varlin M. Problèmes généraux. Les traducteurs lumière-courant et courant-lumière. La partie amplificatrice du récepteur. Les bases de temps: Les oscillateurs (ou relaxateurs). Les étages de synchronisation, la base de temps image, la base de temps horizontale. Les dispositifs annexes: La C.A.G., l'alimentation, les lignes et quadri-standard « Belgique », le récepteur 625 lignes C.C.I.R. Applications des antennes. Trois téléviseurs modernes : le récepteur 819-625 lignes, le récepteur transistors en télévision. 296 p. 16 × 24, fig. et schémas. 1964 F 30,00

PRATIQUE DE RÉCEPTION U.H.F. 2^e chaîne. Schaff W. — Considérations générales. Le standard français en 625 lignes en bandes IV et V. Circuits U.H.F. des téléviseurs. La transformation des récepteurs non équipés. Le service en U.H.F. La technique des antennes. Les accessoires d'installation. Les installations individuelles et collectives. Les troubles de la réception. Appendice (schémas). 142 p. 14,5 × 21, 77 fig., 1964 F 14,00

PRATIQUE DES TÉLÉVISEURS A TRANSISTORS. Tous standards. Juster F. — Méthodes générales. Les étages U.H.F. Circuits V.H.F. Étage HF. Amplificateur FI image. Récepteur de son T.V. Amplification vidéo-fréquence. Détection. C.A.G., C.A.F. Séparation et synchronisation. Bases de temps image. Base de temps lignes et tubes cathodiques. Alimentation. Appendice. 548 p. 16 × 25, 352 fig. et abaques. Relié toile. 1966 F 58,00

TÉLÉVISEURS ET TRANSISTORS. Besson R. — Généralités: Structures du téléviseur à transistors. Les standards 819 et 625 lignes. **Technologie des transistors:** germanium, silicium, fabrications, limitations évolution. **Les étages, V.H.F. et U.H.F., les rotacteurs et les tuners:** Amplification H.F. à transistors. Rotacteurs pour bandes I et III. Tuner pour bandes IV et V. **Les étages F.I. et détection pour la vision et le son:** Détermination des circuits F.I. Circuits théoriques. Schémas pour les standards français et européens. **L'amplification vidéo-fréquence:** Considérations générales. Schémas pour les standards français et européens. Tubes cathodiques. Circuits d'établissement de la tension de C.A.G. **L'amplification B.F. Circuits de synchronisation:** Circuits séparateurs théoriques. Exemples de schémas complets. **La base de temps verticale:** Principes et réalisations. **La base de temps horizontale:** Le comparateur de phase. L'oscillateur bloqué. Les étages d'attaque et de sortie. Générateur T.H.T. Circuit de déviation. **L'alimentation** (secteur et accumulateur). 244 p. 16 × 24, 219 fig., schémas et graphiques, 1965 F 27,00

L'ENVERS DU PETIT ÉCRAN. Duru P. — Une illusion d'optique. Le tube image. L'émetteur. Le récepteur. Le réseau. Eurovision et Mondovision. Perspectives d'avenir: la couleur. La télévision privée. Un regard sur le passé: les pionniers. Tableau chronologique. Applications insolites. Le point de vue des représentants de la science et de l'industrie. Aspect social: débouchés et carrières. 129 p. 13,5 × 21, 63 fig., 1 dépliant. 1966 F 9,00

MON TÉLÉVISEUR. Constitution. Installation. Réglage. Douriau M. — Comparaison entre la télévision et les techniques voisines. Caractéristiques de l'image télévisée et sa retransmission. La réception des images télévisées et sa retransmission. La réception des images télévisées. Le choix d'un téléviseur. L'installation et le réglage des téléviseurs. Problèmes de la 2^e chaîne. L'importance de l'antenne et de son installation. Les pannes et les perturbations des télévi-

seurs. Perspectives d'avenir. 100 p. 14,5 × 21, 49 fig., 3^e édit., 1965 F 10,00

LA TÉLÉVISION ?... Mais c'est très simple. Aisberg E. — Vingt causeries amusantes expliquant le fonctionnement des émetteurs et des récepteurs modernes de télévision. En noir et en couleurs. 168 p. 18 × 23, 150 fig. 8^e édit. 1966 F 7,50

