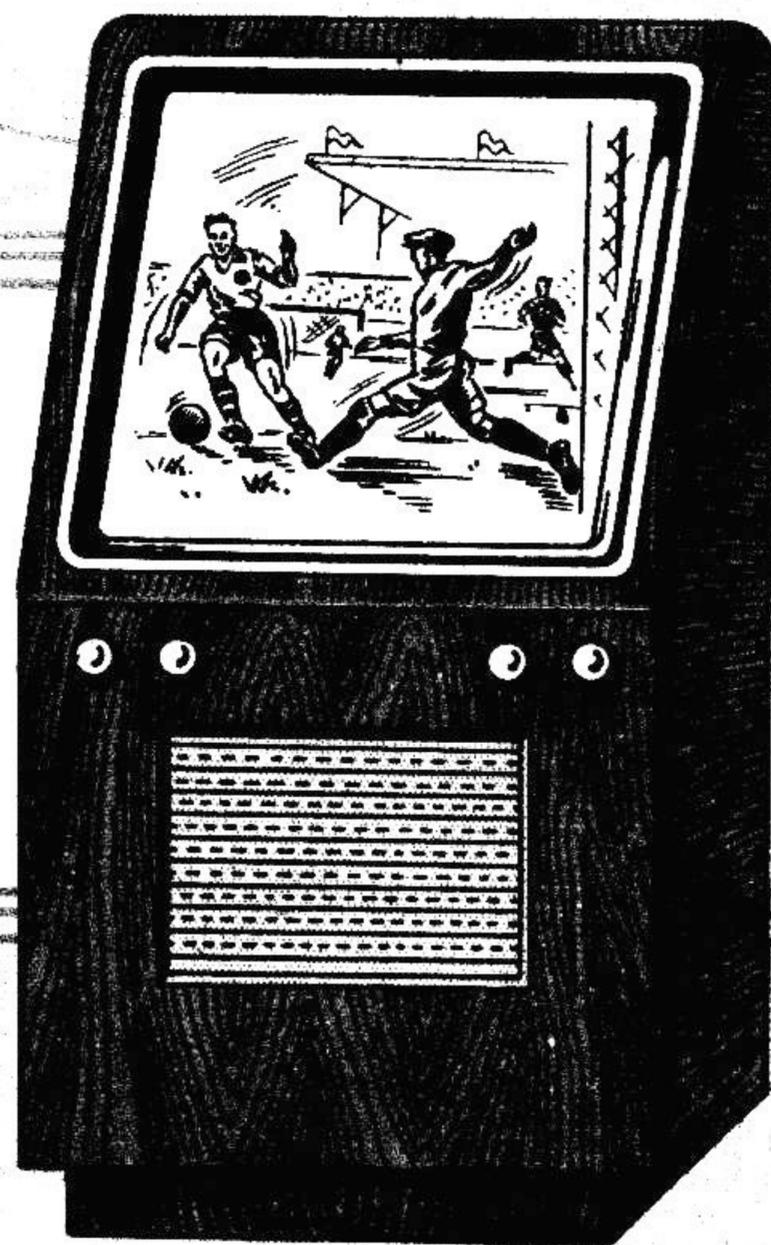


HENRI DENIS

La

TÉLÉVISION PRATIQUE

ÉMISSION
L'OEIL HUMAIN
CELLULE PHOTO
BÉLINOGRAPHE
PRISE DE VUES
LES CAMÉRAS
UN ÉMETTEUR
TYP. INDUSTR.



RÉCEPTION
EXPOSÉ COMPLET
TUBE CATHODIQ.
SYNCHRONISAT.
UN TÉLÉVISEUR
CONSTRUCTION
MISE AU POINT
APP. COMMERC.

VERDUN. ÉDITIONS H. DENIS

LA TÉLÉVISION PRATIQUE

Henri DENIS



LA TÉLÉVISION

PRATIQUE



ADRESSER LES COMMANDES :

Editions H. DENIS, 7, Rue Saint-Maur
VERDUN (Meuse)

Compte chèques postaux : PARIS 2731.01

DEPOTS FRANCE ET COLONIES :

Librairies principales, Messageries, Journaux

ETRANGER :

Dépôts en Belgique, Luxembourg et Suisse

*Correspondants en Angleterre, Hollande, Egypte, Grèce, Italie,
Portugal, Canada, Brésil, Argentine.*



VERDUN

Éditions H. DENIS, 7, Rue Saint-Maur
(Meuse)

DU MÊME AUTEUR

La T.S.F. à la portée de tous

(Edition Générale)

TOME I. — Le Mystère des ondes.

Notions préliminaires d'électricité. — Emission, propagation et réception des diverses ondes radioélectriques. — Organes d'un poste de réception. — Alimentation : piles, accus, secteur. — Montages fondamentaux : amplification, détection, oscillation. — Comment on achète un récepteur.

TOME II. — Les meilleurs Postes.

Construction de tous appareils. — Lecture d'un schéma. — Réalisation. — Postes batteries. — Postes secteur. — Montages à amplification directe. — O.C. — Poste Auto. — Changeurs de fréquence. — Appareils commerciaux. — L'art du dépannage. — Lexique.

TOME III. — Récepteurs modernes.

