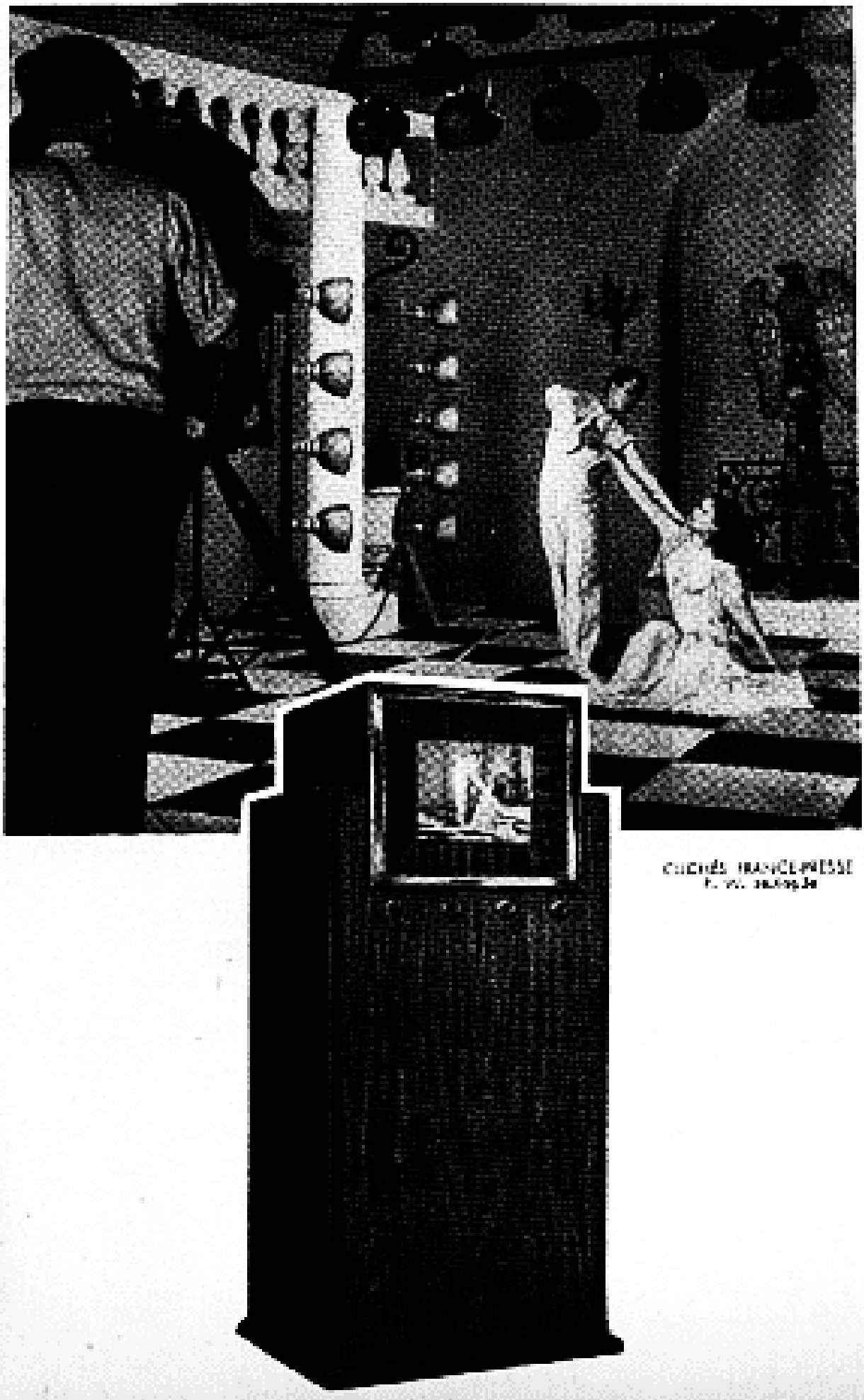
Visa de la Censure Numéro 757
COPYRIGHT
Pour droits de reproduction
ou traduction s'adresser à l'Editeur
DURAND-GIRARD

ÉMISSIONS H. DE FRANCE
STUDIO LYON-ST-CLAIR



CLICHÉS FRANCE-PRESSE

TÉLÉVISEUR RADIO-INDUSTRIE

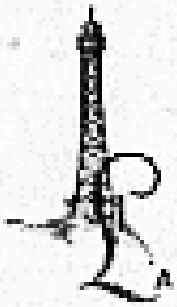
INTRODUCTION

Cet ouvrage sur la Télévision est très différent de tous ceux que j'ai été amené à parcourir au cours de ces dernières années. C'est, il me semble, le plus complet qu'il m'ait été permis de rencontrer. L'auteur a su classer historiquement les étapes marquantes de la Télévision, aussi bien que décrire en détail, d'une manière très accessible et sans mathématiques, tous les organes de cet appareil si complexe qu'est un téléviseur.

La clarté du style sera certainement appréciée de l'amateur ou de l'ingénieur, et le livre, par la nouveauté de certaines descriptions inédites, constitue une mine de renseignements pour le technicien.

La partie émission est très largement décrite, tandis que le chapitre réception est fouillé dans ses moindres détails, permettant aux constructeurs de trouver dans cet ouvrage (où les illustrations éclairent largement le texte) un levier qui leur permettra d'écarter bien des obstacles.

Maurice VALET,
Docteur ès-Sciences Physiques.
Ingénieur aux recherches de télévision
à la Société « Radio-Industrie ».



La guerre sévit... à l'heure où paraît cet ouvrage.

Mais demain, l'invention humaine va reprendre ses droits pacifiques.

Demain verra le souci de bien-faire et de mieux-vivre renaître tout naturellement dans les cœurs. La foule, lasse de trop dures réalités, réclamera sa part habituelle de merveilles. Depuis le « panem et circences » des Romains, depuis les « Miracles » du Moyen-Age et les Fées de Perrault, le monde n'a cessé de travailler pour sa connaissance un peu, et beaucoup pour son plaisir. Ceux qui ont pâti du chaos auront soif d'oubli, ceux qui s'éveillent à ce monde refondu demanderont le savoir.

La Radio sans doute, grand instrument distractif, n'a discontinué sa trame d'information et de culture, de détente ou de drame. Le cinéma, pour autant que le méritaient certains de ses animateurs mercantiles, n'a point perdu non plus sa clientèle... Mais l'un comme l'autre devront faire une large place à leur sœur Télévision.

Longtemps, on les verra cheminer de pair ; comme le phonographe n'a point tué l'orchestre, et comme le « parlant », qui a fait pousser quelques cris attardés, n'a point étouffé le cinéma.

Mais le Télécinéma, sans même le relief, sans même la couleur — car il faut laisser au spectateur sa part d'imagination reconstructive — s'imposera à tous les foyers, après une transition inappréciable de pénétration bourgeoise. Ainsi en fut-il de la T.S.F., et rien ne fera contre la Télévision qui réunit, sans leurs contingences, le tonus de la radio et du ciné. Duhamel a raison en trouvant que la T.S.F. n'est qu'une expression imparfaite au gré des hommes. Des « visuels » pour la plupart et n'absorbant le son aveugle que pour cent raisons d'accoutumance ou de préjugé, étrangères à leur goût.

Le Télécinéma, la Téléactualité sont prêts. Prêts à entrer discrètement à bruit modéré, et même à prix modéré on le verra, dans tous les intérieurs. Immobilisés sur notre continent depuis un fatidique septembre 1939, ils n'en sont pas moins riches de l'effort obscur des chercheurs internationaux : les Holweck, Dauvilliers, Barthélemy, Chauvierre, Cahen, De France le bien-nommé, pour notre pays ; Hull, Baird, Jeffree pour l'Angleterre ; Castellani pour l'Italie ; Van der Pool pour les Pays-Bas ; von Mihaly, von Ardene, Karolus pour l'Allemagne, Jenkins, Zworykin, Farnsworth pour les U.S.A., tant

d'autres. Tous ont apporté leur pierre à l'édifice et il faut reconnaître, en trève d'un chauvinisme illusoire, que le génie de chez nous — bouillonnant et anticipateur comme toujours — a moins fait que l'effort financier et commercial d'autres nations. Ceci n'est pas au démérite de nos pionniers qui ont poussé la question aussi loin que leur pauvreté et l'entreprise timorée de nos industriels l'a permis.

L'Allemagne par ses laboratoires Telefunken, ou Agfa, ou Goerz ; la Hollande par ceux de Philips, l'Angleterre par les Sociétés Baird, Scophony ou Thomson ; l'Amérique surtout, par la Westinghouse, la Western et la R.C.A., furent le « deus ex machina » de la Télévision. Qui n'en règnera pas moins chez nous en même temps ; peut-être avant au dire des Anglais, car notre standard de vie était supérieur dans l'ensemble.

Quel sera l'accueil du public?

On ne peut en préjuger par les manifestations sur grand écran, assez maladroites, qui furent données à Paris sous l'égide de quelques ministres incompétents. Leurs projections géantes mais diffuses, n'enthousiasmèrent guère un public dont on partage sans effort les réactions.

Pourquoi exiger prématurément d'un art ce qu'il ne comporte qu'en puissance? D'où venait cet acharnement des spécialistes concernant l'écran, qui devait être tout de suite et sans étape, la toile géante des cinémas. Tel était peut-être leur espoir d'annexer rapidement la nouvelle venue et leur inopérant souci d'éviter la concurrence à domicile.

La Radiovision en sa forme présente mérite qu'on l'aime sans retouche et il y a lieu d'être précis. Les tubes cathodiques permettent de réaliser une projection directe et sans truchement optique de 20×25 cm. et même 24×30 pour les amateurs disposant d'une vingtaine de mille francs. Chiffre excessif sans doute, mais admissible au même titre que l'auto de 1912 coûtait 50.000 francs.

En fait, l'écran de 20×25 cm., balayé par un faisceau électronique de 25.000 volts, donne une image animée de brillance blanc sur noir de qualité remarquable et sa comparaison avec le cinéma d'appartement est tout en faveur de la Télévision. En notre période où les évènements vont vite et où les gens sont friands d'actualité immédiate, la Télévision — ou mieux le Téléfilm, qui lui incorpore une pellicule tirée, développée et séchée en quelques secondes — vont susciter un engouement considérable.

La Grande-Bretagne a déjà donné avec un vif succès des « events » tels que le Derby d'Epsom, la visite du Président Lebrun à Londres, le couronnement du roi Georges VI, toutes scènes extérieures qui ont passionné le public des grandes salles. Le procédé combinant la caméra iconoscope avec le reproducteur Scophony s'est traduit par des résultats excellents même par mauvais temps. Au point que le cinéma *Monseigneur* de Londres n'a projeté la Télévision d'un match de boxe,

qu'au prix d'une petite émeute dans la salle, où debout les assistants encourageaient les protagonistes... Comment douter des résultats sur écrans réduits qui, par définition, sont supérieurs pour le moment?

La projection collective atteindra vraisemblablement le niveau du film actuel, mais pourquoi l'attendre? La télévision d'appartement donne une image de la surface d'un agrandissement photographique et de sa qualité minimum. En quoi nous vient-il à l'esprit lorsque nous avons sous les yeux une de ces vues à trame fine (photo de *l'Illustration* par exemple) de résister à notre plaisir en exigeant une reproduction plus ou moins grandeur nature? Fiction ; et jadis intéressée, soit dit sans insister.

Le Télécinéma, la Téléactualité seront nos hôtes prochains. Dès 1938, ils ont fait l'objet de transmissions régulières depuis l'Alexandra Palace de Londres et l'Empire State Building de New-York. De la Tour Eiffel ou plus exactement de la rue de Grenelle - P. T. T. les amateurs ont suivi avec un intérêt redoublé de gratuité des films tels que : Poil de Carotte, Ces Messieurs de la Santé, Les Gaîtés de l'Escadron, Les Mutinés de l'Elseneur, La Guerre des Gosses, La Grande Illusion, etc. Ils ont pu « télévoir » leurs acteurs, mimes ou chanteurs préférés : Dorin, Milton, Pauline Carton, Trebor, Serge Lifar, Ninon Vallin..., toute la gent photogénique, rythmée ou vocalisante, heureuse d'épanouir ses moyens d'expression.

Dans l'agglomération de Londres (avant le black out), 20.000 téléviseurs s'illuminaient chaque soir sur un programme quotidiennement renouvelé par une attentive B.B.C. (British Broadcasting Corporation). De nos jours, où l'Amérique échappe encore à la perturbation maximum, plus de 100.000 favorisés attendent l'heure de la visio-écoute... A New-York, Chicago, Boston, Washington, ce n'est qu'écoles de Telereceivers men, d'agitation fièvreuse autour du boom Télévision ; de constructions hâtives mais appuyées sur les grands Laboratoires RCA, Zénith ou Thomson ; d'engouement public ; d'achat passionné bien qu'à crédit... Le nouveau monde comme l'ancien vont subir l'esclave-maître, et il faut se dire qu'on doit bien cet hommage plein d'attrait à une invention qui est la gerbe de tout le savoir humain.

Ainsi, il n'est pas un des 50.000 professionnels français — marchands de musique, de cinéma ou de radio — qui ne liront ces pages avec profit. Beaucoup d'amateurs et de profanes éclairés se devront de ne pas jouir en brute du Grand Art moderne, mais de réaliser ce qui s'y passe. Tous comprendront que le sujet est complexe ; qu'il a fallu scinder, abréger, faire appel au savoir ou à l'intuition du lecteur dans bien des cas.

L'étude d'un sujet qui a demandé une génération entière pour que les matériaux soient à pied d'œuvre ne saurait être qu'une compilation. Mais elle est récente et peut être homogène ; l'auteur n'entend pas, au surplus, qu'on apprécie mais qu'on oublie le ciment qui joint tant bien que mal une substance éparse mais précieuse.

LES PROGRÈS DE LA TÉLÉVISION D'ANNÉE EN ANNÉE

On trouvera ici une chronologie qui s'efforce de ne pas être un « historique », rubrique habituelle de remplissage où le dictionnaire mis à contribution donne généralement de bonnes références au milieu d'un fatras.

En Télévision, point de dictionnaire ; la matière est trop jeune et les ouvrages de spécialistes — ceux qui tracèrent le chemin et sont encore attelés au char pour certains — « datent » pour peu qu'ils aient deux ou trois ans. Il serait innocent de dire que maintenant la « technique est stabilisée » et qu'on peut se faire une opinion pour plusieurs lustres. Des symptômes indiquent pourtant qu'on approche d'un stade équivalent à celui du superhétérodyne qui, en radio, marque le pas depuis dix ans. Dans cette branche, personne ne se plaint des résultats et il est naturel qu'aux améliorations de détail près, le monde de la fabrique et du commerce se complaise à une certaine stabilité qui donne le profit.

La présente démarcation sera utile pour se faire une idée des documents de base, et des réalisations en cours. On aura une vue de certaines recherches originales, bien que sans issue, et d'autres voies abandonnées mais ouvertes encore. On apprendra par exemple et avec surprise que le disque de Nipkow, une des pièces essentielles de la Télévision, a été conçu en 1884 et périmé en 1937 seulement. La confusion des temps, l'attribution erronée des auteurs, les anachronismes sont choses courantes dans le Nouvel Art ; un aperçu historique facilitera donc le partage des années et des valeurs.

1873. **May** découvre la photosensibilité du *sélénium*, métalloïde extrait de la zorgite, séléniure de plomb en provenance de l'Argentine. Ce corps se présente à l'état amorphe ou cristallisé rouge ou gris ; de densité 4,4 à 4,8. Il a la propriété remarquable d'avoir une conductibilité qui varie dans de grandes proportions sous l'influence des radiations calorifiques ou lumineuses.

1875. **De Kerr** constate qu'un diélectrique placé dans un champ électrique devient bi-réfringent (voir cellule de Kerr, page 42). Son

expérience initiale met en jeu un tube en verre contenant du sulfure de carbone et deux armatures de condensateur. Cette cellule électrique interposée entre deux *nicols* croisés, c'est-à-dire ne laissant pas passer le rayon lumineux, le fait réapparaître avec intensité variable suivant la valeur de la tension appliquée aux bornes du condensateur. On verra plus loin le détail de cette expérience.

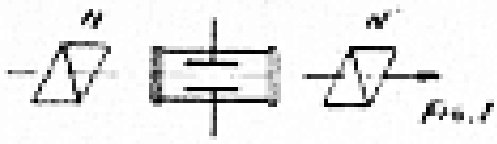


Fig. 1

Carey préconise l'emploi de cellules au sélénium sous forme de mosaïque à la façon de l'œil composé des insectes.

1877. **Ayrton** et **Perry** poursuivent les travaux de Carey.

1880. **Maurice Leblanc** conçoit un analyseur ingénieux comportant deux miroirs fixés à deux diapasons vibrant respectivement à 10 et 500 périodes à la seconde. Le *spot* (point lumineux) issu du système décrit l'image suivant une figure de Lissajous. La *définition* (on verra ce que signifie ce mot plus loin) est de 50 lignes reproduites 20 fois à la seconde.

1883. **Edison** réussit ses premières expériences d'émission électronique dans une ampoule à vide.

Hallwachs découvre que la lumière ultra-violette décharge un condensateur chargé négativement. C'est l'effet photoélectrique mis en évidence. L'année suivante, Geitel et Helsters constatent une émission photoélectrique des métaux alcalins : potassium, sodium, rubidium et caesium.

1884. Année mémorable de la Télévision naissante, **Nipkow** réalise [1] un disque percé de trous suivant une spirale (voir page 33). Cette roue tournant à grande vitesse devant une source lumineuse projette sur un écran une tache éclairée dont les dimensions sont :

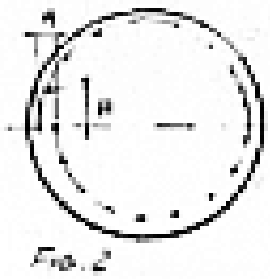


Fig. 2

A = pas de la spirale, B = distance entre deux trous. Cette image rectangulaire est composée d'autant de lignes qu'il y a d'ouvertures dans le disque ; bien que le balayage du rayon lumineux s'efface instantanément, l'impression visuelle est persistante en raison de l'inertie de la rétine. La première roue de Nipkow avait 60 cm. de diamètre, était percée de 50 trous distants de 3 cm. (hauteur de l'image), tournait à 600 T/m et donnait par conséquent 10 images de 50 lignes à la seconde.

1887. Le physicien allemand **Hertz** constate que les étincelles qu'il faisait éclater entre les deux sphères d'un oscillateur, chargées électromagnétiquement, produisent également des étincelles à distance, aux bornes d'un cercle métallique interrompu, ou circuit oscillant.

(1) En fait il s'est borné à inventer et breveter un système avec une génialе prescience. Mais c'est en 1935 à la Rundfunkausstellung de Berlin qu'il fit dire, pour la première fois le disque portait son nom.

C'était la découverte des ondes électromagnétiques de T.S.F. et que l'auteur attribua au début à des effets d'ultra-violet.

1888. **Hertz** poursuit ses expériences et met en évidence « le rayonnement électrique » (ondes amorties) produit par un circuit traversé par un courant variable.

1890. **Brillouin** perfectionne la roue de Nipkow et remplace chaque ouverture de la spirale par une lentille convergente. Il en résulte de grosses difficultés mécaniques qui restèrent imparfaitement résolues. Le procédé permettait par contre l'admission d'un flux plus grand et une meilleure concentration du faisceau qui détermine le spot d'analyse ou de synthèse. Le disque de Brillouin a, comme celui de Nipkow, autant d'ouvertures à lentilles que de lignes d'exploration.

1900. **Lenard** et **Meritt** montrent que l'effet photoélectrique est une émission d'électrons sous l'influence de la lumière.

1904. **Fleming** crée la première diode ou valve capable d'utiliser l'effet d'Edison à la détection des ondes hertziennes.

Wehnelt découvre les propriétés de la cathode qui porte encore son nom et qui est constituée par une couche d'oxydes de baryum, de strontium et de calcium.

1905. **Rignoux** et **Fourquier** créent une mosaïque au sélénium, comprenant 64 cellules émettrices dont chacune est reliée par un double fil électrique à un écran composé également de 64 cases occultables par volets.

1907. L'inventeur russe **Boris Rosing** élabore un système ayant un tube cathodique comme intégrateur d'images. A l'émission le balayage unidirectionnel était assuré par deux tambours octogonaux (roues à miroir de Weiller), l'un horizontalement (lignes) à grande vitesse, l'autre verticalement (images) à vitesse lente.

1908. **Campbell-Swinton** suggère l'emploi de l'oscillographe cathodique tant à l'émission qu'à la réception.

1910. Premières tentatives de **Lomon** et **Comandon** de photographies d'écrans fluorescents à usages radiologiques.

1911. **Boris Rosing** émet pour la première fois le principe de modulation de la lumière par vitesse variable du spot.

1911. Premières applications de l'oscillographe à corde (cellule mécanique, page 42) effectuées par le Professeur **Korn** et reprises ultérieurement par la Société **Lorenz**. Les Etablissements **Bell** ont développé l'idée sous le nom de soupape lumineuse.

1912. La fabrique de lampes Cossor construit les premiers oscillographes de laboratoire.

1916. **Denes von Mihaly** dépose le premier brevet d'enregistrement du son en vue du cinéma sonore.

1917. **Nicholson** utilise pour la première fois l'oscillographe à des applications de télévision.

1918. **Hull** crée son « *dynatron* » qui utilise avec profit l'émission électronique secondaire des tubes à vide, émission considérée comme gênante jusqu'à cette date. Cette découverte va permettre 15 années plus tard à **Zworykin** de mettre au point son fameux multiplicateur d'électrons, un des organes de la télévision moderne. Le dynatron de Hull comportait une plaque perforée faisant fonction de grille et qui laissait passer par les ouvertures le bombardement électronique jusque sur la plaque. Celle-ci étant à un potentiel positif moindre que celui de la grille lui renvoyait une partie des électrons primaires plus une grande quantité d'électrons nouveaux détachés de la plaque par le bombardement.

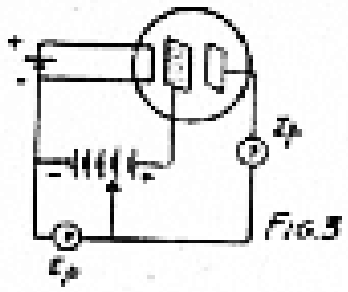


Fig. 5

Le courant dû à l'émission secondaire s'ajoute au courant de grille I g. Dans certaines conditions, le dynatron de Hull transforme un électron primaire en 20 électrons secondaires.

1921. **Schoultz** a repris les travaux de Campbell-Swinton et leur a donné une forme telle que Zworykin, quatre ans plus tard, pourra passer aux réalisations.

1922. Travaux de **Valensi** sur la télévision avec analyseur cathodique.

1923. Recherches de **Dauvillier** utilisant également l'oscillographe cathodique. **Baird,** ingénieur anglais, sort son televisor.

Inspiré du disque à lentilles de Brillouin, le Televisor comportait deux spirales de chacune 8 lentilles et tournait à 300 T/m, sous l'action d'un moteur synchrone. L'image était donc de 8 lignes, mais chacune d'elle divisée en 50 éléments grâce à une 2e roue perforée en spirale. L'inertie de la cellule de sélénium était rompue par un interrupteur de lumière tournant à 400 T/m. La définition de l'image obtenue était donc très sommaire, puisque ne comportant que 400 points.

1924. **Jenkins** travaille sur la télévision en collaboration avec **Moore,** le créateur des lampes au néon (voir page 47). Ils utilisaient une lampe cratère, mais les meilleurs tubes ne pouvant dépasser 40.000 périodes-seconde se sont vite révélés impropres à la télévision.

La même année, **Barthélemy** met au point un système original d'analyse par deux disques perpendiculaires.

1925. **Dauvillier** réalise son *Téléphote* inspiré de l'analyseur Leblanc. L'appareil d'émission utilisait une cellule photoélectrique au rubidium avec amplificateur à lampe. Le récepteur actionné par oscillographe cathodique donnait déjà des images intéressantes.

Zworykin, ingénieur de la Westinghouse, prend son brevet de

l'*Iconoscope*, pièce essentielle des émissions présentes (voir p. 67). Sa Société américaine lui crée très intelligemment un laboratoire avec service Téléciném-Télévision.

1926. **Von Mihaly** en Allemagne et **Holweck** en France étudient des systèmes analogues de balayage par miroirs oscillants. Holweck, cette même année, prend une position de précurseur en laissant la vision mécanique en faveur du tube cathodique.

Ekstrom a l'idée de l'éclairage punctiforme qui consiste à placer le sujet dans l'obscurité et le balayer par le pinceau lumineux analyseur. Ce procédé permet à Baird d'améliorer son Televisor et d'obtenir des images cette fois reconnaissables de 1000 points sur 28 lignes et 12,5 projections à la seconde. Cette même année, Denes von Mihaly utilise un petit oscillographe comme analyseur.

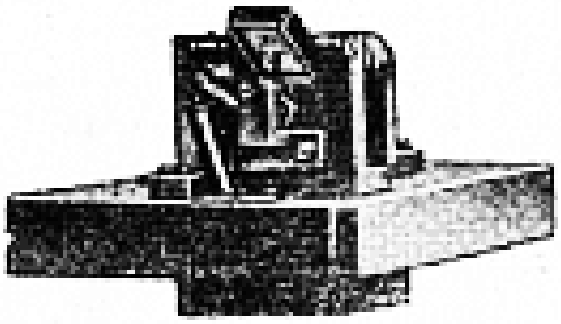


fig. 4

1927. Le Professeur français **Holweck** réalise la première réception de Télévision sur oscillographe cathodique. Le balayage se fait à l'émission par deux miroirs oscillants (fig. 4) commandés par bielle et manivelle. Le degré de définition horizontale est excellent bien que l'image n'ait que 36 lignes. Ce fut avec l'invention d'Holweck qu'on reconnut pour la première fois, très apparemment, la figure humaine sur l'écran du tube cathodique.

1928. **Barthélemy** donne une solution heureuse de la synchronisation par commande d'un oscillateur local à la limite d'entretien avec émission d'un « top » bref déclanchant un *thyratron* (tube à relaxations) (p. 60).

E. Aisberg crée, en France, une revue de Télévision qui est la première en Europe.

1929. L'Américain **Jenkins** monte un analyseur avec prisme tournant et synchronisation par diapason. L'exploration de l'image se faisait par cercles concentriques et la modulation par cellule de Kerr.

1930. Perfectionnement de l'appareil Barthélemy qui utilise une lampe cratère au néon donnant une image de 30×40 cm., sur écran en verre dépoli.

Vers cette année, **Karolus** améliorait la roue à miroirs de Weiller et obtenait une image de 250.000 points/sec. ayant 10 cm. × 10 cm., transmise 20 fois à la seconde sur 850 mètres de longueur d'onde. Le tambour à miroirs était synchronisé avec une précision de un cent millième.

Alexanderson utilisait également une roue à 24 miroirs et une source de 7 points en étoile réalisant une définition de 25.000 éléments par image, mais exigeant 7 voies de transmission.

M. Toulon préconise, le premier semble-t-il, l'exploration par lignes entrelacées qui évite l'effet de scintillement ou de vague ondulante.

1931. **H. De France** fait une démonstration officielle de télévision mécanique au Havre.

Von Ardenne réalise un Téléviseur avec modulateur de la lumière à vitesse variable : transmission des tensions de balayages, horizontal et vertical, par deux fréquences différentes sur la même voie.

1932. Premières émissions régulières du Service de la Radiodiffusion. **Marc Chauvierre** propose aux candidats à la réception une solution mécanique comportant un disque à lentilles mû par moteur asynchrone synchronisé.

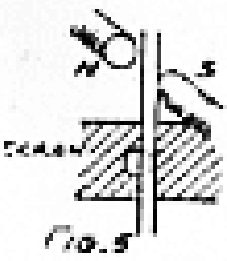
Henry De France entreprend des émissions professionnelles sur 220 mètres de longueur d'onde et définies à 38 lignes. Elles sont reçues à 500 kilomètres et au-delà ; le poste d'émission est Radio-Normandie.

Deux autres émissions sont faites sur longueur d'onde moyennes, l'une avec le procédé Barthélemy, 17 images/sec., 30.000 cycles de bande passante et 30 lignes ; l'autre avec le procédé Baird, 12.5 images-sec. et 13.000 de bande latérale.

Bedford et Puckle créent un émetteur et un récepteur à intensité lumineuse fixe du spot et vitesse variable de balayage.

1933. Le système H. De France atteint 120 lignes transmises en ondes très courtes.

Les émissions Baird continuent, utilisant à cette date une « *cellule mécanique* » comme modulateur de lumière. Il s'agissait d'un des systèmes Lorenz-Korn, comportant un simple fil métallique entre les pôles d'un électro-aimant et occultant plus ou moins le passage de la lumière. Ce dispositif de grande inertie mécanique ne pouvait dépasser 12.000 périodes-secondes, d'où son abandon ultérieur en Télévision.



1934. Mise en œuvre du multiplicateur d'électrons de Zworykin et Farnsworth, lequel amplifie des millions de fois les plus petits courants photoélectriques. L'Iconoscope de Zworykin (voir p. 67) permet d'atteindre une définition de 450 lignes et plus avec 50 images à la seconde si l'on veut. Le multiplicateur d'électrons utilisé par Barthélemy lui permet d'atteindre un rapport de 160 entre le signal et le bruit de fond.

1935. Premières émissions en France sur 180 lignes. Le poste de Paris-Télévision comporte le studio rue de Grenelle, le poste émetteur H.F., pilier sud de la Tour Eiffel et 4 antennes au sommet de la tour, alimentées par un feeder de 330 mètres de long. Le courant H.F., modulé par l'image, correspond à une onde de 8 mètres (37,5 MHz).

la caméra de prise de vue est un simple disque de Nipkow à double spirale tournant à $50^{1}/_{2}$. ; l'obturation périodique d'une spirale étant assurée par un second disque. Les disques tournent en l'air à la différence des appareils allemands de cette époque dont les roues sont dans le vide, évitant le bouchage des trous par les poussières.

Ces émissions de 1935, assurées par le service des P.T.T., sont remarquables en deux points : 1° la réfrigération du studio ; 2° la prouesse technique du câble feeder. L'éclairage total de la scène atteignait en effet une puissance de 48.000 watts avec dissipation de chaleur gênante et même dangereuse pour les artistes. Un conditionnement d'air (température et humidité) bien conçu résolvait pour l'avenir cet inconvénient.

La solution adoptée pour le transport de la modulation du studio à l'émetteur fut également une belle mise au point. La bande de fréquences à transporter allait en effet de 25 à 500.000 périodes/sec., difficile à transmettre sans atténuation excessive. En modulant avec des fréquences une onde porteuse de 160 mètres (1,87 Megahertz), on réduisit l'écart des bandes latérales à moins d'un octave, avec une distorsion de phase négligeable. Le câble coaxial utilisé était naturellement blindé, protégé par de nombreuses couches et même tenu sous pression intérieure pour éviter toute introduction d'humidité.

La première installation comportait un récepteur de contrôle au pied de la tour et l'émetteur fonctionnait avec 2 kw. distribués par quatre doublets verticaux aux angles de la tour.

Dès 1935, un poste plus puissant est en construction au pilier Nord pouvant fournir aux antennes une puissance de 10 kw., soit 25 kw. au pied du feeder, ce dernier réalisé par un double tube de cuivre concentrique au diamètre intérieur de 12 cm. Les dimensions de l'image sont dans le rapport de 6×7. Le nombre d'images de 25 à la seconde. Le synchronisme double assuré par le secteur et l'onde porteuse pour les signaux de fin de ligne et d'image, la fréquence de synchronisme de ligne est donc $60 \times 25 = 1500$ hertzs.

Les émissions de 1935 sont reçues jusqu'à 50 km. de distance optique, c'est-à-dire sans obstacle visuel trop important.

L'Angleterre commence ses émissions régulières depuis l'Alexandra Palace à Londres.

L'Allemagne, outre un système de visiotéléphonie fonctionnant avec fil sur quelques lignes, dispose de deux postes émetteurs, l'un à Brocken dans le Hartz, l'autre à Feldberg dans le Taunus.

L'Italie, qui a suivi le mouvement de près, monte des stations à Rome, Turin et Milan.

En cette année, est institué le Centre International de Télévision,

En même temps que Paris-P.T.T., Radio-Lyon émet plusieurs fois

par semaine sur une longue d'one de 215 m. 4 et 16 2/3 images par seconde, définition 30 lignes.

1936. **H. De France,** en compagnie de **Cahen,** continue ses transmissions professionnelles dont les caractéristiques sont devenues 120 lignes, 25 images et 10 m. de longueur d'onde. Leur analyseur électronique de télécinéma va jusqu'à 405 lignes, donnant une image noir et blanc de 21×24 cm.

Un de ces appareils fonctionne au studio des P.T.T., l'autre sur un autocar privé.

En Amérique, M. David **Sarnof,** Président commun de la R.C.A. et de la National Broadcasting Company, donne l'impulsion à des émissions expérimentales du sommet de l'Empire Building. Elles rayonnent dans la région new-yorkaise, au profit d'amateurs et de professionnels, dont le nombre ne cesse de croitre.

1937. Exposition de Paris ; la définition est portée à 440 lignes et la fréquence d'émission initialement de 46 megahertz passe à 42 Mhz. Le son est émis sur 46 Mhz (précédente fréquence d'image).

1938. La station de New-York de l'Empire Building commercialise sa diffusion et atteint 40 à 50 milles de portée (60 à 75 km.).

1er juillet, fixation des normes de la Télévision (voir p. 100).

Toutes les nations développent leur effort. La station CKAC de Montréal, au Canada, passe commande d'un émetteur avec studio à la R.C.A. de New-York. Les programmes diffusés dans 12 salles de Montréal sont surtout faits d'actualités et de films américains.

1939. L'Angleterre est en compétition de vitesse avec l'U.S.A. pour l'exploitation commerciale de la Télévision. Le 23 février 1939, les spectateurs du cinéma Monseigneur de Londres peuvent assister à un match de boxe se déroulant dans une autre ville pendant la projection même. L'écran a 7×6 pieds (250×200 cm.), l'appareil est du type Scophony et donne une image sans scintillement et d'une stabilité absolue. Le spectacle est si vivant que les assistants manifestent bruyamment pour encourager les boxeurs. Devant un tel succès, les deux grandes firmes londoniennes de cinéma Odéon et Gaumont décident d'équiper la totalité de leurs salles. Des objections sont toutefois soulevées par la B.B.C. relativement à la question des droits d'auteurs et même concernant la réception sur grands écrans, sur lesquels des projections excellentes ne peuvent être encore la règle absolue. Les services de Radiodiffusion craignaient ainsi, à bon escient, de détourner le public de la télévision par des expériences prématurées.

1940-41. Les appareils et procédés décrits dans l'ouvrage à partir de la page 49 sont en application actuelle. On trouvera tous détails sur la récente évolution étrangère et l'actualité aux pages 115 et suivantes.

VOCABULAIRE DE LA TÉLÉVISION

Ces pages de définition, peut-être ingrates, sont nécessaires. Mieux vaut sans doute pour l'amateur et le profane ne pas les absorber d'emblée mais au fur et à mesure qu'une incertitude s'élèvera au cours des chapitres suivants.

Ceux qui, légitimement, veulent faire un véritable effort pour comprendre la Télévision et pour certains revendeurs ou dépanneurs qui veulent la « vendre », il sera bon de les étudier immédiatement, quitte à ne pas concrétiser tout et tout de suite. La lecture des articles ultérieurs du présent livre contribuera à matérialiser les définitions : le lexique lui-même éclairera les pages de texte et, de l'un à l'autre, chacun pourra se faire une opinion tangible de la Télévision et de son frère, le Télécinéma.

Accord. Réglage du circuit d'entrée d'un poste récepteur en résonance avec la longueur d'onde à recevoir, on agit à cette fin sur les 2 éléments variables, self et capacité (condensateur).

Accrochage. Association de deux circuits telle que l'énergie du premier passe de l'un à l'autre alternativement ou bien couplage, mise en concordance (fréquence et phase) des postes émetteur et récepteur.

Analyse. Exploration de l'image, point par point, en un temps tel que le premier point A laisse encore son impression sur la rétine au moment où s'inscrit le dernier point B. La figure 6 montre un balayage de l'image en lignes parallèles et contiguës. Comme la persistance lumineuse sur la rétine dure 1/10 de seconde, il est nécessaire de transmettre plus de 10 et au moins 12 images, si l'on veut éviter le scintillement (clignotement dû au remplacement visible d'une image par l'autre). En télévision, le scintillement, ou papillotement, selon le terme aussi juste des Allemands, se traduit par une espèce d'ondulation se propageant de haut en bas de l'écran et naturellement inacceptable. Le cinéma nous a donné son expérience en la matière et nous savons qu'il faut à la photographie 16 images minimum et à la projection 20 images par seconde pour éviter le scintillement.

FIG. 6

Les caractéristiques standard de Télévision établies dès 1938 ont fixé à 25 projections/sec. la cadence optimum. A ce régime même une certaine irrégularité subsistait et l'écueil a été simplement mais habilement franchi par un balayage *entrelacé*.

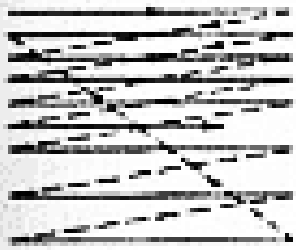


Fig. 7

La figure 7 montre que dans ce cas l'analyseur ou spot décrit d'abord toutes les lignes paires puis revient brusquement (en un temps infinitésimal, ne laissant pas de trace lumineuse) en haut et à gauche de l'écran, où il commence le balayage des lignes impaires. Ce procédé, également admis dans les normes de la Télévision moderne, donne une image parfaitement stable, analogue à celle d'un bon film d'amateur.

Bien que le système à lignes horizontales et parallèles ait prévalu, il est loin d'être le seul mode de balayage possible et on a essayé bien d'autres procédés : en sinusoïdes, en lignes entre-croisées, en figures de Lissajous et même en spirales. Cette dernière réalisation assurée par un miroir animé d'un double mouvement de rotation (fig. 8).

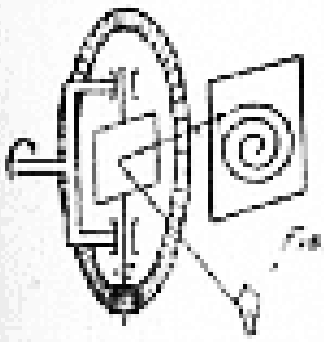


Fig. 8

On verra plus loin que la majorité des appareils récents utilisent pour l'analyse une caméra à balayage électronique (ou Iconoscope) et pour la synthèse ou reconstitution un tube cathodique (oscillographe).

Analyseurs. Appareils permettant de détailler l'image en éléments ou *points* qui seront retranscrits chacun selon sa valeur lumineuse. La première classe d'analyseurs comporte ceux à système *optique*, soit, dans l'ordre chronologique :

La roue à spirale de Nipkow (voir p. 33).

Le disque à lentilles de Brillouin (voir p. 36).

Le tambour à miroirs de L. Weiller (voir p. 37)

et enfin le très moderne procédé anglais de Scophony (voir p. 79).

Les analyseurs ou caméras électroniques adoptent tous le balayage initial avec un pinceau de rayons électroniques se déplaçant à allure vertigineuse dans une ampoule à vide (rarement à gaz) dite tube ou oscillographe cathodique (voir p. 49).

Ils comprennent essentiellement :

Le Telepantoscope de Castellani (voir p. 66).

L'Iconoscope de Zworykin (voir p. 67).

Le Super-Emitron Marconi (voir p. 91).

Le Dissector de Farnsworth (voir p. 72).

Anode. Electrode d'une lampe de T.S.F. ou d'un tube cathodique

à laquelle on applique la tension positive. C'est par l'anode, représentée par le symbole +, que rentre conventionnellement le courant, mais c'est vers elle que se projette le flux électronique. On verra dans le tube cathodique que le bombardement électrique issu de la cathode (voir ce mot) ne se dirige pas forcément sur l'anode mais en droite ligne depuis son point de départ. Dans ce cas particulier, toute l'enceinte de l'ampoule cathodique est en effet *ionisée*, chargée positivement et fait office d'anode (plaque positive).

Dans un oscillographe cathodique (à vide), il y a trois anodes dont la dernière, bien que capitale, n'est pas souvent décrite. La figure 9 montre un tube cathodique (une des pièces essentielles de la télévision) privé cependant de quelques organes.

Fig. 9

On y voit les 3 anodes en allant de la cathode vers l'écran :

A 1 = anode de concentration (2 à 500 v.).

A 2 = anode d'accélération (2 à 25.000 v.).

A 3 = anode métallisée ou de retour[1]. Cette dernière est constituée par un revêtement conducteur sur les parois internes du tube. Cette couche de graphite ou carbone colloïdal (ou aquadag) permet l'évacuation des électrons reçus en grande quantité par l'écran.

Apériodique. Se dit d'un circuit non accordé, qui ne possède pas de période propre.

Argon. Gaz rare de l'air dans lequel il entre pour environ 1/100, découvert en 1894 par Lord Rayleigh. Il est incolore, inodore et insipide ; un litre de ce gaz pèse 1 gr. 78. Utilisé en gaz raréfié dans un tube cathodique, il donne une lumière très riche en rayons bleus et vert . Des expériences de télévision en couleur ont été faites en Amérique aux Laboratoires téléphoniques de Bell qui employaient deux tubes à l'argon (un bleu et un vert) concurremment à un tube au néon (rouge) en vue d'une reproduction trichrome.

Asynchrone, qui n'est pas synchrone. Se dit d'un moteur à induction alimenté par du courant alternatif dont le rotor tourne un peu plus lentement que le champ tournant magnétique produit par les inducteurs. De petits moteurs semblables, 1/15 à 1/25 de c.v. étaient utilisés tant à l'émission qu'à la réception des premières expériences de Télévision avec disque de Nipkow ou de Brillouin. On les synchronisait, c'est-à-dire mettait en accord avec l'émission, soit avec un rhéostat, soit avec la main, freinant sur l'axe du moteur.

Balayage. Mouvement du pot ou impact lumineux qui explore l'image point par point soit pour la retransmettre (analyse), soit pour la projeter sur l'écran de réception (synthèse).

(1) Cette appellation d'anode qu'utilise certains auteurs pour A3 est impropre car elle n'est pas au potentiel positif ; mieux vaut s'en tenir au terme d'écran.

Bande de fréquence ou bande latérale. Bande, gamme ou largeur de fréquences occupée par l'émission de télévision sur les ondes hertziennes. Bande latérale se dit plus exactement de l'étalement produit de part et d'autre de l'onde porteuse par la modulation.

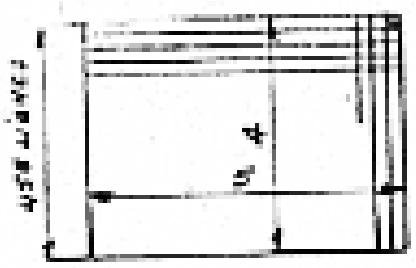


FIG. 10

Pour calculer cette largeur de bande en télévision, il faut partir du point ou plus petit élément que vaut et crée un influx électrique, c'est-à-dire lumineux après traduction. On peut définir le point arbitrairement, mais avec logique, comme le carré compris entre deux lignes de balayage horizontal et de largeur égale (bien que les lignes verticales n'aient aucune existence réelle). Si on prend, par exemple, une image aux cotes standard françaises de 1938 : rapport hauteur-largeur = 4/5, 455 lignes horizontales, 25 images/seconde, on voit que le nombre de point d'une image est :

$$455 \times \frac{455 \times 5}{4} = 455 \times 568 = 258.440$$

et par seconde :

$$258,440 \times 25 = 6.461.000 \text{ points.}$$

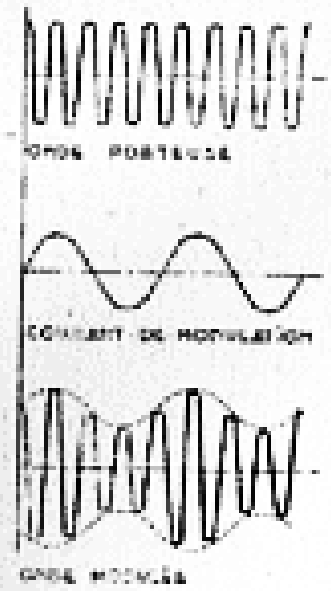
Cependant chacun des points ne nécessite pas à lui seul une oscillation, mais la moitié seulement. On le voit sur la figure 11, ou à dessein est représenté un cas extrême, celui où tous les points élémentaires seraient alternativement noirs et blancs comme les divisions d'un damier. Les valeurs lumineuses « *blanc* » et « *noir* » se traduisant électriquement en une courbe apparentée à une sinusoïde dont les maxima et minima correspondent au blanc pur et noir absolu. Pour éviter une idée fausse, disons en passant que ces vibrations électriques ne seront pas forcément émises avec symétrie autour de l'axe mais indifféremment tout, ou partiellement désaxé. On conçoit en effet que le signal est traductible par le plus ou moins d'amplitude aussi bien que par des valeurs positives, ou négatives.

FIG. 11

Un point étant émis par 1/2 période, les 25 images transmises à la seconde feront donc l'objet de :

$$\frac{6.461.000}{2} = 3.230.500 \text{ périodes, ou cycles/seconde (ou hertz)}$$

En fait on n'a jamais à transmettre un échiquier infinitésimal parfait et l'expérience démontre que 2.500.000 périodes/sec. sont maximum pour les émissions ainsi finement divisées, ou à *haute définition*. Le minimum sera évidemment le nombre d'images par seconde ou plutôt



de « tops », signaux de synchronisation en fin d'images, soit 25. Il n'est peut-être pas inutile de rappeler, fig. 12 ci-jointe, ce qu'est une onde porteuse à haute fréquence et ce qu'elle devient après qu'on lui a imprimé, gravé le courant de modulation. Elle conserve sa fréquence, mais elle est modulée en amplitude. Si dans le cas où nous avons 2.500.000 cycles/seconde (2.500 kilocycles) à moduler, on choisissait par exemple une onde de 75 mètres, c'est-à-dire de :

$$\frac{300.000.000}{75} = 4.000.000 \text{ de cycles /sec.}$$

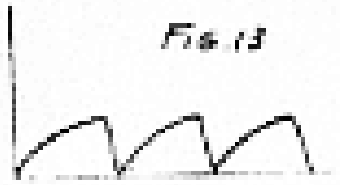
Les bandes latérales de fréquence à transmettre couvriraient de : 4000 + 2500 à 4000 — 2500 — 1500 kilocycles ; soit de 45 à 200 mètres de longueur d'ondes. Bien que cette partie de l'éther soit peu encombrée, un seul poste de télévision en couvrirait toutes les émissions de radio ordinaires. Comme les autres auraient à trouver une place différente, toute la gamme des ondes moyennes et des ondes courtes serait définitivement bloquée. En résumé, la bande passante de la télévision est de 2.500 kilocycles alors qu'elle n'est que de 9 kilocycles en radiophonie. On verra qu'il en est résulté pour la télévision l'attribution obligatoire des *ondes très courtes* (inférieures à 10 m.) bien que leur portée soit beaucoup plus faible.