DICTIONNAIRE DE LA TÉLÉVISION (Coll. « Les Dictionnaires de l'Homme du XX^e siècle »). Bailly R. et Roche A. — Cet ouvrage est le premier dictionnaire consacré à la télévision : biographie des précurseurs, inventeurs, grands animateurs, présentateurs, producteurs, réalisateurs, auteurs, comédiens, chanteurs. Grandes séries de programmes, émissions dramatiques, musicales ou de variétés; organisation de la télévision en France et dans le monde, ainsi que le vocabulaire technique utilisé dans ce domaine. 256 p. 12,5 × 17,5, très nbr. photos. 1967. F 9,90

TÉLÉVISION EN COULEURS

GUIDE DE LA TÉLÉVISION EN COULEURS. De la colorimétrie au dépannage des téléviseurs (SCART). — Colorimétrie et télévision en couleurs. Codage et transmission compatible. Comparaison entre un téléviseur en noir et blanc et un téléviseur en couleurs. Principe et réalisation d'une platine de décodage pour téléviseur en couleurs système S.E.C.A.M. Tube-image à masque perforé; principe et circuits spéciaux. Examen d'un téléviseur en état de marche. Dépannage des téléviseurs en couleurs. 170 p. 16 × 23,5, 170 fig., 20 tabl. 1 plan mural, 60 oscilloscopes. Relié toile. 1967 F 30,00

TÉLÉVISION EN COULEURS. Schémas de base des récepteurs N.T.S.C. et S.E.C.A.M. (BB. Technique Philips). Hurth R. — Traduit du Néerlandais. Ce livre s'adresse à des techniciens qui sont déjà familiarisés avec la pratique des téléviseurs « Noir et Blanc ». Les circuits utilisés dans les récepteurs télévision « Couleurs » sont bien plus compliqués et les réglages de ce fait plus critiques; les chances de pannes aussi sont plus nombreuses par suite de la multiplicité des circuits entrant dans la fabrication de ces récepteurs. L'auteur a pensé qu'il était souhaitable de concrétiser un ouvrage à ce problème afin de permettre au futur « technicien Couleurs » d'acquérir un minimum de connaissances lui permettant de comprendre le fonctionnement d'un téléviseur « Couleurs » et de procéder, le cas échéant, à son dépannage. Notions de colorimétrie. Récepteurs de télévision en couleurs Système N.T.S.C. Récepteur de télévision en couleurs Système S.E.C.A.M. 146 p. 14 × 29, 119 fig. 3 planches dépliantes. Relié toile 3^e édit. 1967 F 26,00

PRATIQUE DE LA TÉLÉVISION EN COULEURS. Aschen R. et Jeanney L. — Notions générales de la colorimétrie. La prise de vues en télévision en couleurs. Caractéristiques requises d'un système de télévision en couleurs. Comment reproduire les images de télévision en couleurs. Le procédé S.E.C.A.M. Le système N.T.S.C. Le système P.A.L. Les procédés de modulation S.E.C.A.M., P.A.L. et N.T.S.C. Méthodes de réglage pour la mise en route d'un tube image couleurs 90°. Description simplifiée des fonctions d'un téléviseur destiné au système P.A.L. Récepteur pour systèmes P.A.L. et S.E.C.A.M., 224 p. 14,5 × 21, 148 fig. Cart. 1967 F 25,00

LA T.V. EN COULEURS. Schaff W. et Cormier M. — Volume 1: Le Système « S.E.C.A.M. ». Lumière et couleurs. Les conditions que doit remplir un procédé de télévision en couleurs. La réception UHF des émissions en couleurs. Le système N.T.S.C. Le procédé de télévision en couleurs P.A.L. Le système S.E.C.A.M. Principes généraux. La ligne à retard. Étude comparative sur écran, des différents systèmes de télévision en couleurs. Le récepteur S.E.C.A.M. Réalisation pratique d'un récepteur de télévision en couleurs pour le système S.E.C.A.M. Les tubes-images pour la télévision en couleurs. Composants de convergence et de balayage pour tubes de 90°. Le chromatron. Les appareils de service. La mire Centrad. 142 p. 15 × 24, 96 fig. dont 13 en couleurs. 2 tabl. 1966 F 16,00