Les ondes et les êtres vivants. — Théorie électronique de l'électricité et de la radio. — Anatomie d'un récepteur moderne. — Caractéristiques des lampes les plus utilisées. — Montages perfectionnés. — Technique américaine. — Dépannage méthodique et appareils de mesure.

Précis à la portée de tous

Edition abrégée en un seul volume, contenant les parties essentielles de l'édition générale : Notions théoriques sur l'électricité et la radio. — Etude des lampes. — Alimentation des récepteurs. — Construction et dépannage (postes batteries et secteur). — Dispositifs anti-parasites.

La Radio par l'image

Toute la radio expliquée avec une abondante illustration. — L'énergie atomique. — Le courant électrique. — Magnétisme. — Circuit oscillant. — Les lampes et leurs fonctions. — Alimentation. — Emission. — Réception. — Choix d'un schéma. — Mon récepteur. — Je construis. — Je perfectionne. — Je dépanne.

PRÉFACE

Le mot « télévision » réveille chez tout sans-filiste ce frisson d'enthousiasme qui s'est emparé de lui, voilà dix ou vingt ans, lors de son premier contact avec les ondes magiques de l'éther.

Depuis les temps les plus reculés, la vision à distance a hanté les humains. Nombre d'inventeurs ont proposé jadis des procédés plus ou moins ingénieux, mais techniquement irréalisables. Les humoristes, à leur tour, se sont emparés de l'idée pour faire de la télévision future une sorte de science fantasmagorique, capable de matérialiser la pensée et de percer les murailles.

Mais les savants et chercheurs modernes, dont l'énergie créatrice a produit tant de merveilles au cours de ces cinquante dernières années, ont pu démontrer que la télévision ne procède ni de l'utopie, ni du charlatanisme, et il eût paru vraiment illogique qu'au siècle du plein épanouissement de l'esprit humain dans le domaine scientifique, il ne lui fût apporté aucune contribution décisive.

Et cette nouvelle découverte est infiniment précieuse, car en joignant l'image au son, c'est-à-dire en intéressant à la fois l'œil et l'oreille, la télévision revêt un attrait supplémentaire indiscutable et, nous pouvons l'ajouter, un pouvoir éducateur considérablement accru, pour peu qu'elle soit mise entre des mains expertes. Les sens sont, en effet, les informateurs de l'esprit ; plus ils interviennent en nombre, plus l'information est complète et rend superflue des interprétations souvent ardues et des déductions parfois erronées. Le cinéma parlant nous en donne un exemple : la vue et l'ouïe, qui entrent simultanément en jeu, sont comme deux portes jumelles largement ouvertes sur le monde extérieur des sensations et forment un tout inséparable dans l'expression de l'art et de la pensée. Leur heureuse collaboration explique l'engouement universel pour les projections sonores.

Depuis notre dernière édition, la télévision a fait, en effet, des progrès très marqués. Elle est sortie du stade expérimental pour entrer dans le domaine pratique. Les procédés d'analyse ont été perfectionnés ; de nouvelles stations ont été édifiées ; constructeurs et techniciens ont combiné leurs efforts et contribué largement à l'essor de la science nouvelle.

Cependant, les amateurs ont suivi assez difficilement les progrès réalisés. Des articles fragmentaires ont bien paru dans un certain nombre de revues,

des causeries ont été faites à l'adresse d'un public averti ; mais peu d'ouvrages ont donné une vue d'ensemble des notions générales de télévision.

Le but de ce volume est de combler cette lacune. Certes, nous n'avons pas l'ambition de donner une solution définitive de ce passionnant problème, mais d'exposer d'une façon claire et méthodique, sans formules rébarbatives, les principes élémentaires sur lesquels repose la vision à distance, en conservant à la présentation le caractère de simplicité qui a fait le succès de nos éditions de radio, et en illustrant abondamment le texte, afin d'en rendre l'assimilation plus facile.

En terminant cette préface, nous tenons à remercier toutes les personnes et collectivités qui ont facilité notre travail, en particulier M. le Directeur de la Radiodiffusion et de la Télévision françaises, qui a bien voulu nous documenter sur l'Émetteur national de la Tour Eiffel et les studios d'émission ; les Établissements **Radio-Industrie**, **Philips**, **Thomson-Houston** et **Sadir Carpentier**, qui ont participé grandement au perfectionnement de la Télévision et nous ont fait connaître leurs productions respectives ; le journal technique **Le Haut-Parleur** et la Maison **Laurent**, dont nous parlerons ultérieurement, et enfin notre éminent confrère et ami, **M. Aisberg**, directeur de « Toute la Radio », qui nous a permis de nous inspirer de ses procédés de vulgarisation pour rendre l'ouvrage plus vivant et plus assimilable, comme il avait bien voulu le faire précédemment pour le volume « La Radio par l'Image ».

Ce concours de bonnes volontés nous a ainsi permis de constituer un ouvrage complet, quoique très simple, susceptible d'initier nos lecteurs aux mystères de cette sœur cadette de la radio, qui apportera bientôt dans tous les foyers l'image vivante des grandes manifestations de la vie nationale.