Une raison complémentaire de cette attribution est que l'onde porteuse ne peut transporter dans une seule de ses alternances, plusieurs modifications de la modulation. Il faut au contraire plusieurs oscillations complètes de l'onde porteuse pour transmettre en télévision, un seul détail du signal de l'image. On a admis en fait que la modulation devait être décuple au moins de l'onde porteuse. Nous voilà déjà en ondes courtes. Comme nous avons vu qu'une bonne définition demande 2.500.000 oscillations à la seconde ou 3 millions pour être large, notre onde porteuse devra entretenir sa fréquence à 30.000.000 au moins de périodes/sec. (ou herz) soit une longueur d'onde de 10 m. ; voici le domaine des ondes *très courtes* et elles sont effectivement adoptées en Télévision aux alentours de 7 m. Les normes actuelles fixent 6 m. 52 pour la vision et 7 m. 14 pour le son.

Cette longueur d'onde très réduite, nous semble donc imposée par la double sujétion de la bande passante et d'un détail suffisant dans la modulation. Mais elle a contre elle sa faible portée ; à longueur optique tout au plus (rayonnement limité d'un phare, dû à la rotondité de la terre) alors que la gamme peu en dessus des ondes courtes (20 à 40 mètres) réfléchie par la couche de Heaviside dans la haute atmosphère s'étend à des distances illimitées. On peut en inférer que la Télévision bien que parfaitement au point dans le détail, changera un jour ou l'autre de locataire, en tant que transporteur.

Base de temps (voir article p. 60). Le balayage de l'écran par

rayon électronique est provoqué par des tensions dites en « dents de scie » ou tensions de relaxation. Ces oscillations également appelées *bases de temps* sont produites par la décharge intermittente d'un condensateur à travers un tube à néon ou un tube à gaz dénommé *Thyratron* (voir p. 60). Un thyratron commande le déplacement du spot, pendant la durée d'une ligne et un deuxième thyratron entraine le spot d'une ligne à la suivante.



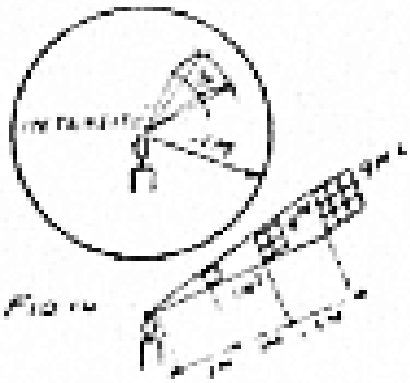
Blanc. Amplitude maximum de la modulation (signal 100 %) donnant le maximum d'intensité lumineuse.

Brillance. La brillance d'une surface est l'intensité lumineuse émise normalement par 1 cm² ; elle s'exprime en bougies.

La bougie est depuis 1909, l'unité Internationale d'*intensité* lumineuse. Sa valeur est définie par des lampes étalon à incandescence conservées au Laboratoire Central d'Electricité de Paris. La bougie internationale est légèrement plus forte que la bougie stéarique courante.

Une bougie émet un *flux* de 1 *lumen* par mètre carré situé à une distance de 1 mètre. Le flux total émis par une bougie est donc égal à la surface de la sphère de rayon 1 mètre, soit :

$4 \pi = 12 \text{ m}^2 57 \times 1 \text{ lumen} = 12{,}57$ lumens.



L'unité d'éclairement est le *lux* ; il est produit par un lumen sur 1 m². Comme la surface de la sphère est de $4 \pi R^2$, un mètre carré exposé à 2 mètres d'une bougie ne recevra que $\frac{1}{4}$ lux, à 3 mètres $\frac{1}{9}$ lux, etc...

En télévision si on appelle B, la brillance du spot lumineux d'exploration d'une *image totale* comportant N éléments, la brillance d'un élément apparaitra à l'observateur comme $\frac{B}{N}$: en pratique 0,75 $\frac{B.}{N}$

Il faut donc des spots lumineux extrêmement brillants.

Câble Coaxial. Conducteur utilisé pour la transmission des fréquences très élevées de télévision. Ces câbles sont essentiellement composés d'un conducteur central séparé par un diélectrique (le plus souvent de l'air) d'une deuxième enveloppe concentrique sous gaine extérieure métallique, elle-même protégée de caoutchouc ou autres isolants.

Camera. Appareil de prise de vues composé essentiellement d'une photo-cathode ou plaque sensible à la lumière sur laquelle l'image est projetée. Chaque particule émet des électrons et cette plaque ou mosaïque est balayée par un pinceau électronique issu d'un tube catho-

dique. Sous l'influence de ce bombardement point par point, chaque particule (assimilable à une petite cellule photoélectrique doublée d'un condensateur) se décharge et le courant recueilli est proportionnel à la luminosité de l'image. Les caméras les plus connues sont : le *Télépantoscope* d'Arturio Castellani (p. 66), l'*Iconoscope* ou Kinescope de Zworykin (p. 67), l'*Emitron Marconi* (p. 91), le *Dissector* de Farnsworth (p. 72).

Canon. Ensemble des électrodes d'un tube cathodique : C, W, A_1, A_2. L'émission électronique sort de la cathode C, est modulée par le cylindre ou grille de Wehnelt W, passe à travers l'anode de concentration A_1, puis à travers l'anode d'accélération qui donne au faisceau sa vitesse et sa forme de pinceau. La fig. 15 donne le schéma d'un canon à électrons (ou gun, terme anglais) on y voit les courbes équipotentielles perpendiculaires aux lignes de forces parallèlement auxquelles s'établit la forme du faisceau électronique.

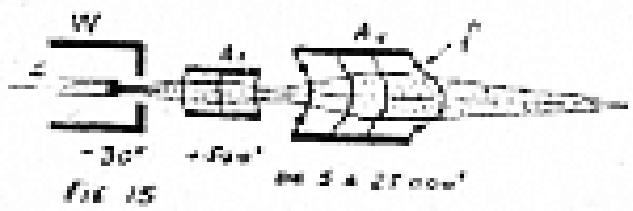


Fig. 15

Capacité. Quantité d'électricité que prend un conducteur ou un condensateur pour un potentiel donné. Il s'agit d'une accumulation électrostatique c'est-à-dire ne dépendant que de la surface extérieure et de la forme des conducteurs. Se mesure en *farads*, *microfarads* *millimicrofarads* et *micromicrofarads* (voir unités).

Cathode. Electrode négative d'un appareil électrique. Dans une lampe ou un tube cathodique, la cathode est actuellement toujours à chauffage indirect ; c'est-à-dire alimenté par du courant alternatif brut. L'émission thermoionique se fait soit par l'extérieur du cylindre (lampes de T.S.F. ordinaires) soit par une pastille émissive P lorsqu'il s'agit d'un oscillographe cathodique. La conductibilité calorifique et l'isolement électrique entre filament et cathode sont assurés par un ciment réfractaire à la magnésie. Bien qu'une cathode métallique émette des électrons à chaud, on la rend beaucoup plus active à température égale en la recouvrant de sels alcalino-terreux, oxyde de baryum, strontium et magnésium.

Fig. 16

Cellules. Organes permettant de traduire les variations d'intensité lumineuse en variations de courant électrique. Ainsi nommé il s'agit des cellules d'émission, par extension, on parle aussi de cellules de réception qui transforment les impulsions électriques en impulsions lumineuses.

Les cellules ou modulateurs se divisent du côté émission en 3 grandes classes :

Les Cellules photorésistantes (p. 39). Le plus généralement au sélénium actionnées par un courant auxiliaire dont elles font varier l'intensité sous l'influence de la lumière.

Les Cellules autogénératrices qui, sans batterie d'excitation,

produisent à elles seules un courant proportionnel à l'éclairement ; genre de piles, appelées aussi cellules photovoltaïques (p. 39).

Les Cellules photoémissives ou **à vide** (p. 40), composées de deux électrodes dans une ampoule vide d'air ou quelquefois à atmosphère de gaz raréfié. La cathode émet un flux électronique, fonction de la lumière et on recueille un faible courant anodique que soutient une alimentation auxiliaire de tension élevée.

Seules les cellules photoémissives sont utilisées en Télévision.

Les cellules de *réception* sont traitées respectivement aux pages *cellules à polarisation* et *cellule au mica*.

Courant de cathode. Courant total issu des anodes[1] et arrivant à la cathode d'un tube électronique (lampe de T.S.F.) ou d'un oscillographe cathodique (voir p. 49). Ne pas confondre le courant de cathode avec le courant de chauffage.

Concentration. Convergence du pinceau cathodique en vue de réduire le diamètre du spot et augmenter sa brillance. Cette concentration peut être assurée soit par l'atmosphère des *tubes à gaz* (gaines de ions positifs entourant le faisceau et s'opposant à sa dispersion)

Soit par une ou plusieurs anodes tubulaires portées à une haute tension positive et dont les lignes de forces électrostatiques resserent les électrons.

Soit par l'influence d'un champ *électro magnétique* qui a la même action sur le faisceau cathodique.

Contraste. Même indication qu'en photographie, c'est-à-dire rapport entre les blancs et les noirs de l'image et par extension entre les amplitudes des signaux électriques qui les représentent.

Définition. Nombre d'éléments ou *points* dont est constituée

Trame 50 — Trame 80 — Trame 120

Fig. 17

l'image. Le fondu en est plus ou moins fin suivant le nombre de

(1) Cette définition laisse subsister à titre rétrospectif le sens conventionnel et général du courant allant du + au —. En fait les électrons dans un tube vont de la cathode, pôle négatif, à l'anode pôle positif.

lignes et peut assez justement être comparé à la trame des clichés de similigravure. Ci-avant fig. 17.

Trame 50 définitions 60 l.
Trame 80 définitions 120 l.
Trame 120 définitions 450 l.

— Suivant le nombre de lignes, on parlera de basse ou haute définition.

Déflexion.

Déviation. Deux mots synonymes en télévision. C'est le déplacement du pinceau cathodique et par conséquent du spot sur l'écran.

On l'obtient sous l'influence de tensions électriques appliquées aux plaques de déviation ou par effet électro-magnétique provenant de solénoïdes ou bobines extérieures au tube. Dans tous les cas, le but recherché est l'analyse ou balayage de l'image soit pour la transmettre, soit pour la reproduire.

Diffraction de la lumière. Phénomène optique mettant en défaut la propagation rectiligne de la lumière. On constate par exemple que l'ombre portée de petits objets (aiguille, lame de rasoir) est bordée de droite et gauche, de franges alternativement claires et obscures. Cette particularité est dûe à ce que chaque point d'un corps éclairé peut être considéré comme un nouveau centre vibratoire.

Dipole ou **Doublet.** Se dit le plus souvent d'une antenne d'émission ou de réception comportant 2 brins opposés et symétriques oscillants par 1/2 onde ou 1/4 d'onde (voir p. 137). Le pointillé de la fig. 18 donne l'amplitude et la forme des tensions émises ou captées.

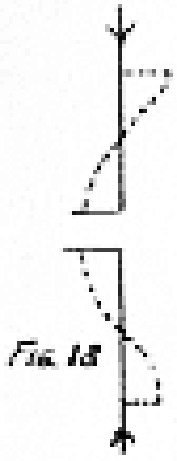


Fig. 18

Distorsion. Déformation des signaux électriques à l'émission, pendant le trajet ou à la réception. Il en résulte des déformations correspondantes de l'image, entre autres :

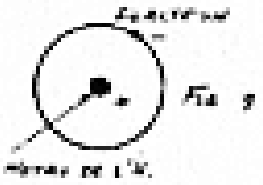
— Manque de netteté par spot trop large ou irrégulier.
— Aberration linéaire, ou déformations des droites.
— Distorsion de sphéricite dûe à la forme bombée de certains écrans.
— Déformation en trapèze ou clef de voûte (voir p. 69).

Toutes ces distorsions ont leur correctif et la méthode souvent employée est d'aller au devant du défaut en créant un contre signal ou une déformation compensatrice.

Dur. Qualificatif d'un tube cathodique à vide très poussé ; la sensibilité est moins élevée que dans un tube où règne encore une atmosphère gazeuse raréfiée mais la finesse du spot et sa fidélité sont meilleures.

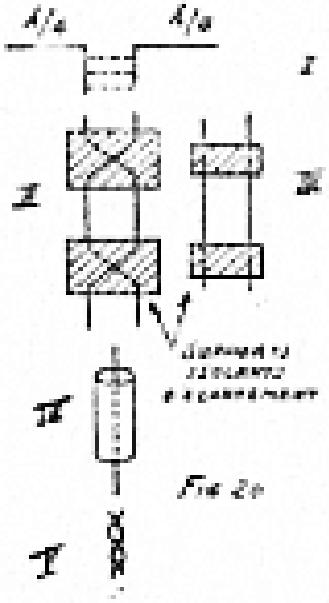
Ecran. Surface opaque, réfléchissante ou translucide sur laquelle on projette l'image de télévision. On appelle de même, le fond de verre des tubes cathodiques revêtus de produits phosphorescents dont la brillance plus ou moins ouatée par le spot donne les valeurs lumineuses de l'image.

Electron. Particule d'électricité négative représentant la plus petite charge qu'on puisse isoler. Elle est de 1,59 × 10 puissance^{-19} coulomb, sa masse est de 9 × 10 puissance^{-28} gr. Les électrons gravitent autour des noyaux matériels et l'ensemble analogue à un système planétaire constitue les atomes des corps. Les électrons satellites qui se meuvent à des vitesses énormes sur une ou plusieurs orbites sont en nombre variable, de un, dans l'atome d'hydrogène à 92 dans celui de l'uranium.



Entrelacé. Analyse de l'image en suivant d'abord les lignes paires, puis les lignes impaires. Le procédé maintenant universellement adopté offre l'avantage sur le balayage à lignes contiguës d'éliminer le scintillement ou papillottement, espèce d'ondulation horizontale de l'image.

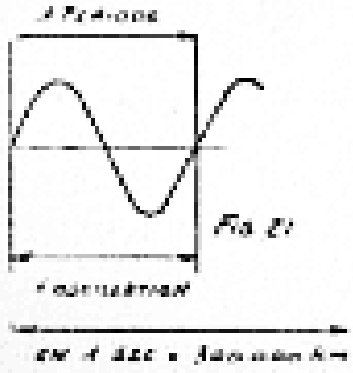
Feeder. Câble de jonction entre l'émetteur ou le récepteur et l'antenne. C'est un conducteur qui peut adopter une des dispositions ci-contre, mais qui en réception est le plus souvent coaxial (IV). Les feeders I, II, III, sont à forte impédance et faible capacité, les feeders IV et V sont au contraire à faible impédance et forte capacité (voir ces mots et antenne page 135).



Fluorescence. Terme assez fréquemment employé comme synonyme de phosphorescence. Il s'agit plus exactement d'une émission lumineuse diffuse de certains corps excités par la lumière ou un courant électrique. Le phénomène observé d'abord sur le fluorure de calcium, d'où son nom, a été obtenu depuis avec un grand nombre de composés.

La fluorescence diffère surtout de la phosphorescence par la durée La fluorescence cesse en même temps que l'excitation lumineuse.

Fréquence d'une onde. Nombre de périodes par seconde, ou oscillations, ou cycles, ou hertz d'une vibration périodique. Le chemin parcouru par toutes les ondes électriques, magnétiques ou lumineuses est uniformément égal à 300.000 km par seconde.



La longueur d'onde est donc le quotient de 300.000.000 de mètres par la fréquence

$$\lambda = \frac{300.000.000}{F}$$

Grille de Wehnelt, appelée également cylindre de Wehnelt. C'est la première électrode rencontrée à partir de la cathode par le faisceau électronique d'un oscillographe. Elle reçoit les

impulsions électriques correspondant à l'intensité du point de l'image et module ainsi l'intensité du pinceau cathodique.

Iconoscope (voir p. 67). Appareil de prise de vue constitué par un tube cathodique balayant une plaque photosensible sur laquelle on projette l'image à transmettre. Chaque point de cette plaque ou photocathode peut être assimilé à une petite cellule photoélectrique à condensateur et sa décharge donne un influx électrique proportionnel à l'accumulation lumineuse. Les caméras à iconoscope sont très sensibles et ont permis la télévision à haute définition.

Impact. Point de choc de pinceau électronique avec l'écran fluorescent ; la tache lumineuse qui en résulte est appelée spot.

Impédance. Résistance apparente d'un circuit parcouru par un courant alternatif. C'est une combinaison de la résistance ordinaire ou ohmique et de la capacité ou de la self-induction.

Elle s'exprime par $Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$ dans laquelle R est la résistance, ω la pulsation ou 2 Mf, C la capacité et L, la self-induction du circuit.

Isochronisme. Egalité des vitesses angulaires de deux mouvements périodiques. Par exemple les mobiles A et B sont isochrones s'ils parcourent les circonférences O_1 et O_2 dans le même temps.

Ils seraient *synchrones* si outre cette égalité de vitesse, ils se déplaçaient au même point relatif de l'espace A et A'.

Cette notion de synchronisme est très importante en télévision où l'analyse d'un champ visuel et son intégration sur l'écran doivent être rigoureusement homothétiques dans le temps et dans l'espace.

Kerr (cellule de), voir détail p. 42. Cuve en verre contenant du nitrobenzène ou autre liquide dans lequel plongent deux armatures d'un condensateur. Les variations de charges électriques entrainent une variation de la réfringence du liquide et par suite la modulation en blanc, gris ou noir d'un rayon de lumière polarisée qui traverse la cuve.

Kéronèse. Huile obtenue par distillation des pétroles bruts. Constitue le milieu de la cellule à ultra-sons de Scophony qui sous l'émission vibratoire du quartz transmet au liquide des ondes de compression et de dilatation capables de moduler la lumière.

Kinescope. Nom spécifique du récepteur de Zworykin, le terme iconoscope étant attribué à toutes les caméras de même genre (à mosaïque cellulaire).

Modulation. Variation que l'on fait subir à une ou plusieurs des caractéristiques (amplitude, phase, intensité ou fréquence) de l'onde

porteuse. En télévision le terme modulation est employé soit pour désigner l'addition du signal issu de l'image à la fréquence porteuse, soit inversement pour désigner la transformation de l'influx électrique en variations lumineuses (voir modulateurs de lumière, p. 39).

Multivibrateur. Ensemble de lampes T.S.F. ou de tube à gaz ou thyratron. Utilisé en télévision pour engendrer les *oscillations en dent de scie* (ou de relaxation) qui synchronisent le balayage, voir thyratron (p. 60).

Néon. Gaz rare de l'air dont il occupe 1/66.000e ; il s'illumine vivement en rouge orangé sous l'influence des décharges électriques, même de tensions assez réduites. Il fut utilisé dans certains tubes à gaz comme générateur de tensions en dents de scie et surtout comme modulateur de lumière sur les premiers récepteurs à roue de Nipkow.

Nitrobenzène (ou nitrobenzine). Essence de mirbane, résulte du traitement de la benzine par un mélange d'acides sulfurique et nitrique. Liquide ayant un pouvoir rotatoire accentué de la lumière polarisée sous l'influence électrique. Est utilisé dans la cellule de Kerr (p. 42).

Nicol. Assemblage de deux prismes en spath fluor ou tourmaline ou autre cristal bi-réfringent, collés entre eux par une couche transparente de baume du Canada, ils forment un système ne laissant passer qu'un seul rayon de lumière polarisée.

Niveau. Amplitude de la modulation électrique qui traduit l'image. Le sommet est appelé crête ; au niveau 30 % le signal est noir et à 100 % blanc brillant.

Noctovisor. Réalisation de l'Ingénieur Anglais Baird permettant l'analyse du sujet à transmettre dans l'obscurité. Le balayage est effectué par un rayon infra-rouge invisible mais susceptible d'exciter les cellules photo-électriques.

Ondes très courtes (de 1 à 10 mètres). Gamme utilisée en télévision. Leur rayonnement a des propriétés voisines des rayons lumineux ; elles sont arrêtées par la courbure terrestre et les obstacles naturels. Les émetteurs de télévision doivent donc utiliser les hauteurs et dans la technique actuelle être multipliés pour obtenir un réseau de diffusion acceptable. Par contre les ondes très courtes, à distance optique sont très stables et peu sujettes aux parasites atmosphériques.

Oscillographe cathodique (voir p. 49). Tube à rayons électroniques dont le faisceau modulé, concentré et accéléré par une série d'anodes à potentiels croissants, vient frapper un écran de verre fluorescent dont la brillance varie de point en point et reproduit l'image. Le double balayage horizontal et vertical est assuré par un système de déviation électrostatique ou électromagnétique. Le nom d'oscillographe est surtout donné au même appareil utilisé au laboratoire pour les mesures ; le désignation tube cathodique est plus particulière à la télévision.

Persistance des impressions lumineuses sur la rétine. Inertie physiologique de l'œil qui lui fait conserver la sensation des images pendant un peu moins de 1/10e de seconde. C'est la propriété qu'on utilise en télévision en projetant 25 images à la seconde qui donnent l'impression du mouvement continu.

Phase. Similitude de temps et d'espace entre deux mouvements périodiques.

Phosphorescence. Lumière émise par un corps qui a été lui-même impressionné, soit par un rayon lumineux, soit par un bombardement électronique. Parmi les corps phosphorescents on trouve le diamant, les sulfures de calcium, de baryum, de strontium, de zinc, les terres rares et un grand nombre de composés.

Photoélectrique (effet). Emission d'électrons par certains corps, potassium, sodium, caesium, rubidium sous l'influence de la lumière. Ce rayonnement est exploité et intensifié dans les cellules photoélectriques grâce à l'électrode positive (anode métallique ou grillage) qui en accélère le flux. L'effet photoélectrique est variable suivant la fréquence des couleurs qui excitent la cellule.

Point. Elément fictif qui définit le degré d'analyse. On assimile arbitrairement les dimensions carrées d'un point à celle d'une ligne horizontale. Si bien qu'une image de format 5 × 4 définie à 455 lignes aura :

$$455 \times \frac{455 \times 5}{4} = 258.500 \text{ points}$$

Ne pas confondre le point, donnée abstraite de langage, avec la dimension du spot qui est réelle et va de 0, 1 à 0,3 m/m de diamètre.

Pouvoir séparateur de l'œil. C'est la distance angulaire la plus petite entre deux points nécessaire pour que l'œil en ait la vision distincte ; cet angle mesure environ une minute. C'est cette limitation qui nous fait considérer comme unies les images en réalité faites de points séparés : projection cinématographique, photographie, simili gravure et télévision.

Relaxation. Vibrations périodiques n'ayant pas le caractère harmonique. Elles se figurent graphiquement par des dents de scie et servent en télévision dans les générateurs de balayage ou *base de temps*. (Voir page 60.)

Résonance. Terme plus fréquent en T.S.F. qu'en télévision et qui exprime comment varie l'intensité aux bornes d'un circuit, suivant la fréquence de la force électromotrice qu'on lui applique.

Retour (temps de). Intervalle pendant lequel le spot revient prendre sa position de départ après avoir décrit une ligne ou une image. Cette remise en place pour être invisible doit être extrêmement rapide, environ 1/1.000.000 de seconde.

Sélectivité. La sélectivité d'un circuit est son aptitude à choisir la fréquence avec laquelle il est en résonance de préférence aux autres fréquences.

Sensibilité d'un tube cathodique. Importance de la déviation du spot sur l'écran en fonction de la tension appliquée aux plaques ou aux bobines de déflexion.

Spot. Mot anglais désignant l'impact fluorescent déterminé par le pinceau électronique sur l'écran des tubes cathodiques (oscillographe).

Stroboscopie. Procédé permettant de rendre compte d'un phénomène périodique en lui superposant un autre phénomène de fréquence peu différente, soit en vibration fondamentale, soit en harmonique.

fig. 29

On a de la sorte au cinéma quelquefois l'impression que les roues à rayons des voitures tournent à l'envers, cela tient à ce que, par hasard les vues successives enregistrent un rayon A par exemple, puis le même en A_1 après qu'il a accompli un peu moins d'un tour. A_2 à la troisième photo, etc...

Le déplacement apparent du rayon sera donc inversé. On pourrait pareillement en modifiant la fréquence d'enregistrement immobiliser le rayon ou le mouvoir au ralenti vers l'avant.

La stroboscopie a eu une application en télévision pour la synchronisation à vue des roues de Nipkow.

Synchronisation. Mise en concordance exacte de fréquence et de position entre le balayage d'images à l'émission et à la réception.

Synthèse. Reconstitution de l'image sur l'écran du récepteur.

Thyratron (voir p. 60.) Tube électronique triode à atmosphère gazeuse avec grille de commande. Les thyratrons ou relais déterminent les oscillations de relaxations des bases de temps qui servent au balayage de l'image.

Top. Signal bref lancé par l'émetteur pour synchroniser automatiquement la réception.

Trame. Réseau constitué par les lignes horizontales de balayage. La trame est plus ou moins fine suivant le nombre de lignes dans la même surface, comme en similigravure le nombre de points. La finesse de l'image en dépend naturellement.

Ultra-Sons. Oscillations dont la fréquence est comprise entre 40.000 et 200.000 périodes/sec. Entretenues par un quartz piézoélectrique, elles modulent la bande lumineuse dans la cellule de Keronèse de Scophony (p. 79).

Vidéo-Fréquence. Fréquence très élevée propre à la télévision, représentant les détails de l'image et dont on module en amplitude l'onde porteuse. Est quelquefois opposée à *l'audio-fréquence* ou oscillation H. F. qui transporte le son accompagnant l'image.

LES UNITÉS

Quelques rappels essentiels.

Si on veut lire ce manuel avec le maximum de profit, il est bon de se remettre en mémoire la signification des *unités* qui s'oublie si facilement. Qu'on lise ces pages sans fausse honte et qu'on y revienne aussi souvent que la lecture des textes le demandera. Le profane et l'amateur n'ont pas à hésiter là où les ingénieurs qualifiés, voire les inventeurs de Radio ou télévision ont souvent besoin de revenir aux sources.

Ampère. Intensité d'un courant qui transporte une quantité d'électricité égale à 1 coulomb par seconde et par conséquent dégage dans un voltamètre (cuve à électrolyse de l'eau) un volume de 0,116 cm³ d'hydrogène par seconde.

Bel. Unité de son à base logarithmique permettant d'exprimer le rendement du système sonore.

$$N \text{ bels} = \log_{10} \frac{P_1}{P_0}$$

P_1 = puissance disponible de sortie ou RI_1^2 R étant l'impédance du système

P_0 = puissance fournie au dispositif sonore ou RI_0^2, donc si R est la même à l'entrée et à la sortie

$$N \text{ bels} = \log_{10}\left(\frac{I_1}{I_0}\right)^2 = 2 \log_{10} \frac{I_1}{I_0}$$

Le décibel est l'unité de son dix fois moins forte que le bel. L'utilisation d'une échelle logarithmique est nécessaire car les sensations auditives ne sont pas proportionnelles à l'intensité des sons mais à leur racine carrée. C'est-à-dire que 4 fois plus de son n'entraînent qu'une impression acoustique double ; 9 fois plus de son, une impression triple, etc...

Exemples de niveaux acoustiques :

faible murmure	=	20 décibels
conversation	=	60 »
maximum perceptible	=	130 »

Bougie décimale. Unité d'intensité lumineuse donnant un flux de 1 lumen sur 1 m² à un mètre de distance. Le flux total d'une bougie est de 12,47 lumens (voir p. 21). La bougie décimale est égale à 1/20 de celle de l'Etalon Violle. Les lampes à incandescence permettent d'atteindre 3.500 bougies décimales au cm². En télévision on cherche le plus possible à se rapprocher de sources ponctuelles, ou cratère (sans dimension) et de grande brillance.

Coulomb. Quantité d'électricité qui dégage dans un voltamètre $\frac{1}{96.600}$ de gramme d'hydrogène ou 0,116 cm³.

Cycle. Unité de fréquence égale à une période par seconde. Son multiple est le *kilocycle* (1.000 cycles). Le Mégacycle vaut 1.000.000 de périodes.

Farad. *Capacité* électrostatique d'un condensateur qui prend une charge de 1 coulomb sous une tension de 1 volt. C'est une unité beaucoup trop grande et pratiquement irréalisable : on utilise couramment le *microfarad* µF (millionième de Farad) ; pour les capacités inférieures le *millimicrofarad* mµF (millième de millionième) et le *micromicrofarad* µµF (millionième de millionième de farad). (Nouvelle dénomination du micromicrofacad : *picofarad* ; représenté par l'abréviation p F.)

On emploie aussi très fréquemment comme unité électrostatique le centimètre (unité CGS) dont l'équivalence est de : 1 cm = 1,1 picofarad.

Gauss. Unité de champ magnétique, exerce une force de 1 *dyne* $\frac{1}{981}$ gramme sur un pôle égal à l'unité.

Henry. Self-induction d'un circuit qui produit un *flux* magnétique de 108 *maxwells* lorsqu'il est parcouru par un courant de 1 ampère. On utilise pratiquement le millionième de Henry (microhenry).

Hertz. Unité de *fréquence* égale à un cycle ou une période par seconde. On utilise pratiquement le *kilohertz* (1.000 hertzs), *le myriahertz* (10.000 hertzs) et le mégahertz (1.000.000 h.), orthographe anglo-saxonne : Herz.

Joule. Unité de *travail*, correspond à l'élévation de 1 kg. à $\frac{1}{9,81}$ = 0 m. 102 de hauteur.

Lumen. *Flux* lumineux donné par une source ponctuelle d'intensité égale à une *bougie décimale* rayonnée dans l'angle solide qui découpe 1 m², dans une sphère de 1 m. de rayon ayant comme centre la source lumineuse.

Lux. Eclairement d'une surface de 1 m² recevant un flux de un lumen.

Maxwell. *Flux* magnétique produit par un champ de 1 gauss à travers 1 cm^2.

Neper. Unité de son à échelle logarithmique dans le système des logarithmes naturels ou népériens (base e = 2.718).

Le *décineper* est dix fois plus faible que le néper.
un *décibel* vaut 0,115 neper
un *neper* vaut 8,686 decibels.

Ohm. *Résistance* d'un conducteur laissant passer une intensité de 1 ampère sous une tension de 1 volt. On utilise aussi le mégohm (1 million d'ohms).

Volt. Différence de potentiel existant entre les extrémités d'une résistance de 1 ohm parcourue par un courant de 1 ampère. On emploie aussi le *millivolt* (1/1000e de v.), le *microvolt* (1/1.000.000 de v.) et le *kilovolt* (1.000 volts).

Watt. Puissance produisant un travail de 1 joule par seconde. Elle est développée par un courant de 1 ampère sous une différence de potentiel de 1 volt, pendant une seconde. On utilise également le *microwatt* (1/1.000.000e de w.), le *milliwatt* (1.1000e de w.) et le *kilowatt* (1.000 w.).

LE DISQUE DE NIPKOW

Le Disque de Nipkow. C'est l'appareil de télévision le plus simple et le plus ancien puisqu'il remonte à 1884. Son inventeur avait déjà créé à cette époque un système complet « émission-réception » de télévision ; l'analyse et la reconstitution des images étant assurées par deux disques semblables percés de trous sur une spirale.

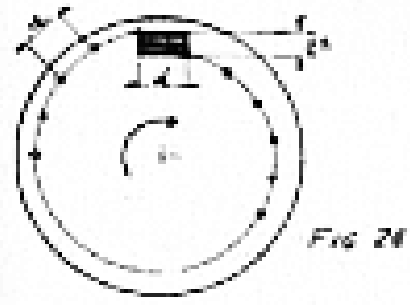


Fig. 26

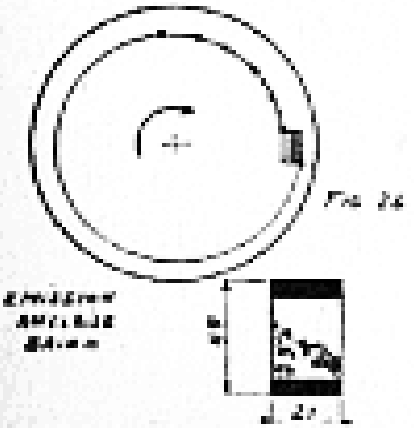


Fig. 27

Les figures ci-contre 25 et 26 montrent deux roues de Nipkow et le format d'images qui étaient obtenues dès 1931 en Angleterre (transmission du Derby d'Epsom) et simultanément en Allemagne.

Les émissions françaises avec ce procédé débutèrent officiellement en 1935 sur onde porteuse de 180 mètres. Leurs caractéristiques étaient : Analyse 60 lignes horizontales, 25 images à la seconde de format 6 × 7 ; synchronisation double assurée d'une part par le secteur alternatif 50 périodes (deux fois la fréquence-image) d'autre part, par les signaux de cadrage lignes et images incorporés à l'onde porteuse.

Comment la roue de Nipkow analyse-t-elle les images, c'est-à-dire, en opère la décomposition point par point

La fig. 27 donne un schéma très succinct d'*émetteur* à éclairage indirect. La roue à spirale se trouve entre la source lumineuse S et le sujet O à reproduire ; une fente limite l'éclairage de la roue à un rectangle qui a pour côté le *pas* P de la spirale et la cote *d* équidistante entre tous les tours.

Si la face arrière du disque, tournant à grande vitesse, était totalement

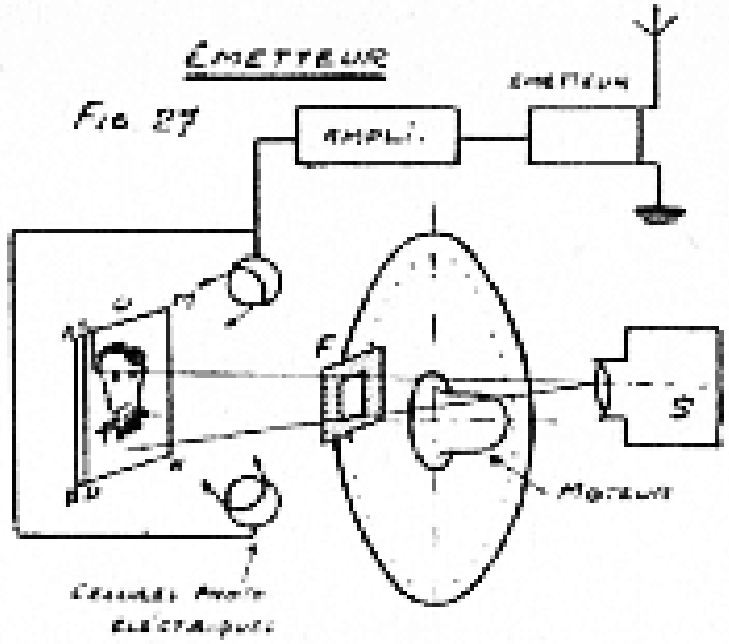


FIG. 27

éclairée, l'observateur O verrait à la place de la spirale, une bande annulaire brillante. Cette illusion d'optique est due à la persistance des impressions lumineuses ; c'est la même qui nous fait voir un cercle incandescent si, dans l'obscurité, on décrit des cercles avec une cigarette. En fait le cache F limite la « transparence » de la roue à un rectangle homothétique de l'image à définir ; on voit donc que la source S, bien que ne traversant la roue que par un seul trou, vient éclairer le champ d'observation A B N M, par lignes concentriques parallèles. A B, C D... M N qui recommencent en A après chaque tour de roue et ainsi de suite à raison de 25 tours à la seconde.

Dans ce procédé d'émission à éclairage punctiforme (point par point), le sujet peut rester dans une obscurité relative, un seul pinceau lumineux le parcourant à la fois. Il en résulte une succession d'éclairements variables qui impressionnent un jeu de cellules photoélectriques : le flux lumineux est transformé en oscillations électriques, amplifié, acheminé vers l'émetteur, d'où il est lancé dans l'éther, en ondes hertziennes.

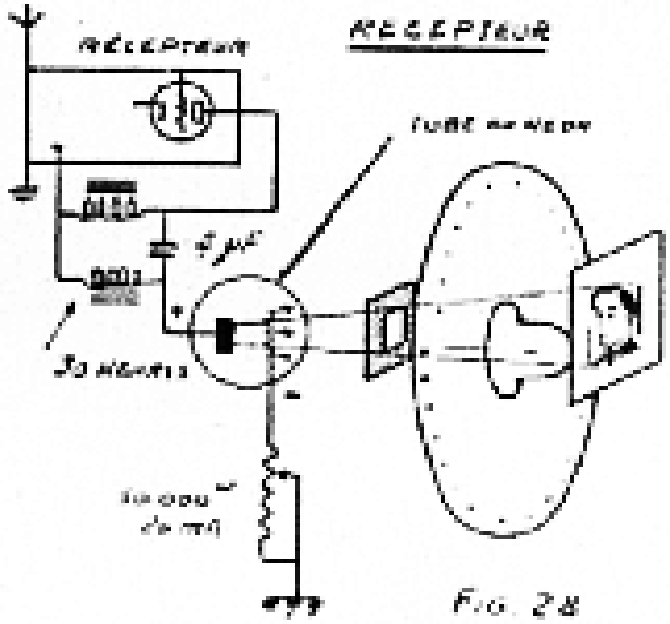


FIG. 28

Dans l'émission à éclairage général ou indirect fig. 29, le sujet est au contraire violemment illuminé et c'est le flux total qu'on projette sur la roue de Nipkow. La rotation de la spirale décompose le faisceau lumineux en une série de points successifs placés sur des lignes concentriques (autant de lignes que de trous). Dans les deux cas, l'image est *analysée*, puis grâce à la cellule photoélectrique, transformée en courant *modulé*, est dirigée sur l'émetteur.

A la réception, le problème inverse se pose : transformer les oscillations électriques en variation d'éclairement. *La lampe au*

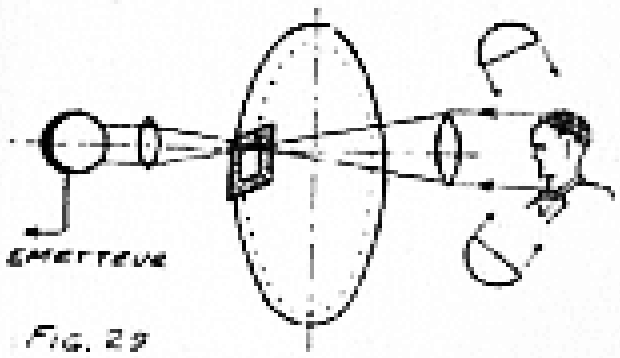


FIG. 29

néon, (voir détail p. 47) fut la solution adoptée par les nombreux amateurs qui réalisaient eux-mêmes, un récepteur à roue de Nipkow entre 1930 et 1935. Elle donne en effet, une lueur rouge orangée proportionnelle à la tension appliquée et pouvait suivre sans inertie les fréquences relativement peu élevées des premières expériences.

L'ensemble du dispositif récepteur fig. 28 comprend :

Un *moteur* de 1/20 de CV environ, de préférence du type *asynchrone synchronisé* pour courant alternatif, car l'interconnection des réseaux et la similitude de fréquence (50 périodes) permettaient une excellente synchronisation des roues. Avec 60 lignes, 25 images/sec., la vitesse était de $25 \times 60^{sec} = 1.500$ tours. On pouvait également employer un moteur à induction avec roue phonique de 9 dents (pour 1.500 tours, ou 6 dents pour 1.000 tours, etc.) se déplaçant entre les pôles d'un électro-aimant dont les enroulements étaient parcourus par le courant du secteur alternatif 50 périodes.

L'appareil comporte comme dit, une *lampe au néon* jouant le rôle de modulateur et branchée comme sur la fig. 28, le *disque* lui-même souvent fabriqué par l'amateur, et dont les dimensions courantes atteignaient 40 à 60 cm. — le plus souvent en aluminium ou carton claquant (carte de Lyon). Les trous bien que théoriquement carrés (pour l'admission maximum de lumière), étaient percés au mieux, c'est-à-dire circulaires (diamètre 3/10 m/m) ou irréguliers, sans que la qualité de l'image s'en ressente sensiblement. La projection se faisait à travers un rectangle de cadrage et le plus souvent après agrandissement optique. On utilisait à cet effet, soit une simple loupe, soit un objectif, fait d'une loupe bi-convexe et d'une lentille à dioptre plan.

A défaut de moteur asynchrone ou de réseau alternatif, beaucoup d'usagers avaient adopté un moteur universel réglé à 1.500 tours par un rhéostat ; la synchronisation en était évidemment insuffisante. On y palliait tout simplement en lançant le moteur un peu au delà du régime et en le freinant à la main sur l'arbre d'entraînement. Le cadrage, la brillance et la stabilité des images furent d'une qualité inattendue et la définition de 60 lignes semble avoir été proportionnellement meilleure que les stades ultérieurs à 120 et 180 lignes par exemple. Cette supériorité relative tenait à la simplicité du matériel, à l'absence de scintillement (ondulation de lignes) qui est apparu plus tard sur les trames fines, mais surtout à l'accommodation de l'œil, à sa propension, à « refaire » les parties d'images estompées ou incomplètes.

La photo (fig. 30) présente un ensemble d'enregistrement ancien,

système Chauvierre, où les trous de spirale sont remplacés par des lentilles. A gauche se trouve la cellule photoélectrique, et à droite une lampe au néon fonctionnant sur le secteur à fréquence 50. Ce tube éclaire une roue stroboscopique, solidaire du disque de Nipkow, comportant 8 secteurs alternativement blancs et noirs. Si on éclaire la roue dentée par une lumière *continue* et qu'on la regarde à travers une ouverture, on ne perçoit qu'un anneau de brillance gris clair et uniforme. Au contraire un éclairage périodique, dont les phases lumineuses correspondant juste au passage des secteurs blancs, fera paraître la roue immobile et permettra le réglage de vitesse. On peut donc parachever avec l'œil le réglage de la roue à spirale de sorte à être en concordance rigoureuse avec l'usager, lui aussi branché sur le réseau.

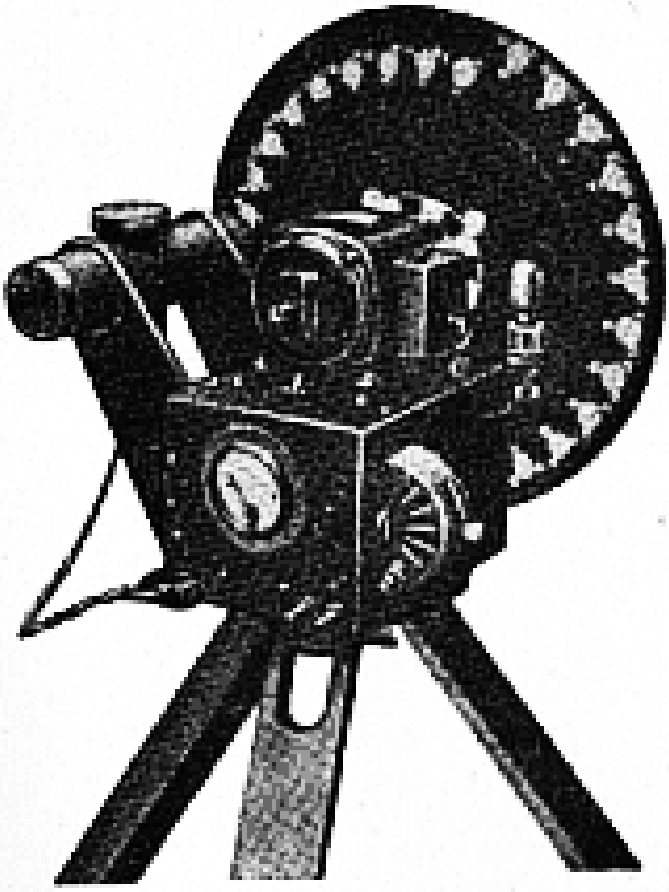


Fig. 30

L'utilisation prolongée de la roue de Nipkow — outre ses complications matérielles : obturation des trous par la poussière, déréglage des lentilles — s'est heurtée à une difficulté d'encombrement lorsqu'on a voulu améliorer la définition. La balayage à 180 lignes par exemple suppose 180 trous distants de 42 m/m (pour une image format cinéma de 36 × 42), soit un développement de 7.560 m/m : c'est-à-dire un diamètre éventuel de 2 m. 400.

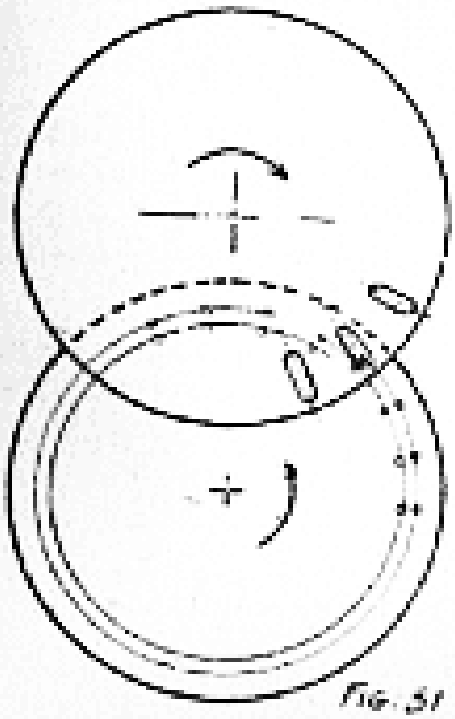


Fig. 31

Dimension prohibitive qu'on a tournée en plaçant les 180 trous sur plusieurs spires consécutives, 3 par exemple. On faisait dans ce cas, tourner la roue 3 fois plus vite et à l'aide d'un cache mobile, soit une roue auxiliaire, munie de fentes radiales, on obturait successivement les spires l'une après l'autre, de sorte qu'un seul trou défilait à un instant donné devant la source lumineuse.

LA ROUE A MIROIRS DE WEILLER.

Un des procédés élémentaires de la Télévision, utilisé pour l'analyse mais le plus souvent pour la synthèse de l'image. Son auteur Lazare Weiller avait conçu une roue dentée dite « *roue à miroirs* » bien que faite en métal poli et qui comportait une multitude de petites glaces solidaires d'un tambour rotatif. Chacune d'elle est orientée un peu différemment de la précédente, de sorte que la lumière modulée, issue d'une lampe cratère se réfléchisse sur un écran, donnant une succession de lignes horizontales avec retour périodique du spot, au début de chaque image.

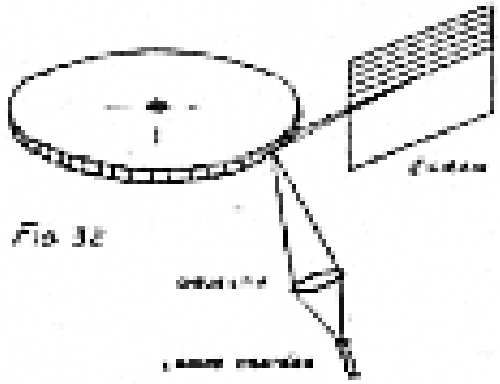


Fig. 32

Chaque miroir en mouvement fait parcourir une ligne au faisceau lumineux ; le suivant un peu plus incliné, décrit la ligne suivante, etc. On a amélioré depuis, le façonnage de la roue en rendant indépendants les miroirs (en acier chromé ou en argent) et en les réglant par vis et contre-vis. La mise en place du balayage sur l'écran, se fait ligne par ligne en tournant le tambour à la main.

Fig. 33

Progressivement l'éclairage de la lampe cratère a été rapproché du blanc par un mélange de gaz rare (rosé) ou de vapeur de sodium (jaune-blanc) ; puis le système a été monté avec cellule de Kerr comme modulateur à lumière blanche. Le tambour à miroir de Weiller a fait l'objet d'une application allemande à l'instigation de M. Karolus. L'appareil était synchronisé à 1/100.000e près et donnait 250.000 éléments par image de 10 × 10 cm.