FONCTIONNEMENT ET RÉGLAGE DES TÉLÉVISEURS COULEUR. Varlin M. — Notions de la colorimétrie. Synthèses de la couleur. Représentation graphique des couleurs. Le Système N.T.S.C. Le Système P.A.L. Le Système S.E.C.A.M. Les dispositifs de reconstitution de l'image colorée. Les bases de temps. Réglages sur un récepteur couleur: Réglages préliminaires généraux. Désamortissement.

Convergence statique. Réglage de la pureté des couleurs. Convergence dynamique. Description d'un récepteur couleur commercialisé. 226 p. 16 × 24, 147 fig., schémas et tabl. 1967 F 27,00

LA TÉLÉVISION EN COULEURS SANS MATHÉMATIQUES. (BB. Technique Philips). Holm W.A. — Traduit du néerlandais par Piraux H. — Théorie fondamentale. Appareillage de prise de vues de télévision en couleurs. Systèmes de reproduction. Le système de transmission. Appendice : Le système S.E.C.A.M. Le système P.A.L. 146 p. 14 × 22, 61 fig. en noir, 7 fig. et une planche en couleurs, relié toile. 2^e édit. 1967 F 18,75

LA TÉLÉVISION EN COULEURS... C'EST PRESQUE SIMPLE. Aisberg E. et Doury J.P. — 40 ans après. L'avènement de la couleur. Coup d'œil sur l'œil. Au palais de la découverte. Un peu de colorimétrie. Systèmes de transmission. Au musée du tube électronique. Centre National de Télédiffusion. Ce qu'il faut savoir au sujet des vecteurs. Les différents systèmes compatibles. Analyse d'un récepteur S.E.C.A.M. Installation et mise au point de téléviseurs, appareils de mesures et de contrôle spéciaux. En guise de conclusion : Le miracle de la T.V. couleurs. Normes officielles de télévision en couleurs (Système S.E.C.A.M. III). 136 p. 18 × 23, 80 fig., Nbr. fig., 8 p. couleurs. 1967.. F 21,00

DÉPANNAGE

AIDE-MÉMOIRE DE LA TÉLÉVISION. (BB. Technique Philips). Duru P. — Renseignements divers : Renseignements relatifs à la matière, aux grandeurs électriques, aux composants électroniques, aux associations d'éléments. Tubes. Renseignements relatifs aux émetteurs. Renseignements relatifs au fonctionnement d'un récepteur T.V. : Antennes. Schéma global. Amplification signaux d'image. Tube-image. Dispositif de balayage. Préparation à la synchronisation. Synchronisation. Son. Alimentation. Dispositifs complémentaires. Aide-mémoire service : Appareils de mesure. Installation. Mise en service. Dépannage. 170 p. 14 × 22, 133 fig., relié toile, 1965 F 20,00

TÉLÉ-SERVICE. Lemeunier P. et Schaff W. — Généralités. Les principes du dépannage. Récepteur image. La synchronisation ; le C.A.F. ; le C.A.G. ; les antiparasites. Les balayages H. et V. Isolation. Circuits imprimés. Chaîne son FM. L'antenne. Planches de panne. Tableau synoptique des panne. 168 p. 17,5 × 22,5, T. Nbr. photos, fig. et schémas. 1965 F 28,00

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 panne d'un téléviseur. Son. Image. Mise au point, alignement des téléviseurs. Cas des réceptions très difficiles. Améliorations des téléviseurs. 288 p. 14,5 × 21, 142 fig. et schémas, cart., 3^e édit. 1967 F 22,00

DÉPANNAGE PRATIQUE DES TÉLÉVISEURS. Lombard M. — Le récepteur proprement dit. Le récepteur image. Le tube image. La synchronisation. L'ensemble de déviation verticale. L'ensemble de déviation horizontale et d'alimentation secondaire. L'alimentation « primaire ». Absence totale d'image. Panne de la déviation verticale. Panne de la déviation horizontale. Panne diverses. Les

pièces détachées. Renseignements pratiques concernant les tubes. Les antennes. Installation du téléviseur. Généralités sur l'oscilloscope. 112 p. 21 × 27, 89 fig. et schémas, 5 tabl., 1963 F 20,00