H. D.



1. L'ŒIL HUMAIN

Un Téléviseur de vieille date

De tous temps, les humains ont eu le désir instinctif de « voir de plus en plus loin » et les savants ont imaginé, à cet effet, les instruments et les appareils les plus variés. Rien d'étonnant donc que notre ami LUDO éprouve, à son tour, le besoin de se familiariser avec la « Télévision », cette sœur cadette de la Radio, qui a fait des progrès si rapides durant ces dernières années... Suivons-le donc dans sa nouvelle documentation.

Généralités.

PAR. — Mon cher Ludo, je suis infiniment heureux de vous accueillir dans cet humble laboratoire-atelier où nous avons passé de si agréables soirées, lorsque vous faisiez vos premiers pas dans la Radio... Vous voulez maintenant vous initier aux Mystères de la Télévision. C'est avec grand plaisir que je vous y aiderai et j'ai la certitude que vous apporterez dans nos entretiens la même attention et la même bonne volonté qu'autrefois.

LUD. — ...Et un peu plus de patience surtout !

PAR. — Voilà une bonne résolution. Je me souviens, en effet, que j'ai dû tempérer votre ardeur à maintes reprises et vous faire comprendre qu'une étude progressive et méthodique pouvait seule donner de bons résultats... Mettons-nous donc au travail sans tarder.

LUD. — Je me garderai bien, cette fois, d'envisager la « construction » immédiate d'un récepteur de télévision, comme je l'ai fait pour la T.S.F. ; car j'ai encore présentes à l'esprit les observations que vous m'avez faites à ce sujet.

PAR. — Celles-ci sont encore valables présentement. Il serait absurde, en effet, d'entreprendre un montage sans avoir aucune idée des phénomènes qui entrent en jeu. Cette étude sera d'ailleurs facilitée par les notions que vous avez acquises en radio.

LUD. — Y a-t-il une certaine analogie entre les deux sciences ?

PAR. — Oui. D'une part, les récepteurs « son » ne diffèrent en aucune façon des postes de T.S.F. classiques ; d'autre part, la partie « vision » utilise des organes presque identiques et repose sur une technique fort peu différente, quoique plus complexe, ce qui nécessite une attention plus soutenue et une réalisation plus minutieuse. Mais ne vous effrayez pas de cette perspective : elle n'est pas au-dessus des moyens de l'amateur averti. L'essentiel est de procéder méthodiquement et par étapes successives. Avec une base bien établie, les progrès sont rapides et la réussite certaine.



LUD. — Vous ferez encore appel, sans doute, aux comparaisons concrètes, qui nous ont été d'un si grand secours en radio ?

PAR. — Certainement. Et la première analogie qui vient à l'esprit est celle des transmetteurs d'images en général, et de l'œil humain en particulier, organe de vision par excellence, qui contient en miniature un véritable dispositif téléviseur.

LUD. — Je ne pensais pas que la description de l'œil nous faciliterait en quoi que ce soit l'étude de la télévision.

PAR. — Vous allez vous en rendre compte au cours de cette première causerie... Vous savez que ce petit globe délicat est une véritable petite chambre noire comportant tous les organes de la chambre photographique. Examinons le schéma de cette dernière et rendons-nous compte de son fonctionnement (fig. 1). Nous distinguons un objectif O, composé de plusieurs lentilles et d'un diaphragme I, permettant de réduire à volonté l'intensité lumineuse des rayons admis dans la chambre noire S.

LUD. — Je sais que l'image du sujet photographié (personne, paysage ou monument) se forme sur la plaque, représentée probablement par la ligne P.

PAR. — Oui. Cette plaque est une feuille de verre recouverte d'une pellicule de gélatine à laquelle on a incorporé du bromure d'argent. Chaque rayon du sujet extérieur frappe une de ces parcelles et décompose plus ou moins la substance chimique, selon son intensité lumineuse.

LUD. — Après l'opération, la plaque est « développée » dans une chambre obscure...

PAR. — Un bain révélateur fait apparaître une image constituée par de petites parcelles d'argent métallique, provenant de la réduction des grains de bromure, sous l'influence de la lumière.

PAR. — La photographie donne cependant l'impression d'une image parfaitement modelée et sans solution de continuité.

LUD. — C'est exact, et cela est dû à ce que

ces parcelles sont infiniment ténues, et le « grain » de la plaque, imperceptible à l'œil nu... Examinons maintenant la coupe de l'œil humain, représentée à droite (fig. 2). Nous allons retrouver une chambre noire avec pellicule impressionnable et un dispositif optique permettant la formation et la mise au point de l'image examinée par l'œil.

Description de l'œil.

LUD. — Je reconnais, à gauche, la cornée transparente, où entrent les rayons lumineux (C). Si mes souvenirs sont exacts, celle-ci est le prolongement de la membrane extérieure (S), appelée *sclérotique*, qui constitue ce que l'on appelle le « blanc de l'œil ».

PAR. — Une seconde membrane (T), appelée *choroïde*, riche en pigments noirs, transforme l'intérieur de l'œil en chambre obscure. Elle est tapissée, sur la partie arrière, par une dernière membrane, la *rétine* (R), qui n'est autre que l'épanouissement du nerf optique (N), organe de liaison avec le cerveau. En avant, elle forme une sorte de diaphragme, l'*iris* (I), qui se dilate ou se contracte...