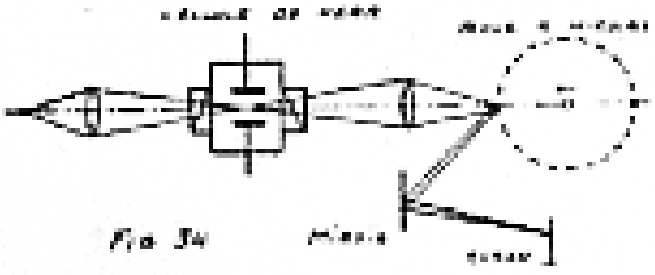


Fig. 34

LES VIS ET TAMBOUR A MIROIRS.

Autre ancien système d'analyse, offrant moins de contingences mécaniques et d'encombrement que la roue de P. Nipkow, mais les réalisations fort délicates ne sortirent guère du laboratoire ou des expositions (Berlin 1931, Londres 1936).

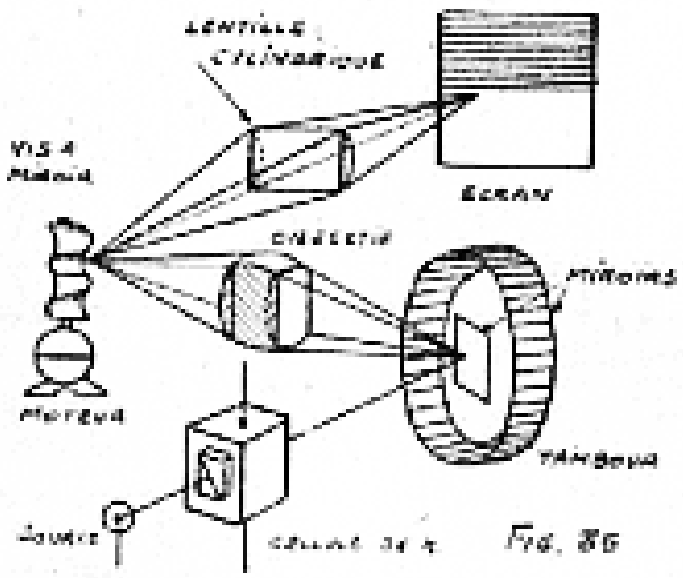


Fig. 35

L'ensemble fig. 35, montre un dispositif de réception comportant une *source* lumineuse, une *cellule* de Kerr pour moduler la lumière, un *tambour* à miroirs dont les facettes sont calées avec un petit écart angulaire de l'une à l'autre ; ce tambour assure le balayage de lignes — un objectif, une *hélice à miroirs* fait d'un grand nombre de glaces réfléchissantes et qui assure le balayage horizontal.

Fig. 36

En fait, l'exploration n'est horizontale que si la vis à miroir est inclinée sur son axe. Autrement le spot du pinceau lumineux se déplace sur l'écran suivant la développante de l'hélice AB dont la hauteur CB est le pas. Entre temps, un miroir s'est substitué à l'autre et l'analyse reprend suivant DE, etc...

Fig. 36 bis

LES MODULATEURS DE LUMIÈRE

(Cellules d'émission et de réception)

1° CELLULES D'ÉMISSION, servent à traduire la lumière en courant électrique : on les divise en :

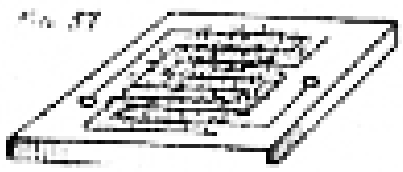
1° *Cellules photorésistantes.*
2° *Cellules autogénératrices* ou « à couche d'arrêt »,
3° *Cellules photoémissives* ou *à vide.*

2° CELLULES DE RÉCEPTION, inversement, elles traduisent le courant électrique en impulsion lumineuse ; elles comportent 4 classes principales :

1° *Cellules à lueur,*
2° *Cellules mécaniques,*
3° *Cellules à polarisation* (Cellule de Kerr,
(Cellule de Kaysie,
4° *Cellules au mica.*

CELLULES D'EMISSION.

1° *Cellule photorésistante.* Prototype de la cellule au sélénium, corps dont la résistance varie avec la lumière. Le sélénium à l'état amorphe, absorbe de l'énergie lumineuse pour prendre plus ou moins une structure cristalline qui disparaît après l'insolation ; la résistance électrique varie dans de notables proportions suivant l'état du sélénium. Les cellules primitives ainsi constituées doivent nécessairement être alimentées par un courant extérieur dont elles font varier l'intensité ; elles sont robustes mais offrent une grande rémanence ou inertie et sont loin de répondre aux variations de Télévision qui dépassent 1.000.000 de périodes/sec.



Les cellules photorésistantes sont surtout utilisées comme relais avertisseurs, pour la commande de l'éclairage ou l'extinction automatique des phares, tunnels, etc...

2° CELLULES AUTOGÉNÉRATRICES, dites encore photovoltaïques ou à couche d'arrêt.

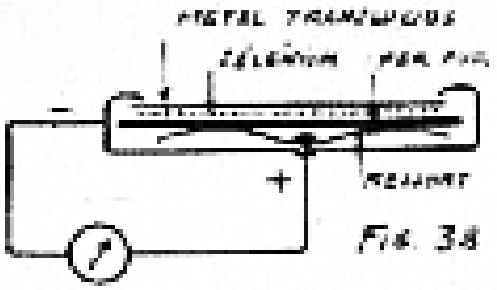


Fig. 38

Elles sont constituées par une plaque de *fer pur* qui est l'électrode positive, une couche de matière sensible (sélénium) très résistante et une feuille extrêmement mince et par suite translucide de métal qui forme l'électrode négative. Sous l'action de la lumière le sélénium donne une émission photoélectrique et il suffit de réunir les 2 électrodes pour observer le passage d'un courant, perceptible et utilisable malgré sa faible puissance qui est de 10 microwatts pour une résistance en circuit de 500 ohms et un éclairement de 400 lumens.

Les cellules autogénératrices se comportent comme une pile, dont le liquide excitateur serait la lumière et elles donnent une différence de potentiel proportionnelle au flux lumineux par cm². Un modèle liquide a été réalisé par la Photolytic Cell Arcturus et comprenait une cuve à électrolyse au bromure d'argent dans une solution rouge d'héliantine. Elles sont le plus fréquemment présentées en éléments photovoltaïques secs, fabriqués par Western, Tungaram, L.M.T., Chauvin Arnoux, etc

Elles ont beaucoup d'inertie et leur capacité propre ne leur permet pas de dépasser les modulations d'une fréquence musicale ; impropres de ce fait à la Télévision, elles rendent de grands services en luxmétrie, photographie, cinéma, colorimétrie, mesures médicales des infra-rouge ou ultra-violet, etc...

3° CELLULES PHOTOÉMISSIVES OU A VIDE. Elles comportent une ampoule à vide, genre de diode, dont l'anode est un fil métallique et la cathode une couche d'un corps photosensible qui enduit le fond du tube (potassium, sodium ou caesium). Sous l'influence de la lumière, la cathode émet des électrons dont on vérifie la présence par un ampèremètre sensible en circuit entre les deux électrodes. Mais pratiquement, on applique une tension sur l'anode, allant de 60 à 200 volts et qui suffit pour capter tous les électrons émis par la couche sensible ; on recueille ainsi le courant de saturation. Dans ces conditions, l'intensité reste faible, quelques millionièmes d'ampère et il faut l'amplifier considérablement pour la transformer en un signal transmissible.

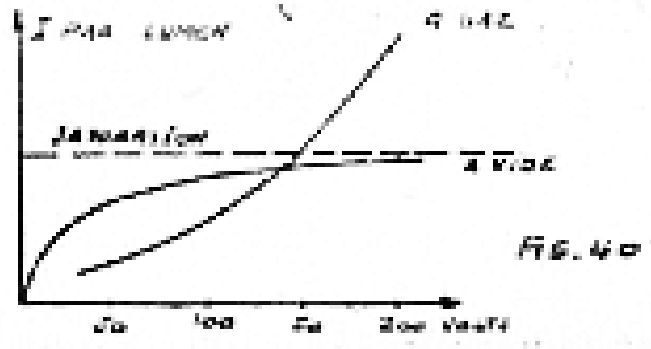
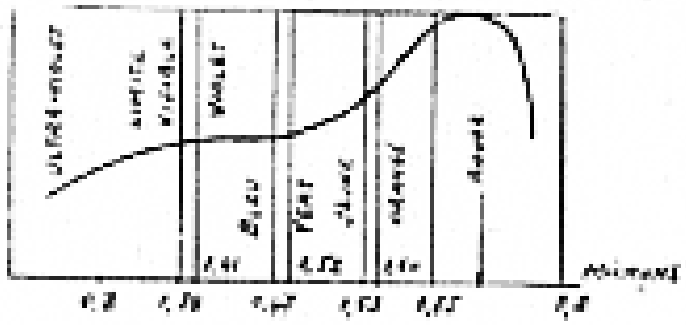


Fig. 40

Les cellules photoémissives suivant la composition de leur cathode témoignent d'une sensibilité très variable aux différentes couleurs qui les frappent. Dans cette échelle de *sélec-*

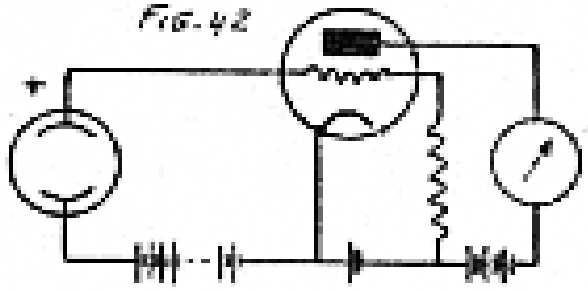
tivité chromatique, le potassium est plus sensible au violet, le rubidium au jaune, le caesium au rouge et le magnésium à l'ultra-violet. Cette sensibilité chromatique provient de la forme et de la dimension des molécules du corps émissif qui se mettent en résonance avec la longueur d'onde appropriée du spectre lumineux. La fig. 41 montre une courbe de sensibilité où les longueurs d'onde des différentes couleurs sont indiquées en microns, on les représente fréquemment en *angstroms* ou dix millionièmes de m.m.



La première cellule photo-émissive dûe à Hallwach était faite d'un simple dépôt de thalium sur le verre de l'ampoule. L'enduit émissif est maintenant déposé sur une surface métallique argentée ou cuivrée, à laquelle on donne un surfaçage poli dont dépend l'adhérence et la finesse de la couche.

La sensibilité du tube est fortement augmentée si au lieu du vide parfait, on introduit dans l'ampoule un gaz inerte à très faible pression. On va créer là un phénomène d'*ionisation* (voir p. 50), les ions positifs en liberté se précipitent sur la cathode et accentuent sensiblement l'émission. Dans ce cas, il ne faut guère dépasser 150 volts à la cathode, sous risque d'*amorcer* le tube et entraîner une décharge brutale avec luminescence pouvant détériorer la cathode. Les tubes ainsi plus ou moins remplis d'argon, hélium, etc.... sont appelés « *cellules à gaz* ». Leur sensibilité est fortement accrue ; le Tungar par exemple (ancien redresseur, chargeur d'accus) débitait 6 ampères alors que le même tube à vide serait saturé à 200 millis. Mais les cellules à gaz ont également une grande inertie du courant gazeux ionique qui ne peut pas suivre les oscillations de très haute fréquence.

Fig. 42



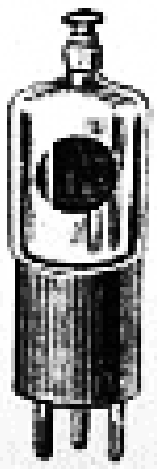


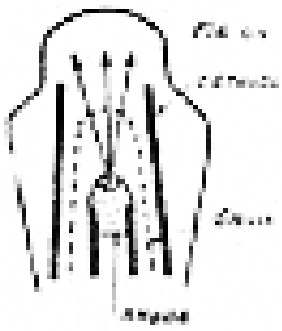
Fig. 43

Finalement parmi les modulateurs aptes à transformer la lumière en courant, seules les cellules à *vide* ont trouvé leur emploi en Télévision à haute définition ; et parmi les produits émissifs, c'est le *caesium* qui est en faveur, en raison de sa sensibilité pour le *jaune* et le rouge dont est particuliè.

rement riche la lumière naturelle et surtout la lumière artificielle.

II. CELLULES DE RÉCEPTION.

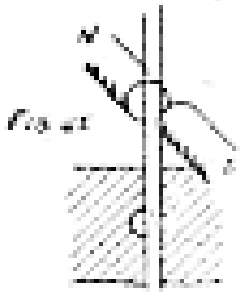
1° *Cellules à lueur.* Les cellules de réception sont celles qui sont utilisées sur les Téléviseurs ; elles transforment les impulsions électriques en impulsions lumineuses. La cellule dite à *lueur* bien que maintenant sans emploi courant a été considérée comme une bonne solution à cause de son inertie extrêmement réduite ; elle permet pratiquement de traduire une modulation à 2.000.000 périodes par seconde.



Elle se compose d'un tube électronique à vide poussé dont le système d'électrodes est pour ainsi dire renversé. C'est la cathode, tube légèrement conique à grande surface qui est à l'extérieur et qui reste obscure. Elle est revêtue intérieurement de sels alcalino-terreux dont l'émission électronique bombarde une petite anode centrale en forme d'obus. Cette dernière est percée de multiples petits cratères remplis de terre fluorescente à grande brillance. Une grille de commande est interposée entre les deux électrodes.

Sous une tension de 20.000 volts — c'est une des raisons du peu d'emploi des cellules à lueur — l'anode devient une sorte de spot, source de grande luminosité et sans inertie.

2° CELLULES MÉCANIQUES. Dispositifs trop rudimentaires pour la Télévision mais qui ont trouvé leurs applications au cinéma sonore et à la Téléphoto (cellule de Wente, Western, Lorenz-Korn, etc...).



Le principe en est un fil ou un occultant quelconque vibrant devant un trou où passe un rayon lumineux. La lumière est modulée de la sorte et varie du noir au blanc par toute la gamme des gris. Le système n'est pas fragile et donne de bons résultats jusqu'à 12.000 périodes.

3° CELLULES A POLARISATION. Les plus connues sont celles de Kerr et de Kaysie.

LA CELLULE DE KERR. L'avènement du tube cathodique parut avoir bousculé les systèmes mécaniques et les cellules modulatrices. Mais ces dernières n'en ont pas moins progressé parallèlement et la Télévision pratique, celle qui est entrée dans le domaine commercial

dès 1939 est un compromis des 2 écoles : faisceau électronique et pinceau lumineux.

Pour se faire une idée des cellules cathodiques, il faut connaître la cellule de Kerr, un organe essentiel des premiers récepteurs ; et pour comprendre la cellule de Kerr, il faut saisir la notion toujours un peu abstraite de polarisation.

Fig. 46

Si on fait passer un rayon lumineux à travers un cristal de Spath-Fluor, grâce à la propriété de birefringence, on peut recueillir deux rayons, l'un O dit ordinaire, l'autre dit extraordinaire. En masquant ce dernier et recommençant la double réfraction sur un deuxième cristal, on décompose à nouveau le rayon en deux faisceaux E' et O' ayant cette fois les propriétés différentes de la lumière *naturelle*. Les taches lumineuses E' et O, recueillies sur un écran sont en effet d'intensité *inégales* et variant au fur et à mesure de la rotation qu'on peut imprimer au cristal C'. Le rayon O' est maximum pour les faces FF' parallèles, tandis que le rayon E' s'éteint, inversement quand les sections principales des deux prismes sont perpendiculaires, l'image o' s'annule et E' brille d'un vif éclat. On dit que le rayon O' est polarisé.

Fig. 46 bis

Le même test du deuxième spath appliqué au rayon E, montrerait qu'il est aussi polarisé mais dans un plan orthogonal du premier, car il y aurait *extinction* avec les cristaux en parallélisme et *brillance* dans la position perpendiculaire. Les deux rayons réfractés sont donc polarisés dans des plans perpendiculaires.

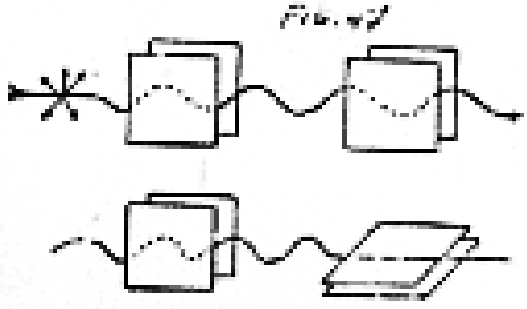


Fig. 47

Fresnel a donné une première explication du phénomène en assimilant un rayon lumineux (qui, on le sait, vibre dans tous les plans) à une corde qu'un premier système de planches parallèles contraint à vibrer dans un seul plan déterminé, *lumière* pour ainsi dire. Un deuxième système de planches parallèles laissera passer la vibration, mais en la tournant progressivement sur son axe, on arrivera à l'empêcher complètement ; c'est l'extinction qu'on obtient avec le 2e Nicol. On appelle ainsi Nicol le prisme constitué par un cristal de spath d'Islande coupé en deux et recollé par une couche en Baume

du Canada. Ce dernier corps a un indice de réfraction un peu différent qui élimine le rayon ordinaire, en ne laissant que le rayon polarisé parallèlement à la section du prisme.

La cellule de Kerr est constituée par une cuve en verre remplie de nitrobenzine, liquide à grand pouvoir réfractif et qui agit également sur le plan de polarisation de la lumière. En outre, une différence de potentiel appliquée entre les électrodes d'un condensateur noyé dans le liquide entraîne une rotation du plan de polarisation du second rayon. Ce système optique ne laissera donc passer qu'une lumière proportionnelle à la tension entre les lames du condensateur, d'où la possibilité de la moduler suivant l'émission de Télévision.

Fig. 49

La cellule de Kerr, ne doit pas dépasser 10 à 12 mm., les armatures du condensateur sont en aluminium ou en argent, avec un espacement de 1 à 2 cm. Elle peut être remplacée par une plaquette de sulfure de zinc de 6 × 10 m/m épaisse de 1 m/m et serrée entre 2 ressorts qui servent en même temps d'armature au condensateur de modulation. La cellule au Zn S est dûe à Okalicsancy.

Le principal inconvénient de la cellule de Kerr est qu'elle ne traduit qu'un point à la fois et ne résoud pas le problème du balayage autrement que par des moyens optico-mécaniques (fig. 34) balayage avec une roue à miroir de Weiller ou fig. 51, téléviseur équipé avec disque de Nipkow.

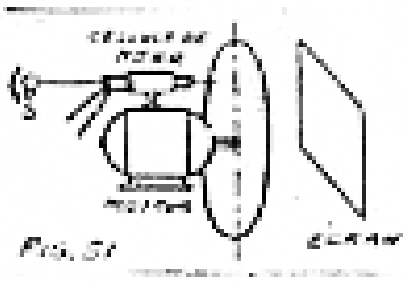
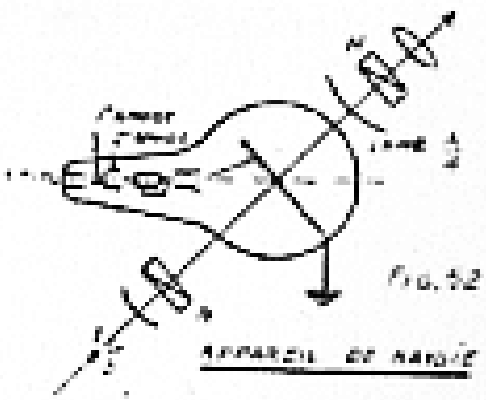


Fig. 51

Son rendement : lumière de la source S à lumière modulée sur l'écran est d'environ 35 %, il est donc faible et la capacité propre de la cellule absorbe une énergie de 15 à 50 watts suivant les types.

CELLULE DE KAISIE. Parmi les cristaux faisant tourner le plan de polarisation sous la tension électrique, certains composés de l'acide benzoïque, le sel de Seignette, etc..., peuvent également constituer des modulateurs de lumière. Dès 1938, on a pu les utiliser en couche cristalline déposée chimiquement sur un diélectrique très mince enduit au verso d'un léger dépôt métallique. En laminant ces cristaux minuscules (1 à 2/10 m/m) on leur imprime une contrainte mécanique et par suite un plan de polarisation uniforme. Si on soumet cette mosaïque à un bombardement cathodique ou plus exactement au balayage



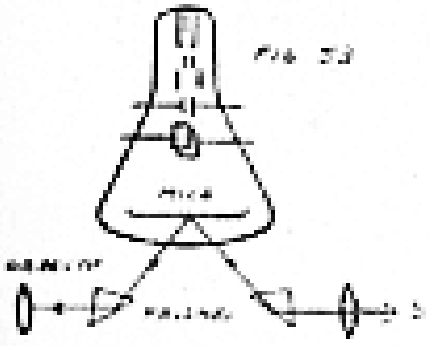
électronique d'un oscillographe, on crée pour chaque cristal une différence de potentiel entre ses deux faces et par suite, on fait tourner son plan de polarisation.

En éclairant intensément la mosaïque par un faisceau de lumière polarisée, on recueille un pinceau lumineux qui a été modulé point par point par le pinceau électronique. Cependant le balayage électronique (ou l'arrivée des charges électriques) devrait être perpendiculaire à la lumière polarisée, ce qui n'est pas possible par disposition pratique. L'attaque se faisant à 45°, une partie de la lumière modulée est ramenée dans l'axe optique par une mince lame de gypse ou de quartz qui lui impose une rotation de 45° du plan polaire (lame quart d'onde).

Ce procédé dû à Kaysic a l'avantage de laisser passer une puissance lumineuse considérable et permet avec un éclairage limité, par exemple 40 ampères et une simple lanterne de projection, d'obtenir de bonnes images sur un grand écran.

4° **CELLULE A MICA.** Un système d'origine anglaise a fait l'objet d'études très intéressantes qui se poursuivaient à la veille de la guerre. Apparenté aux cellules de Kerr ou de Kaysic, sa réalisation apporterait deux avantages capitaux : 1° la possibilité d'utiliser la lumière *naturelle* ce qui ferait gagner 5 ou 6 fois plus de luminosité qu'en lumière polarisée.

2° La perspective moins lointaine d'une télévision en couleur, compromise (mais non définitivement) par la polarisation.



La cellule au mica se compose essentiellement d'une mince couche de cellophane recouverte d'une couche de mica en poussière plus mince encore, le tout au fond d'un tube cathodique tenu verticalement avec grand soin. A l'aide de prismes on fait converger un faisceau lumineux dont une partie est réfléchie et le reste diffusé à travers la couche.

Le principe de la cellule est basé sur la tendance qu'ont les poudres finement divisées à reprendre leur plan de clivage (orientation initiale des molécules) sous l'action d'une oscillation électrique. C'est le phénomène constaté dans le cohéreur de Branly et dans la cellule au sélénium où non seulement la conduction varie sous l'effet de la lumière, mais encore l'état cristallin.

Si on procède au bombardement de la couche supérieure de mica, on verra en effet la lame prendre l'aspect d'un miroir plus ou moins brillant (se rapprochant du mica en feuille). On conçoit que la perméabilité et par suite la réflexion de ce miroir est variable de point en point, suivant la charge électrique qu'il reçoit du faisceau d'oscillographe. Le faisceau lumineux émis par la source S et projeté sur l'écran, sera donc à l'image de ce miroir.

LE TUBE AU NÉON

LE TUBE AU NÉON. C'est aussi un modulateur qui transforme les variations de courant en variations lumineuses. Il ne diffère des lampes à incandescence ordinaires que par son *inertie* ou hystérésis très faible : 1/100.000e de seconde. La télévision actuelle de haute définition va beaucoup plus loin, quant aux vitesses de modulation ; si bien que le tube au néon ne trouve sa place ici que pour mémoire, ayant fait le profit des premiers amateurs utilisant la roue de Nipkow.

La lampe au néon (ou à l'hélium, ou autre gaz inerte) est sommairement un tube à atmosphère très raréfié et qui fonctionne par *ionisation*. Le tube ne devient conducteur et ne laisse passer la décharge que pour une certaine tension et un certain écartement des électrodes. Trop rapprochées les électrons vont de l'une à l'autre sans que l'énergie cinétique, produite soit suffisante pour atteindre l'illumination ; on la vérifie dans certains tubes dont les 2 faces internes des plaques restent sombres, alors que les faces extérieures s'illuminent. C'est le plus long parcours (P) des électrons qui est générateur d'une ionisation suffisante.

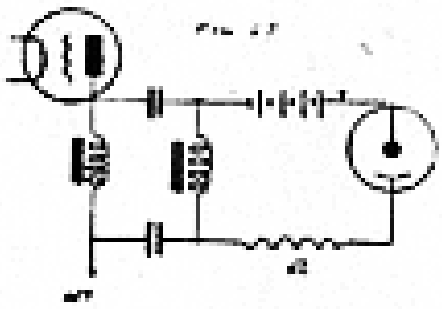
Pratiquement pour éviter toute déperdition inutile d'énergie, on protège une des faces par une plaque de mica ou autre isolant, on règle l'écartement de sorte qu'à la tension d'emploi la luminescence naisse entre plaques et on ajoure celle qui est du côté observation pour recueillir le maximum de lueur.

A la distance optimum des électrodes, s'ajoute la nature du gaz : l'hélium par exemple entre en luminescence à écartement supérieur au néon. La pression joue également un rôle dans la localisation de l'effluve.

Les lampes au néon qui ont servi à la télévision dans ses débuts, comportaient une grande cathode en nickel protégée par un mica sur sa face arrière et une anode-grille également en nickel, disposée en rectangle. La tension de marche était de l'ordre de 250 volts, entraînant un courant de 20 milliampères.

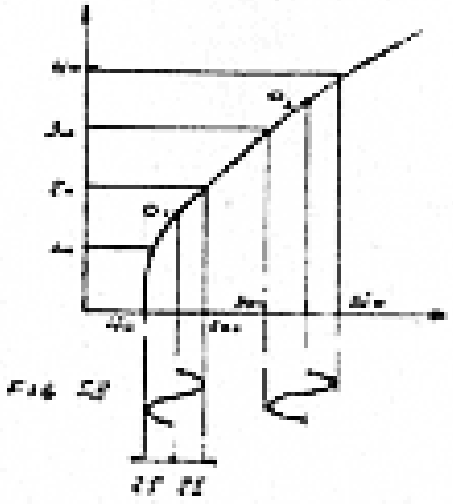
La fig. 57 donne un montage simple, fréquemment

adopté en 1932/35, de tube au néon derrière une triode amplificatrice. Étant donnée la courbe caractéristique (fig. 58) d'un de ces tubes, il peut être intéressant de rappeler comment on choisissait le point o de fonctionnement suivant la tension alternative dont on disposait. Supposons par exemple une amplitude de + 25 volts appliquée en O, ou en O . Le tube débitera de 10 à 20 millis ou de 30 à 40 avec luminescence proportionnelle (rouge orangée pour le néon). La choix du point de fonctionnement n'est pas indifférent car on sait que les *sensations* physiologiques — et en l'occurrence visuelles — varient selon le logarithme de l'excitation. Pour l'exemple adopté



$\frac{20}{10} = 2$ soit au carré 4, alors que

$\frac{40}{30} = 1{,}33$ soit au carré 1,77.



On a tout intérêt à faire fonctionner la lampe au ras de la ligne verticale de départ qui est du reste, la tension d'amorçage.

LE TUBE CATHODIQUE

UN MOT D'HISTOIRE.

Inventé par Hess, le premier appareil expérimental fut construit par Braun. Il fut l'objet de perfectionnements successifs par Dufour et Chevallier, lesquels l'appliquèrent à la Télévision dès ses débuts. La fabrique de tubes à vide Cossor en construit depuis 1912 sous l'impulsion du technicien Bedford ; la Western (brevet Johnson) « sortit » le premier appareil vraiment commercial sous l'indicatif 4224.

Le tube cathodique ou oscillographe — hôte d'honneur des laboratoires de radio et d'électricité — fut d'abord exclusivement réalisé avec enceinte de gaz raréfié, mais la Télévision l'a à peu près généralisé avec vide poussé. Il a reçu ses derniers perfectionnements à la suite des travaux de Von Ardenne, le pionnier allemand de cette question, Van Der Pool et surtout l'ingénieur russo-américain Zworykin.

LES RAYONS CATHODIQUES. Si dans une ampoule fermée, on applique une tension élevée et croissante de (10.000 à 100.000 volts par ex.) rien ne se passe si l'enceinte est remplie d'air — à condition, bien entendu, que les électrodes ne soient pas à longueur d'étincelle. Si on fait le vide progressivement dans le tube, on observe une série de manifestations luminescentes, et à partir d'une pression très basse 1/100.000 de m/m de mercure), la persistance d'une fluorescence verte sur le fond de l'ampoule. En élevant la tension entre cathode et anode, le tube s'échauffe, rougit et pourrait même entrer en fusion.

On met de la sorte en évidence, un rayonnement ou plutôt un bombardement qui s'effectue *normalement* à la cathode, quelle que soit la position de l'anode. Crookes, M. Perrin entre autres, ont démontré que ce bombardement n'était autre qu'une émission de particules électriques chargées négativement appelées *électrons*.

PROPRIÉTÉS DES RAYONS CATHODIQUES. 1° Ils sont émis

perpendiculairement à la surface de la cathode et indifférents à la position de l'anode. On le vérifie en donnant à la cathode une forme de coupelle qui concentre l'émission électronique en son foyer et peut porter un morceau de platine à l'incandescence.

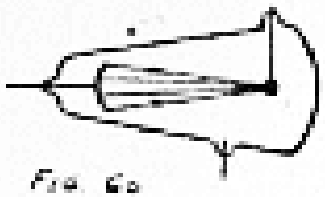


Fig. 60

2° Les rayons cathodiques se propagent en *ligne droite*. Si on interpose un objet sur leur trajet, l'ombre portée s'en découpe sur la fluorescence au fond de l'ampoule.

3° Les rayons cathodiques entraînent la *fluorescence* de la surface bombardée ; le phénomène est rendu plus sensible, jusqu'à être très visible en plein jour, lorsqu'on enduit l'écran de certains corps chimiques, comme le sulfure de zinc par exemple.

4° Les rayons cathodiques produisent des effets mécaniques, un moulinet sensible placé sur leur trajectoire tourne comme sous l'influence d'un souffle.

5° Ils sont déviés par un champ magnétique. Ce qui est mis en évidence par un simple aimant déplacé à côté de l'ampoule et entraînant, plus ou moins, la tache fluorescente.

6° Ils sont également déviés par un champ électrique.

7° Ils déposent de l'électricité négative sur les conducteurs qu'ils frappent.

De quelle nature sont les électrons, ces projectiles infiniment rapides ?... Et d'où viennent-ils ?... Dans une atmosphère aussi raréfiée qu'elle soit, il existe toujours des molécules et, parmi elles, un certain nombre qui ont perdu accidentellement leurs électrons. Elles sont donc chargées positivement ; ce sont des *ions*. Dès que la cathode est électrisée négativement, ces ions s'y précipitent et expulsent des électrons du métal de la cathode. Voici le courant électronique amorcé qui libère à son tour d'autres ions positifs, lesquels reviennent à la cathode et le circuit s'entretient de la sorte. Cette explication est en accord avec le fait que si on vide exagérément le tube, rien ne se passe et rien non plus, si l'enceinte est remplie d'air. Dans le premier cas, il n'y a pas assez d'ions moléculaires et dans le second, leur trop grande quantité, étouffe toute tentative de libération électronique. De plus, Lenard a bien prouvé l'existence de ces rayons positifs constitués par le mouvement des ions. On les observe dans une ampoule de Crookes dont la cathode est ajourée ; derrière les trous apparaît une luminescence faible due au passage des ions qui dépassent la cathode. Ils sont en effet déviés par un champ magnétique dans un sens opposé aux rayons négatifs ou électroniques. Leur vitesse a été mesurée à 200 km./sec., alors que le bombardement électronique est de l'ordre de 100.000 km./sec.

LE TUBE CATHODIQUE. Il découle de l'ampoule à ionisation,

mais comporte une cathode capable de produire elle-même les électrons sans être sollicités par le contre-courant ionique. On la revêt en effet de sels alcalino-terreux (oxyde de strontium ou plus généralement de baryum) qui à chaud commencent à perdre leurs électrons et à l'incandescence fournissent l'intense bombardement désiré. On n'est donc plus obligé d'élever la tension anodique jusqu'à des dizaines de milliers de volts et on peut pousser le vide aussi loin que possible ce qui, on le verra plus loin, offre des avantages.

Dans le tube à ionisation ou tube à gaz, il s'établissait un courant dans le circuit extérieur cathode anode qui était uniquement alimenté par les électrons *secondaires*, c'est-à-dire détachés des parois par le choc de l'émission cathodique. Ce courant du reste très faible dans le tube à gaz est primordial dans les lampes de T.S.F. Comme il n'offre aucun intérêt dans le tube cathodique à vide, on s'efforcera au contraire de tout faire fonctionner en « électrons perdus », c'est-à-dire au seul profit du pinceau émané de la cathode. Il faut *concentrer* ce rayon car les électrons de par leurs charges négatives, ont tendance à se diffuser, se repousser les uns les autres. Il faut également rendre le faisceau filiforme et en obtenir le déplacement dans les deux plans horizontaux et verticaux.

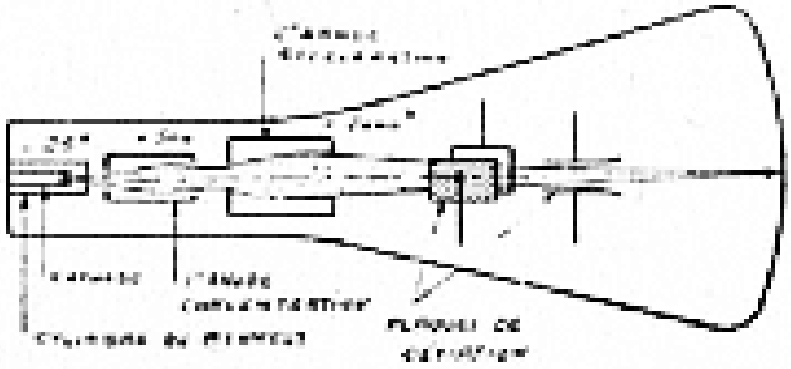


Fig. 67

On arrive ainsi à l'architecture du tube cathodique composée de :

1° Une *cathode* incandescente avec pastille autogénératrice d'électrons. Cette dernière de surface très réduite en vue du résultat final qui est un spot punctiforme.

2° Un *cylindre* dit de *Wehnelt* qui joue le rôle de grille polarisée négativement par rapport à la cathode et qui recevra les influx électriques variables en rapport avec les luminosités de l'image. Ce cylindre de Whenelt chargé d'électricité plus ou moins négative s'oppose peu ou beaucoup à la sortie des électrons en provenance de la cathode. Il règle donc ou *module* le débit du tube et pour une certaine tension négative, il peut même l'annuler complètement.

Le cylindre de Wehnelt percé d'un petit trou a comme fonction accessoire d'amincir ou diaphragmer le faisceau électronique, en même temps que, concentrique à la cathode, il la protège contre le retour destructeur des ions (car il en subsiste, quel que soit le degré de vide réalisé dans l'ampoule.)

3° Une première *anode dite de concentration* qui agit par son champ électronique et rassemble le faisceau d'électrons tout en développant sa vitesse initiale.

4° Une deuxième *anode dite d'accélération* portée à un potentiel très élevé ; elle achève le regroupement en fuseau des rayons cathodiques et leur donne un supplément considérable de vitesse.

Ces deux anodes dénommées souvent *gun* ou *canon* ont été comparées à un système optique de lentilles convergentes agissant sur le faisceau électronique comme le verre sur les rayons lumineux. Dans certains tubes, mais rarement, elles sont remplacées par des bobinages magnétiques extérieurs qui jouent le même rôle, mais plus délicatement réalisables, de concentration et d'accélération.

5° A la sortie des anodes, il faut se rendre maître du pinceau cathodique qui, autrement se centrerait dans l'axe immuablement et sans profit. On le réalise soit par une double paire de *plaques dite de déviation*, soit par un équipage extérieur de solénoïdes créant un champ magnétique.

Les plaques de déviation ou *déflexion* se trouvant dans les deux plans perpendiculaires : lorsqu'on leur applique une tension, la première paire dévie le pinceau électronique dans le plan vertical et la seconde dans le plan horizontal. On voit immédiatement que ce système sollicité aux allures vertigineuses exigées par la télévision va permettre de *balayer* le fond du tube (ou écran) horizontalement ligne par ligne et verticalement lorsqu'il faudra changer de lignes et d'image.

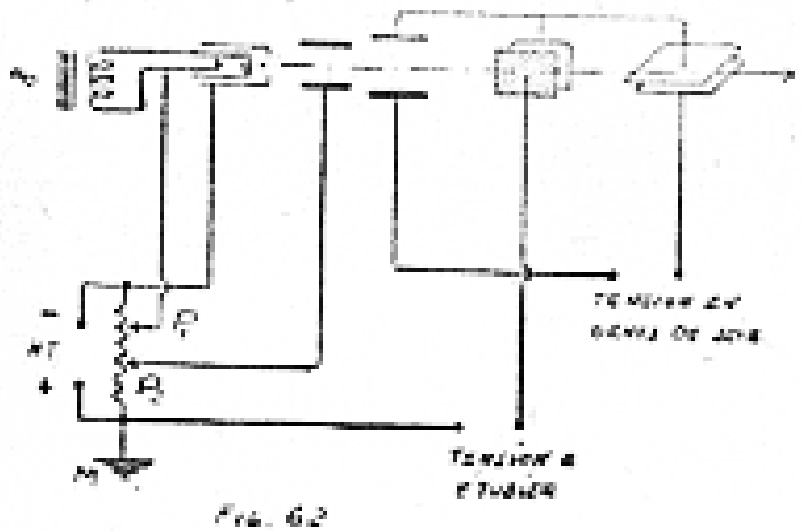


FIG. 62

Schéma de principe d'un oscillographe. La fig. 62, donne une première idée du montage d'un tube cathodique. Il s'agit en l'espèce d'un appareil de laboratoire où la première paire de plaques déflectrices reçoit une tension, une oscillation périodique dont on veut connaître la forme et les caractéristiques. Supposons qu'il s'agisse du simple courant alternatif du secteur à 50 périodes ; si on laisse tranquilles les plaques de déviation horizontales, le pinceau cathodique et par suite le spot sur l'écran sera animé d'un simple mouvement vertical et linéaire sans grande signification. Si au contraire, on imprime aux plaques horizontales, une tension périodique sensiblement synchrone (de même fréquence) que la tension alternative à

Fig. 63

analyser le spot lumineux tracera une courbe fermée sur elle-même (fig. 63) donnant une image précise et concrète du phénomène. Cette tension auxiliaire est généralement empruntée à un *thyratron* (voir p. 60) ou tube à ionisation dont la décharge intermittente peut précisément être commandée par l'oscillation en étude.

Le schéma ci-contre indique que la cathode est chauffée en courant alternatif brut sans filtrage et que la pastille d'émission bien qu'indépendante du filament lui est relié électriquement. Un potentiomètre P1, permet de prendre la tension négative du Wehnelt, un autre P2, règle la tension positive de la première anode. La haute tension est à la masse et il en est de même de l'écran chargé positivement qui se trouve sensiblement à la tension de l'anode la plus élevée. Cette précaution évite tout danger pour l'observateur toujours très voisin et en contact facile avec l'écran.

L'ÉCRAN

L'ÉCRAN. *Couleur de la fluorescence.* La qualité des résultats obtenus dépend de la *brillance* et de la *couleur* du spot projeté sur le fond du tube.

Une autre caractéristique de l'écran fluorescent est la *constante de temps* ou persistance lumineuse plus ou moins longue après que le spot a quitté le point observé. Toutes ces qualités dépendent de la nature de l'enduit chimique qui est appliqué après revêtement préalable d'une couche de silicate de soude.

Du corps employé dépend la couleur, et si celle-ci n'a qu'une importance secondaire dans l'oscillographe de mesures, il en est différemment pour la télévision. Le vert n'y est pas indiqué bien qu'il frappe l'œil dans sa gamme de meilleure sensibilité ; pas davantage le bleu, bien que très actinique c'est-à-dire favorable à la photographie. Les écrans à trace rouge sont également intéressants pour l'observation des phénomènes transitoires grâce à l'inertie des impressions rétiniennes.

Le blanc brillant que l'on trouve maintenant dans tous les Téléviseurs n'a pas été obtenu d'emblée et les premiers spectateurs se rappellent les écrans verdâtres, beiges, sépia et à une époque plus récente les teintes bleu pâle et vieil ivoire qui se rapprochaient déjà beaucoup du blanc.

On trouvera ci-dessous quelques composés chimiques et leur couleur de fluorescence.

Sulfure ou oxyde de zinc	vert
Sulfate ou fluorum de calcium	vert intense
Tungstate de calcium ou de cadmium	bleu
Bromure ou sulfate de baryum	bleu
Sulfure de zinc + sel de manganèse	orangé
Sulfure de calcium + sel de manganèse	beige
Sulfate de calcium	rouge
Sulfate de magnésium + sel de manganèse	rouge cuivré
Azotate et acétate de chaux	jaune vert
Sulfate de sodium	jaune intense
Fluorure de calcium	violet

Sulfate de strontium	violet cuivré
Sulfate de zinc	blanc brillant

En outre par un mélange convenable, on peut obtenir des teintes différentes mais qui sont variables suivant la tension appliquée. C'est ainsi que le *Tungstate de Cadmium*, qui donne du bleu clair pour une faible tension anodique, mélangé avec du *phosphate de zinc* lequel est rougeâtre dans les mêmes conditions donne finalement du blanc pour les tensions de 600 à 2.000 volts.

D'après Von Ardenne on lira ci-dessous des chiffres de *brillance* de quelques matières fluorescentes. Les indications sont données en bougies (Hefner) par watt.

Sulfure de Zinc et de Cadmium.....	jaune	1,60 bougie
Sulfate de Zinc	blanc/vert	0,86 —
Wolframate de Calcium.....	bleu	0,23 —
Silicate de Manganèse.....	rouge	0,15 —

Beaucoup de ces enduits ne sont pas uniquement fluorescents mais encore *phosphorescents*, c'est-à-dire que l'impression lumineuse persiste après le passage du faisceau cathodique pendant un temps qui peut aller de quelques microsecondes à quelques secondes. Dans l'ensemble cette constante de temps lorsqu'elle est légère, est favorable en ce qu'elle se conjugue avec l'inertie de l'œil. Elle est indispensable dans l'observation de phénomènes oscillatoires à longue période (en B F radio par exemple) mais au contraire nuisible dans quelques applications spéciales : enregistrement sur film, projection sur tambour à miroirs, etc...

En dehors de ces caractéristiques du tube cathodique, il ne faut pas oublier *l'étalement* plus ou moins important de l'impact lumineux. C'est l'excitation des points voisins qui deviennent fluorescents par contact, phénomène nuisible à la netteté de l'image.

La *conductibilité* de l'écran qui doit évacuer sans arrêt le torrent d'électrons qu'il reçoit. Cette caractéristique essentielle pour la durée du tube sera mise en échec toutes les fois qu'une fausse manœuvre entraînera un spot trop intense et trop peu mobile. Son arrêt prolongé déterminerait même une détérioration grave, voire la fusion irrémédiable de l'ampoule.

Photographie de l'écran fluorescent. Ceux qui, très provisoirement n'auraient pas encore vu de télévision ou Télécinéma, sur écran moyen se feront une idée de la luminosité d'une photographie instantanée devenue possible et même courante.

Le problème tenté à des fins radiologiques par Lomon et Comandon avait donné des résultats sous réserve que la fluorescence d'écran soit convenablement choisie, ou rouge pour la rémanence optique propre à cette couleur, ou bleue pour son influence actinique parti-

culière. Ils opéraient avec un objectif d'ouverture F = 1,55 et les temps de pose de 1 à 2 secondes étaient nécessaires.

En télévision où le spot ne s'attarde sur un point guère plus de 1/400.000e de seconde et où l'image moderne définie à 455 lignes est

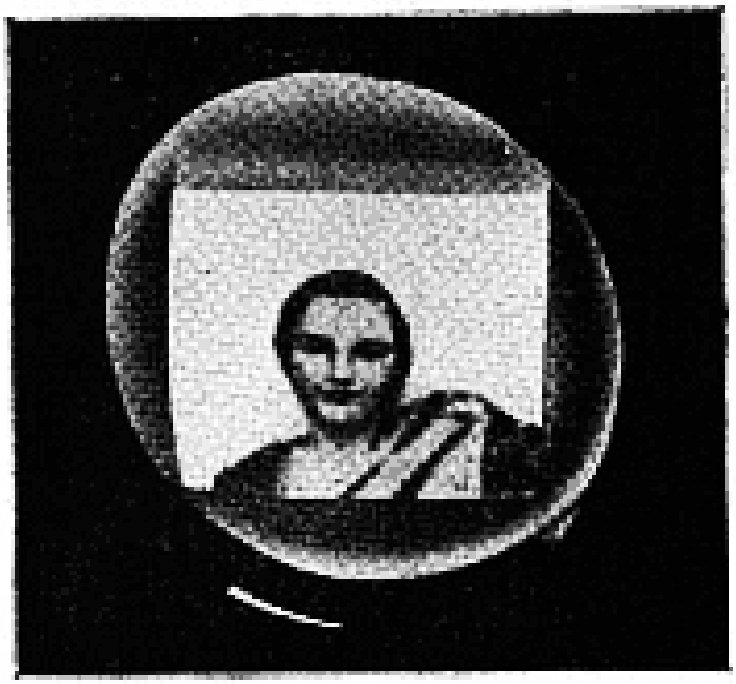


Fig. 64

unitairement moins lumineuse (à totalité d'éclairement) qu'une image de 180 ou 60 lignes ; dans ces conditions difficiles, il a fallu recréer une optique de toutes pièces. On la doit à M. George Djian qui en 1936, présentait à l'Académie des Sciences, une caméra propre à filmer les écrans fluorescents d'oscillographes et de Téléviseurs. Le système comportait un groupe de lentilles dont l'une à courbure asphérique, donnait une ouverture maximum de F = 0,53. Les films pris en laboratoire et projetés à vitesse normale ou au ralenti se sont montrés de qualité très normale et cette digression, en soulignant la brillance élevée de la Télévision actuelle ; laisse entrevoir l'intérêt scientifique et pédagogique de ces reproductions.

FABRICATION DES TUBES CATHODIQUES

FABRICATION DES TUBES CATHODIQUES. Tous les récepteurs de télévision comportent maintenant un tube cathodique dont les diamètres s'échelonnent entre 7 et 40 cm. C'est dire que le marché naissant en réclame de grandes quantités qui viennent s'ajouter aux besoins industriels déjà nombreux. On les utilise en effet :

En T.S.F. (oscillographe cathodique) pour toutes sortes de mesures, les caractéristiques de lampes ; celles des récepteurs, des microphones, des haut-parleurs, l'alignement des postes, etc...

En électricité pour le sondage des câbles, l'étude des pertes, la mesure des diélectriques. En médecine pour tous phénomènes périodiques, dont les cardiogrammes. En acoustique, balistique, météorologie mécanique, etc...