LE DÉPISTAGE DES PANNEES T.V. PAR LA MIRE. Sorokine W. — Aucune image ou image trop pâle. Instabilité (horizontale ou verticale). Manque de hauteur ou de largeur. Décadrage. Zones d'ombres. Défauts de linéarité horizontale ou verticale. Déformation des lignes verticales. Divers. 64 p. 27,5 × 22, 174 phot. de mires relevées sur des téléviseurs en panne, avec le schéma du circuit correspondant au défaut observé, 4^e édition 1964 F 7,50

PANNEES T.V. Symptômes. Diagnostics. Remèdes. Sorokine W. — Les 270 pannees décrites dans cet ouvrage avec leurs symptômes et leur diagnostic, facilitent 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. 264 p. 13 × 21, 373 fig. Schémas et tableaux, 4^e édit. 1966 ... F 15,00

LE DÉPANNAGE T.V. 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 vidéo. La M.F. images. Le récepteur son. La section H.F. L'antenne. Récapitulation. 132 p. 18 × 23, 93 fig., 315 dessins, 2^e édit. 1964

LES MESURES FONDAMENTALES EN TÉLÉVISION Applications à l'industrie haute fréquence. Aschen R. — Mesure du bruit de fond. Mesure de l'intensité d'un champ électrique et de la puissance émise. Mesure de la sensibilité d'un récepteur F.M. Mesure du taux d'ondes stationnaires à l'aide d'un modulateur. Mesure d'une admittance. Mesures et mise au point des convertisseurs de fréquence V.H.F. et U.H.F. Mesure de la distorsion de phase. Examen des amplificateurs basse fréquence et vidéo-fréquence. Mesures des transistors. 136 p. 16 × 25, 89 fig., 1962 F 16,00

RÉALISATION ET INSTALLATION DES ANTENNES DE TÉLÉVISION V.H.F. - U.H.F. - F.M., 1^e et 2^e Chaîne. Juster F. — Caractéristiques générales des antennes T.V. Câbles et lignes de transmission. Méthodes générales de constitution des antennes. Radiateurs dipôles demi-onde. Adaptation des antennes. Antennes à plusieurs étages ou nappes. Antennes Yagi pour V.H.F. Valeurs numériques des dimensions des antennes V.H.F. ; antennes à deux étages. Antennes Yagi à quatre étages et à large bande. Choix des antennes, mesures simples. Atténuateurs d'antennes. Elimination des brouillages. Antennes pour U.H.F. Antennes pavillon pour U.F.H. et V.H.F. Antennes pour F.M. (modulation de fréquence). Antennes F.M. à plus de deux éléments. Antennes spéciales. 176 p. 13 × 20,5, 176 schémas, 1964..... F 15,00

LA PRATIQUE DES ANTENNES. Réception. Émission. T.V. F.M. Guibert Ch. — Les ondes électromagnétiques et leur propagation. Caractéristiques des antennes. Les antennes ordinaires. Les collecteurs d'ondes antiparasites. Les lignes de transmission. Les antennes accordées. Les antennes directives à éléments multiples et à gain élevé (émission, réception, télévision, modulation de fréquence). La réception de la télévision sur les bandes IV et V; les antennes pour ondes décimétriques. Mesures sur les antennes et les lignes de transmission. La mise au point, la construction et l'installation des antennes directives. 152 p. 16 × 24, 130 fig., 2^e édit., 1964..... F 12,00

COMMANDES PAR CORRESPONDANCE

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 chèque bancaire ou 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 1,10). Envoi recommandé: France : F 1,00, étranger : F 2,00.

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, PARIS (9^e)

La Librairie est ouverte de 8 h 30 à 12 h 30 et de 14 h à 18 h 30. Fermeture du samedi 12 h au lundi 14 h.