LUD. — ...comme celui des appareils photographiques dont vous m'avez parlé et qui joue le rôle de limiteur de lumière.

PAR. — Avec cette différence que l'iris modifie son ouverture *automatiquement* et dose à tous moments la quantité de lumière que doit recevoir la rétine pour les besoins de la perception visuelle.

LUD. — C'est cette partie qui donne à l'œil sa couleur caractéristique, et fait dire que telle personne a les yeux bleus ; telle autre, noirs, ou bruns, etc.

PAR. — Oui... L'ouverture centrale se nomme *pupille*. Derrière l'iris, nous voyons une lentille biconvexe, le *crystallin* (L), véritable objectif qui fait converger les rayons lumineux vers la rétine, où se forme une image réduite des objets extérieurs. Le cristallin peut modifier instantanément ses courbures, afin de permettre l'accommodation.

LUD. — Cette modification automatique remplace, somme toute, dans la chambre photographique à soufflet, la mise au point obtenue en reculant ou en avançant la plaque sensible sur la planchette B.

PAR. — L'accommodation peut s'obtenir de deux façons. Prenons l'exemple d'un objet rapproché. L'image de celui-ci se fait plus loin de l'objectif que celle d'un objet éloigné. Pour obtenir la mise au point exacte, il faut, ou ajouter au système optique une lentille convexe (bombée), qui réduit la distance focale (distance comprise entre l'objectif et l'image sur la plaque sensible), ou reporter cette plaque en arrière en allongeant le soufflet. Et inversement pour un objet éloigné. Dans les appareils portatifs, c'est la partie avant qui se déplace, soit vers l'avant, soit vers l'arrière, à l'aide d'une glissière.

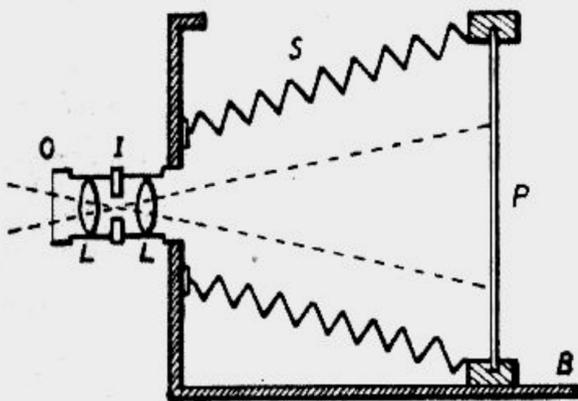


Fig. 1
Chambre noire de photographie.

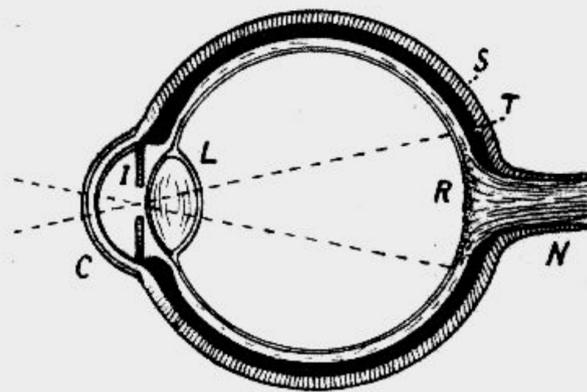
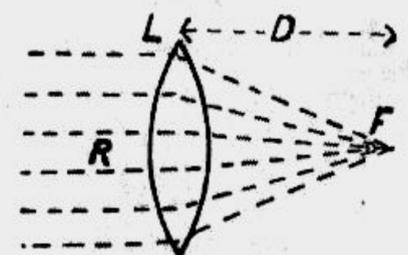
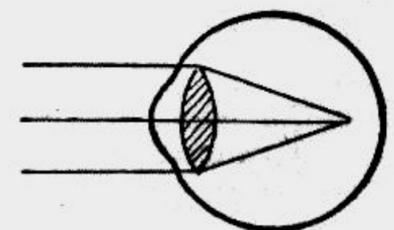


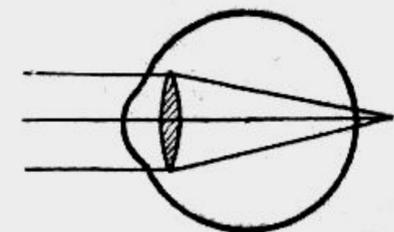
Fig. 2
Coupe de l'œil humain.



R. Rayons lumineux
L. Lentille biconvexe
F. Foyer
D. Distance focale.



Œil myope



Œil hypermétrope

LUD. — Mais on ne peut effectuer ces opérations avec l'œil.

PAR. — Précisément. L'accommodation du cristallin, ou si vous préférez, la modification de ses courbures, remplace un jeu de lentilles et permet de maintenir la même distance focale, quel que soit l'éloignement de l'objet fixé par l'œil. Dans certains cas cependant, la convexité du cristallin ne répond pas aux nécessités de la vision normale (myopie, hypermétropie). Il faut la corriger avec des verres spéciaux (lunettes).

LUD. — L'œil a-t-il la même constitution chez les animaux ?

PAR. — Chez tous les vertébrés, l'œil a une structure analogue à celle que je viens de vous décrire. Mais chez certains autres animaux, il est privé de cristallin et formé, dans la plupart des cas, par l'agglomération d'un grand nombre d'yeux élémentaires.