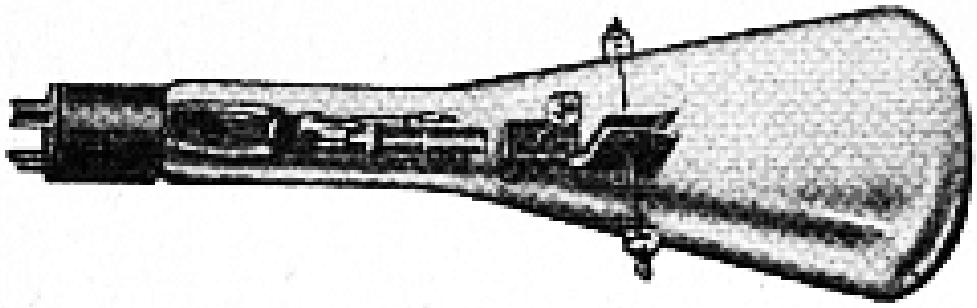


Fig. 65

Il peut donc être utile de connaître très sommairement comment se fabriquent les tubes ; on y trouvera naturellement beaucoup d'analogie avec les lampes de T.S.F.

Détail des opérations.

1° **Préparation des pièces détachées,** brasure, découpage, emboutissage, agrafage des électrodes, savoir : cathodes, Wehnelts, anodes et plaques déflectrices — recuit des électrodes, fabrication de l'ampoule, du pied de montage, des perles de verre.

2° **Montage à la chaîne,** mise en place et fixation par soudure électrique des éléments.

3° **Préparation de l'ampoule,** confection de l'écran et de l'anode métallisée ou revêtement conducteur sur les parois permettant le retour des électrons d'écran. Le tube est ensuite essayé avec une forte surpression. Il faut en effet penser que les tubes cathodiques entièrement privés d'air recevront de l'extérieur une pression qui peut atteindre 1.200 kg., étant donnée la surface des grands modèles.

4° **Scellement.** Après que l'architecture interne, a été terminée sur les bancs de montage, elle est soudée à l'ampoule qui tourne sur son axe, tandis qu'une série de chalumeaux, amollissent et rapprochent les parties de verre jusqu'au scellement total de l'ensemble. Une ouverture est toutefois dégagée, dans laquelle passe un petit tube de verre ou queusot qui servira à faire le vide.

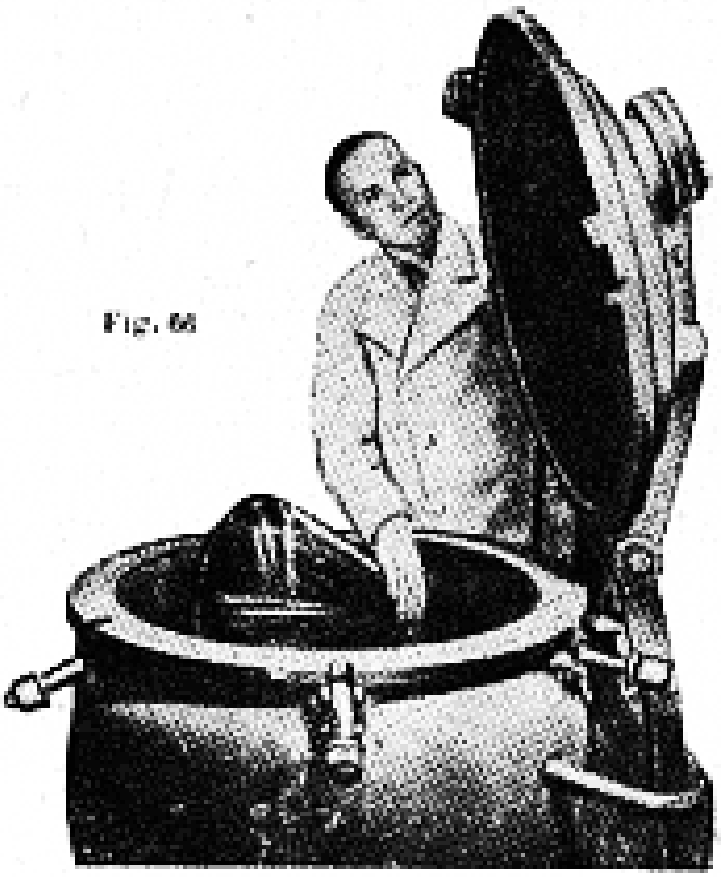


Fig. 68

5° **Pompage.** Le vidage d'air est assuré progressivement par plusieurs pompes automatiques. Pendant ces opérations, des bobines annulaires traversées par un courant à haute-fréquence, viennent encercler la partie cylindrique du verre et portent les électrodes à très haute température pour en extraire les gaz occlus.

Vers la fin du pompage, une pastille de *Getter* (sels réducteurs, de magnésium notamment) est volatilisé de l'extérieur et se combine avec les dernières traces de gaz qu'elle réduit.

6° **Culottage,** assemblage à l'ampoule du culot porte-broches.

7° **Traitement électrique et essais.** Mise des électrodes sous tensions supérieures à celles d'emploi ; ce forçage particulier de la cathode développe (active) ses propriétés émissives. Des essais statiques et dynamiques sont ensuite effectués concernant : le courant d'anode

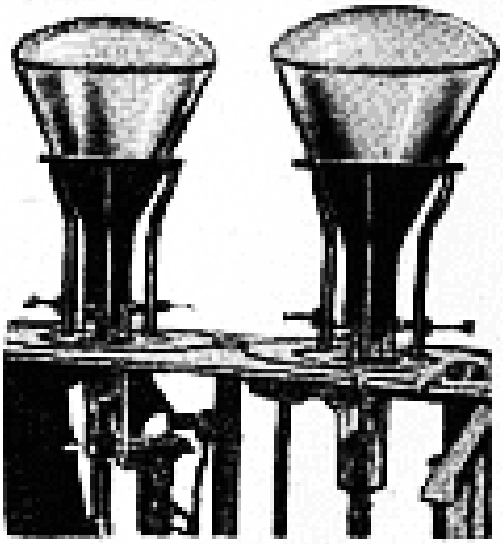


Fig. 47

en micro-ampères, la déflexion électrique, la sensibilité en m/m/v., la déflexion magnétique en mm/G, les capacités entre W et masse : entre déflectrice d'une paire, entre déflectrice et masse.

D'autres tests sont assurés relatifs à la coloration de l'écran, l'homogénéité de l'enduit (déjà vérifiée avant montage) sa constante de temps ou retard à la phosphorescence, etc... Si par aventure — et c'est relativement fréquent — une des caractéristiques est défaillante, le tube est rejeté, bien qu'il vaille déjà suivant les calibres, plusieurs centaines ou milliers de francs.

LES OSCILLATIONS DE RELAXATION.

LE THYRATRON OU MULTIVIBRATEUR. On a vu que le pinceau cathodique de l'oscillographe resterait invariablement fixé en un point de l'écran si les plaques de déviation, ou déflexion ne lui imprimaient chacune dans son plan les déplacements extrêmement rapides exigés pour le balayage de l'écran. Rien n'évoque mieux ce double mouvement de va-et-vient que le dessin (fig., 68) emprunté à Toute la Radio où l'on voit 4 personnages tirant deux à deux sur la trajectoire électronique. Cette comparaison est au surplus tout à fait exacte, quand, au lieu de plaques, la déflexion est commandée par des bobines magnétiques qui agissent en un même point. Pour réaliser ce double entraînement périodique, il suffit d'appliquer sur chaque paire de plaques, une tension croissante et l'interrompre brusquement en fin de ligne et en fin d'image. Cette différence de potentiel qui croit et retombe est appelée *tension en dents de scie* et on l'obtient à l'aide d'un tube à gaz ou *thyratron*. C'est une lampe à atmosphère raréfiée d'un gaz neutre, primitivement conçue avec deux électrodes seulement et à laquelle on a adjoint une grille dont on verra un peu plus loin la fonction. Le montage d'un thyratron est effectué selon le schéma fig. 69 et comporte un condensateur C qui se charge à travers une résistance R. Quand la tension aux bornes de C (qui est la même qu'entre filament et plaque) atteint une certaine valeur, les molécules incomplètes ou positives (ions) de l'ampoule deviennent conductrices et la décharge du condensateur s'effectue brusquement avec luminescence. Cette ionisation du tube est assimilable à un véritable court-circuit qui cesse lorsque la tension aux bornes de C est retombée à zéro et recommence

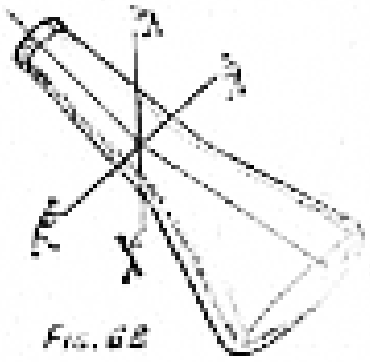


FIG. 68

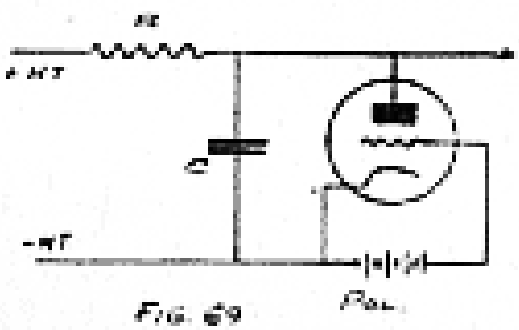
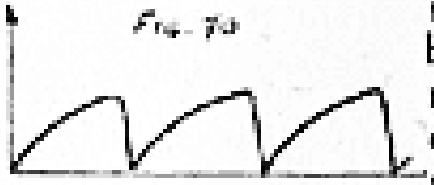
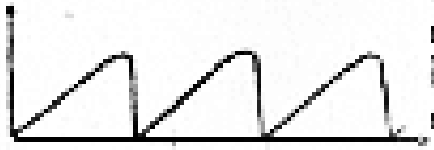


FIG. 69

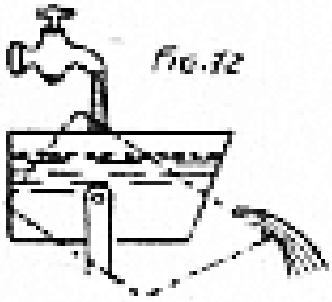
dès que sa valeur optimum est revenue. La durée de charge est égale à C R.

La grille en recevant une polarisation négative variable permet de régler le point de décharge du thyratron et ainsi d'en synchroniser le rythme avec une oscillation extérieure. La fig. 70 montre que l'élévation progressive de la charge dans le condensateur s'effectue selon une courbe alors qu'un balayage correct, c'est-à-dire à interlignage régulier exige une variation aussi linéaire que possible. Parmi des procédés plus compliqués, dont celui de Cossor, on est arrivé à une élévation de tension suffisamment droite (fig. 71) en remplaçant tout simplement la résistance R par une lampe diode. Le courant ne pouvant dépasser celui de saturation de la valve, la charge du condensateur en est régularisée d'autant.





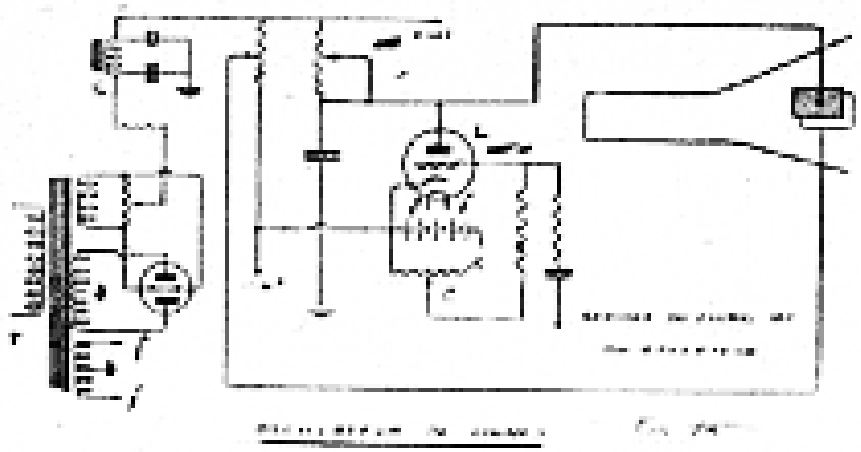
Ces oscillations apériodiques ou si l'on veut inharmonieuses bien qu'à fréquence régulière, sont nombreuses dans la nature. Le Dr Van der Pool en a étudié les cas tels que : le marteau pneumatique, les battements d'un robinet déréglé, le glissement saccadé du doigt arc-bouté sur la vitre, la vibration d'une porte qu'on ouvre en forçant, le grincement de la craie sur le tableau, le flottement du drapeau dans le vent, sans compter les battements du cœur et même le retour périodique des épidémies. On aura une idée très voisine du condensateur chargé lentement et qui se vide brusquement, en se rappelant la « bâche » servant de compteur à eau (fig. 72) qui se renverse d'un seul jet, lorsque les ultimes gouttes ont rompu l'équilibre. Ainsi agissent deux thyratrons dits « oscillateurs base de temps » qui l'un et l'autre se déclanchent sous une fraction des tensions horizontales de ligne en ligne, et verticales d'image en image.



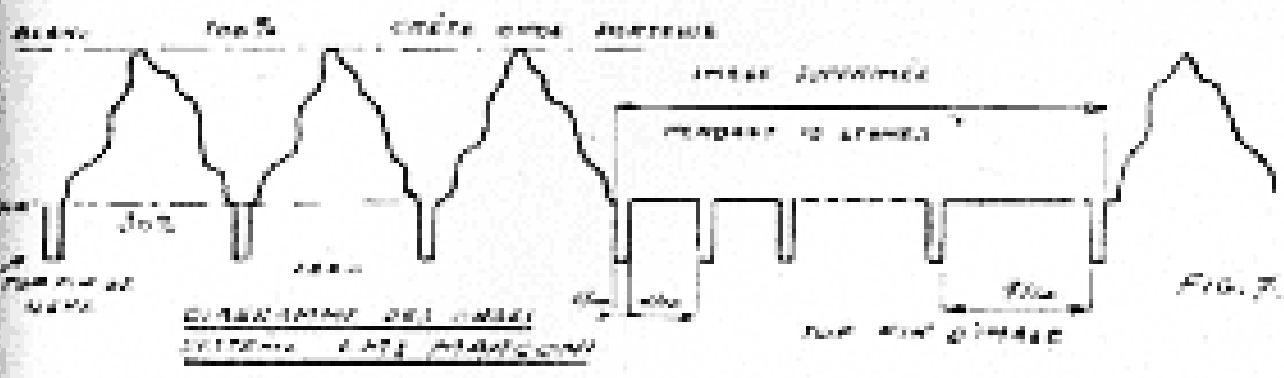
SYNCHRONISATION

SYNCHRONISATION. Ces tensions en dents de scie, n'ont ainsi pas d'autre but que d'assurer les balayages de lignes et d'images en concordance rigoureuse de temps avec l'émission. Cette intervention est facilitée car le thyratron n'a pas besoin d'une action additionnelle exactement synchrone à l'oscillation incidente mais d'une fréquence qui s'en rapproche. Il suffira ainsi de détourner une faible partie de la fréquence périodique et de l'appliquer à la grille du tube. Cette tension additive suivant son intervention un peu en avant, ou un peu en retard de la tension de relaxation, déplacera d'autant la décharge du tube c'est-à-dire le rappel du spot à son point de départ ; tel est le problème de la synchronisation.

Ajoutons que les appareils de télévision ne se contentent plus de la simple triode à gaz, dont le régime maximum était limité par le temps non négligeable de *désionisation* et qui dans les meilleures conditions ne dépassaient pas 30 à 40.000 périodes par seconde. On a recours maintenant à des générateurs « base de temps » équipés avec tubes à vide et réalisant des tensions en dent de scie de 100.000 périodes/sec. La fig. 73 donne une disposition simplifiée avec T = transformateur d'alimentation, S = self de filtrage, FF = chauffage du filament, L = thyratron, C = curseur faisant varier la polarisation de grille.



Pour imposer aux bases de temps, cette fréquence additionnelle,



on incorpore à l'onde porteuse des oscillations de forme rectangulaire dont la modulation est négative (en dessous du noir) et qui par un intervalle court déclanchent le top de ligne ou par une succession de tops (suppression de l'onde porteuse) déclanchent la fin d'images.

MODULATION DE LA LUMIÈRE

A VITESSE VARIABLE. Les systèmes de télévision qui de nos jours ont prévalu, utilisent tous pour définir l'image en tant qu'intensité lumineuse, les variations du spot plus ou moins chargé en électrons donc plus ou moins fluorescent sur l'écran.

Un autre système aussi ingénieux et peut-être plus simple a tenté au début les chercheurs et fait l'objet d'une belle réalisation de la part de MM. L.H. Bedford et O.S. Puckle. A défaut d'une application commerciale actuelle, il est bon de le citer, car il n'est pas dit que la Télévision à venir ne lui empruntera pas un jour de nouvelles performances.

Il s'agit d'un balayage à intensité de spot constante mais vitesse de déplacement variable : le rayon analyseur séjourne moins longtemps sur les régions grises ou noires. La vitesse du spot récepteur étant à chaque instant identique à celle de l'analyseur, le problème du synchronisme de ligne ne se pose plus, ce qui est un gros avantage.

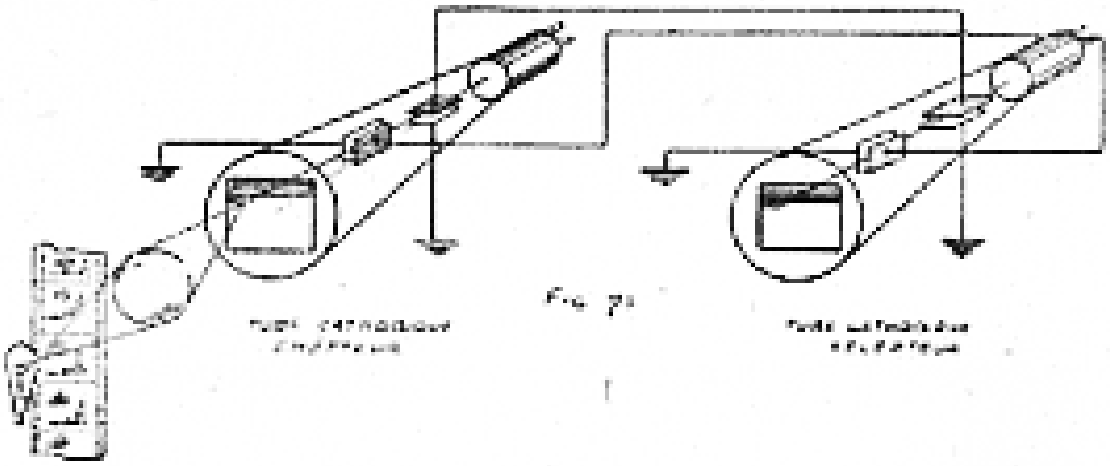


Fig. 7

D'autres caractéristiques sont également intéressantes : 1° synchronisation plus facile d'image et cadrage automatique, 2° suppression de la modulation du spot ou tout au moins forte réduction, car les auteurs ont tenu à lui laisser une certaine variation dite « intensification d'image », 3° meilleur éclairement de l'image et concentration des détails dans les parties claires, ce qui est avantageux.

Le principe est de moduler le signal non par le flux électronique qui

définit l'image mais par sa vitesse de déplacement qu'on rend proportionnelle à la luminosité des différentes parties explorées. On voit sur la fig. 75, comment les auteurs ont mis en action leur procédé à une retransmission de cinéma par double fil et terre.

Du côté émetteur, on applique d'abord aux plaques de déviation des tensions uniformes de relaxations qui entraînent un balayage normal du fond du tube cathodique. On n'y observe à cette phase qu'un rectangle fluorescent d'une brillance blanc absolu et uniforme. Si par une lentille on projette cette lumière, ou plus exactement, le spot mobile sur un film de cinéma, on recueille de l'autre côté un rayon lumineux plus ou moins intense suivant les parties claires ou sombres du film traversé. En faisant agir ce rayon variable sur une cellule photoélectrique, on obtient un courant modulé proportionnel, lequel est reporté sur les plaques de déviation horizontales et de ce fait active ou freine le balayage de ligne. Le spot se déplace alors rapidement dans les parties sombres, s'attarde dans les parties claires et fait apparaître sur l'écran la reproduction exacte du film. Quand le spot se trouve en bas et à droite de l'image, il remonte brusquement en diagonale en haut et à gauche pendant que simultanément l'image suivante du film se met en place selon le mouvement saccadé habituel.

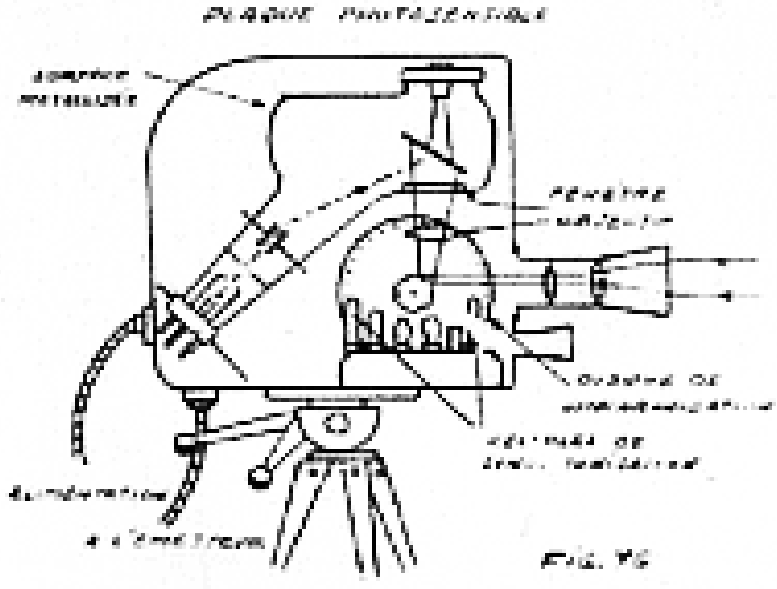
D'après la fig. 75, le tube cathodique émetteur est en liaison par fil et terre avec un oscillographe récepteur ; les plaques de déflexion jumelées entre elles. Celles du récepteur reçoivent donc des différences de potentiel égales à celles de l'émetteur et il en résulte une fidèle reconstitution de l'image. Von Ardenne a réalisé un système de télévision de ce genre, à transmission par onde hertzienne transportant deux fréquences sur une seule voie.

Bedford et Puckle ont simplifié l'émission en limitant le signal à la seule fréquence de lignes et lui incorporant à chaque fin d'image un « top » de synchronisation. Les avantages du dispositif sont donc, outre la suppression d'une délicate modulation du spot, l'élimination du synchronisme horizontal et à oscillographes semblables, un meilleur éclairement des images. Le faisceau cathodique récupère en effet une partie de la vitesse et du temps de séjour dans les surfaces sombres, au profit des surfaces claires qui sont de la sorte plus finement détaillées.

LE TÉLÉPANTOSCOPE

LE TELEPANTOSCOPE. Dispositif à balayage oscillographique sur une seule *ligne horizontale*, la définition en hauteur étant assurée par le déplacement propre de l'image. Conçu par l'ingénieur italien Arturio Castellani c'est une caméra relativement simple faite pour la télévision et surtout le télécinéma.

Il se compose d'un cylindre de verre à parois métallisées et auquel sont raccordés deux tubes portant l'un, une électrode en liaison avec une plaque photosensible, l'autre un tube cathodique ordinaire avec cathode, grille de Wehnelt, double anode et plaques de déviation classiques. Sous l'influence des oscillations, le spot balaie la plaque suivant une seule ligne horizontale. Quand il s'agit de Télécinéma à transmettre, le film se déroule devant l'objectif à la cadence ordinaire de 25 vues à la seconde ; le spot n'est donc pas sujet à parcourir l'image en hauteur par lignes successives.



TÉLÉPANTOSCOPE POUR PRISE DE VUE DIRECTE

Pour la prise de vue directe, il a fallu recréer ce déplacement vertical, ce que Castellani a résolu très heureusement par un simple tambour polygonal comportant un petit nombre de miroirs projettant 25 images/sec. sur l'objectif correcteur. Dans les deux cas les variations lumineuses sont transformées en variations de courant et transmises de la plaque photo-sensible à un amplificateur à lampes, puis de là à l'émetteur.

Le synchronisme est assuré par un moteur entraînant un disque perforé et deux cellules photoélectriques sur lesquelles viennent agir les pinceaux lumineux passant à travers les fentes du disque. Dans le cas de Télévision sur sujet direct le tambour à miroirs est axé par simplification sur le disque de synchronisation.

L'ICONOSCOPE

L'ICONOSCOPE. C'est un véritable œil électrique à cellules multiples comparable à l'œil à facettes des insectes. En permettant de recevoir et transmettre plus de 1.000 fois plus de lumière que les procédés optico-mécaniques antérieurs, on peut dire que l'Iconoscope a fait faire le plus grand pas à la Télévision depuis 15 ans.

Ce ne fut évidemment pas une invention de toute pièce, mais son principal animateur est sans conteste l'ingénieur américain Zworykin. Le principe de l'appareil est une mosaïque photosensible composée par une lame mince de mica enduite sur une face d'une couche d'argent et sur l'autre d'une multiplicité de sphérules métalliques déposées par voie chimique. Ces boules sont enduites de Caesium sensible à la lumière et transformées ainsi en une multitude de cellules photoélectriques doublées de condensateurs dont le mica serait le diélectrique et l'armature *inférieure* serait l'émulsion d'argent.

FIG. 77

Sur cette cathode photosensible, on projette l'image par un objectif exactement comme sur une plaque photographique. La lumière impressionne chacun de ces minuscules condensateurs et les libère d'un nombre d'électrons proportionnel à l'éclairement de chaque point.

FIG. 78

Pour explorer l'image, il suffira de la balayer avec un pinceau électronique dont l'action déchargera successivement chacun des éléments photoélectriques élémentaires et grâce à une résistance R se transformera en différences de potentiel variables et proportionnelles à la luminosité des éléments.

Ces tensions sont communiquées à la grille d'une lampe amplificatrice et de là à l'émetteur. Ces tensions sont faibles, elles ne dépassent pas 0,001 volt ; il faut donc les accroître de 1.000 fois au minimum pour obtenir une modulation utilisable de 1 volt.

L'avantage énorme de l'Iconoscope est que chaque cellule élémen-

taire continue de se charger sous l'impression de l'image, après le passage du rayon cathodique. La mosaïque en totalité exposée mais balayée à chaque instant en un seul point continue d'emmagasiner des charges électroniques sur tous les points de sa surface. Ces charges ponctuelles seront dégagées au passage suivant du pinceau et ainsi de suite.

La sensibilité du système arrive de la sorte à être des milliers de fois supérieure aux dispositifs mécaniques où le temps d'exposition se bornait au passage du rayon lumineux. Dans une roue de Nipkow par exemple agissant sur une cellule photoélectrique de 10 μ/ampère par lumen, il ne pouvait être dégagé en chaque point que 60 électrons environ, soit une énergie insuffisante pour commander un amplificateur quelconque. Cette faiblesse congénitale des procédés optico-mécaniques se conçoit facilement en prenant par exemple une définition de 100.000 points ou d'éléments d'image. A la cadence de 25 images-sec., chaque point ne sera exposé que 1/2.500.000e de seconde.

Dans l'iconoscope à mosaïque au contraire, et bien que la sensibilité soit limitée par le diamètre du spot, guère inférieure à 0,2 mm., le temps d'exposition est le même que celui des films cinématographiques, c'est-à-dire de l'ordre de 1/100e de seconde dans les cas extrêmes. Sans doute ce merveilleux œil électrique, n'a pas été mis au point sans de sérieuses difficultés et Zworykin a dû résoudre entre autres, deux oppositions de principe. L'une dans le fait que les cellules élémentaires ayant perdu des électrons sous l'influence de la lumière sont chargées positivement, alors que le rayon cathodique non seulement les neutralise, mais encore leur donne une charge négative. Ce phénomène se complique d'émission secondaire et il a fallu tâtonner pour donner à la photocathode une tension d'équilibre (de l'ordre

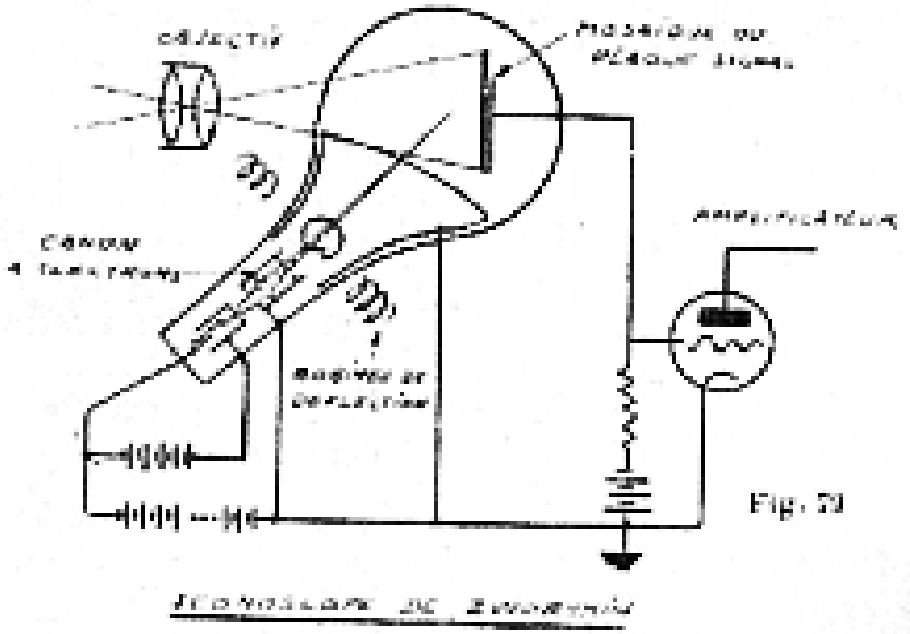


Fig. 79

de — 0,8 volt dans l'obscurité) de telle sorte que les deux agents consé-

cutifs : lumière et pinceau cathodique laissent finalement après leur passage, l'élément dans une position neutre.

Un autre inconvénient est la charge positive globale prise par l'ensemble de la plaque sous l'influence de l'image totale. Ce courant varie quand l'image s'anime mais les variations sont lentes — de l'ordre de la succession des vues — et l'amplificateur est réglé de telle sorte qu'il reste insensible à une fréquence de 25 périodes/sec. et en dessous.

On a vu dans l'exemple choisi que la sensibilité de l'iconoscope proportionnelle au temps d'exposition, (rémanence ou « mémoire » visuelle de la *mosaïque*), devait être 25.000 fois supérieure à celle d'un simple balayage optique. Pratiquement le rendement n'est pas de 100 %, mais de 10 % environ, ce qui laisse un gain de plus de 2.000, chiffre qui donne un courant largement suffisant pour l'amplification et a permis la Télévision extérieure en tous temps. On voit sur le schéma de principe, fig. 79 que le canon d'électrons frappe la plaque sensible suivant un angle aigu, et cette disposition est évidemment imposée par la nécessité d'une projection optique normale. Le faisceau électronique décrit donc une pyramide à base oblique et sa « trace », c'est-à-dire, l'image électronique elle-même subit une distorsion en trapèze, dite également « en clef de voûte ». Présenté de cette manière le phénomène faisait l'objet de deux corrections possibles. La première consistant à projeter sur la mosaïque une image préalablement trapézoïdale et ramenée de ce fait en rectangle par l'aberration indiquée. La seconde étant d'augmenter graduellement l'amplitude de la tension de commande horizontale (balayage de lignes) de sorte que la longueur de ligne reste constante ; on peut obtenir ce résultat en modulant partiellement la fréquence de lignes par la fréquence d'images.

En fait L. Chrétien donne une explication différente de cette distorsion appelée à tort « en trapèze ». Elle serait due à ce que les plaques de déviation alternativement positives et négatives exercent tantôt une accélération tantôt un freinage des électrons : or la sensibilité du tube dépend de la vitesse des électrons, d'où la distorsion observée en quadrilatère oblique plutôt qu'en trapèze. On y obvie en alimentant symétriquement les deux paires de plaques fig. 61 ; ce qui est valable pour l'oscillographe à plaques déflectrices, l'est également pour les caméras à commande magnétique. Elles sont en effet montées le plus souvent avec un jeu de bobines ajustées sur un noyau et dont l'avantage est d'obtenir la double commande horizontale et verticalement *en un même point.*

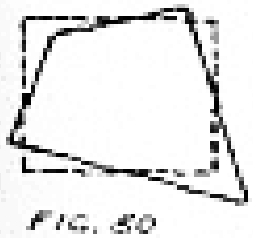


FIG. 60

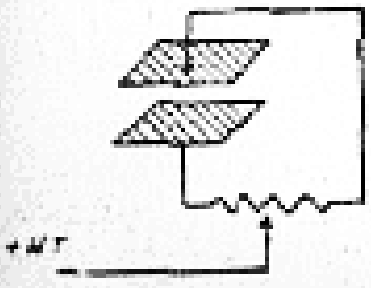
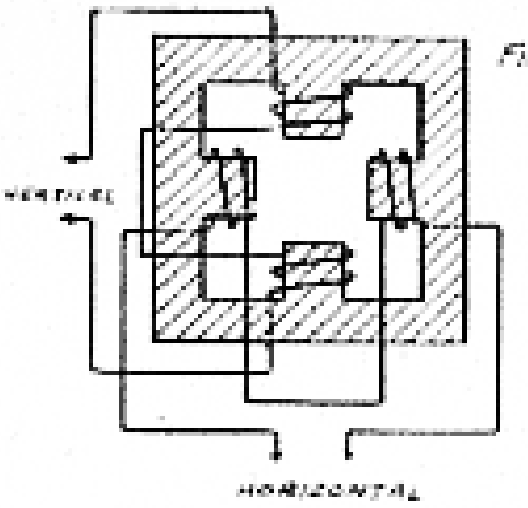


FIG. 61

Les deux bobinages sont établis sur cadre commun fig. 82 qu'on



glisse autour du col en verre de l'iconoscope ; on évite le couplage réciproque par le sens des enroulements et la disposition symétrique.

Comment est constituée la *mosaïque* ?

Pour le support diélectrique, le mica qui peut se cliver en lame extrêmement mince et régulière a fort bien résolu la question. La couche inférieure argentée n'offre pas de difficultés non plus. Pour l'enduit photosensible on est arrivé au meilleur résultat en faisant déposer dans le vide des vapeurs de caesium sur une couche d'argent. Le tout à l'échelle de l'infiniment petit qui au lieu d'une surface uniforme donne une multitude de petits globules jouant chacun le rôle de cellule photoélectrique - condensateur.

En réalité ces éléments primaires sont beaucoup plus petits que le *spot* de balayage, qui est de l'ordre de 0,2 m/m. Ceci est nécessité par les différences de sensibilité entre les sphérules. En pratique la capacité et la sensibilité moyennes d'un groupe de sphérules sont uniformes et le pinceau analyseur dégage une moyenne élémentaire. Pour perfectionner dans certains cas l'homogénéité de la photocathode et augmenter l'isolement entre cellules on a utilisé une machine à réseaux, appareil de précision qui permet de tracer un quadrillage filiforme descendant jusqu'au 1/100.000e de mm. de côté ; c'est-à-dire beaucoup plus loin que nécessaire en la circonstance.

Fig. 83

Par rapport au tube cathodique l'iconoscope ne présente par de particularités bien différentes. Le canon à électrons est constitué par un long cylindre avec 3 ouvertures annulaires jouant le rôle de *concentration* et d'*accélération* du jet électronique. La *cathode* est du type ordinaire à cratère (pastille émissive réduite) la grille est un Wehnelt normal. La seconde *anode* est cette fois un revêtement métallique s'amorçant dans le col du tube et enduisant une large surface de l'ampoule sphérique ; cette anode argentée, sous tension de 1.000 volts sert de récupérateur des électrons émis par la couche photosensible.

L'ensemble fig. 84, montre un Iconoscope de Zworykin raccordé à ses éléments de fonctionnement et indique la chaîne qui précède l'émission : préamplificateur, deuxième ampli, modulation et *étage-pilote*. Ce dernier ou Maître-oscillateur est un émetteur réduit qu'on

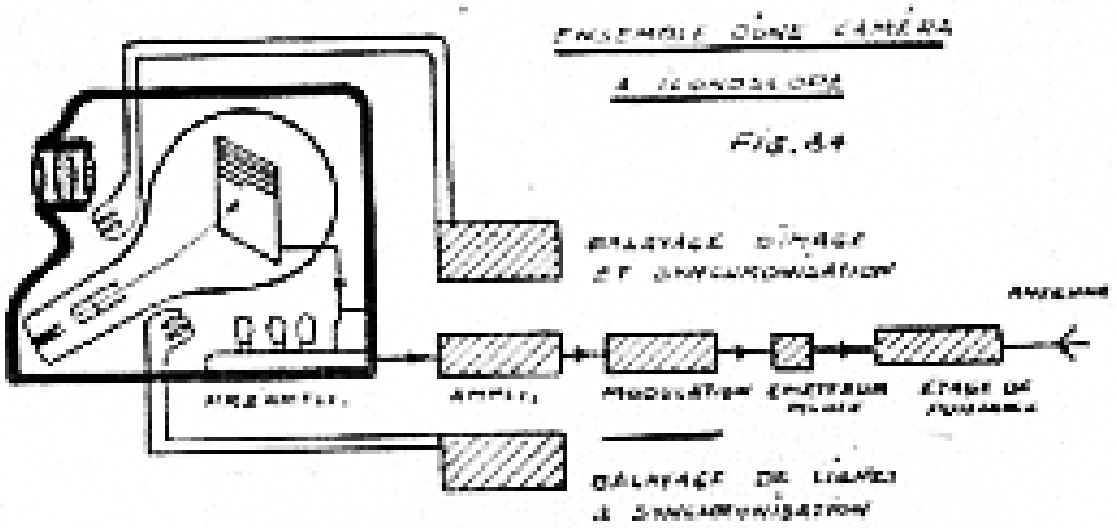


Fig. 64

peut soustraire à toute influence extérieure en vue de lui conserver une fréquence de stabilité rigoureuse ; le pilote excite finalement l'amplificateur de puissance.

PROCÉDÉ DE FARNSWORTH

PROCÉDÉ DE FARNSWORTH. Ce système d'enregistrement a été conçu en 1934. Sérieusement perfectionné depuis il est actuellement utilisé en Amérique concurremment avec le kinescope (ou monoscope). La caméra de Farnsworth diffère essentiellement du système Zworykin par sa plaque photocathode dont les cellules élémentaires ne fonctionnent qu'au moment de l'exploration et qui est par conséquent dépourvue de cette espèce de rémanence ou mémoire de charge propre à l'iconoscope.

Elle est donc beaucoup moins sensible, mais donne cependant de très bons résultats grâce à tout un dispositif magnétique de déflexion, concentration et émission secondaire (electrons multiplier).

Mis au point par les American Television Laboratories le système Farnsworth utilise à l'analyse un « dissector » d'images. En l'espèce, une photocathode de grande surface qui reçoit l'image à enregistrer et de ce fait émet en chacun de ses points un rayonnement électronique normal à sa surface et proportionnel à leur éclairement. Cette plaque photosensible donne donc à chaque instant une véritable image d'électrons dans l'espace. Chacune des trajectoires élémentaires a toutefois une faible intensité et un système magnétique de 4 bobines, donnant deux champs rectangulaires, disposés autour de cette projection spatiale peut en dévier les trajectoires une par une, et les contraindre à passer successivement par une petite ouverture d'exploration et pénétrer ainsi dans une chambre où se trouve l'anode annulaire.

Au lieu que dans le système Zworykin l'image soit balayée horizontalement et de haut en bas par un pinceau électronique, dans la caméra Farnsworth c'est l'image elle-même qui pour ainsi dire défile point par point devant un trou analyseur. Le courant recueilli par l'anode serait imperceptible mais convenablement amplifié, il traduira la luminosité de chacun des éléments.

La fig. 85 présente l'essentiel du dispositif : une *photocathode* sur la paroi postérieure du tube, faite d'une couche d'oxyde d'argent recouverte de caesium ; l'enduit photosensible rejoint graduellement une

mince couche de nickel déposée par évaporation sur la paroi intérieure du tube, elle-même en relation avec un blindage métallique percé d'un

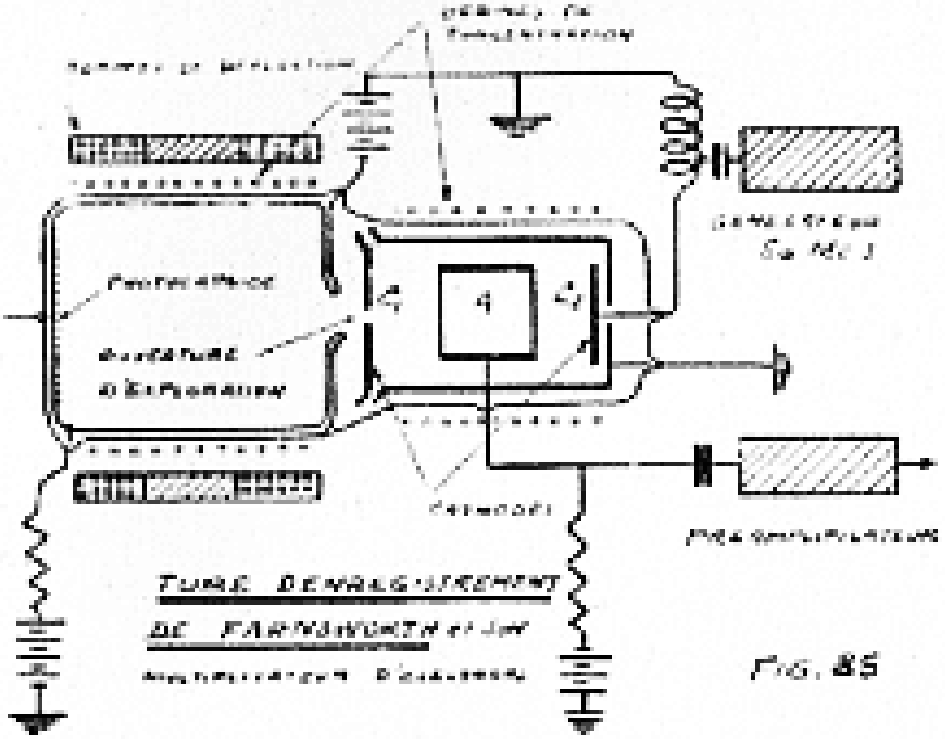


FIG. 85

avant trou antérieur à la cathode. Ce blindage reçoit en effet l'image électronique — virtuelle si l'on veut de la photocathode et c'est à son niveau que le « ramassage » électronique est opéré par les champs magnétiques. Il importe donc que cette image ne soit pas déformée et c'est le rôle du revêtement nickelé intérieur qui évacue les charges internes de la paroi et corrige la distribution irrégulière du flux magnétique.

Outre les bobinages de déflexion, le tube Farnsworth est entouré d'un solénoïde qui produit un champ de concentration axial et accélérateur de la vitesse électronique ; le réglage de commande de cette bobine agit sur la finesse de l'image.

Telle quelle, la sensibilité du système est insuffisante, au point que les scènes peu éclairées ne donnent pas un signal susceptible d'être amplifié. L'auteur du « dissecteur » a résolu la difficulté en créant un *multiplicateur d'électrons* qui fonctionne dans la chambre d'anode entre les 2 cathodes C1 et C2. Un champ alternatif y règne à très haute fréquence = 50.000.000 de périodes et projette les électrons pendant une alternance sur la cathode froide C2 — plaque photosensible à l'argent et au caesium — puis dans l'alternance contraire les renvoie sur une photocathode de même nature C1, celle même qui est percée du trou d'admission. Le bombardement de ces deux couches émissives dégage des électrons secondaires, qui vont ainsi se multipliant d'un choc à

l'autre jusqu'à réaliser un gain de l'ordre de 50.000.000 ; une différence de 50 volts existe entre ces 2 cathodes antagonistes.

L'anode annulaire se trouve elle, à un potentiel positif et réglable. Elle recueille les électrons moins rapides qui émanent de ce va-et-vient où si l'on veut de cette nuée en mouvement alternatif. Le courant anodique ainsi produit est considérablement plus grand, mais reste proportionnel aux électrons initiaux, issus du trou d'exploration.

Autour de l'amplificateur existe également un bobinage de concentration axiale, car le faisceau électronique a constamment tendance à s'ouvrir radialement (par répulsion réciproque). De l'intensité réglable de ce champ dépendra l'étroitesse du faisceau, c'est-à-dire la durée du va-et-vient et finalement la valeur de l'amplification.

LE MULTIPLICATEUR D'ÉLECTRONS

LE MULTIPLICATEUR D'ÉLECTRONS. Le Dr Zworykin à qui la Télévision est tant redevable n'a pu construire son fameux Iconoscope que grâce à un amplificateur permettant d'atteindre d'énormes proportions indispensables à transformer les microcourants imperceptibles en fractions d'ampère utilisables. Ses travaux ont marché parallèlement avec ceux de Farnsworth qui utilise également l'émission secondaire dans son dissector et avec ceux de l'Ingénieur danois : Schleimann Jensen, créateur de la lampe Renode qui est un autre multiplicateur à lentille électronique.

Les termes de lentilles, d'optique et même de distances focales si fréquemment employés dans la balistique de l'électron (voir canon de l'oscillographe cathodique) ne sont qu'une approximation comparable à la géométrie optique. En fait le cheminement électronique a ses lois distinctes et l'*incurvation* progressive d'un faisceau passant entre anodes successives — entre lesquelles règne naturellement un champ électrique, — s'explique fort bien sans assimilation à un rayon lumineux qui reste lui invariablement *rectiligne* (1).

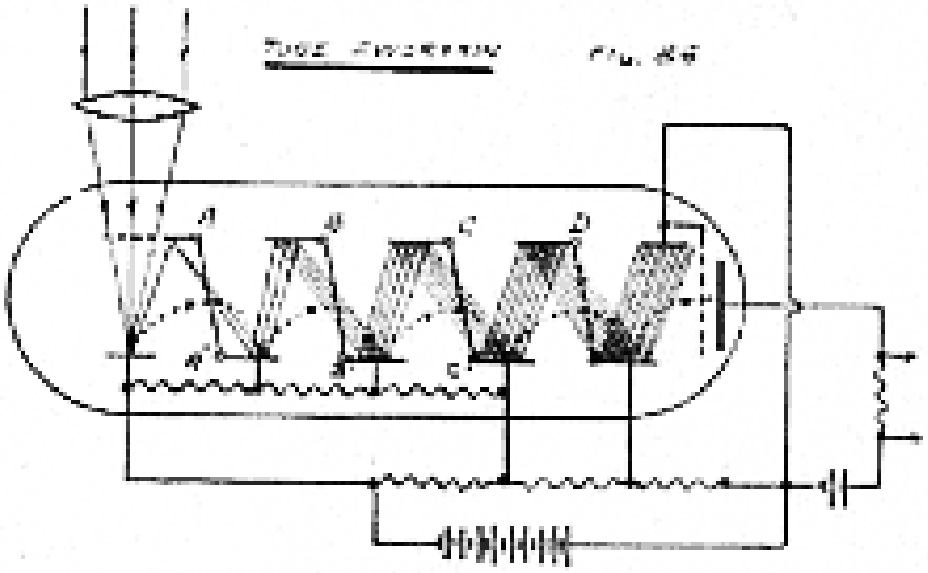
Le tube de Zworykin, l'amplificateur Farnsworth relèvent tous deux de l'*émission secondaire*, c'est-à-dire de la libération d'électrons détachés d'une électrode froide sur laquelle on projette l'émission initiale. Le phénomène, déjà connu, fut surtout mis en évidence et exploité par le physicien Hull, créateur en 1918 du *dynatron* (voir vocabulaire) utilisé comme oscillateur. L'émission secondaire fut considérée comme gênante dans la technique de la lampe de T.S.F. en ce qu'elle augmente la charge d'espace et diminue l'action de la grille sur le courant thermoionique ; à ce titre elle a entraîné la création des lampes pentodes avec grille « suppresseuse » (écran électrostatique) pour recueillir l'émission secondaire d'anode.