"ÉTUDES CHEZ SOI"

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

59, BOULEVARD EXELMANS, PARIS - 16^e

permet de faire chez soi, à tout âge, dans le minimum de temps et avec le minimum de frais, des études complètes dans toutes les branches du savoir, d'obtenir, tous diplômes et toutes situations.

Demandez l'envoi gratuit de la brochure qui vous intéresse :

- T.C. 094 : Toutes les Classes, tous les Examens** : du cours préparatoire aux classes terminales A, B, C, D, T - C.E.P., C.E.G., B.E., E.N., C.A.P., B.E.P.C.. Entrée en 6^e, Baccalauréats - **Ci. des Lycées Techniques** : B.E.I., B.E.C., Baccalauréats de Technicien, Brevets de Technicien - Ci. préparatoires aux Grandes Ecoles.
- E.D. 094 : Etudes de Droit** : Admission en Faculté des non-bacheliers, Capacité, Licence, Carrières Juridiques (Magistrature, Barreau, etc.).
- E.S. 094 : Etudes supérieures de Sciences** : Admission en Faculté des non-bacheliers, I.P.E.S., D.U.E.S., 1^{re} et 2^{de} années, Licence, C.A.P.E.S., Agrégation - **Médecine** : C.P.E.M., 1^{re} et 2^{de} années - **Pharmacie** : 1^{re} année - **Etudes dentaires** : 1^{re} année.
- E.L. 094 : Etudes supérieures de Lettres** : Admission Faculté des non-bacheliers, I.P.E.S., D.U.E.L., C.A.P.E.S., Agrégation.
- G.E. 094 : Grandes Ecoles, Ecoles Spéciales** : Industrie, Armée, Agriculture, Commerce, Beaux-Arts, Administration, Lycées Techniques d'Etat, Enseignement, (Préciser l'Ecole).
- O.R. 094 : Orthographe, Rédaction, Calcul, Dessin, Ecriture, Conversation.**
- L.V. 094 : Langues Etrangères** : Anglais, Allemand, Espagnol, Italien, Russe, Chinois, Arabe, Espéranto - **Chambres de Commerce étrangères - Tourisme - Interprétariats.**
- P.C. 094 : Cultura** : Perfectionnement culturel, **Universa** : initiation aux études supérieures.
- A.G. 094 : Agriculture** : (France et Rép. afric.), B.E.A., B.T.A., Industries agricoles, Floriculture, Culture potagère, Arboriculture, Elevage, Génie rural, **Radiesthésie, Topographie.**
- C.T. 094 : Industrie, Travaux Publics, Bâtiment** : toutes spécialités, tous examens : Mécanique, Métallurgie, Mines, Chauffage, Froid, Matières plastiques, Chimie - Stages payés (F.P.A.).
- L.E. 094 : Electronique, Electricité** : C.A.P., B.P., B.T.S., Préparations libres.
- D.I. 094 : Dessin Industriel** : C.A.P., B.P. - Mécanique, Automobile, Electricité, Bâtiment, etc.
- M.V. 094 : Métré** : C.A.P., B.P. - Aide-Métreur, Métreur-Vérificateur.
- E.C. 094 : Comptabilité** : C.A.P., B.P., B.T.S., D.E.C.S., Certif. de Révision Comptable, Expertise. **Préparations libres** : Caissier, Chef-Magasinier, Teneur de livres, Comptable, Chef comptable.
- P.R. 094 : Programmation** sur ordinateur électronique.
- C.C. 094 : Commerce** : C.A.P., B.P., B.E.C., B.S.E.C. - Employé de bureau, de banque, Sténodactylo, Représentant, Vendeur - Publicité, Assurances, Hôtellerie, **Mécanographie.**
- C.S. 094 : Secrétariats** : de Direction, Bilingue, de Médecin, d'Avocat, d'Homme de Lettres, Secrétariats techniques, Correspondance - **Journalisme - Graphologie.**
- R.P. 094 : Relations Publiques**, Attaché de Presse.
- C.F. 094 : Carrières Féminines** : Ecoles : Assistantes Sociales, Infirmières, Jardinières d'enfants, Sages-Femmes, Puéricultrices - Visiteuses médicales, Hôtesses, Vendeuses, etc.
- C.B. 094 : Coiffure** (C.A.P. dame) - **Soins de Beauté**. C.A.P. d'Esthéticienne, Visagisme, Manucurie (Stages pratiques gratuits à Paris) - Ecoles de Kinésithérapie et de Pédicurie.
- C.O. 094 : Couture, Mode** : Coupe, Couture (Flou et Tailleur, Vêtement petite série) - **Enseignement ménager** : monitrice et professeur.
- D.P. 094 : Arts du Dessin** : Illustration, Mode, Aquarelle, Peinture, Portrait, Caricature, Nu, Décoration, etc.
- E.M. 094 : Etudes Musicales** : Solfège, Guitare classique, électrique et tous instruments.
- C.I. 094 : Cinéma** : Technique Générale, Scénario, Décor, Prises de vues, de son, Projection, I.D.H.E.C., Cinéma 8 et 16 mm - **Photographie.**
- M.M. 094 : Marine Marchande** : Ecoles Nationales, Brevets et Diplômes - Yachting.
- M.N. 094 : Marine Nationale** : Ecole Navale, Service de Santé, Commissariat, Maistrance - Ecole des Apprentis, des Pupilles, Génie Maritime.
- C.A. 094 : Aviation civile et militaire** : Elèves Pilotes Radio, Mécaniciens, Télémécaniciens - Industries aéronautiques, Hôtesses de l'air.
- R.T. 094 : Radio, Télévision** : Monteur, Dépanneur - Brevets internationaux - **Transistors.**
- F.P. 094 : Pour devenir Fonctionnaire** : P.T.T., Finances, Travaux Publics, Banque, S.N.C.F., Police, Sécurité Sociale, E.N.A., Préfectures.
- E.R. 094 : Tous les Emplois Réservés** : Examens de 1^{re}, de 2^{de} et de 3^{de} catégories. Examens d'Aptitude Technique.