LUD. — En résumé, la quantité supplée à la qualité.

PAR. — Chez les insectes, et surtout chez les crustacés, le nerf optique est divisé en une multitude de filets qui se terminent chacun par un œil minuscule... Mais ne nous égarons pas et revenons à l'œil humain. Je voudrais ajouter quelques mots sur la rétine, car non seulement cette membrane joue un rôle capital dans la vision, mais l'examen de sa structure sera pour nous une préparation directe à l'étude des émetteurs et des récepteurs d'images.



La rétine.

PAR. — Cette membrane est constituée par une multitude de cellules protégées par un tissu M. Les cellules de la partie avant (celle qui est tournée vers la lumière) sont en forme de cônes et de bâtonnets (A). En arrière, les prolongements de ces embryons s'articulent avec une seconde couche de cellules (B) qui leur fournissent un pigment rouge, le « pourpre rétinien », dont je vous parlerai ultérieurement. Ne trouvez-vous pas, dans cette disposition, une certaine similitude avec la plaque photographique (fig. 3) ?

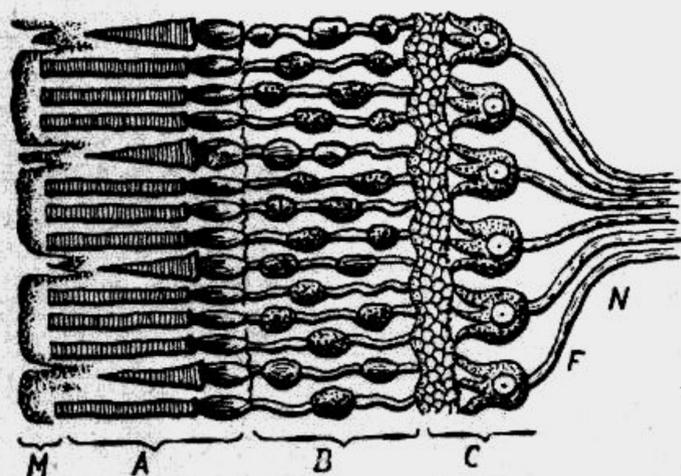


Fig. 3

Structure de la rétine humaine

M, membrane externe. — A, cellules visuelles. — B, cellules pigmentaires. — C, cellules nerveuses. — F, fibres nerveuses. — N, nerf optique.

LUD. — J'avoue bien humblement mon incompetence.

PAR. — Ces pointes minuscules qui sont tournées vers la lumière jouent un rôle identique aux granules de bromure d'argent, qui constituent la couche sensible... Je continue... Ces dernières cellules pigmentées sont elles-mêmes en étroites relations avec les éléments d'une troisième couche (C), cellules nerveuses typiques, dont les prolongements s'en vont comme fibres (F) du nerf optique (N) vers les couches profondes du cerveau, où se trouvent les centres visuels.

LUD. — Le nombre de ces fibres doit être très important pour pouvoir donner à l'image un aspect homogène.

PAR. — Le nerf optique est ainsi constitué par un faisceau d'environ 500.000 fibres nerveuses contenues dans une gaine protectrice. Le croquis représente ces différents éléments, mais considérablement grossis, puisque l'épaisseur réelle de la rétine, de M à F, est seulement de 2 à 3 dixièmes de millimètre.

Mécanisme de la vision.

PAR. — Cet examen descriptif terminé, rendons-nous compte maintenant de la formation des images sur la rétine et de la création des impressions de « lumière » et de « couleur ». Voyez cet autre croquis (fig. 4). Les rayons lumineux traversent la cornée C, et sont triés par l'iris I, dont la pupille est plus ou moins grande, selon la luminosité du milieu dans lequel on se trouve.

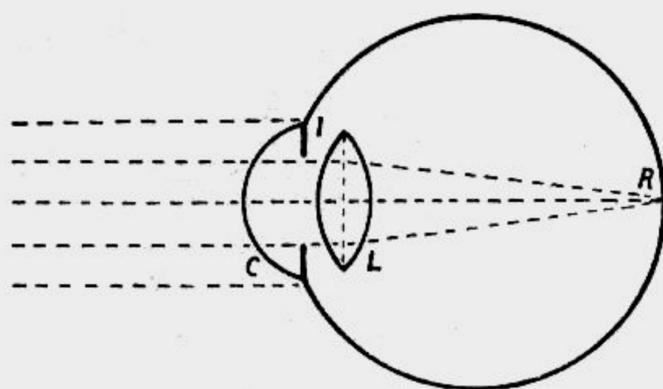


Fig. 4

Marche des rayons lumineux.

LUD. — Chaque rayon parti d'un point extérieur vient, sans doute, frapper un endroit particulier de la rétine...

PAR. — Je précise votre pensée, et je vous demande de bien retenir ce point capital. Chaque rayon atteint une cellule déterminée : ainsi, l'image du sujet examiné, si continue et uniforme fût-elle, est subdivisée sur la

réline en autant d'éléments que celle-ci compte de cellules réceptrices.

LUD. — Que se passe-t-il ensuite sur la rétine même ?