Dans le multiplicateur d'électrons au contraire, on part d'une cathode incandescente ou mieux d'une photocathode directement sen-

(1) *Observation.* — Cette affirmation demande un correctif car l'optique aussi a ses lois de courbure : lumière pesante et pesanteur d'attraction (Einstein), incurvation dans les milieux de réfringence progressive, mirage, etc. Les affinités entre l'électronique et l'optique ressortent nécessairement de l'unité de la nature et de la science, mais l'utilisation d'un langage pour l'autre semble avoir été en la matière une mode abusive.

sible à la lumière. Les rares électrons émis sont attirés par une plaque antagoniste à charge positive ; il s'en détache des électrons secondaires dans le rapport de 7 à 10 pour un. Ils sont à leur tour captés par une deuxième plaque de potentiel accru et ainsi d'étage en étage jusqu'à obtenir un gain de 10.000.000 et davantage.

L'intérêt de cette amplification est outre sa valeur intrinsèque, sa fidélité à suivre indistinctement toutes les fréquences et l'augmentation peu appréciable du *bruit de fond* par rapport au signal.



La fig. 86 montre un multiplicateur établi directement avec la cellule photo-électrique (plaque émissive) comme génératrice des électrons de départ... Les plaques ou cibles inférieures assurent l'émission secondaire ; elles sont reliées électriquement (liaison A A', B B,, etc.) avec les plaques déflectrices supérieures qui fonctionnent concurremment avec un champ magnétique donnant au faisceau électronique le parcours pointillé. (Le tracé rectiligne n'est indiqué que pour illustrer l'amplification) ; les tensions croissantes successives sont appliquées à l'aide d'un potentiomètre logé à l'intérieur du tube pour les premiers éléments.

Il va de soi que les cibles inférieures sont préparées pour se prêter à l'émission secondaire. On a essayé les revêtements de beryllium, de zirconium pour finalement adopter l'oxyde de caesium déposé à chaud et dans le vide sur une feuille d'argent. Le procédé ressemble à la formation de la mosaïque (microcellules photoélectriques) des caméras de télévision, à la différence près que les cibles du multiplicateur sont plus riches en caesium.

On observe dans la fig. 86, un écran qui protège la dernière plaque (collecteur vertical) dont le potentiel est maximum et absorberait directement l'émission électronique sans cette précaution.

LE DERNIER SYSTÈME AMÉRICAIN L'ORTHICONOSCOPE OU ORTHICON.

Bien que l'iconoscope soit le plus sensible des analyseurs électroniques, il l'est moins qu'on le supposerait en oubliant que les termes *cellules photoélectriques-condensateurs* représentés par les petites sphérules de caesium et l'armature argentée, sont surtout des vues de l'esprit.

En fait les éléments infinitésimaux de la plaque sensible réagissent entre eux et échangent des électrons qui *abaissent*, qui brouillent leur tension positive individuelle. On voit déjà que les blancs purs et les noirs absolus tendent les uns et les autres vers les grisés, première perte de sensibilité et de contraste.

D'autre part le faisceau de balayage doit être à haute tension (1.500 volts) et rapide pour extraire toute l'émission photoélectrique, pour décharger en somme les condensateurs élémentaires. Donc le bombardement d'analyse entraîne une forte émission secondaire (dégagement d'électrons) qui ajoute à la charge positive déjà donnée par l'impression lumineuse et augmente le signal sans rien lui apporter de spécifique. Disons par là que chaque globule reçoit une impulsion constante qui « noie » en quelque sorte la traduction du signal sur l'électrode collectrice.

L'amplification considérable — mais nécessaire dans tous les systèmes — achève de nuire à la distinction entre + et —, entre les noirs et les blancs ; nouvelle fuite de sensibilité et de contraste.

On n'a pas oublié non plus que la photocathode de l'iconoscope était attaquée sous un angle par le canon à électrons et qu'elle se trouvait être la base d'une pyramide oblique. Les trajectoires d'impact sont nettement différentes et de légères distorsions en résultent, notamment celle en clef de voûte ou trapèze. Qui dit aberration de l'image dit perte de sensibilité et on voit que le merveilleux iconoscope a besoin de toutes ses richesses au départ pour donner de belles images ce qui est le cas.

Le Dissector de Farnsworth, bien moins sensible initialement, émet par contre une image électronique normale, perpendiculaire à la

plaque : chaque sphérule crée une infime trajectoire électronique, et tout le faisceau est pour ainsi dire « engerbé » par deux champs électromagnétiques opposés (déflecteurs) qui présentent successivement chaque ligne devant une ouverture d'exploration. Ainsi procède l'analyse. Mais la densité de chaque trajectoire est si faible qu'il faut la soumettre à un va-et-vient amplificateur de 50.000.000 périodes/sec. entre deux cathodes génératrices d'électrons secondaires. Le gain obtenu se chiffre par dizaines de millions, mais si parfait que soit le multiplicateur, il développe nécessairement ce qu'en T.S.F. on appelle le « bruit de fond », c'est-à-dire la trame, les minces signaux parasites. La pureté de l'image en est altérée d'autant.

Un dispositif R.C.A. de 1941 semble rassembler les avantages de sensibilité de l'iconoscope et de proportionnalité entre la photoémission et le courant de sortie du dissector. Ses caractéristiques sont l'analyse à *faible vitesse* et perpendiculaire à la mosaïque.

Ainsi l'émission secondaire, fortement atténuée, laisse aux microcellules une tension d'équilibre plus négative et permet leur décharge totale. L'absence d'électrons résiduels entre deux passages augmente l'effet d'accumulation et surtout les tonalités extrêmes des charges balayées c'est-à-dire les contrastes.

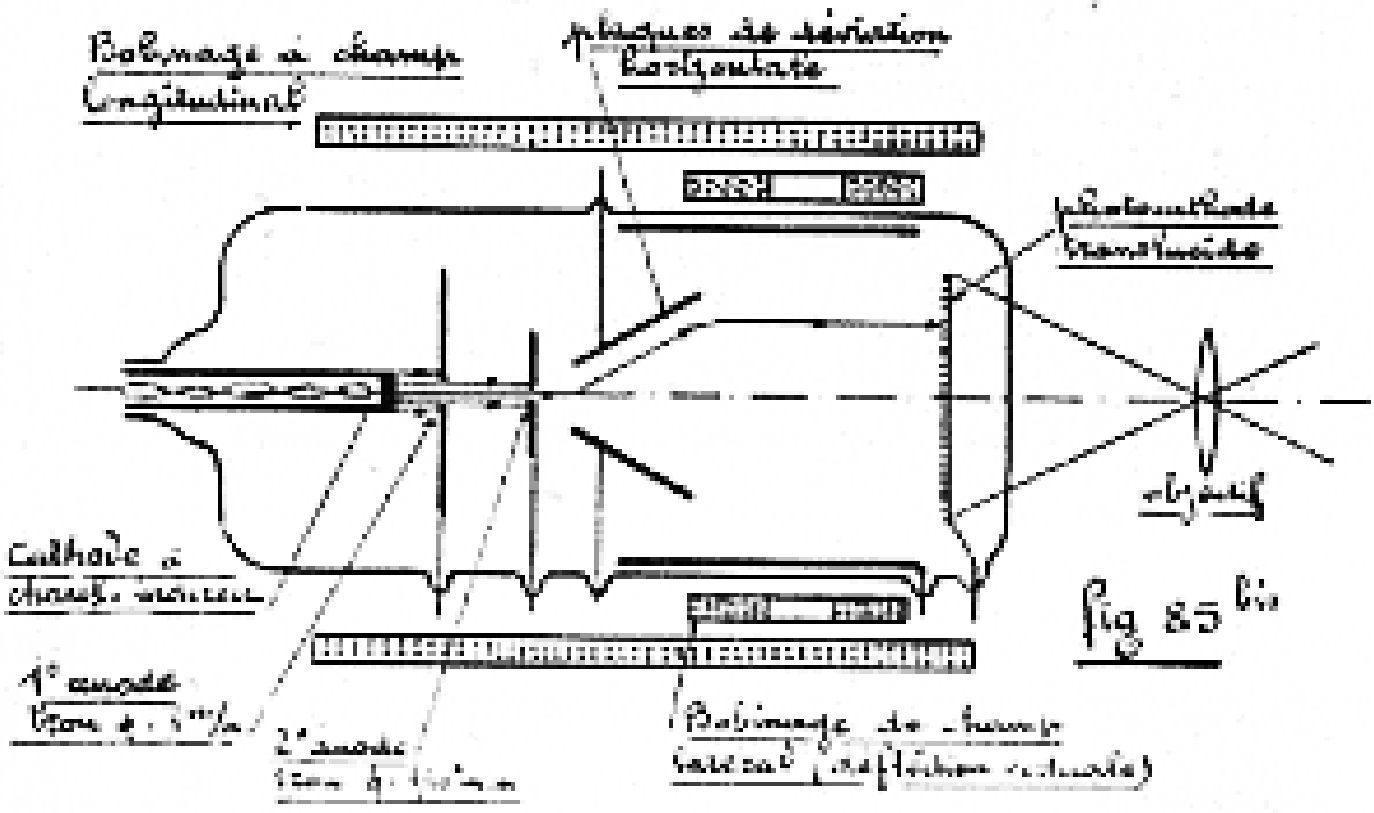


Fig 85 bis

Les particularités de l'Orthicon sont comme on le voit sur la figure 85 bis la déflexion verticale par champ magnétique axial et l'analyse horizontale par une paire de plaques largement ouvertes. La réalisation de cette toute dernière caméra est due pour une bonne part à sa photocathode semi-transparente dont le diélectrique est une mince lame de verre et qui est exposée de dos à l'objectif. L'acquisition de rendement par rapport à l'iconoscope ou kinescope serait de un à dix et les contrastes obtenus absolument parfaits.

PROJECTEUR SCOPHONY

PROJECTEUR SCOPHONY. Le procédé décrit à cet article concerne la réception d'images sur moyen et grand écran. L'appareil est quelquefois appelé *caméra de projection Scophony* à miroirs tournants. En fait, comme au cinéma, il vaut mieux réserver le terme de caméra à l'appareil d'enregistrement soit en vision directe, soit en retransmission des films.

Toutes les caméras d'émission, y compris celle adoptée par la Société Scophony comportent un tube cathodique avec faisceau analyseur balayant une plaque sensible multicellulaire, une accumulation de charges électriques est possible entre les passages du pinceau électronique et donne à l'appareil (Zworykin, Farnsworth, Marconi) sa grande sensibilité.

L'enregistrement de scènes extérieures à l'ombre et même sous la pluie est devenu chose courante.

Du côté réception il en est autrement et si l'oscillographe cathodique — également généralisé sur les téléviseurs — donne d'excellentes images, fort brillantes et fort nettes, leur présentation reste prisonnière du petit format de l'écran et du revêtement fluorescent qui voisine déjà ses limites de perfection. La Radio Corporation of America a poussé semble-t-il le problème du cathodique aussi loin que possible présentement : sa réalisation comporte une ampoule métallique démontable avec écran de 75 cm. de diamètre. Le fond en verre de 5 cm. d'épaisseur est prévu pour supporter la dépression interne de 5 tonnes 1/2 (en cas de rupture le petit mobilier de la pièce serait littéralement aspiré par le vide de l'ampoule...). De plus ce tube exige une véritable usine pour son fonctionnement et l'alimentation des tensions croissantes, jusqu'à 50.000 volts qui lui sont nécessaires.

Sans insister sur de telles performances on peut dire que l'écran fluorescent de 25 × 30 en moyenne ou plus commercialement 20 × 24 donne une projection qui se suffit à elle-même et justifie sans restriction toutes les promesses de la Télévision. Par contre les déceptions sont venues le jour où on s'est contenté de prendre cette image réduite

et la projeter sur grand écran à l'aide de lentilles, miroirs, objectif ou autre truchement optique. Il est évident que l'éclairement unitaire baisse, que le grain devient grossier et qu'on ne gagne rien à substituer une mauvaise démonstration collective à un spectacle familial de qualité.

Les ingénieurs George Walton et J.H. Jeffree de la Société anglaise Scophony, sollicités de réaliser cette projection sur grand écran ont dû considérer le problème sur des bases différentes ou plutôt reprendre les anciennes données du *balayage optique*. La difficulté était d'obtenir une haute définition, soit plus de 200.000 points d'image tout en résolvant les sujétions mécaniques qui avaient fait abandonner les systèmes optiques : miroirs oscillants, disques à lentilles, tambours et vis à miroirs. De tels dispositifs agrandis démesurément, ne peuvent supporter les grandes vitesses périphériques qui déréglent les miroirs ou lentilles sans compter l'encombrement excessif qui leur enlève tout caractère pratique.

La solution de Walton-Jeffree reste apparentée au principe de synthèse optique et doit ses heureux résultats aux deux points essentiels suivant. 1° La propriété des lentilles cylindriques de transporter d'un foyer à l'autre l'image d'un point (fig. 87) en une ligne parallèle au plan droit de la lentille. 2° La mise au point d'un *modulateur* à ondes ultra-sonores (40.000 à 200.000 per./sec.) inventé par J.H. Jeffree. Il s'agit sommairement d'une cuve rectangulaire en verre contenant du Kéronèse et dont le fond est un *cristal de quartz* relié électriquement avec la lampe de sortie du récepteur de télévision. On connaît la qualité piézo-électrique du quartz, à savoir que sous une tension modulée, il subit des effets mécaniques avec contractions et dilatations de ses axes. (C'est cette particularité qui est utilisée comme stabilisateur de fréquence dans l'étage - pilote des postes d'émission). Dans la cuve à ultra-sons de Jeffree, les oscillations à haute fréquence (vidéo - fréquences, termes propre à la télévision) entraînent donc par l'intermédiaire du

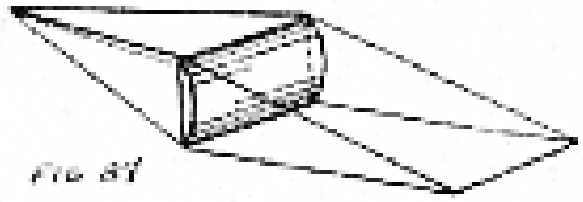
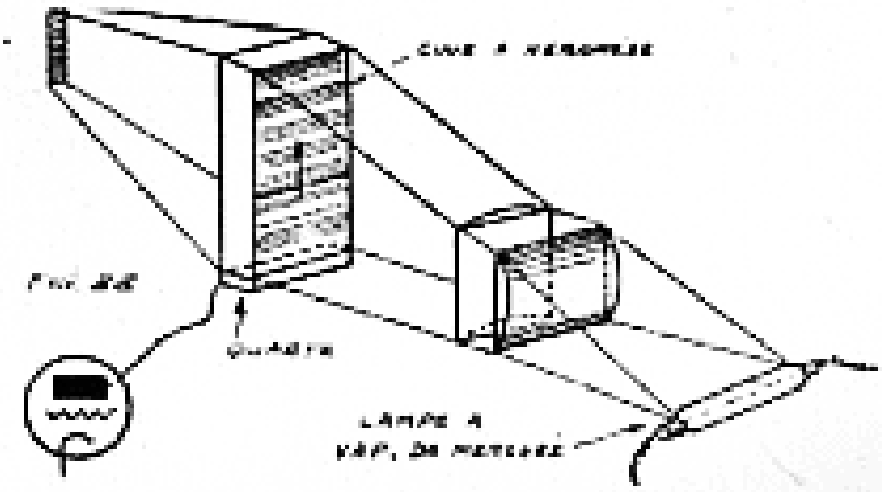
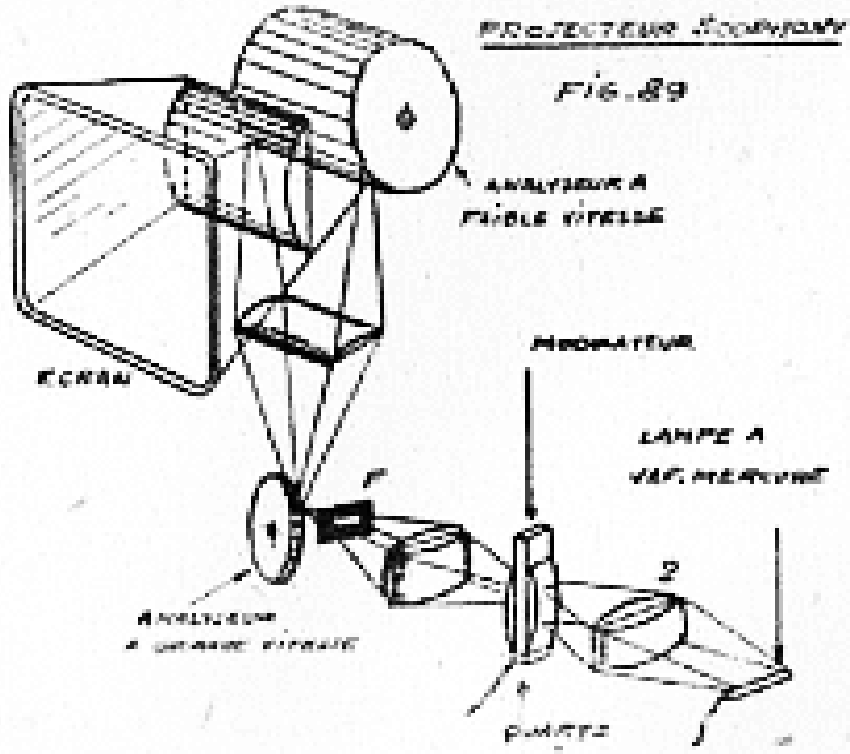


FIG. 87





cristal des *trains d'ondes* de compression et de dilatation qui se propagent de bas en haut dans le liquide. Si on éclaire la totalité de cette colonne par un faisceau lumineux, on observe des phénomènes assez complexes de halo et de diffraction colorée qui se traduisent par une perméabilité variable des rayons suivant l'onde ascendante rencontrée. Le système module donc la lumière proportionnellement au signal reçu depuis le noir absolu jusqu'à la brillance maximum. On voit sur la fig. 89 très schématisée : 1° l'intérêt d'une lentille cylindrique permettant d'utiliser une lampe *linéaire et allongée* (tube à vapeur de mercure) au lieu d'une source réduite à un simple cratère. Le flux lumineux est au départ considérablement augmenté. 2° Le rôle de la cuve à liquide dont chaque train d'ondes plus ou moins opaque représente un point de l'image et qui par conséquent *module simultanément* un grand nombre d'éléments. C'est le progrès essentiel de l'appareil Scophony car il faut se rappeler que tous les autres intégrateurs, tube cathodique compris, ne reforment l'image que point par point c'est-à-dire avec un déchet de lumière énorme. Ici les quelques 200 éléments d'image que transporte l'appareil en un seul bloc bénéficient de *toute* la source lumineuse depuis le modulateur jusqu'à l'écran. L'accroissement d'éclairement est par conséquent de 200 au rendement optique près. On gagne de la sorte côté source, qui au lieu d'un point est une droite prolongée et côté écran où arrivent simultanément des tronçons de lignes de 200 points d'un seul coup. On aura une idée du grain réalisé en comparant la consommation d'une cellule à ultra-sons : — 10 watts environ à une cellule de Kerr ou de Karolus = un kilowatt.

La propagation de l'onde dans le liquide dépend de la fréquence appliquée au quartz, de la nature du liquide et dans une plus faible

mesure de sa température. Une oscillation de 10 Mégacycles dans du Kéronèse détermine une longueur d'onde de 0,14 m/m, variant de 1 % pour 4 degrés de différence de température.

La réalisation pratique de l'appareil comporte deux tambours à miroirs en acier inoxydable, l'un à *grande vitesse* qui projette les sections de lignes bout à bout pour en faire des lignes entières ; l'autre à *vitesse lente* qui déplace la projection de ligne en ligne pour créer les images.

Le modulateur de lumière comporte de part et d'autre un système à lentilles qui croise le faisceau à 90° et lui fait traverser la cuve perpendiculairement au train d'ondes et dans son *milieu*. Le redressement orthogonal explique la position horizontale de la fente F en travers de laquelle passent successivement les blocs d'éléments comparables aux assemblages soudés de caractères dit « monotype ». La cuve est utilisée au milieu seulement pour éviter les distorsions que donneraient les bords (capillarité, sphéricité, etc...) ; et dans le même ordre d'idée on voit fig. 89 que les lentilles cylindriques simples, — trop sujettes à aberrations — se sont transformées en assemblages correcteurs beaucoup plus complexes.

Projecteur Scophony

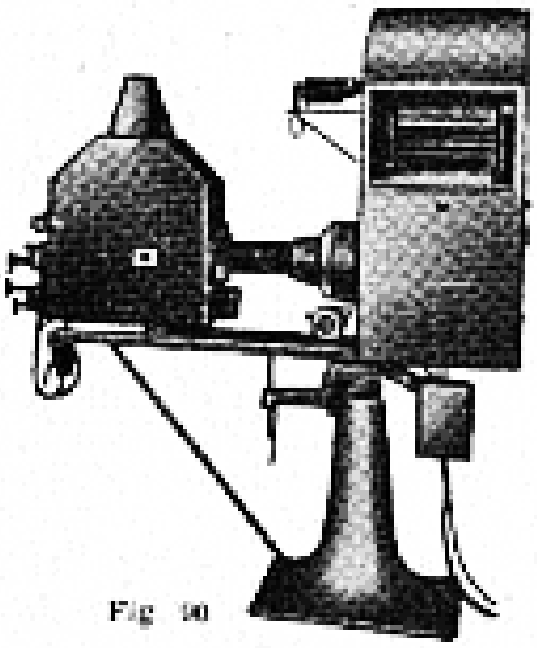


Fig. 90

La lampe à mercure est du type « basse pression » pour le récepteur d'appartement et « haute pression » pour les projections collectives. Dans le premier cas, elle consomme 300 watts sous 80 volts, dans le second 1.000 watts et plus.

La roue polygonale en acier chromé qui sert au balayage de lignes tourne à 30.000 tours/minute entraîné par un moteur asynchrone synchronisé. La partie asynchrone indépendante du champ tournant permet au rotor d'atteindre sa grande vitesse ; la partie synchrone assure le cadrage : ligne/image rigoureusement en accord avec l'émission : La synchronisation est commandée par les « tops » habituels incorporés au signal H.F. L'analyseur à faible vitesse tourne à 250 tours/min., et comporte 18 miroirs, ce qui entraine $250 \times 18 = 4.500$ projections de ligne à la seconde pour une définition de 180 lignes et 25 images.

La Société Scophony diffusait avant la guerre en septembre 1939 deux projecteurs avec écrans transparents : l'un type amateur avec écran de 50×60 cm., l'autre type professionnel pour salle publique, avec écran de 150×180 cm. et dont l'apparence fig. 90 ne diffère guère d'un projecteur de cinéma.

ANALYSEUR TÉLÉFUNKEN POUR FILMS

ANALYSEUR TELEFUNKEN POUR FILMS. On verra plus loin (à Télécinéma) les réalisations qui ont permis de capter des vues directes et les transformer à peu près instantanément en film exposé, développé et séché. On peut de la sorte mettre de la Télévision en « bouteille » et donner au nouvel art, les mêmes facilités que le disque procure à la radio ; les reproductions d'actualités, les reportages différés, etc..., deviennent possibles.

Par ailleurs, il est évident qu'un film soigneusement réalisé une fois pour toutes, offre plus de facilités à la retransmission qu'une scène vraie sujette aux aléas de l'heure et de l'éclairage. En fait la « mosaïque » universelle des caméras et sa facilité d'emmagasiner la vision ont donné toute la sensibilité désirable aux enregistrements extérieurs. Mais le film de cinéma, fait pour être projeté à un rythme saccadé, éclairement pendant les repos, obscurité pendant les déplacements — se prête mal à l'accumulation photoélectrique sur la plaque multicellulaire qui demande au contraire des images mues progressivement.

C'est la raison pour laquelle les visiteurs de l'Exposition de Paris en 1937 ont constaté avec surprise que le Télécinéma semblait légèrement inférieur aux prises de vues directes.

Les laboratoires Telefunken ont abordé depuis et résolu la question. Le dispositif monté par Mechau comporte une caméra *ordinaire* à accumulation et un projecteur à miroirs tournants dit « *compensateur optique* ». Le film se déplace d'un mouvement non saccadé mais continu ; *éclairé par transparence*, sa lumière est projetée sur un disque rotatif dont les miroirs *oscillent* sous un jeu assez complexe de cames et de leviers. On voit sur le schéma fig. 91, que plusieurs images du film sont concentrées finalement en une seule sur la photocathode de la caméra : l'oscillation légère des miroirs sur leur axe a pour effet de compenser le déplacement du film de sorte que la projection reste immobile.

A chaque passage, chaque miroir donne en un même point du

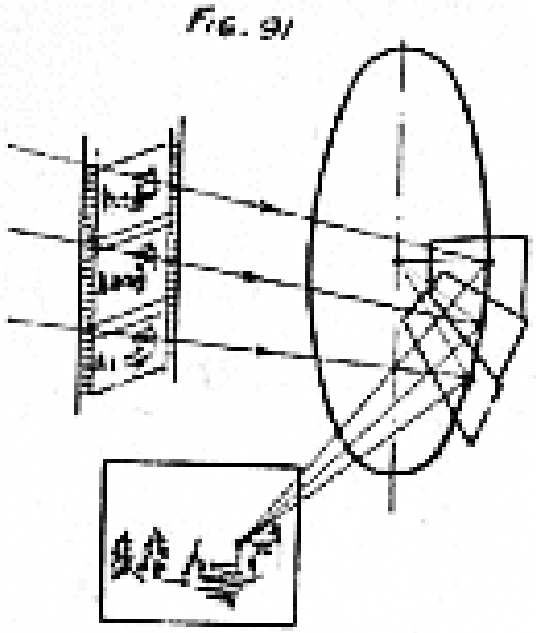


FIG. 91

film, une lumière dont l'intensité augmente puis diminue et l'image projetée par le miroir suivant apparaît en même temps que la précédente est en train de disparaître.

De la sorte le faisceau électronique de balayage recueille sur la mosaïque une image indépendante des changements successifs et complètement régularisée par l'effet d'accumulation. L'œil reçoit la projection sans papillottement, exactement comme s'il s'agissait d'une scène réelle au lieu d'un film.

Un avantage du système est la possibilité de faire alterner immédiatement la même caméra à la vision directe et au télécinéma. Le passage du film avec disposition habituelle de déroulement par Croix de Malte exige en effet un synchronisme absolu entre l'analyse et le mouvement du film. Les auteurs ont également remplacé la synchronisation mécanique de trame par un procédé de nature purement électrique (division de fréquence).

L'affranchissement ainsi obtenu du déroulement en Croix de Malte élimine en outre 25 % de temps morts dûs aux repos et permet, combiné à la sensibilité exceptionnelle de la mosaïque, d'utiliser une lampe à incandescence au lieu d'une lampe à arc primitivement nécessaire.

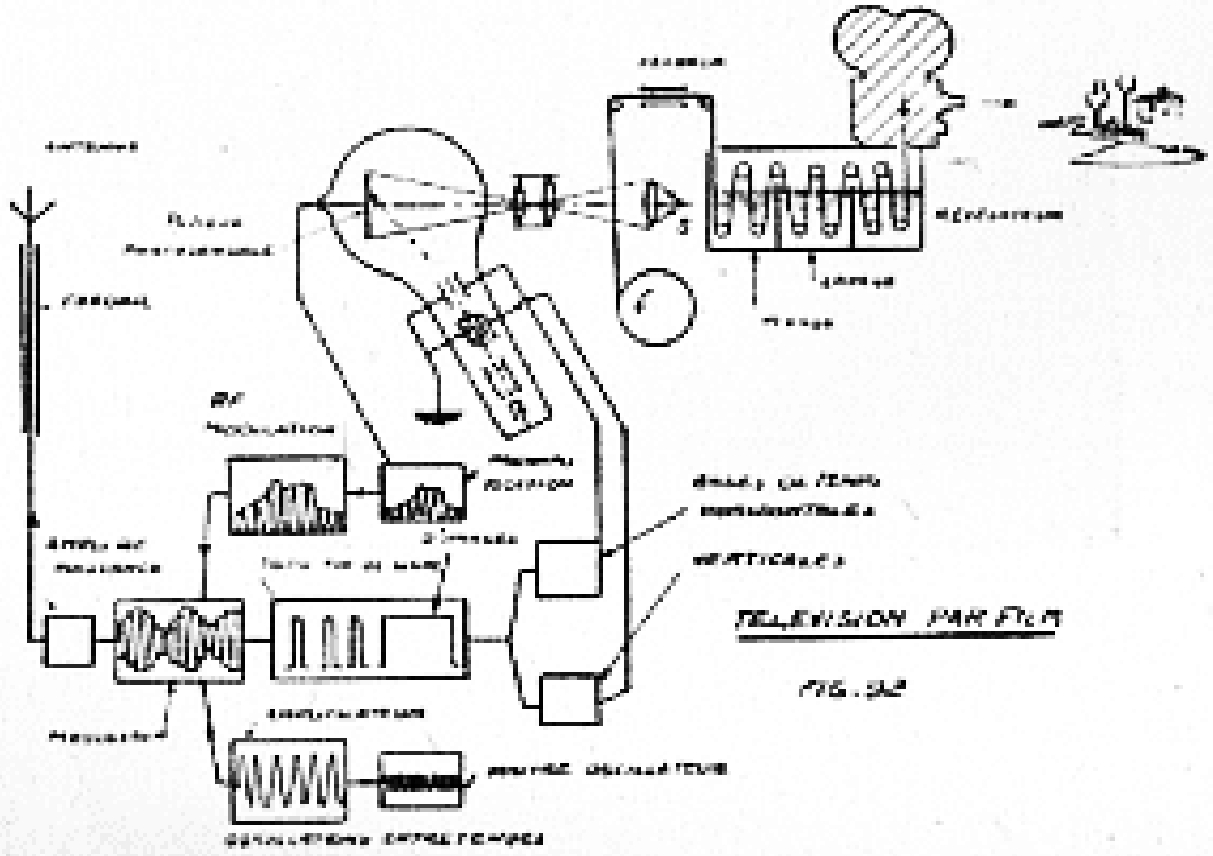
LE TÉLÉCINÉMA

Sous cette appellation générale, il y a lieu de distinguer :

La *télévision par film* qui est une reproduction directe en studio ou en extérieur mais dont les images passent par l'intermédiaire d'une pellicule cinématographique ordinaire produite pendant les quelques secondes qui suivent l'enregistrement.

Le Télécinéma proprement dit qui est la transmission de films existants : comédies, drames, documentaires, dessins animés, actualités, etc...

La **télévision filmée** est bien entendu sonore ; elle offre de réels avantages sur la vision directe. Elle permet de conserver une trace de certaines scènes qui la méritent (événements sportifs ou artistiques, rencontres historiques, etc...), cette possibilité éliminant naturellement



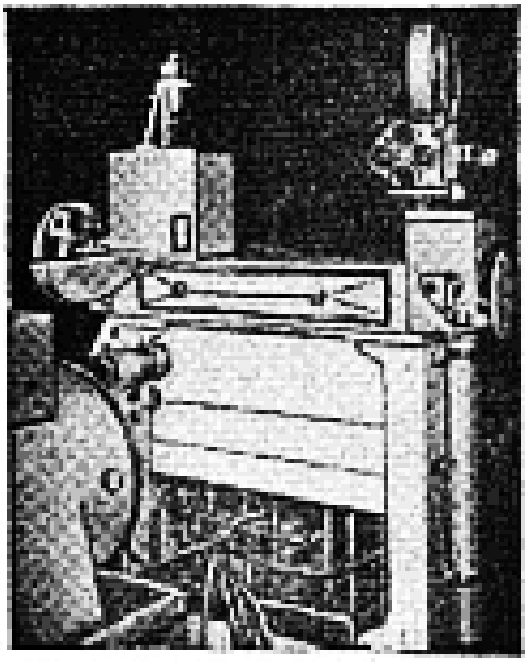
l'adjonction d'une caméra de cinéma pur. Ce n'est pas en effet les quelques secondes, ou au pis-aller les quelques minutes (suivant l'éloignement de l'émetteur) séparant l'enregistrement de la transmission du film, qui nuisent au caractère d'actualité immédiate de la diffusion.

Le film original passe sans retouche sur pellicule auto-développante et apporte à l'observateur une véritable primeur pratiquement instantanée et non dépouillée des petites imperfections habituelles ; hésitations de l'opérateur ou du speaker, tous les défauts d'un reportage sur le vif et qui lui donnent son caractère piquant. Un nombre quelconque d'épreuves peuvent être tirées, dûment corrigées, titrées, abrégées et commentées ; elles pourront passer à toute heure de la journée, enrichies de l'expérience artistique et professionnelle considérable qu'a accumulée le cinéma (découpage, montage, surimpression, etc...).

Les conditions d'exploitation gagneront aussi comme on le conçoit à la télévision par truchement de film ; les épreuves amortissant le prix de revient et permettant le service par avion de tout un réseau.

Le schéma très succinct fig. 92 montre une caméra de cinéma ordinaire qui filme, révèle, lave et fixe la pellicule en quelques instants. La bande se déroule ensuite devant un sécheur automatique et passe devant une source lumineuse S qui la projette sur une plaque photosensible d'iconoscope.

Fig. 92 bis



Appareil de télévision à film instantané

Le déroulement peut se faire au rythme saccadé ordinaire du cinéma, auquel cas le balayage de la mosaïque doit lui être rigoureusement synchrone. Mais le plus souvent le film passe d'un mouvement continu et l'image est analysée soit par télépantoscope (p. 66), soit par compensateur optique du genre Telefunken (p. 84). Les oscillations électriques recueillies sur la photocathode sont préamplifiées, puis amplifiées à nouveau en BF ; elles servent à moduler un courant de haute fréquence dans lequel on incorpore également les signaux rectangulaires de synchronisation (tops de fin de lignes et d'images). Finalement le signal assez complexe qui se trouve ainsi imprimé à l'onde porteuse est envoyé dans l'espace sous le nom de vidéo-fréquence.

A la réception le processus est le même qu'il s'agisse de vision réelle, de film intermédiaire ou de télécinéma ordinaire.

Les possibilités de ce dernier sont également très vastes, et le fait de pouvoir puiser dans les filmothèques existantes sera d'un appoint considérable pour la télévision. Les frais de studio sont en effet énormes — 10.000 fr. de l'heure au moins — et les prises de vues extérieures, plus onéreuses encore. Comme en radiophonie, les usagers ne tarderont pas à demander des émissions depuis 8 heures du matin jusqu'à minuit et il faudrait un personnel artistique doublé d'un budget à toute épreuve pour y souscrire. Les films parlants se sont accumulés depuis une décade, et il serait bien puéril de ne pas les remettre en jeu, riches qu'ils sont de savoir et d'attrait, hormis leurs menus défauts.

Les organisations du Cinéma seront-elles d'accord ? Il le faudra bien, et pour être juste, elles ont déjà montré patte blanche. Elles y trouveront du reste le débouché nouveau des grandes banlieues et de la campagne pour les vieilles pellicules. Sans doute la question bien naturelle des redevances est à résoudre, mais il n'est maintenant plus à craindre que les producteurs de film neutralisent le jeune concurrent.

Les salles de projection en souffriront-elles ?... Peut-être à la longue si on considère étroitement leur activité présente, mais une transition sera possible et aussi l'utilisation assez rapide des écrans pour le nouvel art.

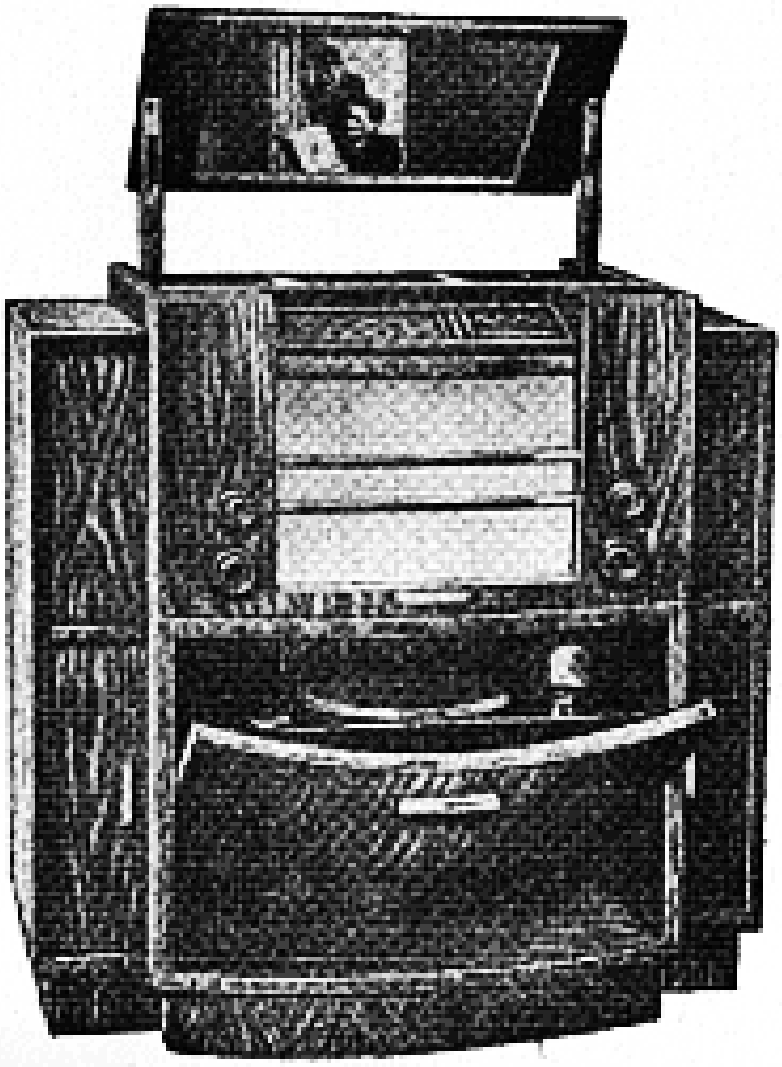


Fig. 33

Toutes les arrière-pensées qui peuvent naître seront au surplus aussi vaines que celles qui accueillirent à l'époque le métier de Jacquard et la machine Fi-hon, le Télécinéma et le Cinéma tout court collaboreront sans heurt.

On trouvera à la fin de cet ouvrage une courte rubrique « Téléviseurs » modernes, mais on ne peut guère parler spécifiquement du *Télécinéma* français sans faire mention de la firme Grammont qui s'y est attaché une des premières.

Un de ses prototypes déjà ancien, puisqu'il fonctionnait en 1937 dans le studio de la rue de Patay à Paris, était accordé sur un émetteur de Télécinéma à 25 images/secondes et 4,5 mégacycles de fréquence stabilisée par quartz. La lecture de la piste sonore se faisait par le moyen habituel d'une lampe d'excitation et d'une cellule photo-électrique. L'analyse de l'image était assurée par disque de Nipkow et modulait un émetteur de vision sur 6 m. 98 de longueur d'onde. Cette définition à 240 lignes et la roue à spirale sont un exemple qui date, mais le récepteur (fig. 93) est resté rigoureusement d'actualité.

Les deux signaux son et image sont en effet captés par la même antenne et appliqués à la grille de contrôle d'une lampe changeuse de fréquence dont le circuit plaque contient 2 transformateurs, l'un accordé sur 450 kilocycles, l'autre sur 1.550 kilocycles.

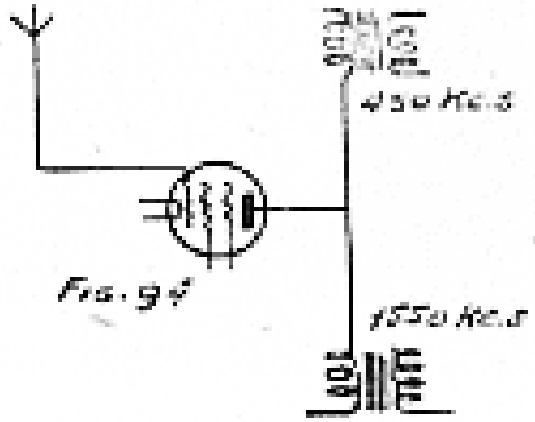


Fig. 94

Comment le signal vidéo-fréquence jusque là véhiculé sur une même voie peut-il être séparé en son et image ?... Pour beaucoup, il sera peut-être intéressant de rappeler en quelques mots, comment le dispositif *superhétérodyne* classique des postes de T. S. F., *change de fréquence*.

On utilise à cette fin, un générateur auxiliaire qui produit des oscillations locales Fo qui sont appliquées — superposées peut-on dire — à la fréquence originaire Fo.

Le mélange de ces deux oscillations entraîne leur interférence, qui se traduit par des renforcements en x et des affaiblissements en y. Ces amplitudes de pointe et de creux, sont appelées « *battements* » et donnent naissance à une nouvelle onde *f*, dite généralement moyenne fréquence ; de valeur $f = Fo - Fo$.

Ainsi dans le récepteur de Télévision, lorsqu'on amène progressivement l'oscillation locale à une fréquence de 44,55 mégacycles, il se produit un double battement.

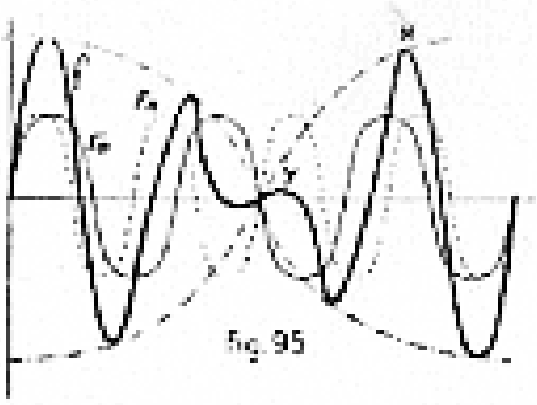


Fig. 95

L'un de 45-44,55 = 0,450 mégacycle fixant l'émission du son à 450 kilocycles et la dérivant vers les circuits habituels du poste radiophonique, l'autre de 44,55-43 = 1,55 mégacycle, accordant le signal image à 1.550 kilocycles et le dirigeant dans l'ordre, vers les étages M F, vers la détection et ampli, puis finalement à la grille Wehnelt d'un tube cathodique. Les chapitres suivants montreront plus en détail comment les tops de synchronisation sont prélevés à leur tour sur la plaque de la lampe B F.

UNE STATION-TYPE D'ÉMISSION

La société Marconi E M I and Cº, a mis au point peu avant la guerre, un ensemble complet de Télévision comportant une batterie de caméras d'enregistrement, un *émetteur* et un *récepteur* standards.

La partie émission installée à l'Alexandra Palace pour le compte de la B.B.C., offre une simplicité relative et une allure de prototype prêt à la diffusion commerciale qui méritent une courte description.

Les caractéristiques d'émission sont :

— 25 *images-seconde* (en 50 demi-images de 202,5 lignes chacune.

— 405 lignes entrelacées avec retour du spot suivant fig. 96. Le balayage suit le tracé A B C D E F... G H I J K L M N O P... Q R S T U V A Format d'image 5 × 4.

Fréquence de ligne 10.125 à la sec.

Amplitude de l'onde porteuse pour vidéo-signal = de 30 à 100 %.

Amplitude de l'onde porteuse pour synchronisation de 0 à 30 %.

Bande de fréquences maximum = 2 *mégacycles*.

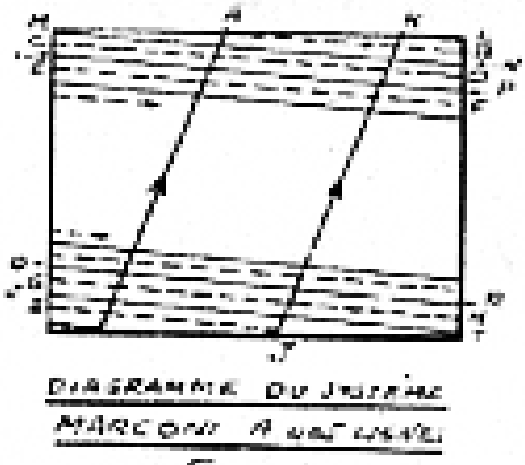
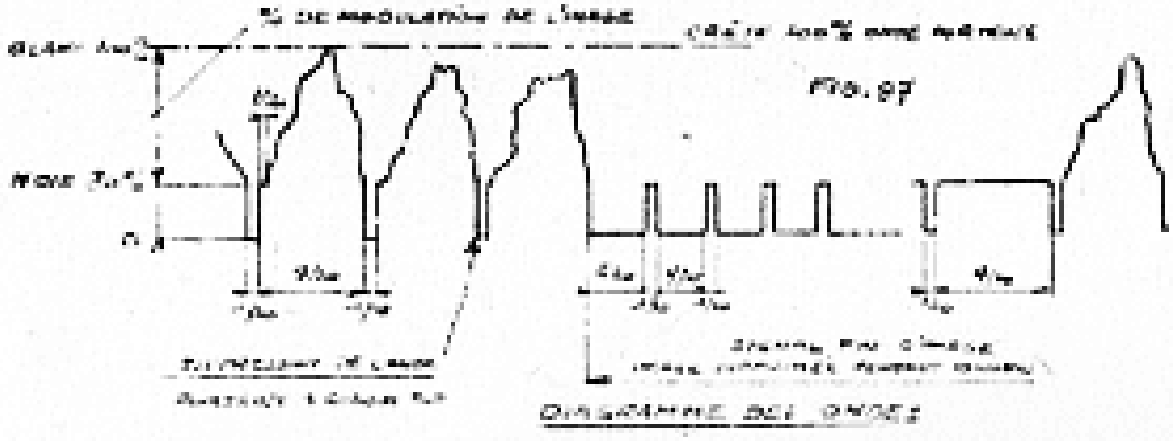


FIG. 96

1º **Diagramme des ondes,** voir fig. 97. A chaque émission de ligne, l'onde porteuse est supprimée sur 10 % qui correspond au top de fin de ligne et permet au spot de reprendre sa position d'attaque.

L'image elle-même ne comporte que 17/20 ou 85 % du signal, car elle est précédée d'un petit trait noir de 1/20 (5 %). Cette amorce se traduit sur l'image par une petite bande noire verticale utile au cadrage.

La commande du générateur « base de temps » de fin d'images est assurée par une série de 10 tops (suppression de 10 lignes) suivie d'un trait 9/10 d'amplitude 30 % (noir absolu).



2° **Camera.** L'enregistreur Marconi *Emitron* est du type iconoscope et permet la prise de vue extérieure diurne par l'éclairage normal. Elle permet l'enregistrement à des distances assez importantes de son équipement auxiliaire, l'énergie à très haute fréquence étant transportée par éléments de câbles co-axiaux facilement raccordables.

L'émetteur Standard Marconi comporte 6 caméras dont 4 pour la photo directe et 2 pour le Télécinéma. Les quatre premières peuvent fonctionner tout ou partie simultanément de manière à mettre en jeu les techniques du cinéma avec ses montages, ses découpages, surimpressions, halos, fondus, etc... Un véritable metteur en scène a constamment la prise de vues sous les yeux et peut ainsi la corriger, la commenter et la rendre aussi attrayante qu'un reportage de cinéma à plusieurs caméras. Chaque appareil est équipé avec un objectif 1 : 3 et le montage de son trépied permet instantanément toutes les hauteurs et toutes les directions.