*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.

GRATUIT
ENVOI
N° 094

à découper ou à recopier
ECOLE UNIVERSELLE
59, Boulevard Exelmans - PARIS 16

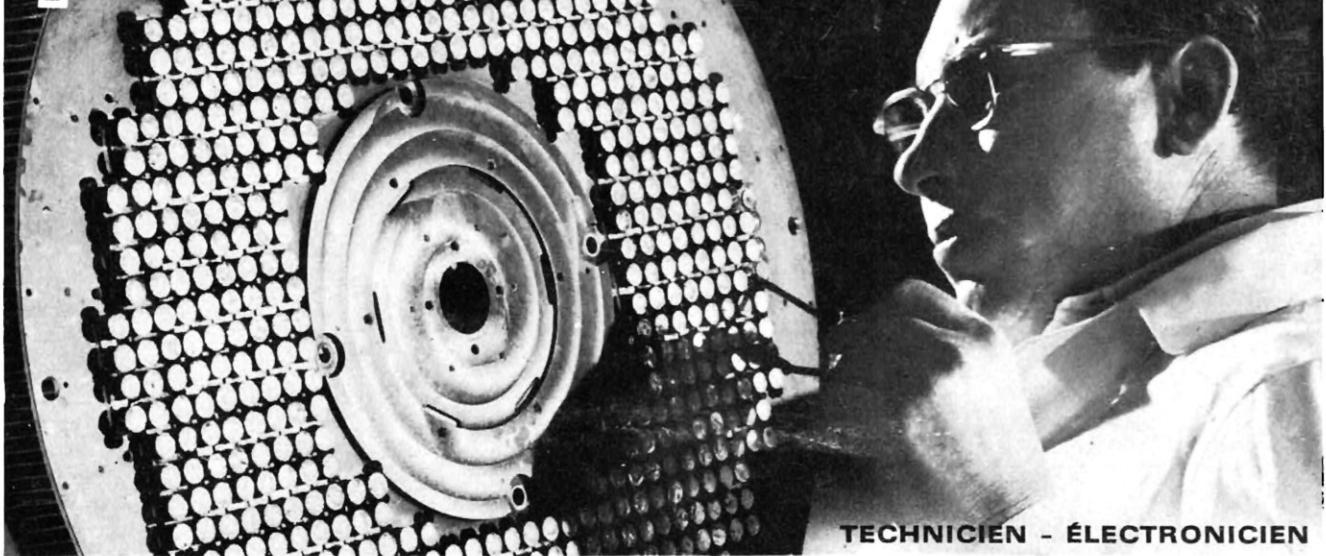
Initials et N° de la brochure demandée _____

Profession choisie _____

NOM _____

Adresse _____

quel technicien serez-vous?