PAR. — Les rayons lumineux arrivent sous forme de vibrations à très haute fréquence. Ils détruisent le pourpre rétinien au niveau des cônes et des bâtonnets. Grâce à cette réaction chimique, l'énergie reçue est transmise aux cellules de la troisième couche, sous forme d'influx nerveux, comparable à un courant électrique, qui agit finalement sur les cellules cérébrales des centres de vision.

RÔLE DU CERVEAU. — LUD. — Les impressions de lumière et de couleur ne parviennent donc pas toutes faites à la rétine ?

PAR. — Non ; jusqu'à l'arrivée des rayons sur la rétine, il n'y a que transmission de vibrations de longueurs d'onde déterminées. Seul le cerveau créera les perceptions lumineuses. Il est probable que ce travail n'est pas bien différent de celui qui conditionne la pensée, car celle-ci ne naît pas plus directement dans le cerveau que la lumière n'y surgit spontanément. J'ajoute qu'il agit de même pour les autres perceptions sensorielles, les fonctions extérieures, la commande des mouvements, et la constitution de la pensée, en un mot, qu'il crée la vie extériorisée des sens et de l'esprit.

LUD. — Quel nombre incalculable de leviers de commande doit-il lui falloir pour exécuter ce travail formidable !

PAR. — La totalité de l'écorce cervicale dispose de 14 milliards de cellules nerveuses. Les 500.000 cellules visuelles de chaque nerf optique n'en constituent donc qu'une infime partie.

Persistance rétinienne.

PAR. — Dans les phénomènes de vision, il est un point sur lequel je dois appeler tout particulièrement votre attention : la persistance rétinienne, car c'est grâce à celle-ci que le cinéma et la télévision sont devenus possibles.

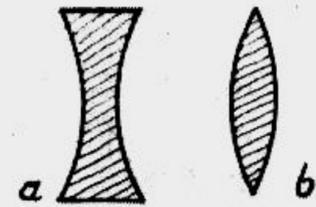
LUD. — Qu'entendez-vous par persistance rétinienne ?

PAR. — Un souvenir d'autrefois va vous l'expliquer... Quand vous étiez jeune, vous êtes-vous amusé à prendre une braise ardente et à lui faire décrire très rapidement un mouvement circulaire, avec la main ?

LUD. — Mais oui, et cela m'a bien intrigué, car je voyais tout un cercle de feu. Comment expliquer cela ?

PAR. — L'expérience montre que l'image d'un objet sur la rétine ne disparaît pas en même temps que cet objet ; l'impression persiste environ $1/10^e$ de seconde après le départ de celui-ci. Ainsi, quand

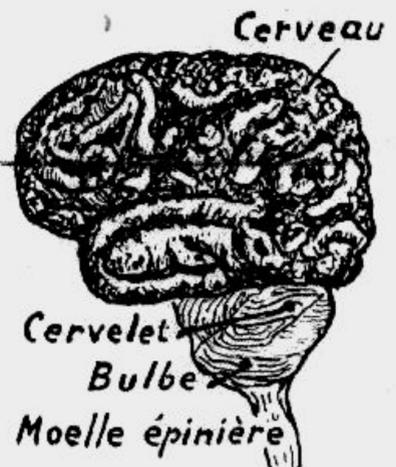
Lentilles correctrices



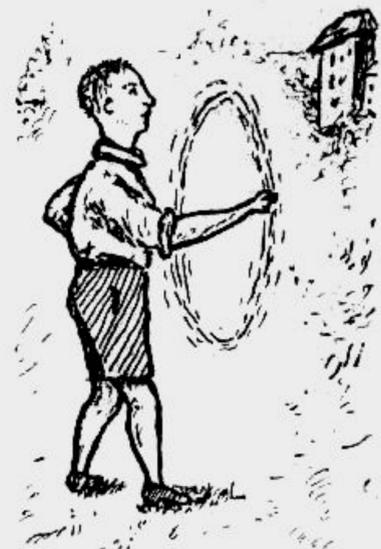
a) Concave (myopes)

b) Convexe (hypermetropes)

L'encéphale.



Le cercle de feu



vous faites décrire un cercle à la braise en moins d'un dixième de seconde, toutes les positions de celle-ci sont encore gravées sur la rétine quand vous revenez au point de départ ; le cerveau les relie entre elles et vous avez l'impression de voir un cercle entier incandescent. Nous reviendrons plus longuement sur cette « paresse » rétinienne, quand nous parlerons de la télévision, car la question est importante... Nous pourrions limiter cette causerie sur l'œil aux descriptions qui précèdent ; mais j'ai la certitude que vous serez curieux de connaître les relations qui existent entre les rayons lumineux et les autres vibrations de l'éther.

LUD. — Certainement ; d'autant plus que la question a déjà été amorcée en radio.

Ondes lumineuses.

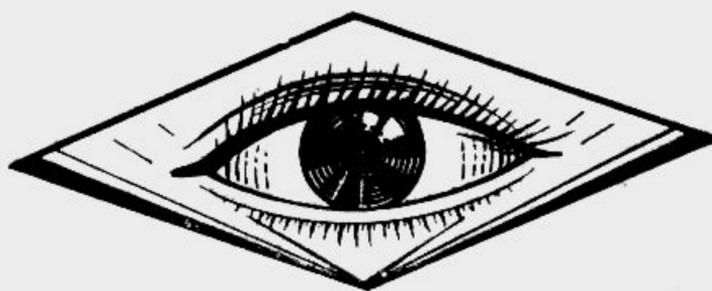
PAR. — Dans la suite des vibrations connues, on trouve au bas de l'échelle les ondes sonores, transmises par l'air et perceptibles par l'oreille (16 à 20.000 par seconde). Viennent ensuite les ondes radio-électriques, de 30.000 (ondes longues) à 300.000.000 et au-delà (ultra-courtes).