Camera Marconi

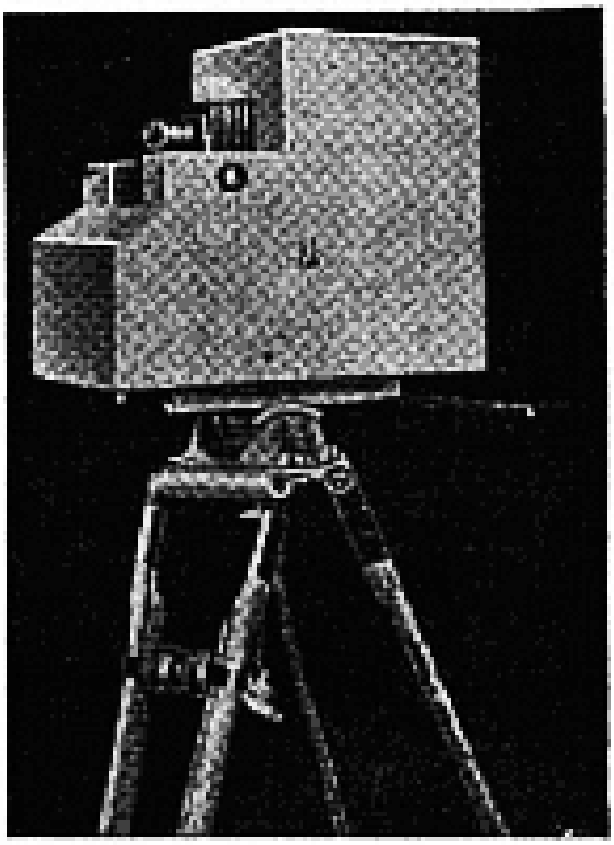


Fig. 98

3° **Tableau de commande.** La fig. 99 représente la station de contrôle, de mesures, d'alimentation, de balayage de synchronisme, etc., d'un émetteur Marconi E.M.I. On y trouve de gauche à droite les panneaux suivants :

A = Alimentation des tubes cathodiques.

B = Balayage (générateurs de relaxation, circuits base de temps)

C = préamplification des courants modulés.

D1 = Amplificateur général avec dispositifs antiparasites et contresteurs.

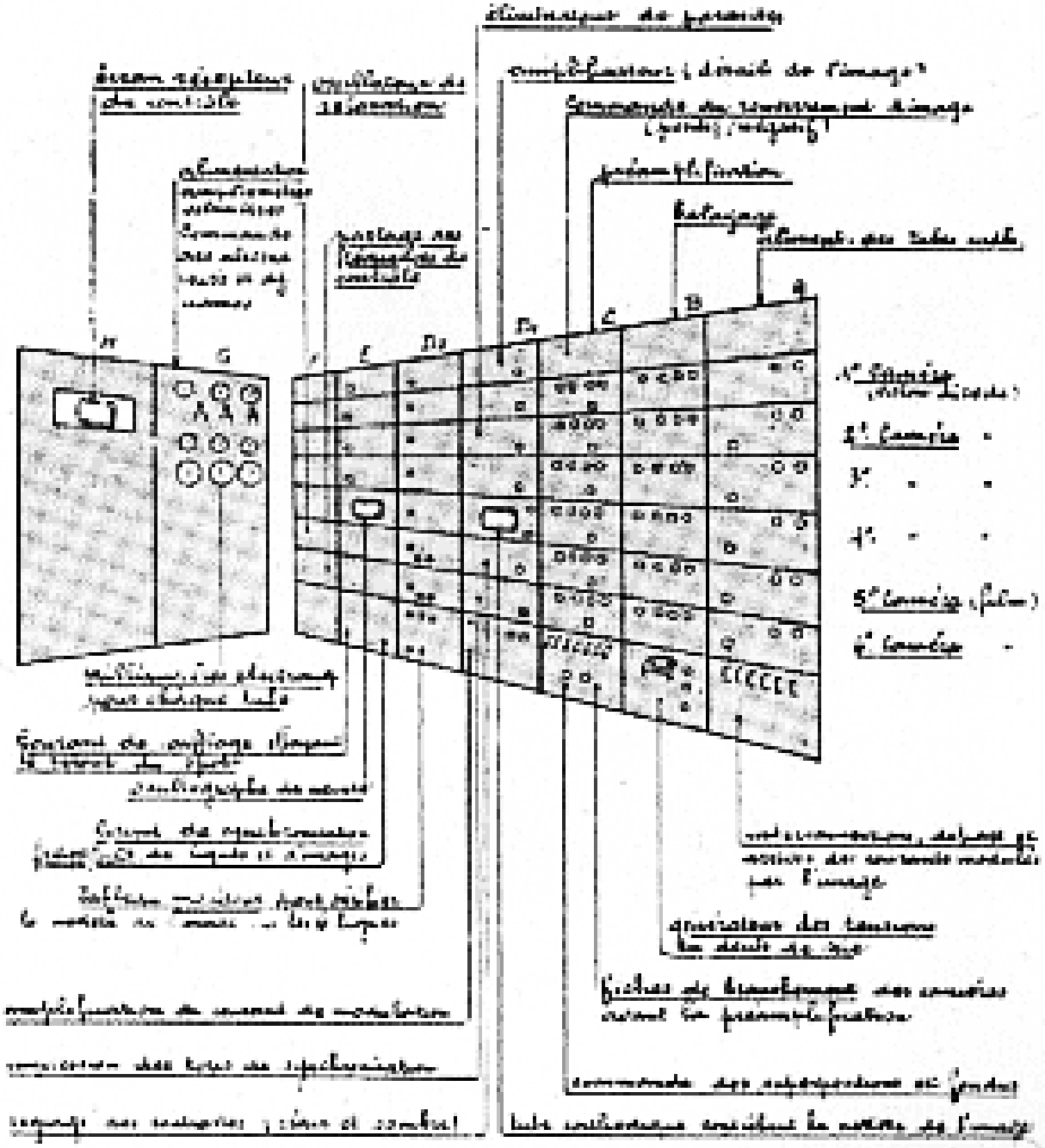
D2 = Moniteur permettant de vérifier les 6 images.

E = Oscillateur de synchronisation avec oscillographe de mesure permettant la vérification visuelle des ondes produites.

F = Générateur des oscillations de relaxation.

G = Arrivée des divers courants continus et alternatifs : ampèremètres, voltmètres, commande des alternateurs et dynamos, milliampèremètres de vérification des courants électroniques des tubes cathodiques.

H = Téléviseur ordinaire de réception et contrôle.



Emetteur standard Marconi-EMI

Fig. 99

4° **L'émetteur** proprement dit est commandé par une *oscillatrice-pilote* à quartz qui maintient la fréquence d'émission à ± 1/20.000e pour une variation maximum de ± 5 % de tension anodique. Il comporte un *doubleur de fréquence*, *5 étages d'amplification H F* et une *lampe modulatrice*. Les courants continus sont fournis par 12 valves redresseuses à vapeur de mercure ; les six premières alimentent la lampe modulatrice et les six autres les étages d'amplification HF. Les filaments sont chauffés en alternatif brut qui est amené progressivement par des rhéostats à moteur. De même, dès que la température d'émission électronique normale est atteinte, un relais fonctionne qui ne laisse à la plaque qu'une tension anodique réduite.

D'autres redresseurs à cupoxyde fournissent l'alimentation en haute tension à l'étage-pilote, aux deux premiers étages H F ainsi que toutes les tensions accessoires et polarisations.

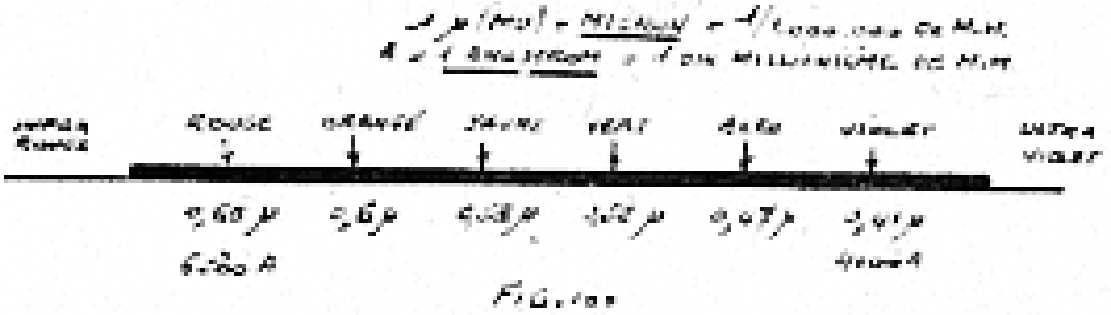
L'antenne est constituée par un réseau de 8 brins verticaux fonctionnant en 1/2 onde et donnant un diagramme d'émission en cercle régulier. Chaque brin est protégé du mât par un réflecteur et le couplage avec l'émetteur est assuré par feeder co-axial.

LA TÉLÉVISION EN COULEURS

LA TÉLÉVISION EN COULEURS. Est-elle possible ?...

Bien que sans réalisation pratique à l'heure actuelle, c'est loin d'être une chimère et le problème est théoriquement plus facile à résoudre que ne le furent la haute définition par oscillographe, l'intégrateur iconoscope et les modulateurs à nitrobenzine ou à ultra-sons.

On peut dire avec un auteur anonyme du World radio qui s'est attaché à la question, qu'il sera plus aisé d'atteindre la reproduction des couleurs naturelles des objets à téléviser qu'il ne l'a été d'obtenir

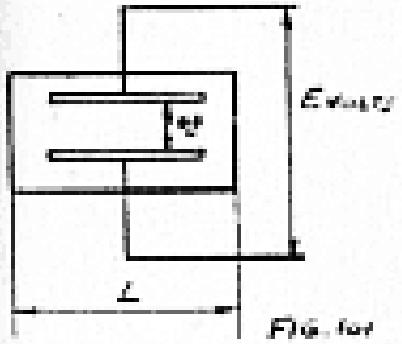


une image blanc sur noir acceptable. Cette dernière prouesse est beaucoup plus complexe que la différenciation des couleurs qui est un simple problème optico-mécanique.

Voici comment l'ingénieur anglais en suggère la réalisation : on sait que les couleurs qui forment l'arc-en-ciel ou spectre de décomposition de la lumière blanche vibrent sur des longueurs d'onde différentes suivant qu'on va du rouge au violet. On a vu d'autre part (p. 43), ce qu'il advient d'un rayon polarisé par un Nicol et qui passe ensuite entre les deux armatures d'une cellule de Kerr à laquelle on applique le courant électrique modulateur — en l'espèce la vidéo-fréquence de télévision. On recueille au-delà d'un deuxième nicol, qui est le portier de sortie, un rayon de lumière blanche plus ou moins intense suivant la tension appliquée.

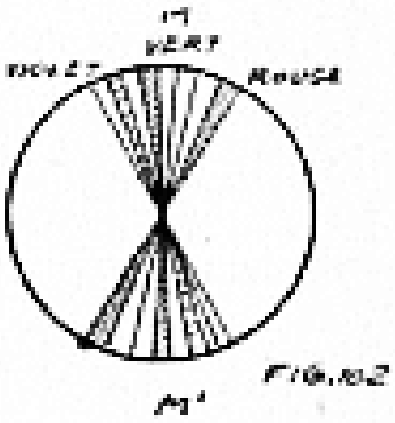
La lumière ainsi modulée *reste blanche* tout simplement parce que l'effet de la cellule est peu intense. Mais en fait le pouvoir rotatoire du plan de polarisation d'un élément de Kerr intervient plus ou moins

suivant la longueur d'onde des couleurs. Ainsi le Kerr étalon qui est l'indice de rotation est proportionnel à la fréquence de la couleur. Pour du nitrobenzène le Kerr est de 20 millionièmes pour 6.400 Angstroms et 31 millionièmes pour 4.700 A ; à tension égale le plan de polarisation de la lumière verte tourne plus que celui de la lumière rouge.



La cellule joue un rôle comparable à celui d'un prisme à la différence que l'arc-en-ciel produit, se trouve réparti sur les deux secteurs opposés d'un cercle.

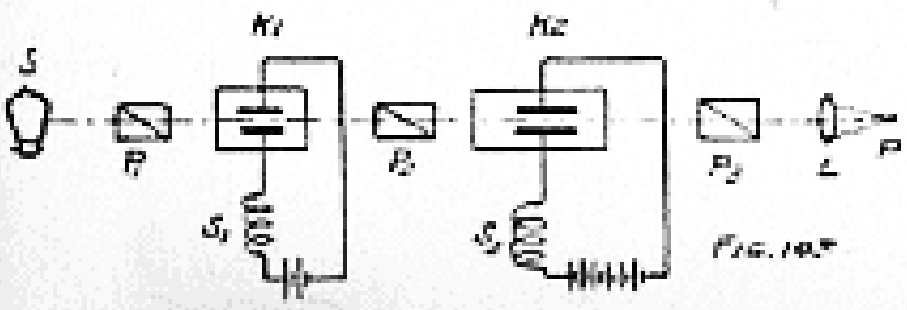
Dans la modulation habituelle de télévision l'angle de dispersion chromatique est si faible que les diverses teintes sont superposées et le faisceau reste blanc. On peut accentuer sensiblement la rotation du plan moyen qui est proportionnelle à la puissance du champ $\frac{E}{a}$ entre les armatures, et à



la longueur L de la cellule. Cet étalement en éventail peut atteindre facilement le cercle entier et on disposera ainsi d'une palette de tons fondamentaux, déjà riches bien que les demi-teintes et les nuances résultants de mélanges, en soient absentes.

Une objection grave intervient, c'est qu'après la traversée du 2e Nicol, le spectre est frappé d'aberration chromatique au même titre que certains systèmes optiques de lentilles ou miroirs. Par exemple, un bleu léger peut se traduire par un rouge brillant ou un bleu de Prusse par un orangé pâle. Vice rédhibitoire, il faut l'avouer.

Aussi l'auteur dont les travaux sont en cours a-t-il entrepris de tourner la difficulté. Il suffirait de 2 cellules K1 et K2. La première serait précédée d'un cristal polarisateur et aurait un champ électrique juste suffisant pour obtenir une modulation ordinaire : blanc, gris, noir. Le cristal P2, suivant son orientation, règle comme on l'a vu p. 43, la modulation de ce rayon incident ; les variations de tensions seront appliquées à la cellule par une self S, qui reçoit les impulsions du signal.



La deuxième cellule de Kerr K2 est, elle aussi, commandée par induction sur S 2 à qui on applique la HF

initiale *plus une intensité* incorporée à l'onde porteuse et inversement proportionnelle à la longueur d'onde des couleurs. C'est dire que le niveau le plus faible de cette intensité ferait tourner le plan de polarisation moyen, donc tout le cadran, de sorte que le violet de $\lambda = 4100$ Angstroms trouve passage à travers le dernier Nicol P 3 de contrôle. Au contraire, l'intensité maximum amènerait l'axe du rouge $\lambda = 6500$ A., juste à l'angle de sortie.

Sans entrer dans le détail, l'émission d'un signal supplémentaire variable suivant la couleur de l'élément télévisé, est possible de plusieurs manières, y compris le sélection par écrans tri ou polychromes. A la sortie de la cellule K 2, l'observateur enregistre deux secteurs diamétralement opposés de couleur, et de tonalité lumineuse conforme au point correspondant balayé dans le même instant par le système analyseur. Une lentille condensateur L ramène cette fraction de cadran en un point finalement nanti des qualités recherchées de modulation et de couleur.

LES NORMES DE LA TÉLÉVISION

1° **Evolution de la définition.** Les premiers appareils de télévision, le disque de Nipkow en tête, l'oscillateur d'Hollweck, les essais initiaux de Barthélemy, se contentèrent d'une analyse à 30 *lignes*.

Le disque à lentilles de Brillouin, le tambour à miroirs de Mihaly, la roue de Weiller, la spirale multiple sur roue de Nipkow permirent d'amener la définition à 60 puis 90 *lignes*.

En 1935, le studio des P.T.T., rue de Grenelle à Paris, fonctionnait à 180 *lignes*. Mais déjà à cette date l'Iconoscope et le dissector qui venaient d'être créés portaient la définition à 400 et même 500 *lignes*, chez Baird en Angleterre. Le tableau ci-après donne les éléments des émissions étrangères en septembre 1935. Il est divisé en *Télécinéma*, *Eclairage direct* ou en surface (le sujet totalement éclairé) et *Eclairage indirect* ou par point (flying spot), le sujet placé dans une ombre relative étant balayé par un intense pinceau lumineux.

CARACTÉRISTIQUES ÉTRANGÈRES EN 1935

	TÉLÉCINÉMA				ÉCLAIRAGE DIRECT			ÉCLAIRAGE INDIRECT		
	Procédé	Système	lignes	Images sec.	Système	lignes	Images sec.	Système	lignes	Images sec.
ALLEMAGNE	Télefunken	disque	180	25	tambour à mir.	96	25			
	Loewe	disque	180	25						
	Fernseh.....	disque	180	25				disque	180	25
	R.P.Z	disque	180	25						
	Tchade	disque	180-90	25						
ANGLETERRE	Cossor.....	osc. cath.	240	25						
	E.M.I.....	Iconosc.	400	50	Iconosc.	400	50			
	Scophony.....	roue à lentilles	180	25	vis à miroirs	120	25	vis à miroirs	120	25
	I.T.C.....	roue à lentilles	180	25	tambour à mir.	180	25	tambour à mir.	180	25
	Baird.....				caméra électron	500	50	disque	240	25
U. S. A.	R.C.A.....	Iconosc.	240	24	Iconosc.	240	24			
	Farnsworth	dissector	240	30	dissector	240	30			

2° AVANT LA FIXATION DU STANDARD. Il sera également intéressant de rappeler où en étaient les divers pays en janvier 1938 à la veille de la fixation des caractéristiques françaises. En comparant ce tableau avec le suivant des *normes actuelles*, on verra que les services de la Radio-diffusion Nationale se sont à bon escient inspirés des éléments étrangers *les plus fréquents. De manière que les transactions* et même les émissions d'un pays à l'autre puissent se faire facilement par de simples ajustements semi-fixes sur les appareils en attendant que *règne le standard international.*

LES CARACTÉRISTIQUES DE 1938

CARACTÉRISTIQUES	Etats-Unis	Angleterre	Allemagne	FRANCE			
				Radio Industrie	Grammont	Cie Fse de Télévision	Thomson Houston
Fr. onde porteuse de vision	42 meg.	47	42	46	46	46	46
Longueur d'onde	7 m. 14	6,37	7,14	6,52	6,52	6,52	6,52
Fr. onde porteuse de son (phonie)	46 meg.	43	38	42	42	42	42
Longueur d'onde	6 m. 52	6,97	7,89	7,14	7,14	7,14	7,14
Largeur de bande de télévision	6 Mcs	5	6	5 Mcs	5	5	5
Polarité de modulation	positive	positive	positive	positive	positive	négative	positive
Nombre de lignes	441 entrel.	441 entrel.	441 entrel.	455 entrel.	375 et 441	450 entrel.	455 entrel.
Format d'image	4/3	4/3	5/6	6/7	6/5	4/5	5/4
% de synchronisation	20 %	30 %	20%	30%	20 à 40%	30%	30%
% d'image	80 %	70 %	80%	70%	80 à 60%	70%	70%
Durée top de ligne .... top d'image	1/10 de lignes variable	15% de lignes 1/5 de la 1/2 im.	15 & 17% variable	15 à 20% 5% de la 1/2 image	5% + 4% de noir 5 lignes	17% de lignes 8% de l'image	15,5% de lignes double du signal de ligne

3° LE STANDARD ACTUEL. Les caractéristiques françaises ont été fixées pour 3 ans le 1er juillet 1938 par le Ministère des P.T.T. Cette décision indispensable pour entrer dans la phase d'exploitation industrielle et commerciale, se justifie pleinement. La période expérimentale est restée ouverte tant que l'image fut imparfaite, puis progressivement acceptable et satisfaisante ; elle est maintenant excellente. Mais il va sans dire que cette stabilité laisse la voie ouverte aux améliorations et que le standard sera modifié dès qu'un progrès technique considérable le demandera. Rien de pareil ne semble imminent, bien que l'Amérique ait pu poursuivre ses travaux de laboratoire et le service public d'émission. Tout laisse supposer au contraire que les caractéristiques actuelles seront reconduites purement et simplement à l'expiration.

1° **Longueur d'onde de l' émetteur,** vision 6 m. 52 (46 M C/S).

2° **Longueur d'onde de l'émetteur,** son 7 m. 14 (42 M C/S).

3° **Polarité de transmission** positive.

4° **Nombre d'images par seconde,** 50 demi-images entrelacées, soit 25 images complètes par seconde.

5° **Nombre de lignes par image complète.** Compris entre 440 et 455, c'est-à-dire que la fréquence de balayage des lignes est comprise entre 440 × 25 et 455 × 25 p/s.

6° **Format de l'image** (largeur/hauteur), 5/4.

7° **Durée des signaux de synchronisation de ligne,** 18 % ±2 % de la durée totale de la ligne.

8° **Durée des signaux de synchronisation d'image.** Les signaux de vision sont interrompus pendant une durée minimum de 15 lignes par 1/2 image, soit 7 % du temps d'analyse.

9° **Transmission des signaux de vision.** La valeur maximum de l'amplitude de l'onde H F que peut rayonner l'émetteur est prise ci-dessous comme repère 100 %.

Les amplitudes inférieures à 30 % du maximum (avec la tolérance 27 à 33 %) sont réservées à des signaux de synchronisation.

Les amplitudes entre 30 % et 100 % sont utilisées pour les signaux de vision proprement dits.

Dans ces conditions, on obtient un maximum de contraste dans une transmission en réglant le dispositif d'émission de manière que les parties les plus claires du sujet correspondant à l'amplitude 100 % H F et les parties les plus sombres à l'amplitude 30 % (niveau du noir).

Au contraire si on veut transmettre le sujet dans une tonalité grise

peu contrastée, les parties les plus claires et les parties les plus sombres correspondent à des amplitudes H F inférieures à 100 % et supérieures à 30 %.

10° **Transmission des signaux de synchronisation.** Les amplitudes H F comprises entre 0 et 30 %, représentent les signaux de synchronisation qui comportent une chute à front raide (tops rectangulaires) de l'amplitude H F. Lorsque l'amplitude H F théorique est nulle, il peut subsister une onde résiduelle dont l'amplitude reste toujours inférieure à 5 %.

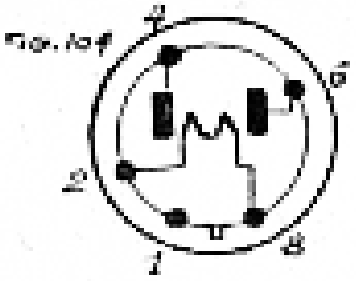
LES LAMPES DE TÉLÉVISION

Les pages suivantes rassemblent les caractéristiques de quelques tubes spéciaux utilisés sur les Téléviseurs. Il s'agit de *pentodes* adaptées à la réception des ondes très courtes et ultra-courtes, de *valves* de redressement fonctionnant à plusieurs milliers de volts, de *thyratrons* ou triodes relais à hélium (gaz dont l'inertie est la plus faible) et qui pour jouer leur rôle « base de temps » au balayage horizontal doivent s'amorcer plus de 11.300 fois à la seconde. Les besoins de la vidéo-fréquence ont également suscité des *amplificateurs* spéciaux à haute et basse fréquence, des *tubes de détection* à court parcours électronique et à grande pente, des lampes à faisceaux dirigés et à émission secondaire, toute la gamme enfin des *tubes cathodiques* et leur alimentation à haute tension.

Les tableaux, de lecture toujours un peu aride, sont limités à trois : la désignation adoptée (numéro-alphabétique) facilite l'identification rapide et donne à chaque tube une présentation individuelle plus indépendante. On trouvera au titre des rubriques la *fonction* de la lampe, et la technique à laquelle elle appartient *Am* pour Américaine, *Europ* pour Européenne.

VALVE BIPLAQUE — 5 U 4 G

à chauffage direct — Am



Caractéristiques

Tension filament	5 V
Courant filament	3 A
Culot	moyen octal 8 broches
Tension alternative par plaque	500 V efficaces max.
Courant continu de sortie	250 mA. max.

Identique sauf le culot au type 5 Z 3, cette valve fournit un courant double de la 80 et donne une meilleure caractéristique de régulation.

VALVE BIPLAQUE — 5 V 4 G Am

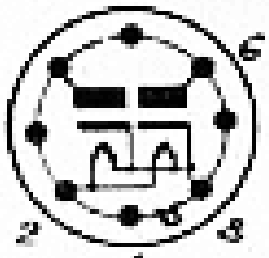


FIG. 105

Caractéristiques

Tension de chauffage	5 V
Courant de chauffage	2 A
Culot	Octal 8 broches
Tension alternative par plaque	400 V max.
Courant redressé	200 mA max.

Redresseur 2 alternances à vide *parfait* de débit intermédiaire entre les types 80 et 5 Z 3. Cette valve a été prévue pour remplacer les redresseurs à vapeur de mercure générateurs de bruits microphoniques. De plus le chauffage indirect commun aux autres tubes évite les pointes de tension sur les condensateurs de filtrage au moment de l'allumage du récepteur.

DOUBLE TRIODE — 6 F 8 G Am

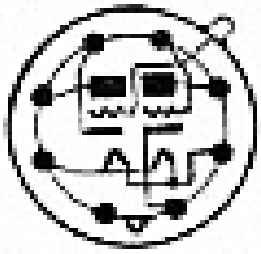
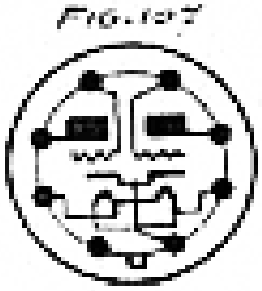


FIG. 106

Caractéristiques.		
Tension de chauffage		6,3 V
Courant de chauffage		0,6 A
Culot petit octal 8 broches.		
en Amplificateur classe A		
Tension plaque		250 V
Tension grille		—8 V
Courant plaque		9 mA
Résistance interne		7.700 ohms
Coefficient d'amplification		20
Pente		2,6 mA/V
en Inverseur de phase		
Tension plaque	100	250 V
Tension grille	-2,25	-5,5 V
Courant plaque par section	1,5	2,4 mA
Résistance de charge par pl.	30.000	50.000 ohms
Résistance de polarisation automat.	750	1.150
Amplification de tension	26	29 (pour 1 V à la grille)
Tension efficace utile	20	65 V

Ce tube comporte 2 6 J5 G dans la même ampoule. Chacune des triodes est distincte mais la tension entre filament et cathode doit être très réduite et même le filament et la cathode raccordés si possible. En inversion de phase, la tension de plaque est égale à la tension d'alimentation moins la chute de tension dans la résistance de charge. Si les 2 triodes sont utilisées en cascade, l'attaque doit se faire sur la grille raccordée au sommet ; la 6 F 8 G s'échauffe particulièrement et doit être dans un endroit ventilé.

DOUBLE TRIODE — 6 N 7 G — Am



Caractéristiques.

Tension de chauffage	6,3 V
Courant de chauffage	0,8 A
en *Amplification classe B.*	
Tension plaque	300 V
Courant dynamique de pointe ...	125 mA
Dissipation moyenne de pl.	10 W
en *Etage pilote classe A* (grilles et plaques réunies)	
Tension plaque	250 V
Tension grille.....	— 5 V
Courant plaque	6 mA
Résistance interne	11.300 ohms
Pente	3,1 mA/V
Coefficient d'amplification	35

Tube équivalent au type verre 6 A 6. Est surtout utilisé en amplificateur cl. B ou A (les 2 triodes reliées ensemble) comme amplificateur en cascade ou ampli de tension et inverseur de phase combinés.

DOUBLE TRIODE — 6 S C 7 G — Am
Amplificateur cl. A

Caractéristique de chaque triode.

Culottage octal

1 — rien
2 — pl. triode 1
3 — grille triode 1
4 — grille triode 2
5 — pl. triode 2
6 — cathode
7 — filament
8 — filament

Tension de chauffage	6,3 V
Courant de chauffage	0,3 A
Tension plaque	250 V
Courant plaque	0,9 mA
Résistance interne	53.000 ohms
Pente	1,32 m. A/V
Coefficient d'amplification.	70

TRIODE — 6 S F 5 G — Am
à pente élevée, 1,5 m Amp. V.

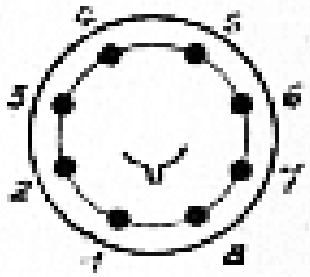
La 6 S F 5 a les mêmes caractéristiques que la 6 F 5 mais la capacité de sortie est sensiblement plus faible. La 6 S F 5 est destinée a être utilisée en préamplificatrice à résistances. Toutes les sorties sont à la base et un écran se trouve entre grille et chauffage qui a pour effet de réduire le ronflement que pourrait recueillir la grille par voisinage du Fument.

PENTODE
à pente variable

6 S K 7 G
Am

Tube remplaçant le 6 K 7 par des caractéristiques améliorées.
Sous (une tension anodique de..... 250 V
(une tension écran de ..... 100 V
(une polarisation de ..... —3 V
(la pente est de..... 2mA/V
(au lieu de 1,45 pour la 6 K 7.

FIG. 108



Le brochage de la 6SK7 est :
1 = Blindage
2 = Filament
3 = Grille suppresseuse
4 = Grille de commande
5 = Cathode
6 = Grille écran
7 = Filament
8 = Plaque

Dans ce nouveau tube, on a diamétralement opposé les broches « grille de commande » et « plaque » afin de réduire au minimum la capacité interne de réaction.

PENTODE
Amplificatrice ou détectrice

6 S J 7 G
Am

Type analogue à la 6 J 7, mais de caractéristiques plus poussées, pente 1,65 m A/V au lieu de 1,22 m. A/V. Même brochage que la 6 J 7.

La 6 S J 7 peut être employée en H F à pente fixe, en oscillatrice ou en B F de tension. On peut également l'employer en triode en réunissant les grilles écran et suppresseuse à la plaque.

DOUBLE DIODE TRIODE
à grande pente

6 S Q 7 G
Am

C'est le type 6 Q 7 de performances améliorées, les caractéristiques sont plus voisines de la 7 S.

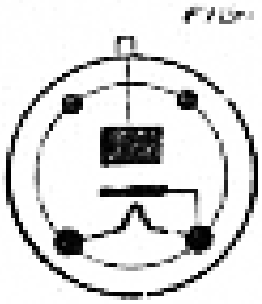
Pour une polarisation de..... — 2 V
Une tension anodique de ..... 250 V
La pente est de ..... 1,1 m. A/V
Et la résistance interne ..... 91.000 ohms

Toutes les sorties sont à la base (contrairement à la 6 Q 7) et un écran entoure la grille pour réduire le ronflement.

Le brochage est fig. 108.
1 — Blindage
2 — Grille
3 — Cathode
4 — 1re diode
5 — 2e diode
6 — Plaque
7 — Filament
8 — Filament

VALVE MONOPLAQUE — 2×2 - 879

Spéciale pour alimentation des tubes cathodiques. — Am



Caractéristiques.

Tension de chauffage	2,5 V
Courant de chauffage	1,75 A
Tension alternative	4.500 V./max.
Tension inverse de pointe ..	12.500 V./max.
Courant, plaque de pointe ..	100 m. A. max.
Courant continu	7,5 m. A. max.
Culottage Ux	

PENTODE — 1231

d'amplification à grande pente — Am

Caractéristiques.

Tension filament	6,3 V
Courant de chauffage	0,45 A
Tension anodique.....	300 V
Tension grille écran	150 V
Courant plaque	10 m.A
Courant grille écran	2,5m.A
Résistance interne	700.000 ohms
Pente	5,5 m.A/V.
Coefficient d'amplification	3.850

Tube spécialement étudié pour la télévision où les dimensions très ramassées et les connexions très courtes ont réduit les capacités inter-électrodes et les pertes diélectriques au minimum. Les conducteurs

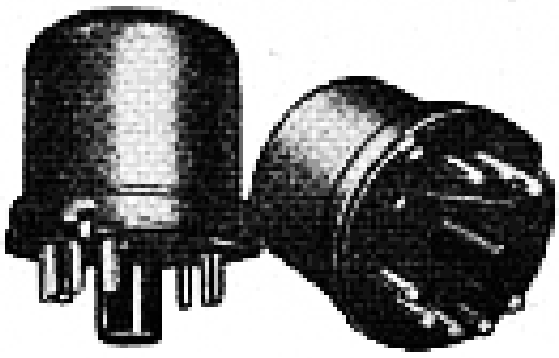


Fig. 110

eux-mêmes servent de broches et de supports au tube. La partie inférieure de l'ampoule est métallique ainsi que l'ergot d'orientation qui sert d'écran entre les broches extérieures de grille et de plaque. Le socket métallique d'embase ajoute au blindage de l'ensemble. La capacité entre grille et plaque est de 0,01 µµF.

PENTODE — 1852
à grande pente — Am

Réalisé par R C A, c'est l'amélioration du type 1851. La sortie de grille au lieu d'être au sommet de l'enveloppe est connectée à la broche 4 du culot octal. La plaque reliée à la broche 6 lui est diamétralement opposée en vue de réduire la capacité interne de la lampe.

Caractéristiques.

Tension de chauffage	6,3 V
Courant de chauffage	0,45 A
Tension plaque max.	300 V
Tension écran maximum	150 V
Courant de plaque	10 m.A
Résistance interne	0,75 meghom
Coefficient d'amplification	6.750
Pente	9 m A/V

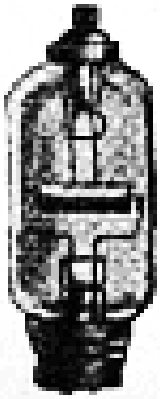
PENTODE H F — 1853
à caractéristique basculante — Am

Tension de chauffage	6,3 V
Courant de chauffage	0,45 A
Capacités internes	
de grille à plaque	0,015 µµF
d'entrée	8 µµF
de sortie	5 µµF
Dissipation plaque max.	4,4 W
Tension plaque max.	300 V
Tension écran max.	200 V
Polarisation de grille min.	— 3 V
Courant anodique	12,5 mA
Résistance interne	0,7 meghom
Coefficient d'amplification	3.500
Pente	5 mA/V

TUBE REDRESSEUR — 1875
Europ

Haute tension (7.000 V.)
pour alimentation des
anodes des tubes cathodiques

Fig. 111



culot transcontinental

DIODE DE DÉTECTION — 4622/3 Europ

à court parcours électronique
et grande pente de détection

TRIODE — 4671 Europ

Pour ondes ultra-courtes

Tension de chauffage	6,3 V
Courant de chauffage	0,15 A
Tension anodique max.	200 V
Courant anodique	4,5 mA
Polarisation de grille	— 6 V
Pente	2 mA/V
Coefficient d'amplification	25
Résistance interne	12.500 ohms
Culot transcontinental	S P 11

PENTODE — 4672 Europ

pour ondes ultra-courtes

Tension de chauffage	6,3 V
Courant de chauffage	0,15 A
Tension anodique max.	250 V
Courant anodique max.	2 mA
Polarisation de grille	— 3 V
Tension écran	100 V
Pente	1,4 mA/V
Coefficient d'amplification	5.000
Résistance interne	3,5 mégohms

Culot transcontinental S P 2

PENTODE — 4673 Europ

amplificatrice à grande pente

2e étage H.F. ou 2e étage M F

TRIODE — 4686 Europ

à atmosphère gazeuse (argon)

pour base de temps de tube cathodique

Tension de chauffage	4 V
Courant de chauffage	1,2 A
Tension anodique max.	300 V (tension d'arc 17 v.)
Courant anodique max.	300 mA
Coefficient d'amplification	21

(C'est le rapport entre la tension anodique et la tension négative de grille pour l'amorçage).

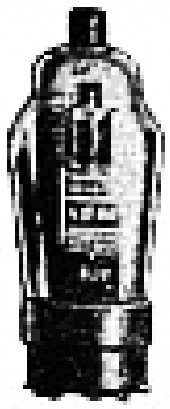


Fig. 112

Résistance dans le circuit de grille 1.000 ohms

Culot transcontinental : P 32.

TRIODE

4690

Europ

à atmosphère gazeuse (hélium)
pour base de temps de tube cathodique

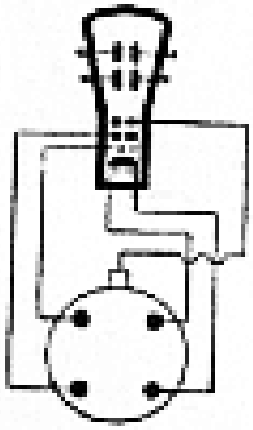
Tension de chauffage	4	V
Courant de chauffage	1,3	A
Tension anodique	500	V
Courant anodique max.	10	mA
(Valeur du courant anodique à l'état oscillant en base de temps, la valeur de crête est 750 m. A.)		
Coefficient d'amplification	40	
Résistance dans le circuit de grille	1.000	ohms

Culot transcontinental : P. 55.

TUBES CATHODIQUES A VIDE POUSSE

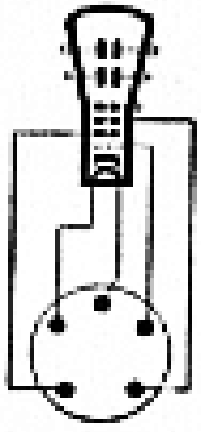
D = déviation électrostatique W = déviation électromagnétique

CARACTÉRISTIQUES	DW 16-1	DW 31-1	DW 39-1	MW 31-2	MW 39-2
Couleur du Spot	blanc	blanc	blanc	blanc	blanc
Diamètre de l'écran	160mm	310	390	310	390
Longueur maximum (sans broche)	110mm	440	705	686	750
Type de culot	SP3	SP5	SP5	SP7	SP7
Tension de chauffage	4v	4	4	4	4
Courant de chauffage	1amp.	1	1	1	1
Tension maximum de 3e anode		6000v	6000	6000	6000
Tension maximum de 2e anode	2000v	1200	1200		
Tension maximum de 1e anode	600v	250	250	250	250
Polarisation de grille bloquant le rayon	—40v	—60	—60	—60	—60
Sensibilité des plaques de déviation côté cathode	0,5 mm/v	0,17	0,16		
Sensibilité des plaques de déviation côté écran	0,4 mm/v	0,13	0,14		
Capacité de la grille (par rapport à toutes les autres électrodes)	10µµF	15	15		
Capacité des plaques de déviation côté cathode)	1,5µµF	4	4		
Capacité des plaques de déviation côté écran	2µµF	5	5		



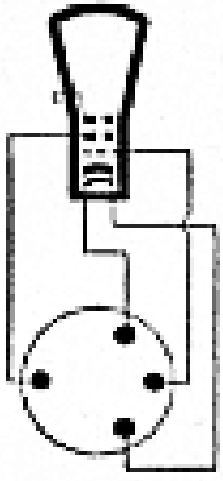
SP 3

Fig. 113



SP 5

Fig. 114



SP 7

Fig. 115

TUBE AMPLIFICATEUR « Tout verre » — **EE 50**
à émission secondaire — Europ

Sa pente élevée (15 m. A/V) et ses capacités extrêmement réduites anode/grille = 0,005 µµF lui donnent une amplification importante par étage et convenant bien à l'amplification H F et vidéo-fréquence de Télévision.

TUBE-RELAIS : — **CDT 4**
Cossor

Thyratron, de conception déjà ancienne, son inertie relativement élevée le désigne aux seules bases de temps de balayage vertical = 25 cycles par seconde. Il a cependant permis l'analyse horizontale jusqu'à 180 lignes. Ses caractéristiques sont :

Tension de chauffage	4 V
Courant de chauffage	1,5 A
Courant anodique	20 mA
Maximum de pointe	500 mA

PENTODE H.F. — **MS PEN**
datant de plusieurs années — Cossor
ampoule à module réduit et prise de grille standard américain.

TUBE CATHODIQUE à concentration — **MS. 11. I**
Europ
et déflexion magnétique par *projection*

Couleur d'écran	vert
Tension de chauffage	4 V
Courant de chauffage	1 A
Tension max. anode 2	25.000 V
Tension max. anode 1	500 V
Polarisation max. d'obscuration	—150 V
Sensibilité magnétique	0,034 IH
Valeur de concentration (ampères-tours)	750
Diamètre de l'écran	600 %

TUBE REDRESSEUR 3.000 v. — **SU - 2130**
Cossor

Valve destinée à l'alimentation de tube cathodique.

Tension filament	2 V
Intensité filament	1 A
Tension anodique max.	5.000 V
Intensité anodique max.	2 mA
Intensité anodique de saturation	500 mA

THYRATRONS DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE DE RADIOLOGIE

TYPE		TH-17	TH-49	TH-39	TH-41	TH-57	TH-47	TH-91
Cathode	Tension...	2,5 v.	5	5	5	5	5	2,5
	Intensité ..	5 amp.	17,5	4,5	17,5	4,5	4,5	5
	Chauffage .	direct	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.	direct.
	Temps....	5 sec.	5 min	5 min.	5 min	5 min.	5 min.	5 sec.
Tension max. directe et inverse		2500 v	3500	1000	12000	1000	1000	150
Rapport de contrôle	Tension an...	100 / -2,25	100 / -5,5	100 / 10	1000 / +4	100 / -1,5	100 / +8,5	100 / -3,5
	Tension grille	1000 / -6,25	3500 / 23	1000 / 10	1500 / 0	1000 / -4,5	1000 / -2,5	50 / 0
Courant anodique max.	instantané .	1	50	2,5	40	10	10	1
	moyen....	0,250	10	2,5	8,5	2,5	2,5	0,250
Temps de désionisation .... (en micro-secondes)		1000	100	1000	100	1000	100	
Dimensions	Longueur .	180mm	380	205	460	195	195	180
	Diamètre..	60mm	130	75	130	75	75	60
Courant de grille max.	instantané .	0,25 A	5	1	5	1	1	0,25
	moyen....	0,05	1	0,25	1	0,25	0,25	0,05

TUBES CATHODIQUES DIVERS

Caractéristiques	COSSOR						LEYBOLD & VON ARDENNE		Loewe
	3333	3334	3271	3272	3273	3274	A 1	A B 1	
A gaz ou à vide.	G	G	V	V	V	V	V	G	
Chauffage VxA	0,4x1,25	0,4x1,25	0,4x1,25	0,4x1,25	0,4x1,25	0,4x1,25	4x0,5	4x0,5	4x0,5
Wehnelt (norm.)	30	30	$-V_a$	$-V_a$	250	$-V_a$			
Anodes A 1..	300	300	200	1000	350	750	250	200	200
Anodes A 2.	3000	1500	3000	4000	6000	3000	4000	4000	3000
Courant ano. total	300	200							100
Sensibilité mm/V	1		1	1		1	1	1	0,8
ou mm/G		0,35	0,36		0,10				
Couleur d'écran.	bleu pâle	[illegible]	sépia	crème	télévision		bleu	bleu	
Diamètre (cm)..	13	11	16	31	13	25	18	18	18

MEMENTO POUR LE TECHNICIEN

Quelques formules de Télévision

Tube cathodique

Déviation électrostatique du faisceau.

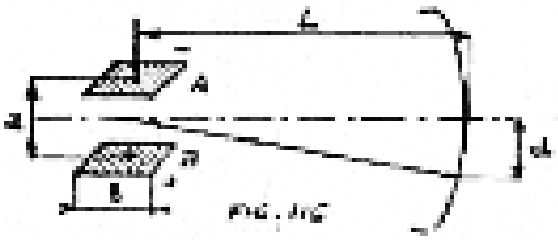


FIG. 116

$$d = \frac{1}{4}\,\frac{Vd}{a}\,\frac{(l^2 + 2\,l\,L)}{V}$$

Vd = tension appliquée entre les plaques de déflexion A et B.

V = différence de potentiel entre cathode et anode.

Déviation magnétique.

$$d = H\sqrt{\frac{e}{m}} \times \frac{L \times l}{\sqrt{V}} \quad \text{ou en mm. par gauss} = K\,L\,\sqrt{H}$$

(L en cm.
(H en gauss.

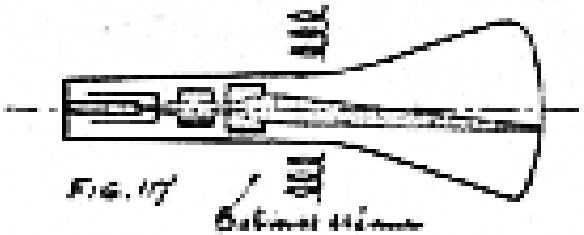


FIG. 117

Bobinage créant le champ magnétique de déflexion

m = masse de l'électron

e = charge de l'électron

l = longueur de la trajectoire dans le champ

Sensibilité d'un tube cathodique.

$$S = \frac{1}{4\,a}\,\frac{(l^2 + 2\,l\,L)}{V} =$$ grandeur de la déviation par volt appliqué entre les plaques de déviation électrostatiques.

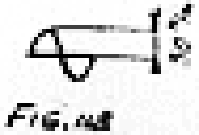


FIG. 118

La sensibilité moyenne est de 0,3 mm. par volt. Par exemple pour une image de 60 m.m. il faudra une tension entre plaques de $\frac{30}{0,3} = 100$ volts ou

ou pour une tension alternative $\frac{100}{\sqrt{2}} = 71$ volts

Thyratron

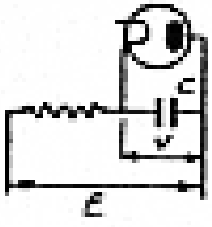


Fig. 113

Charge d'un condensateur C à travers une résistance R, à partir d'une source du potentiel E.

$$V = Ee^{-\frac{t}{cr}}$$

V = en volts — C en farads
E = » — R en ohms.
t = en sec. — e = 2,718

Temps de charge de C à travers une *Pentode* d'intensité I pour obtenir V.

$$t = \frac{CV}{I}$$

Flux lumineux.

$\varphi = 4\pi B$ — B en bougies, φ en lumens

Flux reçu par une surface S à une distance *d* d'une source B.

$$\varphi = \frac{BS}{d^2}$$ — S en cm — *d* en cm.

Longueur d'onde d'une antenne

$$\lambda = 1.2\sqrt{CL}$$

C = capacité en microfarads μF
L = Self-induction en henry.

Rapport entre fréquence et longueur d'onde.

λ = longueur d'onde en mètres
V = vitesse de la lumière 300.000 km./sec.
T = durée d'une période
F = fréquence (nombre de périodes/sec.)

$\lambda = VT$ — $T = \frac{1}{F}$ — $\lambda = \frac{V}{F}$

Ex. = une longueur d'onde de 6 mètres correspond à une fréquence de 50.000.000 de périodes ou 50.000 kilocycles.