TECHNICIEN - ÉLECTRONICIEN

"Service Information INFRA, pour la promotion sociale et le développement des métiers de techniciens"

AVIATION



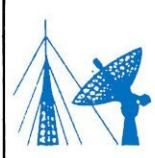
- Pilote (tous degrés) - Professionnel - Vol aux instruments
 - Instructeur - Pilote
 - Pilote de Ligne (Concours "B")
 - Brevet Élémentaire des Sports aériens
 - Concours Armée de l'Air
 - Mécanicien et Technicien
 - Agent Technique - Sous-Ingénieur
 - Ingénieur.
- Pratique au sol et en vol au sein des aéroclubs régionaux.

DESSIN INDUSTRIEL



- Calqueur-Détaillant
 - Exécution.
 - Études et Projeteur-Chef d'études.
 - Technicien de bureau d'études.
 - Ingénieur-Mécanique générale*.
- * Tous nos cours sont conformes aux nouvelles conventions normalisées (AFNOR).

RADIO - TV - ÉLECTRONIQUE



- Radio Technicien (Monteur, Chef Monteur, Dépanneur-Aligneur, Metteur au Point).
- Agent Technique et Sous-Ingénieur.
- Ingénieur Radio-Électronicien.

TRAVAUX PRATIQUES, Matériel d'études, Stages. (1)

AUTOMOBILE



- Mécanicien-Électricien.
- Dieseliste et Motoriste.
- Agent Technique et Sous-Ingénieur.
- Ingénieur en automobile.

choisissez le chemin de votre succès

"Pour réussir votre vie, il vous faut, soyez-en certain, une large formation professionnelle, afin que vous puissiez accéder à n'importe laquelle des nombreuses spécialisations du métier choisi.
Une solide formation vous permettra de vous adapter et de pouvoir toujours "faire face"

Le Directeur Fondateur d'INFRA
E. SARTORIUS

cours progressifs par correspondance

adaptés à tous niveaux d'instruction
(élémentaire, moyen, supérieur)

FORMATION - PERFECTIONNEMENT - SPÉCIALISATION

Préparation aux diplômes d'État : CAP - BP - BTS...
Orientation professionnelle - Placement

(1) EN ÉLECTRONIQUE : TRAVAUX PRATIQUES (facultatifs)
réalisés sur matériel d'études professionnel ultra-moderne à transistors.
MÉTHODE PÉDAGOGIQUE INÉDITE. "Radio-TV-Service". - Technique soudure - Technique montage - câblage - construction - Technique vérification - essai - dépannage - alignement - mise au point. Nombreux montages à construire. Circuits imprimés. Plans de montage et schémas très détaillés. Méthode "Diapo-Télé-Test" pour connaissance et pratique TV couleurs. Stages. Fourniture sur demande: Tout matériel, trousse et outillage électronique. Pièces et montage TV couleurs (SECAM)

Demandez la documentation gratuite AB TV INFRA

CENTRE D'INFORMATION INFRA

en spécifiant la section choisie. (J. 4 timbres à 0,30 F pour frais)

infra

L'ÉCOLE PRATIQUE POLYTECHNIQUE
DES TECHNICIENS ET CADRES

24, Rue Jean-Mermoz - PARIS 8^e - Tél. 225.74.65
métro : St-Philippe-du-Roule et F. D. Roosevelt - Champs-Élysées

BON GRATUIT D'INFORMATION
Veuillez m'adresser sans engagement la documentation
gratuite AB TV (Ci-joint 4 timbres pour frais d'envoi).
à découper ou recopier

Section choisie

Nom

Adresse