Quand la fréquence des vibrations transmises par l'éther atteint 1 à 375 trillions, celles-ci décèlent leur présence par une augmentation de la température : ce sont les rayons calorifiques (infra-rouges) qui sont détectés par le thermomètre.

A 475 trillions, notre rétine commence à s'intéresser à cette valse endiablée des ondes et le cerveau traduit cette excitation sous le nom de « rouge ». Puis viennent l'orangé (500 trillions), le jaune (550), le vert (600), le bleu (650), l'indigo (700) et le violet (750).

La zone de 1 à 20 quadrillions appartient aux rayons ultra-violetts ; mais l'œil n'enregistre plus ces rayons, qui restent ignorés par nous. Ensuite les rayons X ont leur domaine dans la plage de 250 quadrillions à 60 quintillions. Viennent enfin les rayons du radium (100 quintillions) et les rayons cosmiques provenant, croit-on, de la voie lactée.

Ainsi, nos cinq sens ne nous permettent d'enregistrer qu'une infime partie des ondes de l'éther. Pour capter toutes les vibrations qui nous environnent, il nous faudrait leur adjoindre des milliers d'autres organes spécialisés, véritables antennes réceptrices. Cette constatation nous oblige à reconnaître modestement que l'Homme possède un mécanisme si rudimentaire que la presque totalité de l'Univers lui est inconnu.



2. UN « ŒIL » AUXILIAIRE

La cellule photo-électrique

Les ondes lumineuses sont rigides, par essence, et ne peuvent être amplifiées ; leur champ d'action est donc très limité. Aussi, la vision à distance n'a-t-elle été possible que le jour où un merveilleux petit organe, la cellule photo-électrique, a permis de les transformer en ondes électriques, beaucoup plus souples et facilement amplifiables. Faisons donc connaissance avec ce précieux auxiliaire.

Son rôle.

PAR. — Au cours de nos entretiens sur la radio, vous vous êtes rendu compte de la faible portée des ondes sonores, qui se trouvent bien souvent essouffées à quelques centaines de mètres, et de l'impossibilité dans laquelle on se trouve de les transmettre au loin.

LUD. — J'en ai un souvenir bien précis. Pour tourner la difficulté, on a recours au microphone, qui les transforme en courant électrique ondulé, facilement transmissible au loin sous forme d'ondes électromagnétiques à haute fréquence.

PAR. — Votre mémoire est fidèle... Eh bien, des difficultés, sinon identiques, du moins aussi importantes, se présentent pour la vision à distance. Afin d'élargir le champ d'action de l'œil humain, on a bien imaginé des systèmes oculaires de plus en plus puissants : jumelles, lunettes, télescopes ; mais ceux-ci ne résolvent en aucune façon le problème de la transmission à distance.

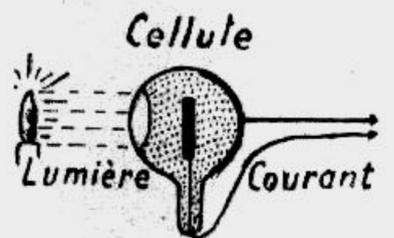
LUD. — De quelle nature sont donc les difficultés rencontrées ?

PAR. — Elles tiennent à la rigidité excessive des rayons lumineux, qui ont la prétention de ne se propager qu'en ligne droite, et seulement entre deux points visibles l'un de l'autre. Or, les milliers d'obstacles qui hérissent la surface du sol, et la rotondité même de la terre, nous imposent des horizons très limités.

LUD. — Il a donc fallu tourner ces difficultés pour réaliser la vision à distance.

PAR. — Oui. Un nouveau miracle a été réalisé. Les savants ont mis au point un petit organe, nommé cellule photo-électrique (du grec « photo » qui signifie « lumière »), qui a la propriété de transformer l'énergie lumineuse en énergie électrique et — point essentiel — de donner à celle-ci une intensité parfaitement calquée sur celle des rayons lumineux qu'il reçoit.

LUD. — Ce qui signifie qu'une faible lumière produit un courant peu intense et qu'une forte luminosité engendre un courant puissant.



PAR. — Exactement. Ainsi une bougie, une lampe électrique, la lumière solaire, frappant successivement la cellule provoquent une déviation de plus en plus forte de l'aiguille d'un galvanomètre (appareil de mesure). Il devenait donc possible de transmettre au loin, sous forme d'ondes électro-magnétiques modulées, ce courant, qui est une copie fidèle des ondes lumineuses reçues, et vous savez que ces ondes se jouent des murs, des obstacles... et de la distance. De ce jour, la Télévision était née.

LUD. — L'électricité est vraiment bonne fille. Après être venue au secours des ondes sonores, elle met ses merveilleuses facultés de transmission au service des inflexibles rayons lumineux... Et comment s'opère donc cette métamorphose ?