L'ÉVOLUTION A L'ÉTRANGER

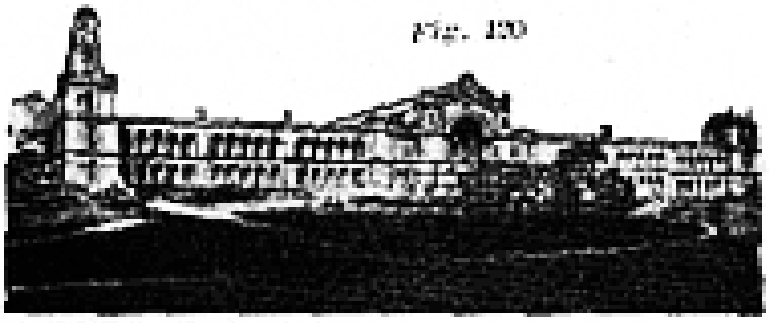
En Angleterre, un des pionniers anglais fut l'ingénieur Baird dont les appareils d'essais (1925) figurent désormais au British Museum. Ses travaux sortirent du laboratoire en 1929, sous l'impulsion de la *British Broadcasting Corporation*, mais ces tentatives de début furent abandonnées un temps, les résultats n'ayant pas été jugés dignes d'exploitation commerciale.

Trois ans plus tard, la *B. B. C. appréciait différemment* et reprenait ses émissions régulières, exactement le 22 août 1932. L'émission se faisait de Brookmanns Park. Sur 261 mètres, à 30 lignes et 12 1/2 images par seconde (donc vacillantes), largeur de bande latérale 12.500 cycles. Un appareil avec tube cathodique de 8 × 6 pouces (écran de 20 × 15 cm.) fut offert au public à cette époque par la *Société Baird qui n'a* jamais craint d'ouvrir audacieusement le chemin commercial.

En 1934, une Commission de la Télévision fut nommée en Grande-Bretagne afin de renseigner le Post Master General (directeur des P.T.T.) sur les différents systèmes et la possibilité d'un service public. Cette commission présidée par Lord Selton, dut faire le partage entre les postulants : *Ferranti*, General Electric, Plew Television, pour finalement retenir Cossor, Scophony, Marconi E.M.I. et Baird : ces deux derniers chargés d'émettre expérimentalement tour à tour.

L'Iconoscope de Zworykin qui faisait son apparition fut retenu comme susceptible de donner déjà des images comparables à celles du cinéma. Mais le rapport de la Commission repoussa pour le moment la suggestion d'un service public général : ses conclusions demandant au préalable la haute définition (240 lignes au moins) et une cadence de 25 images/sec., donc une bande passante de

Fig. 120



Alexandra Palace

1 Mégacycle minimum et la nécessité d'adopter les ondes très courtes (moins de 10 m.), comme fréquence porteuse.

Dès que ce stade fut atteint, les deux maisons habilitées Baird Television Ltd et Marconi E.M.I. Television Ltd commencèrent leurs émissions publiques (caractéristiques p. 90).

Le 2 novembre 1936, une diffusion régulière était organisée depuis l'Alexandra Palace et une exposition s'ouvrait en juin 1937 au Science Museum de Londres. Un émetteur Cossor y fonctionnait avec lignage variable — de 121 à 405 — et possibilité d'exploration simple et entrelacée. Les avantages de l'entrelacement furent ainsi très facilement mis en évidence.

Baird exposait une caméra électronique apparentée au disséctor de Farnsworth et son multiplicateur d'électrons. Une autre caméra Baird d'un genre plus classique (tube cathodique et déflexion magnétique) était également en démonstration. La marque Ediswan présentait au public plusieurs appareils de vulgarisation dont l'un montrait le déplacement du spot lumineux sous l'action des tensions en dent de scie. La variation du nombre de lignes était rendue visible au moyen d'une résistance réglable modifiant la fréquence des oscillateurs d'alimentation du tube.

Un autre dispositif précisait l'action du champ électro-magnétique de déflexion. Un petit noyau de fer doux solidaire d'un écran se déplaçait à l'intérieur d'un solénoïde et entraînait avec lui le foyer d'impact du canon (gun) électronique.

Le Hall du Science Museum abritait en outre un récepteur à miroirs tournants du système Mihaly Traub donnant 405 lignes avec un nombre réduit de 5 miroirs fixes.

Scophony assurait pour son compte des émissions complètes de télévision à 240 lignes 25 images et donnait aux visiteurs des réceptions sur écrans de 0,66 × 0,36 et 1,60 × 1,30 m. Les brevets de l'ingénieur Jeffree furent publiés et il est intéressant d'en rappeler ces lignes que l'expérience et l'actualité ont largement vérifiées. « Le modulateur Scophony-Jeffree est une des contributions les plus marquantes de ces derniers temps à la technique téléoptique. Les revendications formulées par l'inventeur (M. Jeffree avant de travailler exclusivement pour Scophony était au service de la Western Américaine, puis de Cossor) se résument en : Toute la télévision actuelle, qu'elle emploie des moyens d'exploration optico-mécaniques ou par tube cathodique est basée sur le principe « d'une seule ouverture » fonctionnant à un instant donné. Le modulateur à ultra-sons dispose au contraire de 50 à 100 ouvertures, fonctionnant simultanément. Combiné avec d'autres nouveautés optiques, il rend possible la production d'appareils commerciaux doués d'une grande brillance, bien que de basse tension et de puissance modérée ».

En novembre 1937 cette si importante Société Scophony donnait sa seconde assemblée générale sous la présidence de Sir Maurice Bonham. Son rapport, disait sans phrase « que le public s'intéressait vivement, mais attendait avant d'acheter ».

De plus, le système électro-mécanique propre à Jeffree, donnait plus d'inertie que l'exploration électronique avec oscillographe et il en résultait un désaccord de synchronisation entre l'émetteur et le récepteur. Il y fut du reste rapidement porté remède.

On pouvait dire en 1938 que l'Angleterre était le pays du monde qui avait réalisé le plus gros effort pour le développement de la télévision. Dès cette année le crédit qui lui était officiellement attribué s'élevait à 100.000 livres sterling.

Le 1er juin 1938, le Derby d'Epsom était télévisé, ainsi que les principaux matchs de tennis, les courses de bateaux, etc. Le dispositif Baird projetait des images en 2 couleurs sur écran de 4 × 3 mètres (mais à faible définition et fréquence/images). Vers cette époque le nombre de téléviseurs répandus dans l'agglomération londonienne atteignait 2.000 environ et les usagers, peu tolérants envers la nouvelle science, se plaignaient déjà du nombre d'heures réduites d'émission, de l'excès de premiers plans, de sketches insuffisamment peuplés comme personnages, d'actualités et de films documentaires sans grand intérêt, etc...

En fait la B.B.C. combinée avec les actualités Gaumont British et British Movietone diffusait 8 heures par jour de Télécinéma, music-hall, intermèdes, dessins animés, reportages sportifs, etc... Vingt constructeurs différents travaillaient pour une clientèle grandissante. On trouvait pour les principaux : Scophony, Ecko (tous les deux avec analyseur mécanique) Marconiphone, Baird, Pye, Philips, Cossor, Dynatron, Ferranti, Pilot, Tannoy, Vidor, Michael, Murphy, Invicta, etc... Les prix s'échelonnaient de 6 à 15.000 fs., récepteur de téléphonie compris ; et on trouvait un appareil à grand écran Ecko-Scophony de 40.000 fr. La filiale anglaise de la Société de Cinéma Gaumont équipait progressivement ses salles d'un projecteur professionnel coûtant 1.000 livres. Cependant l Broadcasting faisait des objections relativement aux droits d'auteurs difficiles à percevoir en projections publiques : opposition de principe qu'elle abandonna du reste rapidement.

Au printemps de 1939, Londres comptait une dizaine de milliers de récepteurs et les ventes s'accéléraient. L'installation Marconi E.M.I. de l'Alexandra se complétait par une équipe de cars mobiles de reportage, contenant chacun 3 caméras reliées à un studio mobile par 300 mètres de câble. La transmission avec l'émetteur fixe se faisait par ondes courtes sur une fréquence de 64 Mégacycles et une puissance de 1.000 watts.

De telles installations mobiles avaient peu avant la guerre fait leurs

preuves de qualité et permis la diffusion de spectacles extérieurs notamment le Derby et la fameuse compétition Oxford-Cambridge.

On estime qu'en août 1939, vingt-cinq mille Anglais recevaient déjà la Télévision « at home » et devaient cette satisfaction au triple et persévérant effort de leurs savants, de leurs industriels et des Pouvoirs publics.

En Allemagne. Vers 1930 des émissions régulières commencèrent sur ondes longues, moyennes et très courtes. Le poste à O.T.C. utilisait une bande assez large (de 100 Kcs) donnant une bonne image pour l'époque de 60 lignes et cadence de 25 à la seconde.

En 1932, un émetteur de Télévision était installé en haut de la Funkturm à Berlin et fonctionnait en Télécinéma sur 7 mètres de longueur d'onde. L'analyse était faite par une roue de Nipkow à 180 trous tournant à 25 t/sec. La fig. 121 montre le mécanisme de l'émetteur. A gauche une lampe à arc projetant par un jeu de lentilles, une puissante lumière sur un film dont on voit au centre la bobine d'enroulement. Transversalement se trouve le carter du disque de Nipkow entraîné par un moteur synchrone ; et tout à droite la cellule photo-électrique ainsi que les premiers étages d'amplification. Cette partie de l'appareil reposait sur des billes de caoutchouc pour éliminer toute vibration.

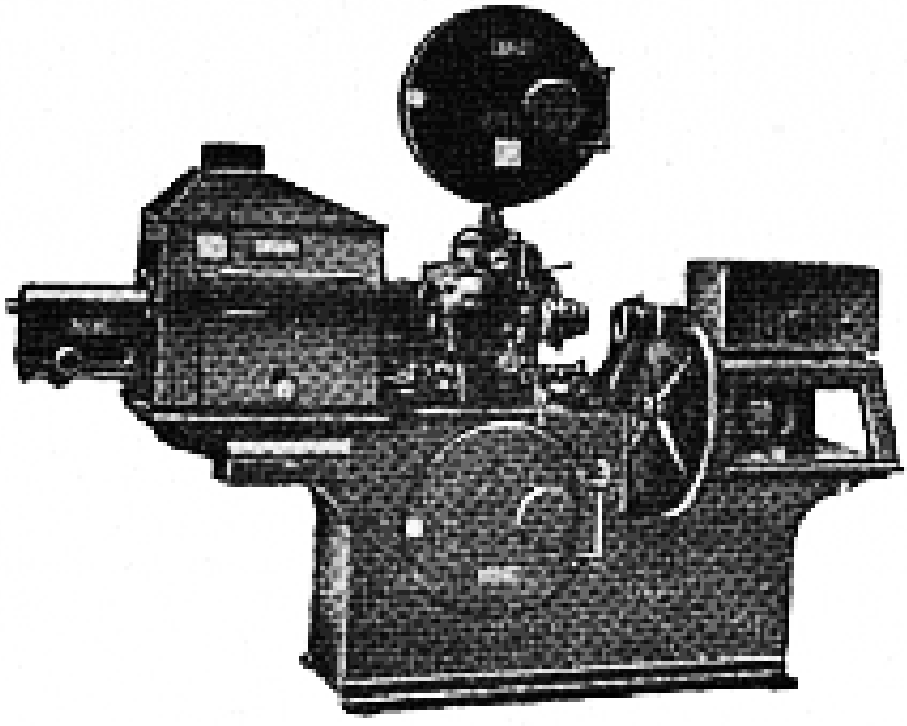
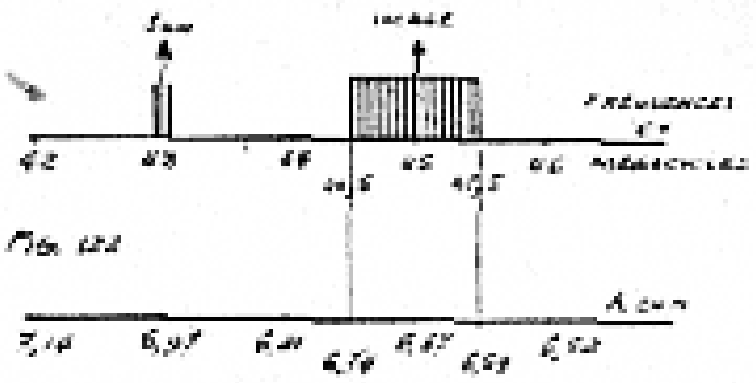


Fig. 121

Les caractéristiques d'émission étaient : pour l'image : = 6, 67 m. modulée de 44,5 Mcs à 45.5 Mcs, soit de 6,74 à 6,59 m. Pour le son : = 6, 97 m., modulé de 5.000 Cs à droite et à gauche de l'onde porteuse. Le schéma fig. 122 joint, montre les positions relatives des on-



des porteuses et des bandes de fréquence occupées par l'émission de télévision (vision) et de téléphonie (phonie). Pour recueillir les premières images, les constructeurs allemands déjà très avancés dans la question du tube cathodique, créèrent un récepteur qui semble avoir devancé en qualité les réalisations anglaises. La fig. 123, montre les dimensions copieuses de l'ampoule dont l'écran contenait une image de 24 × 23 cm. D'autre part la nécessité d'admettre une bande passante d'un million de cycles/sec, en exigeant des circuits très amortis à faible impédance, donc à faible amplification — amenait l'utilisation nouvelle des lampes à grande pente : 8 à 9 mA/V en même temps qu'un nombre élevé d'étages M F .

En août 1935, pendant l'Exposition de la Radio, cet émetteur à ondes ultra-courtes fut détruit par un incendie qui immobilisa quelque temps les progrès de la Télévision en Allemagne. Rapidement reconstruit, l'émetteur se remet à fonctionner sur des bases un peu différentes : image = 6,75 m. ; son = 7,06 m. Concurremment à ces travaux officiels les chercheurs Von Mihaly, Von Ardenne et les laboratoires Goerz, Agfa, Telefunken poursuivaient leurs efforts scientifiques et industriels ; ces derniers appuyés par toute l'expérience optique, photographique ou électrique des grandes firmes allemandes. Vers cette époque Manfred Von Ardenne imaginait un nouveau tube à deux canons pouvant être utilisé, soit en doublant les lignes horizontales : paires de la gauche vers la droite, impaires de la droite vers la gauche, soit en croisant les spots horizontalement et verticalement. Bien que la définition à en attendre soit théoriquement meilleure, les complications de mise en œuvre firent abandonner cette suggestion.

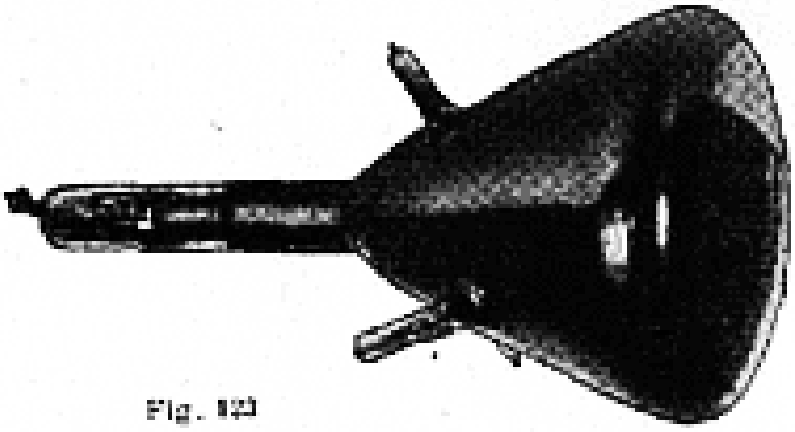


Fig. 123

En juillet 1937, les P.T.T. du Reich, présentaient à l'Exposition Internationale de Paris des émissions complètes avec caméra iconoscope fabriquée par Telefunken et donnant 375 lignes, 50 fois 1/2 à la seconde (fréquence d'image). Les résultats remarquables tant en vision directe qu'en Téléciném̀a firent l'étonnement des visiteurs défilant au

pavillon allemand. Les caméras d'enregistrement montées avec le balayeur de film Telefunken (p. 83) passaient indifféremment de la vision directe au cinéma.

Peu avant la guerre le Reich organisait des caravanes de Télévision — trains lourds de plusieurs camions et cars — entraînant sur route un studio complet, un émetteur à faible puissance et tout un jeu de téléviseurs accessibles au public. Ces installations mobiles montraient aux futurs usagers, l'intérêt des images déjà atteintes et créaient en faveur du nouvel art un courant d'opinion et même d'achat déjà important.

La station expérimentale de Berlin, installée à l'Amerika Haus, atteignait une puissance de 20 kw et le programme prévoyait sa jonction par câbles coaxiaux avec l'Allemagne centrale et le massif montagneux du Nord. La définition finalement adoptée fut de 441 à l'instar des U.S.A. Les récepteurs vendus au public en juin 1939, s'échelonnaient de 6 à 35.000 fr., ces derniers sur tube cathodique de 60 cm. de diamètre. Une succursale de la Farnsworth Américaine donnait des projections publiques déjà très satisfaisantes sur écran de 3 × 2,50 mètres.

Allemagne

D'après « Le Temps », 4 juin 1941.

La Société Allemande de télévision qui dépend du ministère des postes et télégraphes, vient d'ouvrir son premier théâtre de guerre dans une salle de concert bien connue de Berlin, la salle Berchstein. Sa forme rectangulaire a été transformée, de manière à devenir ovale, la partie supérieure des murs recouverte d'une nouvelle matière synthétique, la « bizella », qui favorise l'acoustique. L'écran, d'une surface de quatre mètres carrés, se compose d'une foule de petits carreaux recouverts d'une feuille d'aluminium, matière qui jouit d'un grand pouvoir réflecteur.

Contrairement au cinéma, l'appareil de projection se trouve devant la première rangée de spectateurs et non pas au fond de la salle.

Ce premier théâtre est réservé pour le moment aux soldats en congé ou blessés.

On songe dès maintenant en Allemagne à équiper un certain nombre de salles urbaines pour la réception des actualités instantanées. Ces projections précéderont de deux ou trois jours les films habituels d'information et répondront à certains cas exceptionnels comme la transmission des grands discours du Führer. Il est également décidé d'utiliser la télévision pour remplacer les cinémas dans les endroits isolés, villages, camps de travail, dont les habitants n'ont pas souvent l'occasion de voir des films.

Au cours de la présente guerre l'effort des belligérants concernant

la télévision est loin de s'être ralenti. Si l'émission d'images publiques et distractives a été interrompu, les applications scientifiques et militaires ont été poussé a un haut degié : détection et défense contre avion, télémétrie, réglage de tirs... C'est ainsi, dit-on que les cuirassés de 35.000 T. Bismark et Hood qui s'affrontèrent et finalement se détruisirent l'un l'autre dirigèrent leur tir impitoyable grâce à des caméras sur avion d'observation perçant la brume. Peut-être même fit-on usage d'infra-rouge qui se joue du brouillard et pour une large mesure de la distance.

D'après « *La Suisse* » du 11 Août 1941

La télévision qui dépendait jusqu'ici de l'emploi d'un câble entre l'émetteur et la prise de vues — et se trouvait par ce fait en présence de nombreux obstacles — vient d'être téalisée en Allemagne sans ce fil accessoire. On utilise un petit émetteur auxiliaire qui peut impressionner à plusieurs kilomètres de distance la station principale d'émission. Les essais qui se poursuivent à Berlin donnent des images d'excellente qualité.

En Amérique. On sait quel fut l'apport des U.S.A. à la Télévision et il n'y a pas de doute que les noms de : Jenkins, Zworykin, Farnsworth, demeureront comme ceux de *Maxwell, Faraday* ou *Marconi*.

Dès 1925, les laboratoires de la Radio Corporation of America, ceux de la Thomson, de la Westinghouse, de la Western, s'attachèrent une pléiade d'ingénieurs de premier ordre, à qui ils procurèrent tous les moyens financiers et scientifiques. En 1930, une station expérimentale de la R.C.A., donnait déjà de bonnes projections sur tube cathodique. *En juillet 1936, cette Compagnie* en collaboration avec la National Broadcasting Company, dressait un émetteur à l'Empire State Tower de New-York et dont les essais se succédèrent sans autre interruption que le changement de matériel pour passer d'une définition au degré supérieur.

Fig. 191

Empire State Building

En 1936 seulement M. David Sarnoff, président de la R.C.A. jugeait la Télévision comme techniquement utilisable à domicile et achevait d'en convaincre le grand public à l'Exposition universelle de New-York en avril 1939.

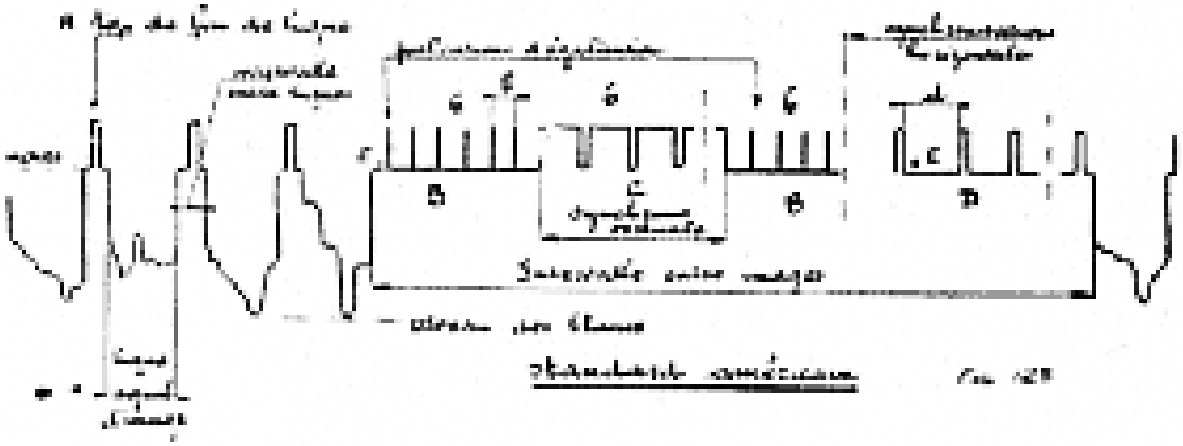
Quelques mois avant cette manifestation, la R.M.A. (Association

des constructeurs américains de Radio) avait définitivement approuvé un *standard* U.S.A., pour lequel la Commission Fédérale des Communications donna peu après son accord.

Sans entrer dans le détail, il est utile de connaître l'essentiel de ces normes américaines auxquelles nos caractéristiques ont dû se rallier dans une certaine mesure, d'abord parce qu'elles sont logiques et aussi pour que les téléviseurs d'importation soient facilement adaptables.

La définition est de 441 lignes en 60 demi-images entrelacées à la seconde. Le nombre impair 441 a été choisi (comme en France 455) pour les nécessités de l'entrelacement et la simplification des signaux de synchronisation ; il est en effet désirable que le nombre soit un multiple de facteurs simples $3 \times 3 \times 7 \times 7 = 441$.

La fréquence d'images plus élevée qu'en France — donc un peu moins sujette au scintillement — a été adaptée comme chez nous à la



fréquence du réseau électrique ce qui permet d'éviter les distorsions dûes aux ronflements. Les proportions de l'image sont de 4/3.

A l'inverse des normes françaises la polarité de transmission ou de modulation est négative, c'est-à-dire que toute diminution de l'intensité lumineuse correspond à une augmentation de la puissance du signal. On voit sur la courbe fig. 125 la représentation des signaux inversés par rapport au diagramme de la page 91.

Légende. A — top de fin de ligne ou signe de synchronisation horizontal

B — pulsation d'égalisation, émises avant et après les signaux de synchronisation verticale, leur intervalle est $b = \frac{d}{2}$

C — Top ou signal de synchronisation verticale correspondant au commencement de chaque demi-image.

D — pulsations horizontales servant à marquer le départ de chaque demi-image.

E — Interruptions du signal nommé « blanking » dont le niveau électrique est celui du noir et qui servent de démarcation entre les signaux d'image et de synchronisation.

Le pourcentage de la partie synchronisation est de 20 % seulement en France 30 %), 80 % étant réservé à la modulation de l'image.

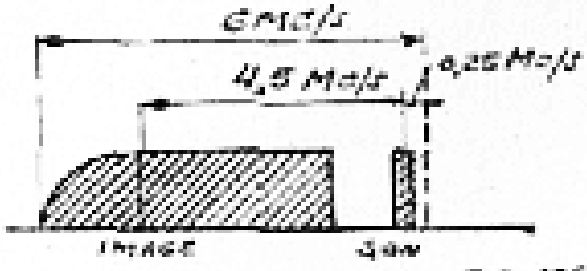


FIG. 126

Le standard établi par la R.M.A. a prévu pour chaque station de télévision une largeur de bande de fréquences égale à 6 mégacycles. Cette distance est un compromis entre une finesse d'image élevée et le souci de loger un nombre aussi grand que possible d'émissions dans les bandes de fréquences affectés à la Télévision.

En outre, il est prévu de supprimer à l'émission une des bandes latérales de sorte que la bande restante (fig. 126) utilise au maximum les possibilités d'un balayage à 441 lignes. Si en effet on se rappelle la définition du *point élémentaire d'image* (p. 19), l'analyse américaine peut être au maximum sujette à :

$$\frac{441 \times \left(\frac{441 \times 4}{3}\right) \times 30}{2} = 3.889.620 \text{ périodes/sec.}$$

Même en tenant compte d'un coefficient pratique de limitation à 80 % de cette fréquence, le secteur de 6 Mégacycles serait trop étroit sans l'élimination d'une bande (fig. 126) ce qui écarte en outre avantageusement de 4,5 M c/s, les ondes porteuses des signaux image et son.

Ce standard appliqué initialement à l'émetteur W 3 X E de Philadelphie a été suivi par la station de la N. B. C., installée à l'Empire State Building (fig. 124). L'aménagement de ce dernier comporte un studio de 16×10 mètres, un jeu de caméras mobiles, des scènes tournantes ainsi que toutes les facilités modernes du cinéma permettant la variation des angles de vue, la surimpression, le halo, etc... Une antenne dont la pointe est à 400 mètres de hauteur, rayonne sur l'immense agglomération New-Yorkaise et peut toucher à elle seule 2 millions de foyers.

Amérique.

New-York, 10 juin 1941.

Le Metropolitain Museum de New-York vient de passer avec la Société de radiodiffusion Colombia Broadcasting le contrat suivant.

A partir du 1er juillet, la C.B.C. transmettra en télévision les principaux chefs-d'œuvre du grand musée de New-York, notamment ceux de Rembrandt de Goya et du Greco.

La télévision d'œuvres d'art, a déclaré le directeur du Metropolitan, sera une révolution comparable à celle que fut en son temps la transmission radiophonique des concerts et des opéras.

De Washington, début Août 1941

La télévision est définitivement entrée dans le domaine public aux Etats-Unis.

Un Comité National de la télévision a été constitué et englobe la R. M. A. (association des constructeurs). D'un commun accord on a convenu de porter la définition à

30 images par seconde (60 demi-images)
525 lignes par image

Cette amélioration considérable (par rapport à 441 lignes) ne nous est pas absolument confirmée en France, mais elle est probable étant donnée la recherche américaine permanente de capter les images les plus mobiles

Une station est en cours de montage à Washington et transmettra par câble à New-York les actualités politiques. Des postes d'enregistrement sont installés sur plusieurs aérodromes et permettront entre autre de montrer aux passagers à bord des avions leur propre envol ou atterissage.

FONCTIONNEMENT SIMPLIFIÉ D'UN TÉLÉVISEUR

RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION. Fonctionnement schématique. La page 126 montre un téléviseur réduit à sa plus simple expression. Le courant de vidéo-fréquence est recueilli sur une antenne dipole en résonance avec la longueur d'onde et qu'on achève de mettre en accord par un circuit d'entrée.

Cette haute fréquence après amplification est appliquée à la grille d'une *lampe oscillatrice changeuse de fréquence* à double fonction. La partie triode de ce tube émet une oscillation locale que l'autre partie (tétrode ou pentode) mélange au signal originaire. La combinaison de ces deux courants donne comme on l'a vu page 68 une fréquence intermédiaire ou moyenne fréquence qui après plusieurs étages d'amplification est dirigée sur la *détectrice*. Cette dernière est par simplification du schéma, choisie comme double diode dont les plaques travaillent en push-pull (symétriquement, l'une après l'autre) à la suite du dernier transformateur moyenne fréquence.

Après détection et amplification basse-fréquence le signal est canalisé d'une part (f1) au Wehnelt du tube cathodique — c'est cette grille, qui on l'a vu, module l'intensité du faisceau électronique et par conséquent la luminosité du spot sur l'écran — d'autre part (f2) à une *lampe séparatrice S*. Ce tube, dit encore lampe de synchronisation, supprime toutes les crêtes de la modulation et inverse le courant, ne laissant subsister que les signaux rectangulaires ou tops ainsi détachés du signal.

Comment fonctionne en gros cette séparatrice ?...

Les tops interlignes ne sont ni plus ni moins que la suppression de l'onde porteuse pendant 10 % du lignage et ils se traduisent par une forte tension négative dans la résistance de détection R. Cette tension est appliquée à la grille de la séparatrice à l'aide d'un potentiomètre P ; comme la grille est polarisée négativement, le courant plaque diminue à chaque impulsion et sa tension augmente. En reliant à l'aide d'un condensateur de couplage, l'anode de la séparatrice à la grille d'un

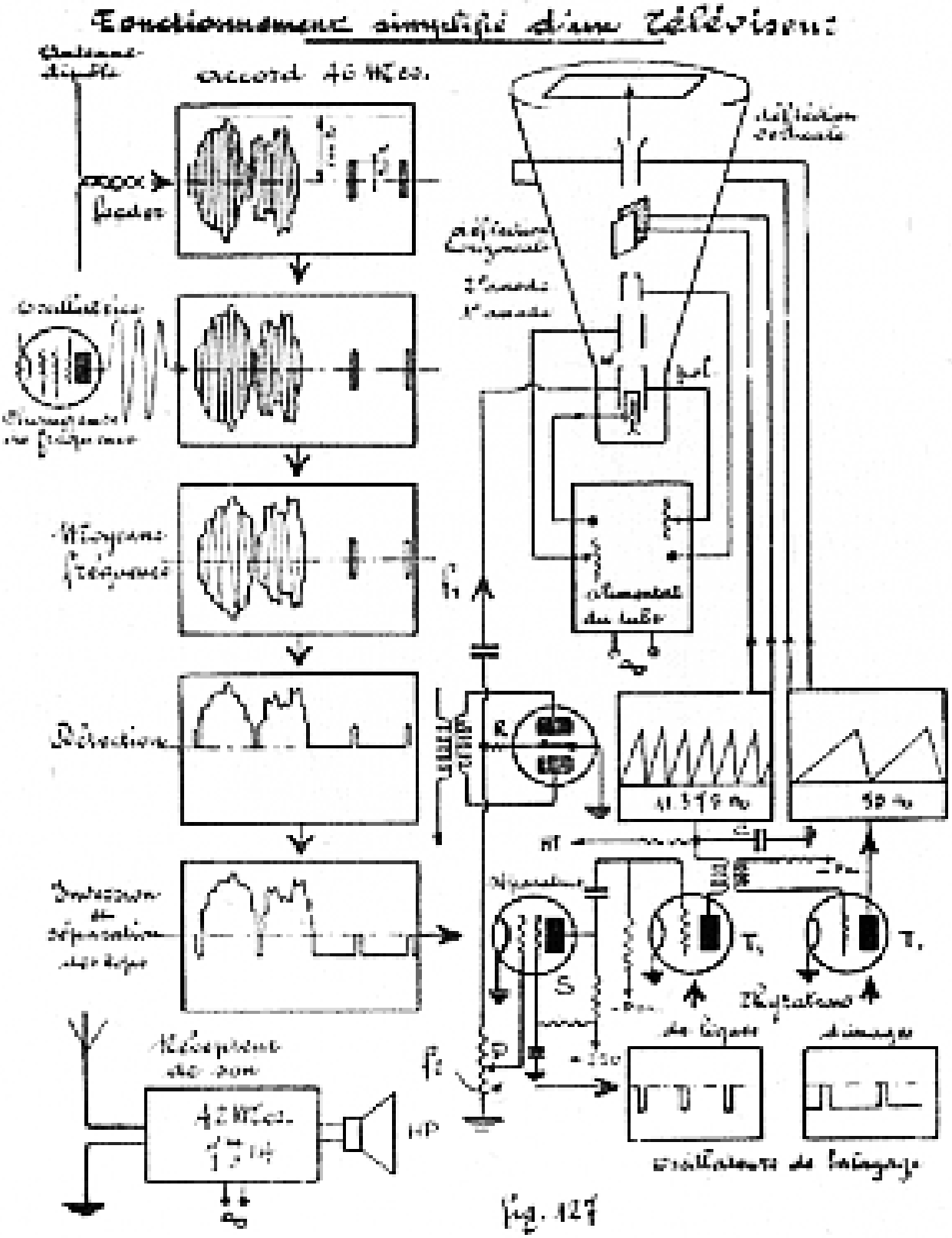

Fonctionnement simplifié d'une Télévision
accord 40 Mcs.
Détection
Déviation horizontale
Déviation verticale
Alimentation du tube
Réception du son
40 Mcs.
HP
Déviations de lignes
Déviations images

Fig. 127

thyratron T1, ce tube relais T1, ou oscillateur de relaxation, s'amorce et se décharge à chaque fin de ligne, d'où résulte une tension en dent de scie qui synchronise le balayage horizontal.

A la fin de chaque demi-image, la fréquence modulée est interrompue pendant un certain nombre de lignes (15 au standard européen) et le top bref est remplacé par un signal linéaire de même niveau, mais prolongé. Par suite le condensateur C, régulateur de T1 continue à se charger et lorsqu'il a atteint un potentiel suffisant actionne la grille du thyratron d'image T2 lequel est polarisé de sorte à être inaccessible aux tops de lignes.

Les oscillations de relaxation ainsi produites sont comme il a été dit appliquées aux plaques de déflexion (ou aux bobines dans le système électro-magnétique) et leur action dirige le balayage du spot à raison de $455 \times 25 = 11.375$ lignes et 50 demi-images à la seconde.

L'alimentation du tube cathodique comporte le chauffage du filament en alternatif brut, une tension positive appliquée à la première anode (tension variable permettant de régler la concentration) un potentiel très élevé appliqué sur la 2e anode (accélération) et une polarisation réglable qui permet d'agir sur la luminosité.

CARACTÉRISTIQUES D'UN RÉCEPTEUR COMPLET DE RADIOVISION

Dans ce chapitre seuls les principes et schéma du récepteur sont donnés.

En effet, la construction, la mise au point d'un téléviseur sont choses délicates et bien plus du domaine de l'ingénieur que des possibilités de l'amateur. Toutefois, si l'on possède les connaissances suffisantes, on peut tenter une mise au point avec relativement peu d'appareils de mesure.

Une très bonne hétérodyne, modulée ou non, avec, suivant le cas, un indicateur du niveau de sortie (output meter) ou mieux un voltmètre à lampe, peuvent suffire. Une bonne hétérodyne B.F. est utile, mais non nécessaire.

Le technicien qui voudra entreprendre une telle réalisation arrivera assez vite à obtenir une image, mais s'il veut profiter de toutes les qualités des émissions dans leur dernier stade, il lui faudra une bonne dose de patience et surtout une compréhension totale des principes de la télévision.

Le Récepteur. Le récepteur basé sur le principe du super-hétérodyne devenu classique actuellement, diffère profondément d'un poste de radio tout d'abord, par les circuits, très amortis, ensuite par les lampes : la 1851 est reine et on la met à tous les étages.

Il faut en effet obtenir une bande passante très large ; c'est dire que la sélectivité du récepteur doit être très faible. Les circuits doivent être pour cela considérablement amortis et les 1851 à forte pente ou 1852 (qui est la même lampe sans corne de grille) permettent de relever l'amplification. Quatre étages moyenne-fréquence sont un minimum car l'amplification pratique est de 6 à 8 par lampe au lieu de 200 à 300 dans le cas d'un récepteur de T.S.F. normal.

Le changement de fréquence se fait par deux lampes séparées

une triode oscillatrice à forte pente et une 1851 modulatrice. Pour simplifier le montage, la 1851 est suffisamment polarisée pour qu'elle détecte et la bobine oscillatrice est couplée magnétiquement à la bobine de grille.

Les deux condensateurs variables d'oscillation et de modulation peuvent être accouplés sans grande difficulté pour l'alignement. Si l'on veut plus de précision, on peut les laisser séparés.

Les transformateurs moyenne-fréquence sont composés de deux selfs à noyau de fer réglable et couplés au-delà du couplage critique. Par le déréglage volontaire à gauche ou à droite de l'accord exact de chacun d'eux, il sera possible d'obtenir une transmission régulière, dans toute la bande de 4 à 5 mégacycles (4 à 5.000.000 de périodes) nécessaire à une bonne image.

Un circuit absorbeur sur la grille de la première lampe M.F., éliminera dès l'entrée le son dont la présence sur l'image serait désastreuse. A la deuxième lampe M.F. un circuit rejecteur coupera les fréquences en dehors de la bande pour éviter les brouillages.

Le réglage du récepteur se fera de façon telle qu'il ne passe qu'une seule des bandes de modulation. Ce réglage est facilité par la présence du circuit son qui permettra la vérification avec le haut-parleur.

Une précision en passant est nécessaire : En radiovision, on appelle *haute-fréquence*, les oscillations de 30 à 60 mégacycles (ondes de 10 à 5 mètres), celles de 35 à 20 mètres environ de longueur d'onde constitueront *la moyenne fréquence*. Enfin de zéro à 4 mégacycles (ce qui ferait une onde de 75 mètres) il s'agit de *la basse-fréquence* d'appellation toute conventionnelle ou mieux vidéo-fréquence.

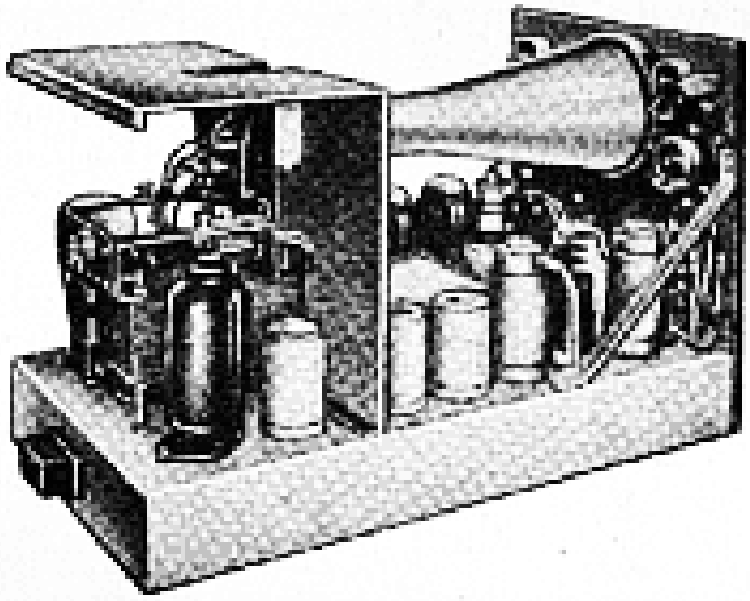


Fig. 128

On remarquera les résistances d'amortissement de 3.000 ou 5.000 ohms situées en parallèle sur les circuits grille et plaque des lampes

moyenne-fréquence, les très faibles capacité et résistance de détection : 10 centimètres et 5.000 ohms. Des bobines d'arrêt viennent arrêter la M.F. et relever l'amplification vers les fréquences les plus élevées. La 1851 B.F. n'est pas polarisée, car elle a la mission de rétablir par détection, la fréquence zéro nécessaire à donner la teinte moyenne de l'image.

De nombreux découplages sont prévus. On ne peut s'en passer et ils sont plus utiles qu'un blindage individuel des circuits. Un blindage général évitera la réception directe des signaux par la moyenne fréquence. Le contraste de l'image, c'est-à-dire l'opposition entre les blancs et les noirs est donné par une variation de sensibilité du récepteur obtenue par polarisation plus ou moins grande des quatre premières lampes. On remarquera qu'une deuxième détection fournit, grâce à la lampe de synchronisme, les impulsions nécessaires au déclanchement des lignes et des images. Cette lampe de synchronisme est montée en détectrice-grille.

Un système de filtrage par résistances et capacités permet d'acheminer les impulsions voulues aux générateurs de balayage horizontal et vertical.

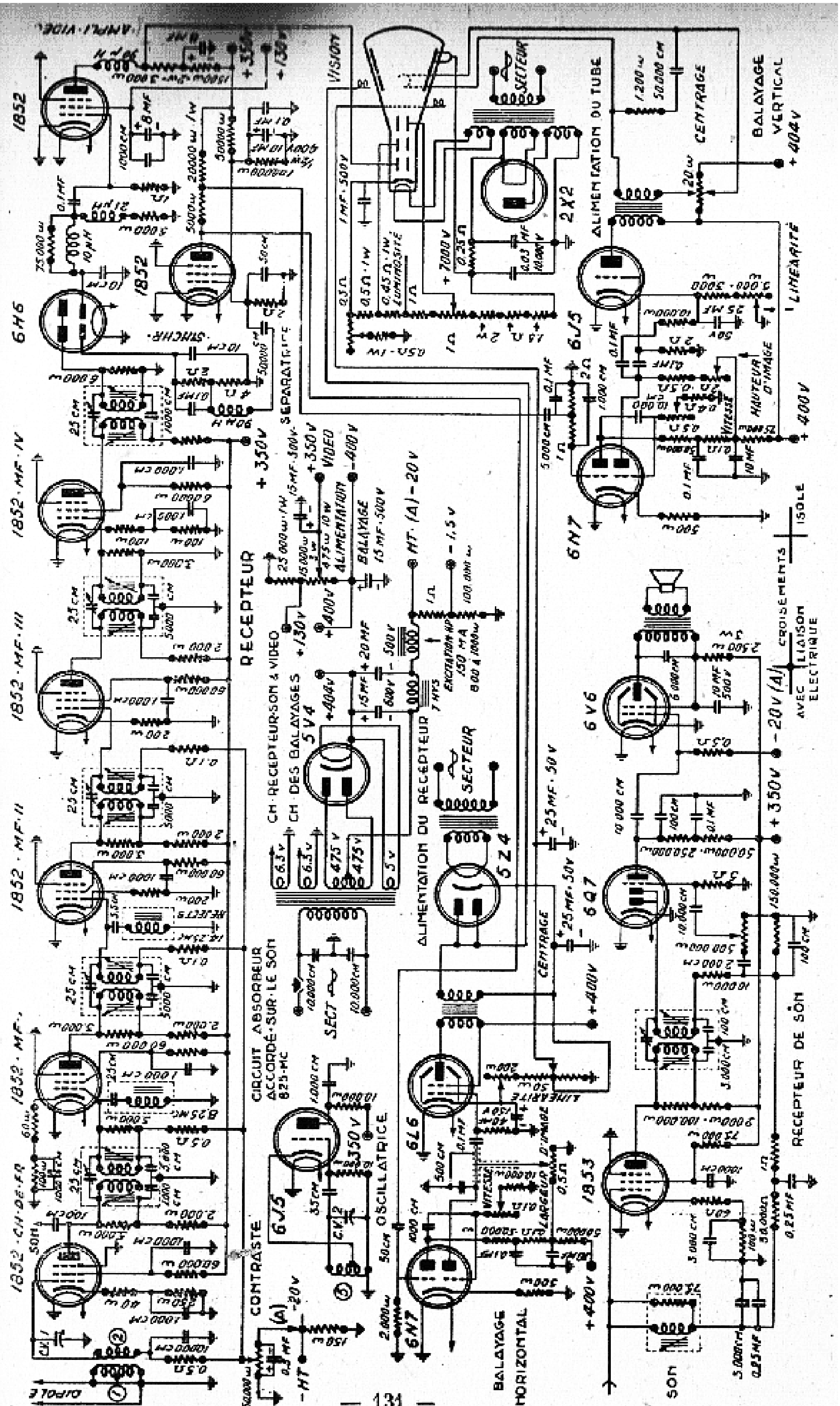
Balayages. Les deux balayages destinés à déterminer le nombre d'images à la seconde et le nombre de lignes de chaque image sont montés de la même manière. Seules les valeurs des éléments diffèrent, car le balayage horizontal donne une dent de scie à la fréquence de $441 \times 30 = 13.230$ par seconde et le balayage vertical donne une dent de scie à la fréquence de 60 par seconde.

Balayage horizontal. — Une lampe 6 N 7 montée en multivibrateur fournit la dent de scie lignes qui est réglée en amplitude par un potentiomètre de 0,5 mégohm faisant varier la tension plaque de la deuxième triode. La fréquence est donnée par l'ajustage de la résistance de grille de la deuxième lampe. Une lampe 6 L 6 amplifie le signal obtenu et est couplée par transformateur aux bobines déflectrices situées sur le tube cathodique.

Un potentiomètre dans la cathode permet de régler la linéarité du balayage grâce à la courbure de la caractéristique de la 6 L 6 et un potentiomètre de 50 ohms à prise médiane donne le centrage de l'image sur le fond du tube.

Une valve 5 Z 4 alimentée par un enroulement séparé du transformateur d'alimentation vient charger le secondaire du transformateur de sortie et éliminer les oscillations parasites qui y prennent naissance.

Balayage vertical. — Même principe que le balayage horizontal. La tension de synchronisme est filtrée pour ne laisser passer que les impulsions à 60 périodes nécessaires.


AMPLI-VIDEO
1852
6H6
SYNCHR.
SEPARATRICE
1852-MF-IV
1852-MF-III
1852-MF-II
1852-MF-I
1852-CH-DE-FR
DIPOLE
RECEPTEUR
CIRCUIT ABSORBEUR ACCORDÉ SUR LE SON 8.25 MC
CONTRASTE
6J5
OSCILLATRICE
CH. RECEPTEUR SON & VIDEO
CH. DES BALAYAGES
5V4
SECT
ALIMENTATION DU RECEPTEUR
SECTEUR
5Z4
6N7
BALAYAGE HORIZONTAL
6L6
LINÉARITÉ
LARGEUR D'IMAGE
VITESSE
CENTRAGE
VISION
2X2
ALIMENTATION DU TUBE
BALAYAGE VERTICAL
6J5
LINÉARITÉ
HAUTEUR D'IMAGE
6N7
ISOLE
CROISEMENTS
AVEC LIAISON ELECTRIQUE
6V6
6Q7
RECEPTEUR DE SON
1853
SON

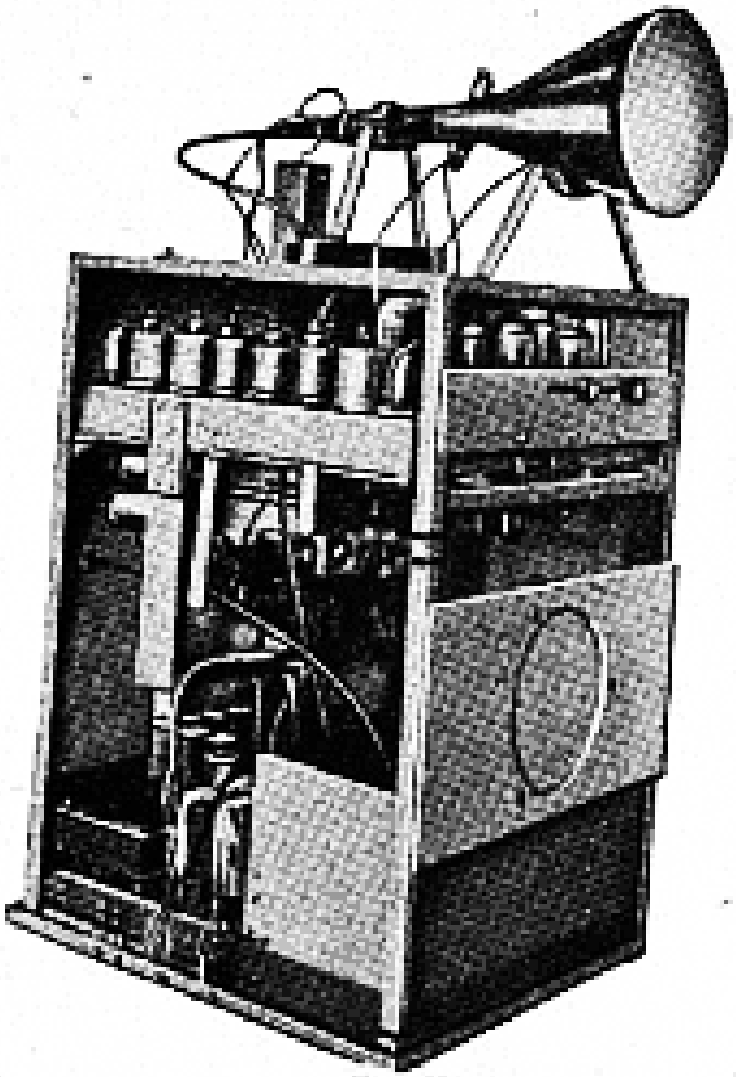


Fig. 129

Un réglage de fréquence se fait sur la résistance de grille. Un réglage d'amplitude détermine la hauteur d'image. Un réglage de linéarité se fait par polarisation de la 6 J 5 amplificatrice. Un centrage à prise médiane en série sur la haute tension déplace l'image à droite ou à gauche.

A remarquer que les bobines déflectrices sont shuntées par un filtre résistance-capacité pour éliminer les fréquences trop élevées.

Amplificateur du son. Une dérivation à la sortie de la changeuse de fréquence alimente la 1853 à pente variable et la détection se fait par une lampe 6 Q 7 qui fournit la tension anti-fading. Une 6 V 6 commande le haut-parleur.

Le transformateur MF moins amorti que ceux du récepteur image est cependant à large bande passante, ce qui assure une réception à haute fidélité. Un potentiomètre de 500.000 ohms permet de faire varier le niveau sonore.

Alimentation du récepteur. Un transformateur à secondaires multiples fournit les tensions nécessaires aux lampes du poste à l'aide d'un diviseur de tension. Les balayages et le poste sont alimentés par des chauffages séparés.

Une valve 5 V 4 G fournit les quelque 200 milliampères nécessaires au fonctionnement du récepteur.

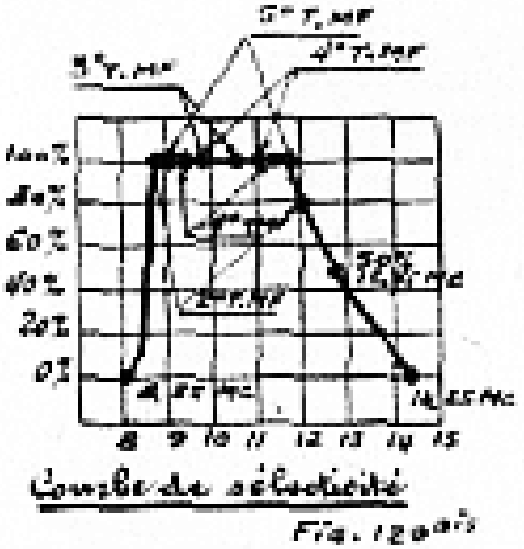
Alimentation du tube cathodique. Le tube cathodique prévu a un diamètre de 22 centimètres. Il donne une image de 13 × 18 environ.

Un transformateur donne le chauffage du tube, l'alimentation de la valve haute tension 2 × 2 qui redresse le 7.000 volts, et le chauffage

de la valve de charge du balayage horizontal. Un diviseur de tension permet de régler la concentration (c'est-à-dire la netteté de l'image) par la tension de la deuxième anode.

La luminosité est réglée par la tension de la cathode du tube.

Alignement du récepteur. L'alignement du récepteur vision est très délicat. On se bornera ici à donner quelques principes.



Courbe de sélectivité
Fig. 129 bis

Un voltmètre amplificateur permettra de vérifier la constance de la tension de sortie de l'hétérodyne et de mesurer la tension fournie par le récepteur avant détection. On commencera l'alignement à partir de la détection et on ira peu à peu vers la première lampe : Tous les condensateurs de couplage seront mis préalablement au zéro.

Le cinquième transformateur MF résonne sur 11,5 mégacycles, trimmer du sommet à zéro. Une deuxième pointe apparaît à 9 mégacycles en vissant légèrement le trimmer. Revenir plusieurs fois sur le réglage jusqu'à ce que les deux sommets soient au même niveau.

De même le quatrième transformateur résonne sur 11 MC puis sur 9,5 MC.

Le troisième transformateur résonne sur 10,5 MC puis sur 9,5 MC. Le deuxième transformateur résonne sur 12 MC, puis sur 8, 75 MC. Le premier transformateur résonne sur 11,25 MC, puis sur 9, 25.

Régler ensuite les réjecteurs son et image respectivement au minimum de réponse sur 8,25 MC et sur 14,25 MC.

Tracer alors la courbe complète de l'amplificateur moyenne-fréquence qui doit être conforme à la figure ci-jointe 129 bis, sinon, reprendre l'alignement.

Circuits haute-fréquence.

Ici pas de difficultés particulières. Il suffit de s'assurer que l'oscillatrice fonctionne en mesurant son courant de grille à travers la résistance de 250.000 ohms du côté masse (quelques dizaines de micro-ampères).

Si les nombres de tours des bobines sont bons, il est facile de s'accorder sur l'émission.

Ce récepteur a été très simplifié. Cependant, on remarquera la complexité des circuits et de ses 19 lampes.

Les difficultés de réglage sont grandes et exigent surtout une com-

préhension raisonnée des tracés qui apparaissent sur le tube cathodique.

On observera le sens de la détection et la façon très simple de rétablir le courant moyen par la liaison directe de la dernière lampe au Wehnelt.

Ce montage convient au Standard U.S.A. et l'appareil tel qu'il est décrit est livré en « *boîte de construction* » (Kit) sur le marché américain. Il correspond à un appareil de fonctionnement éprouvé et qui a pu être monté en série grâce à la fourniture par la même maison de tous les organes réglés et ajustés.

L'adaptation au standard français, demande simplement quelques modifications de détail dans la détection et dans le rétablissement de la teinte moyenne.

L'ANTENNE

Tant vaut l'antenne, tant vaut l'image. Slogan qui souligne pour le professionnel et l'usager, l'intérêt d'avoir de bonnes notions sur les collecteurs d'ondes très spéciaux de la Télévision.

Il faut se rappeler d'abord que les ondes de radiophonie ordinaire, émises quelquefois à des puissances très réduites — moins d'un watt pour certaines émissions d'amateurs — sont reçues en certaines circonstances à des milliers de km et font assez fréquemment le tour de la terre. Comment, de cette faible énergie diffusée en tous sens subsiste-t-il encore des traces pour venir impressionner l'antenne minuscule et lointaine du récepteur ? Simplement parce que le rayonnement habituel (grandes, moyennes et petites ondes) ne se disperse pas verticalement, dans l'atmosphère mais se trouve réfléchi ou plutôt réfracté par les hautes couches de molécules raréfiées.

La troposphère ou atmosphère ordinaire, la stratosphère, et bien au-delà l'ionosphère subissent le bombardement ultra-violet du soleil

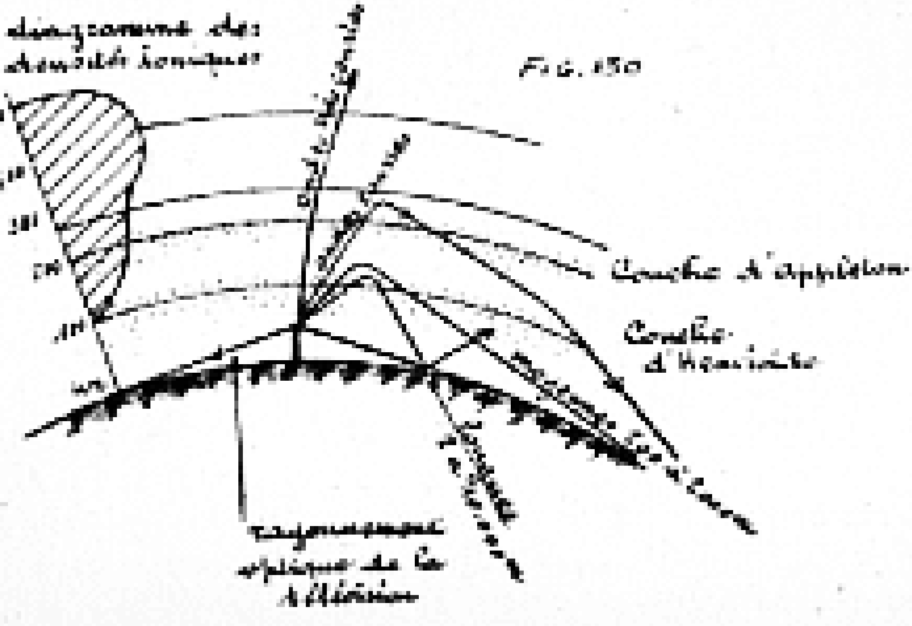


Fig. 150

et leurs molécules en perdant des électrons prennent une charge positive ; elles sont ionisées, donc conductrices. Lorsqu'une onde électrique pénètre dans ce milieu, les champs alternatifs qu'elle transporte entraînent l'oscillation des molécules électrisées qui deviennent à leur tour émettrices (phénomène de diffraction) et renvoient l'onde incidente. Tout se passe comme si une glace réfléchissait le train d'onde vers le sol (avec un certain coefficient d'absorption). Au lieu d'un miroir, il s'agit en fait de couches d'air raréfié considérables et dont la densité en ions varie en profondeur et dans le temps. Deux zones où les effets d'incidence sont plus accusés ont mérité le nom des premiers expérimentateurs Heaviside et Appleton. Plus l'oscillation est à courte longueur d'onde (ou haute fréquence) plus la couche ionisée est perméable ; comme l'onde n'est évidemment pas réfléchie à angle aigu, mais s'incurve progressivement dans l'épaisseur des zones concentriques, il arrive que pour une certaine fréquence très élevée — c'est le cas de la Télévision — les ondes ne sont plus renvoyées et se perdent dans la haute atmosphère. On ne peut donc plus compter sur les réflexions successives qui assurent à la T.S.F. ses portées aussi lointaines.

Il faut se limiter dans les transmissions d'images à l'onde directe ou de surface dont la portée est théoriquement limitée, comme celle d'un phare, à la rotondité de la terre et aux obstacles matériels : montagnes, forêts, agglomérations. Il en découle la double nécessité de situer les émetteurs aux points culminants et de les multiplier si on veut organiser un réseau de diffusion non exclusif à quelque région.

En réalité, les ondes de 30 à 60 mégahertz (10 à 5 m.) ne se propagent pas uniquement en portée optique et les antennes de téléviseurs ne sont pas sujettes à une rigoureuse visibilité directe qui serait naturellement l'exception. Le rayonnement bénéficie des phénomènes de *réfraction et diffraction* (fig. 131) ces derniers résultant comme on sait d'une sorte d'émission secondaire produite par les points (B par exemple) de l'obstacle rencontré et qui propagent le train d'ondes au-delà de l'impact direct. D'autres actions encore mal définies interviennent et doivent entraîner un certain optimisme des usagers de la télévision même à grandes distances des premières stations. On a reçu en France et en Angleterre des images correctes sur 7 m. à 200 km. alors que la portée normale d'une station de 10 kw est considérée comme n'excédant pas 30 à 50 km. En outre la diffraction génératrice d'oscillations secondaires crée des zones où les ondes se recoupent (I) *et interfèrent* c'est-à-dire se renforcent en amplitude pour certains points (*ventres*) ou s'atténuent pour certains autres (*nœuds*). Il

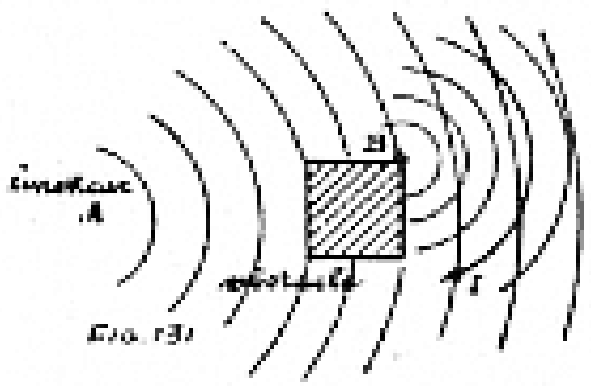


Fig. 131

en résulte des zones de silence et les amateurs ne devront pas s'étonner de voir leur installateur chercher le point optimum de l'appareil et particulièrement de l'antenne en la déplaçant d'une pièce ou d'un étage à l'autre.

L'antenne devra toujours être haute et dégagée, se rappelant qu'une agglomération à un effet d'absorption presqu'aussi important que le sol et que le niveau libre commence à hauteur des toits. Les meilleurs résultats s'obtiennent avec deux genres de collecteur l'un et l'autre *accordé*, c'est-à-dire sous-multiple de l'onde à recevoir.

La première est dite en *quart-d'onde* et a la dimension d'un quart de longueur d'onde soit pour les normes actuelles : $\frac{6,52}{4} = 1$ m. 63. Si on mesure les tensions et les intensités qu'elle capte en tous points de sa longueur, on constate qu'elles se répartissent comme sur la fig. 132 avec tension nulle à la base et maximum au sommet et au contraire intensité nulle à l'extrémité et maximum à la partie inférieure.

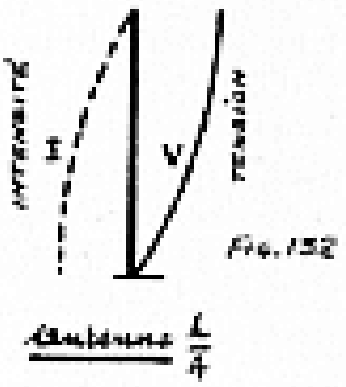


Fig. 132

Un autre type d'antenne *demi-onde*, également très courant recueille toute l'intensité au milieu et les tensions maxima aux extrémités. Pour ce type d'aérien, la descente d'antenne ou feeder, doit être à forte impédance c'est-à-dire capable de transporter le maximum de tension haute-fréquence, avec le minimum de pertes.

Le collecteur à $\frac{\lambda}{4}$ demande au contraire un feeder à faible impédance et forte capacité susceptible d'évacuer toute l'intensité recueillie à la base.

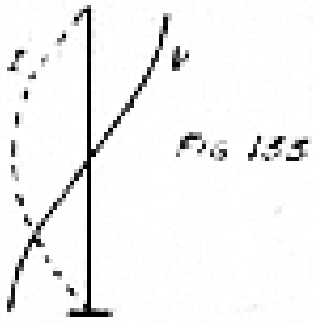


Fig. 133

Les cables du commerce à 2 fils torsadés dans une gaine lache où l'air fait diélectrique répondent à cette caractéristique. Leur simple ou double blindage métallique reliés à la terre et aux masses rencontrées le long de la descente leur assurent en outre une protection efficace contre les parasites.

Ces derniers seraient en effet très préjudiciables à la télévision et les distorsions d'image moins faciles à tolérer

Fig. 133 bis

que les altérations auditives en T.S.F. ordinaire ; les parasites gênants

pour la télévision sont évidemment ceux dont la fréquence est voisine et en la circonstance les petits appareils à étincelles, allumeurs, magnétos, Delco d'automobiles, etc...

L'antenne 1/4 d'onde semble être devenue classique et on l'utilise le plus généralement sous forme de *doublet* ou *dipôle* ; elle peut être tendue horizontalement sur un toit (avec de la ficelle goudronnée) ou même dans un appartement. Elle est plus avantageusement constituée par deux tiges métalliques de 6 à 10 mm. de diamètre fig. 135, montées sur un croisillon de bois au sommet d'un mât. Le tout doit être solidement amarré et sans aucune flexion qui modifierait en permanence les caractéristiques des circuits d'entrée. La descente est assurée par un câble dont l'impédance doit être voisine de celle de l'antenne c'est-à-dire 80 ohms pour un tel dispositif.

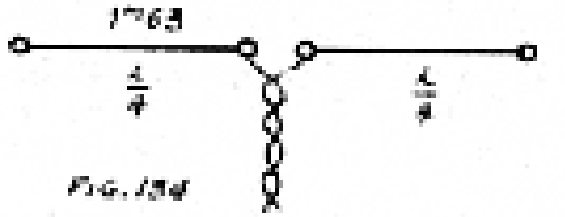


Fig. 134

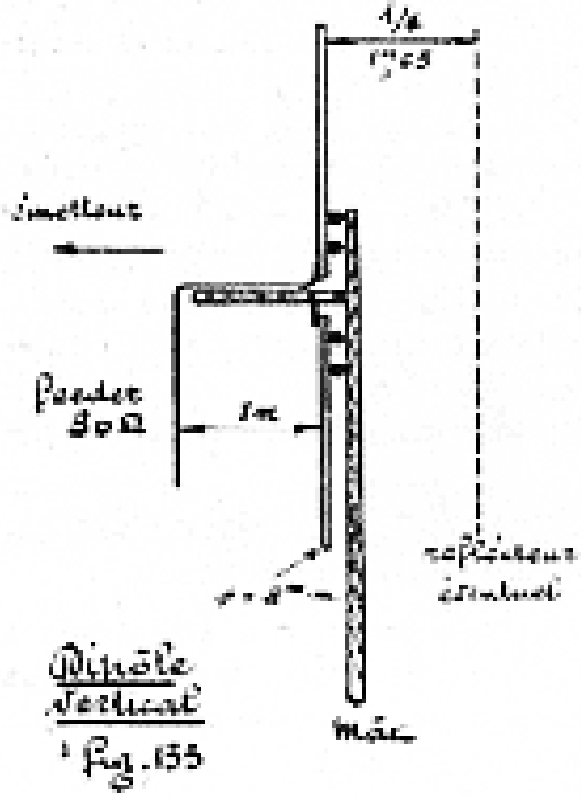


Fig. 135

En vue d'améliorer si besoin est le rendement d'un dipôle, on peut lui adjoindre un *réflecteur*, tige métallique verticale de longueur égale à l'antenne ou multiple de la longueur d'onde ; son écartement convenable doit être de 1/4 de λ. Dans ce cas l'ensemble doit être orienté sur l'émetteur et donne à l'antenne un excellent *pouvoir directif*.

Une antenne extérieure bien dégagée est toujours préférable, mais les expériences de Londres, Paris et New-York ont fait la preuve que les collecteurs d'appartement donnaient de bons résultats jusqu'à 25 km. de l'émission. Il suffit dans la plupart des cas d'une tige de 1 m. 63, relié de très près au récepteur.

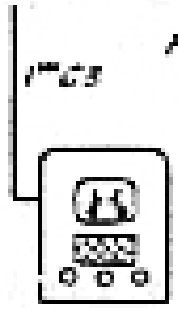
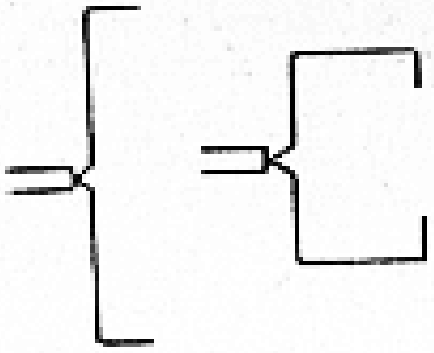


Fig. 136

On peut encore diminuer l'encombrement de cette antenne sans grande perte en lui donnant une des formes repliées fig. 137 et même fig. 138. La sensibilité en est presque égale au doublet classique et l'effet directif plus accusé.

De telles antennes faisant des coudes aigus semblent en contradiction avec la propagation toute linéaire et extérieure (de surface) des courants HF captés par le collecteur. Mais il faut se rappeler que la tige coupée en demi d'onde perçoit toute son intensité au milieu et qu'on altère par conséquent peu le rendement en repliant les bouts dont le rayonnement est faible.



L'installation d'une antenne à images est donc en définitive plus simple et moins encombrante qu'un aérien de radio-téléphonie. Elle reste plus délicate et le tâtonnement est de rigueur, aussi bien pour la hauteur, l'orientation et même la prise d'antenne, qu'on doit essayer en divers points avec une pince crocodile. La pose d'une antenne requiert le spécialiste au même titre que la fabrication du téléviseur.

La question envisagée du côté propriétaire, gérant ou régisseur d'immeuble n'a pas encore obtenu de solution strictement légale. Mais « *le droit à l'antenne* » est désormais entré dans les mœurs. Il n'est guère à craindre qu'un propriétaire attardé s'appuie sur les articles trop étroits d'un bail, pour s'opposer à ce que l'antenne de vision érige sa tige discrète sur le toit, la fenêtre ou le balcon. Cette clause est incluse dans la libre jouissance des locaux et l'éventuelle interdiction n'est plus défendable en équité ou même en jurisprudence.

Par contre, les municipalités importantes ont pris ou prendront le souci de ne pas enlaidir exagérément le plan des toitures et s'aviseront surtout d'éviter le danger offert par des installations sommaires. Un arrêté de la ville de Lyon, en donne ci-dessous la réglementation qui intéressera à la fois, les usagers et les radioélectriciens.

Vu la loi du 5 Avril 1884 ;

Vu le rapport de M. l'Ingénieur en Chef de la Ville, en date du 25 février 1935 ;

Considérant que les installations de T.S.F., devenant chaque jour plus nombreuses, constituent un réel danger pour la sécurité, soit des sapeurs-pompiers, soit des ouvriers appelés à circuler sur les toits des immeubles, de jour comme de nuit ;

Considérant en outre qu'il y a lieu de munir ces installations de dispositifs contre les effets de la foudre.

ARRÊTE :

Article premier. — A partir de la publication du présent arrêté, les installations d'antennes au-dessus des immeubles devront être soumises au contrôle du Service Electrique Municipal.

Art. 2. — La fixation des mâts, supports d'antennes, si elle a lieu sur une tête de cheminée, devra répondre aux conditions suivantes :

1° Etre faite par 2 ferrures ceinturant la cheminée, en fer plat de 30 sur 4 millimètres minimum, ou par trois colliers scellés présentant les mêmes garanties de solidité.

2° Les mâts seront placés de façon à ne jamais empêcher l'accès facile aux têtes de cheminée.

3° Si les mâts sont placés au-dessus des cheminées, le haubannage devra être fait de façon à permettre l'accès facile aux têtes de cheminée.

Art. 3. — Les cheminées sur lesquelles se feront ces ouvrages devront présenter une solidité suffisante pour résister sans aucun risque à la fatigue imposée par l'antenne sous l'action du vent et de la tension des fils.

Art. 4. — Les fils des antennes horizontales devront être tendus à une hauteur de 2 mètres au-dessus de la toiture.

Art. 5. — En aucun cas, afin de ne pas gêner la circulation et les opérations des sapeurs-pompiers en cas d'incendie, les mâts ne pourront être haubannés sur le toit.

Art. 6. — Toutes les antennes seront munies d'un parafoudre efficace. Cet appareil sera placé immédiatement à l'origine du câble de descente.

Art. 7. — Le parafoudre de protection sera réuni à une prise de terre qui ne pourra être reliée à une canalisation de gaz ayant une résistance maximum de 15 ohms. Les conducteurs seront en fil de cuivre ayant un diamètre d'au moins 3 millimètres. S'ils sont à portée de la main, ils seront protégés mécaniquement contre les détériorations.

Art. 8. — Un inverseur placé près du poste récepteur permettra de mettre le câble de descente en liaison directe avec la terre, hors des périodes d'écoute et particulièrement par les temps d'orage.

Art. 9. — Le présent arrêté annule et remplace celui du 29 novembre 1926.

Art. 10. — M. l'Ingénieur en Chef de la ville, M. le Commandant du Corps des Sapeurs-Pompiers, M. le Commandant des Gardiens de la Paix, MM. les Commissaires de Police, sont chargés, chacun en ce qui les concerne, d'assurer l'exécution du présent arrêté, qui sera publié et affiché.

LYON, le 4 Mars 1935.

QUELQUES RÉCEPTEURS DE TÉLÉVISION.

Du Marché français, 1939.

Ils seront à peu de choses près les mêmes que ceux de 1942 ou 194 x ?

Les prix indiqués à cette rubrique pour fixer les idées seront-ils majorés sensiblement ?...

Les principaux constructeurs se sont remis à l'œuvre. La Compagnie des Compteurs à Montrouge (procédé Barthélemy), la Société Radio-Industrie à Lyon (procédé De France) ont réanimé leurs émetteurs expérimentaux ou les reconstruisent de toutes pièces. D'autres maisons comme Grammont, L.M.T., Philips, Marconi, etc..., suivent la question de près et — pour en avoir déjà construits d'excellents — sont prêtes à alimenter le marché d'autant de téléviseurs qu'il faudra. Les autorisations d'émettre sont demandées et obtenues ; la télévision est prête.

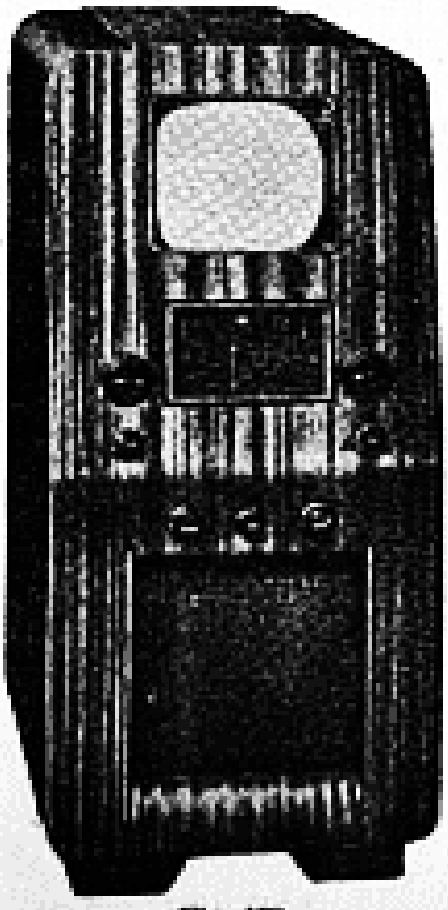


Fig. 139

Bien que surprenant *a priori*, il semble que les prix ne changeront guère. Radio-Industrie compte par exemple « sortir » ses premiers appareils (image de 25×20 cm.) au voisinage de 15.000 francs. Les modèles en dessous pourront donc se classer vers 12.000 francs, avec format de 20×16 et 8.000 francs pour 16×12 cm. Un proche avenir contribuera sans doute à descendre ces valeurs.

Semblables prévisions optimistes encourent-elles un démenti, de par les difficultés industrielles de produire les pièces détachées, de par l'étroitesse

provisoire du marché et la nécessité d'amortir les gros frais de départ ?

Oui, selon l'ancienne logique. Mais on a vu la radio — si touchée par les vicissitudes de prix et de rareté consécutives à la guerre — reprendre en 1941, une position d'équilibre raisonnable, et s'acheminer par loi de flux et reflux vers une baisse des cours. Aux sollicitations excessives, une pléthore de fabrication s'ensuit invariablement et le consommateur s'en trouve bien.

Notre économie dirigée nous donne moins d'estime pour l'argent thésaurisé et plus de respect pour l'œuvre, la production et le mouvement. Il faudra acheter, il faudra vendre, il faudra installer dans chaque foyer son téléviseur, tel sera l'axiome. La grande force qui elle celle des choses, entraînera dans le bon sens, les données du problème : fabrication en série, exigences moindres des producteurs, subvention ou crédits industriels, influence régulatrice de l'importation, location-ventes, règlements à tempérament, etc... Sans trop hasarder on peut conclure que les caractéristiques et les conditions ci-après majorées de 50 % sont valables pour le proche avenir.

GRAMMONT (voir photo p. 87).

1° **Type 195,** modèle populaire, 5.200 *fr.*

Récepteur d'images : 3 étages d'amplification directe et détection symétrique par diodes.

Récepteur de son : 2 étages d'amplification directe et détection diode alimentant une prise de pick-up.

Tube : 13 cm. de diamètre, magnétique 3.000 volts.

Encombrement : 39×35×32 cm.

2° **Type 197,** Récepteur 18 lampes, 7.900 *fr.*

Récepteur d'images : 4 étages d'amplification directe et détection symétrique par diodes.

Récepteur de son : 4 étages d'amplification directe.

Détection diode, 2 étages BF.

Tube : 23 cm. de diamètre, magnétique 5.000 volts.

Encombrement : 41×36×35 cm.

3° **Type 199,** Récepteur 19 lampes, 11.250 *fr.*

Récepteur d'images : superhétérodyne, 2 étages d'amplification directe, 1 changeuse de fréquence, 3 étages MF. Détection symétrique.

Récepteur de son : un étage MF. Détection diode, 2 étages BF.

Tube : 30 cm. de diamètre, déflexion mixte 5.000 volts.

Encombrement : 42×50×65 cm.

4° **295.** Récepteur télévision 195 combiné avec récepteur radio 5 lampes.

5° **299.** Récepteur télévision 199, combiné avec récepteur radio 9 lampes et P.U.

MARCONI.

Modèle 702. De faible dimension, comprend un récepteur « toutes ondes » en plus de l'appareil son et vision. Conçu pour être posé sur un meuble, il comporte un tube cathodique de 15 cm. et donne une image directe. Les réglages en main de l'usager sont réduits à :

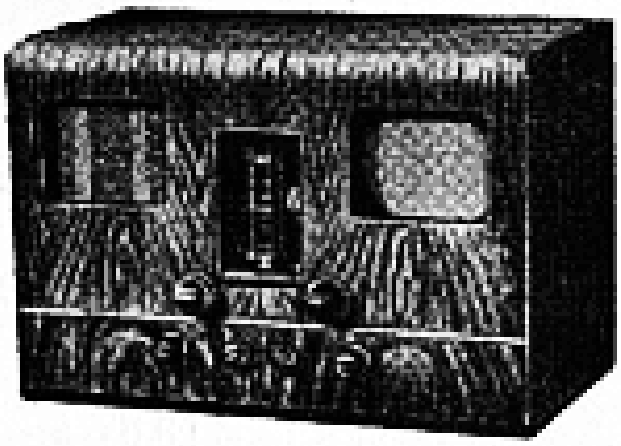


Fig. 140

1° *Un bouton de synchronisation* pour cadrer l'image et la stabiliser ; une manœuvre agit sur les lignes, l'autre sur la fréquence/image.

2° *Un bouton de contraste* (accentuation des blancs par rapport aux noirs.)

3° Un *potentiomètre de luminosité*, qui augmente la tension anodique du tube.

En outre deux réglages semi-fixes rarement retouchés sont accessibles à l'intérieur du poste ; ils concernent les *dimensions de l'image* et l'*accord du poste* sur l'onde à recevoir.

Modèle 706. Image de 12×10 cm., prix 11.500 *fr.*

Modèle 707. Image de 15×12,5, prix 12.500 *fr.*

Consommation radio 110 watts, télévision 200 watts.

Modèle 709. Image noir sur blanc de 19×15 cm. visible par réflexion, prix 15.500 *fr.*

GRAMOPHONE.

Modèle I. Son et vision, plus un récepteur de T.S.F., ordinaire toutes ondes, Image de 16×12,5 cm.

Prix : 6.000 *fr.* installé en ordre de marche.

Modèle II. Avec tube cathodique vertical, image visible par ré-

flexion sur un miroir à 45 degrés, image de 25×20 cm.

L'ensemble équipé avec radio, pick-up et changeur de disques : 22.000 *fr.*

BAIRD (Angl.). Six modèles à projection sur écran, allant de 45 ×35 cm. à 60×47 cm.

SCOPHONY (Angl.). -

Modèle Salon, système mécanique optique donnant une image sur écran de 60×50 cm., 4 étages HF réalisés par 39 tubes, éclairage par lampe à vapeur de mercure basse-pression.

Modèle professionnel, écran de 1,60×2 mètres, éclairage par lampe à mercure haute pression, consommation totale du poste 1.000 watts.

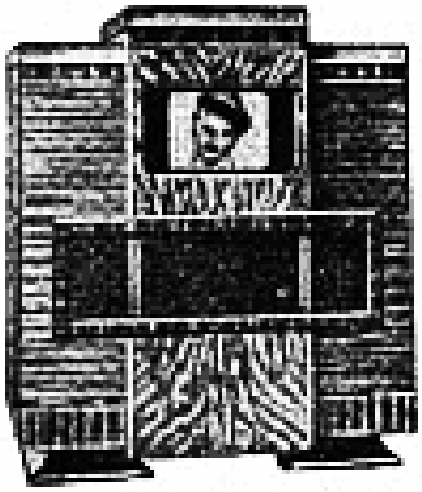


Fig. 141

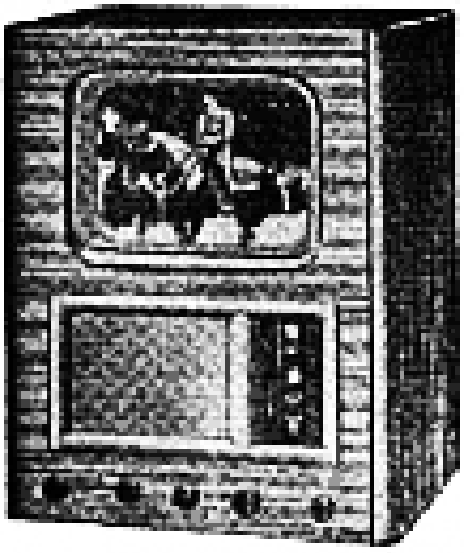


Fig. 142

MURPHY. Image de 19×15 cm.

Son et vision : 5.400 *fr.*

Son, vision et radio : 8.100 *fr.*

PHILIPS. Un type en forme de console reçoit un tube cathodique de petit diamètre : 10 cm. mais à tension très élevée 25.000 volts. L'image de 5 cm. d'une grande brillance, de couleur blanc-crème est projetée sur écran à l'aide d'un condensateur optique d'ouverture F — 1,9. Ecran de 45×36 cm.

HIS MASTER'S VOICE (Angl.).

La voix de son Maître. Outre de très beaux ensembles à vision réfléchie, cette compagnie a réalisé un curieux appareil dit « Monocle Television » fig. 143. Il pèse moins de 800 gr., et se tient facilement à la main, comme un récepteur de téléphonie. Le son est perçu par l'écouteur appliqué contre l'oreille et l'image de 4×3 cm. est visible sur un miroir à 45 degrés.

Cette originale conception montre par la finesse des images obtenues

que les dimensions ne sont rien et que seuls comptent le grain de la projection et la distance angulaire de vision.

Ce téléviseur miniature qui permet la réception individuelle sans gêner les voisins semble disposer d'un avenir aussi favorable que ses grands frères.

Fig. 143

CE QU'ON REFERA BIENTOT

LES ÉMISSIONS DE TÉLÉVISION

DIMANCHE

Vues Directes

16 à 18 h. Théâtre et music-hall : *Le Chalet*, op.-comique (Adam), joué et chanté par Mme Phalirès, MM. Pujol, de l'Opéra-Comique, et Audouin. La danseuse acrobate parodiste, Julia Marcus. Un soir chez Beethoven, scène lyrique de R. Davenay (1re aud.), avec Mme Corny, de l'Opéra.

La danseuse noire Princesse Vitalis, Petin, Mouillarbourg et consorts, farce judiciaire de Courteline, avec Mme Maxa, MM. Bobillot, Dennery, Max, Barré, Bilis, Héral. La cantatrice J. Delille, de l'Op.-Comique. Quatuor d'accomp.

Téléciném a

18, 15 à 19 h. 45. Actualités. Hivernage des animaux, documentaire. Chanson de Mireille, documentaire. Dessin animé. La télévision révélatrice, comédie. Tartarin de Tarascon (Raimu), film.

MERCREDI

Vues directes

16 à 17 h. Fantaisie et poésie : Les saynètes burlesques des Max Hollys. Les vedettes de la radio (suite) ; prés. J. Dutal. Danses andalouses, par la Senorita Manica. Mélodies et chansons, par Mlle Sylvine de l'Opéra-Comique.

Téléciném a

17, 15 à 18 h. 45. Même programme que dimanche.

JEUDI

Vues directes

16 à 17 h. Révélation et A la Foire aux croûtes, sketches joués par Lia Weber et J. Erlande. Les jeunes danseurs Maryelle Krempf et J. Millard. Toute la France, reportage touristique image (suite) : La Lorraine par M. Géville (avec danses et chants de folklore). Les Artisans, démonstration des métiers ; prés. par Mme Beucké. La chanteuse légère Germ. Angor.

Téléciném a

17, 15 à 18 h. 45. Actualité. Le chant du grillon, documentaire. Les Écumeurs de la nuit, comédie. Le vrai Paris, documentaire. Monsieur, Madame et Bibi, roman avec Florelle et R. Lefèvre.

VENDREDI

Vues directes

16 à 17 h. Vient de paraître, l'écrivain et le livre du jour, prés. par Mme Boulanger. Diction burlesque, par Mercédès Barthus. Notre empire colonial (suite). Les chants de l'Ile Rouge, mus. malgache. La chanteuse Josée Bernard. La danseuse russe Arenska .

Téléciném a

17,15 à 18 h. 45. Même programme que jeudi.

SAMEDI

Vues directes

16 à 17 h. Les trois Miracles, comédie, jouée par J. d'Yd, R. d'Yd et Bobillot. Chansons par Mme Andral. La danseuse enfant Olga Morski. Mélodies, par R. Noguet.

Téléciném a

17,15 à 18 h. 45. Même programme que le Jeudi 23.

A titre de conclusion et d'ultime encouragement aux acheteurs si besoin est, on trouvera ci-dessous 2 programmes hebdomadaires de vision directe et télécinéma dont bénéficient déjà les usagers de la région parisienne ; Savoir 2 heures les jours de semaine et 4 heures le dimanche.

LES ÉMISSIONS DE TÉLÉVISION

DIMANCHE

16 à 18 h. Théâtre et music-hall. La fantaisiste Pierrette Mad. Vision d'Extrême-Orient, poèmes et chants indochinois par Mme Eveline et MM. Mai-Thu. et Pho. M'sieu Landry, opérette jouée par Mme Alroy et sa Cie. Chez l'impresario, prés. d'artistes par M. Gerly. La cantatrice Agnès di Véraldi. Il faut qu'une porte soit ouverte ou fermée, d'A. de Musset, par Mme Duret et M. Carretier, de l'Odéon.

MERCREDI

16 à 17 h. Comédie et actualités. Mélodies par Mme Cuvillier. La personnalité du jour, prés. par M. Lachapelle. Le Phoque, comédie jouée par MM. Martel et M. Brézé. Les vedettes de la Radio, présenté par M. Duval.

JEUDI

16 à 17 h. 30. Variétés, poèmes, par Mme Hermant. Toute la France, tourisme spectaculaire, avec auditions de folklore, prés. par M. Géville. Le moulin de Javelle, opérette chantée et jouée par Mme Alfiero et ses partenaires. Visages et mérites féminins, prés. par Mme Beucké. Les clowns Tic et Toc.

VENDREDI

16 à 17 h. Séance artistique et documentaire : Notre empire colonial : Le Bal Doudou (Antilles) ; avec José Alix et Moumouse de Viral, prés. J. Maigret. Vient de paraître, le livre et l'écrivain du jour, interview par Mme Boulanger. Le Salon de la télévision, les peintres et leurs œuvres, prés. par Jacqueline Sauveur.

SAMEDI

16 à 17 h. 30. Comédie, sports, musique : *La Paix chez soi* (Courteline), joué par Mlle Caly et M. Lepreux ; les as du sport, prés. par M. Bayard. La pianiste prodige Violetta. Le miroir de la femme, démonstration d'élégance, par Mlles Pichon et partenaire. La vie du cinéma, vedettes de l'écran, interview par Mlle Pascal, Borcelo, le vagabond mélomane.

■ ■

Télécinéma

DIMANCHE, 18 h. 15 à 20 h. 15.

MERCREDI, 17 h. 15 à 19 h. 15.

JEUDI, 17 h. 45 à 19 h. 45.

VENDREDI, 17 h. 15 à 19 h. 15.

SAMEDI, 17 h. 45 à 19 h. 45.

LYON A DIMANCHE

Le 11 Octobre 1941 a été inauguré à St-Clair, grande banlieue lyonnaise, le studio de télévision de Radio-Industrie.

Cette firme repliée de Paris, est animée par l'ingénieur Henri de France, un pionnier malgré ses trente ans et dont le premier brevet radio remonte à la moitié de son âge. Entouré de techniciens exceptionnels ; entre autres F. Babin (de l'X) pour l'émission, M. Valet pour la réception, Dr es-sciences, thèse de T. S. F. De France a réussi en 8 mois à refaire un émetteur-téléviseur qui surpasse les résultats français de 1939.

La définition, (lisez la finesse de l'image) est telle que 300 à 400.000 points sont aisément transmissibles pour chaque vue. Un détail qui occupe 1/800e de ligne est en effet différenciable à l'œil et on se doit de l'analyser. Avec le lignage de 441 ou 455 le « point » amélioré deviendrait ainsi une entité rectangulaire, favorisant la finesse horizontale au détriment de la hauteur, celle de la ligne que la Société Lyonnaise trouve trop large encore.

De la sorte H. de France préconise un balayage à **567 lignes**, dont son appareil lui donne d'ores et déjà les possibilités. Ainsi la définition horizontale, à éclairement égal descend à 600 points ; 600x567 se rapproche tout à fait de la notion classique et carrée du point (page 19) qui répond mieux à nos habitudes visuelles. Ce progrès, effectif, et un perfectionnement latent tout à fait remarquable sur la transmission des **tops** d'image par modulation en fréquences de la porteuse, nous apportent le réconfort d'un laboratoire « replié » qui « puisant sa substance dans une économie nationale presque défaillante » ait pu rivaliser avec les performances transocéaniques, dont les **Radio-Craft** ou **Electronics** nous donnent par le « Clipper » des échos récents.

Les bandes passantes utiles à ces transmissions sont de 5 à 6 mégacycles ; le standard U.S.A. de 525 lignes maintenant confirmé) est donc virtuellement dépassé.

Le studio St-Clair est le premier en zone non occupée qui soit conçu spécialement pour la télévision : dessiné agréablement en bleu et gris par Régis Manset, il reste commodément transportable, car le nouvel art a ses lettres de créance pour la Grande Maison urbaine qui sera partout la sienne dès demain.

Le Commandant Duvivier, Adjoint de l'Amiral et grand maître des nouvelles destinées de la télévision, s'est déclaré avec compétence, surpris et enchanté. Selon ses décisions des émetteurs seront implantés dans un court délai à Lyon et Marseille, dont les éminences de Fourvière et N.-D. de la Garde semblent les assises tout indiqué. Pour Paris-Tour Eiffel, de portée 100 km. déjà acquise, de simples transformations le mettront au niveau du standard projeté. Pour chacun de ces postes immédiats l'effort envisagé de l'Etat est de quinze millions.

M. Braillard, Directeur technique de la Radiodiffusion et M. Villiers, Maire de Lyon, n'ont pas ménagé leurs encouragements, apportant ainsi un caractère officiel à l'expérience Radio-Industrie de décentralisation.

Dans toute l'installation on s'est efforcé de créer quelque chose d'original sans négliger systématiquement les problèmes déjà résolus en France ou à l'étranger. Les générateurs de synchronisme et les amplificateurs ont été traités d'une manière toute différente. Comme dit, un nouveau système de transmission des signaux de synchronisme par haute fréquence est actuellement à l'étude ; les résultats obtenus procurent dès maintenant une solution simple au problème de l'entrelacement et de la stabilité de l'image.

Le tube cathodique de projection a 18 centimètres de diamètre, mais il est sollicité par un pinceau électronique de 22.000 volts. Son image est reprise par un condensateur optique à grande ouverture (du type mégascope) et donne sur un écran métallisé de cinéma une scène de 80x100 centimètres.

La projection de qualité équivalente à celle du film 16 m/m

est nettement meilleure que le cinéma d'appartement. L'image est stable, suffisamment contrastée et lumineuse à point, L'impression visuelle est telle que « l'œil ne réclame rien ».

Les appareils de série qui vont suivre, comportent, outre ce grand modèle, un téléviseur à vision directe sur le tube, de format 24x30 cm. et pour lequel les constructeurs s'efforcent de ne pas dépasser 15.000 fr. C'est mettre la télévision sinon à la portée de tous pour le moment, du moins à celle des clients dépossédés de l'automobile par les circonstances en cours - et ils sont cinq cent mille.

Une troupe et un orchestre sont déjà attachés au Studio St-Clair. Un répertoire s'instaure, comédies, chorégraphie, et même un sketch de Paul Gordeaux qui est un double symbole ; Celui de la télévision renaissante en pleine bourrasque et celui du premier de tous les films, car on y évoque « l'Arroseur arrosé » du grand Lumière.

Bien entendu le télécinéma sera le plat de résistance immédiat, mais ce n'est pas tellement un mets de crise. Avec le téléreportage de plein air, la retransmission théâtrale ; toutes les fantaisies de l'objectif, voici demain - voici aujourd'hui - le cinéma à domicile riche d'attrait et de passion.

Voilà la Télévision.

TABLE DES MATIÈRES

Où en est la Télévision ? ..... page 5
Les progrès de la Télévision d'année en année ..... — 8
Vocabulaire de la Télévision ..... — 16
Les unités ..... — 30
Le Disque de Nipkow ..... — 33
La Roue à miroirs ..... — 37
Les vis et tambours à miroirs ..... — 38
Les modulateurs de lumière ..... — 39
1° *Cellules d'émission* ..... — 39
1° Cellules photorésistantes ..... — 39
2° Cellules autogénératrices ..... — 39
3° Cellules photoémissives ou à vide ..... — 40
2° *Cellules de réception* ..... — 42
1° Cellules à lueur ..... — 42
2° Cellules mécaniques ..... — 42
3° Cellules à polarisation De Kerr ..... — 42
De Kaysie ..... — 44
à mica ..... — 45
Le tube au néon ..... — 47
Le tube cathodique ..... — 49
Historique ..... — 49
Les rayons cathodiques ..... — 49
Leurs propriétés ..... — 49
Le tube ..... — 50
L'écran. Couleur de la fluorescence ..... — 54
Photographie d'écran ..... — 55
Fabrication des tubes cathodiques ..... — 57
Les oscillations de relaxation. Thyratron ou multivibrateur — 60
Synchronisation ..... — 62
Modulation de lumière à vitesse variable ..... — 64
Le Téléphantoscope ..... — 66
L'Iconoscope ..... — 67
Procédé de Farnsworth ..... — 72
Les multiplicateurs d'électrons ..... — 75
L'orthiconoscope ou orthicon ..... — 77
Le projecteur Scophony ..... — 79
Analyseur Telefunken pour films ..... — 83

Le Téléciném a ..... — 85
Une station type d'émission ..... — 90
La télévision en couleurs ..... — 94
Les normes de la Télévision ..... — 97
Evolution de la définition ..... — 97
Avant la fixation du standard ..... — 99
Le standard actuel ..... — 100
Les lampes de télévision ..... — 102
Mémento pour le technicien ..... — 113
L'évolution à l'étranger ..... — 115
En Angleterre ..... — 115
En Allemagne ..... — 118
En Amérique ..... — 121
Réception de Télévision. Fonctionnement schématique ... — 125
Caractéristiques d'un récepteur complet de radiovision .... — 128
L'antenne ..... — 135
Quelques récepteurs de Télévision ..... — 141
Ce qu'on faisait, ce qu'on refera ; programmes ..... — 146
Lyon démarre ..... — 149