L'effet photo-électrique.

PAR. — La cellule photo-électrique, utilisée en la circonstance, est certainement l'une des plus curieuses créations de la physique moderne. Les premières expériences sur « l'effet photo-électrique » sont dues à Hertz et remontent à 1887. Elles furent continuées l'année suivante par l'un de ses collaborateurs, Hallwachs. Ce physicien chargea négativement un disque de zinc Z et fit communiquer ce dernier à un appareil électrique nommé électroscope C, dont l'écartement des feuilles inférieures F, généralement en or, révèle la charge plus ou moins forte du disque.

LUD. — Que représente le double trait E ?

PAR. — C'est un écran qui canalise les rayons d'une puissante source lumineuse S, dirigée vers le disque. Les feuilles se rapprochent, ce qui indique que celui-ci a perdu sa charge. Par la suite, d'autres physiciens ont étudié l'action de la lumière solaire sur d'autres métaux (étain, sodium, potassium) et ont constaté que les deux derniers étaient plus sensibles aux rayons lumineux que l'étain.

LUD. — Leur choix s'est donc porté sur eux.

PAR. — Ils ont été amenés à en employer des amalgames et à les utiliser dans le vide. Les dispositifs imaginés ont permis de constituer la cellule photo-électrique proprement dite. J'ajoute que l'expérience de Hallwachs, renouvelée avec une charge positive, ne donna aucun résultat.

LUD. — J'allais précisément vous poser la question. Quelle en est la raison ?

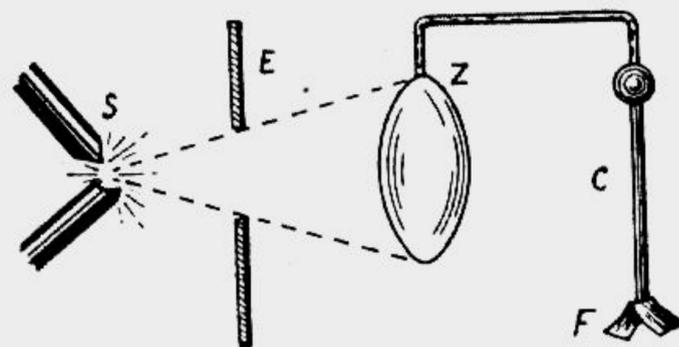


Fig. 5

Expérience de Hallwachs.

Nature de l'effet photo-électrique. — PAR. — En faisant appel à vos connaissances de radio, vous devez vous souvenir que les atomes sont constitués par un noyau central de charges positives (protons) autour duquel gravitent des corpuscules d'électricité négative nommés « électrons ».

LUD. — Ah ! je comprends. Lorsque le disque de zinc a été chargé négativement, on a augmenté le nombre de ses électrons.

PAR. — Précisément. Les rayons lumineux, en frappant le métal, libèrent ceux-ci et provoquent une émission extérieure immédiate : le disque perd donc la charge qu'il possédait et redevient neutre.

LUD. — S'il avait été chargé positivement, aucun phénomène ne se serait produit, car les électrons négatifs ayant disparu du fait de cette charge, aucune émission ne peut avoir lieu sous l'influence de la lumière.

PAR. — C'est exact. Pour que celle-ci puisse avoir une action continue, il faudrait renouveler

constamment la charge négative du zinc. Mais l'étude de la lampe de T.S.F. nous permet d'envisager un procédé beaucoup plus efficace pour obtenir une émission intensive et une recharge permanente.

LUD. — En remplaçant le zinc, sans doute, par une cathode recouverte d'oxydes métalliques riches en électrons et en alimentant cette cathode par le pôle négatif d'une pile...

PAR. — ...ensuite en plaçant en face d'elle, pour accélérer l'émission, une anode portée à une tension positive convenable par l'autre pôle de la pile, comme la plaque des lampes classiques : ainsi se trouve constituée une cellule photo-électrique moderne.

La cellule photo-émettrice.

PAR. — Cet organe porte encore le nom de cellule photo-émettrice. Il comporte essentiellement un pôle négatif (cathode) et un pôle positif (anode) ; ces électrodes sont enfermées dans une ampoule en verre spécial ou en quartz, dans laquelle on a fait le vide.

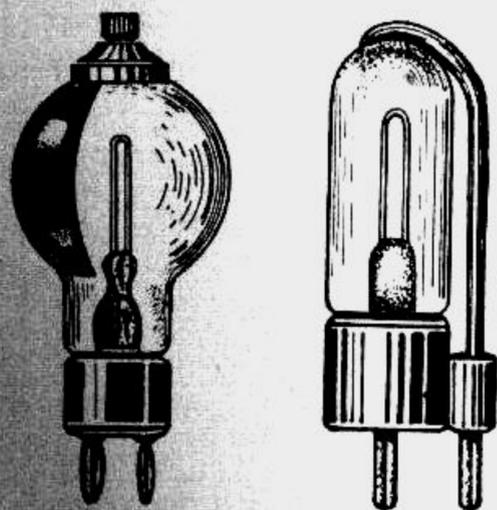


Fig. 6

Aspect des cellules couramment utilisées.

LUD. — Cette ampoule est-elle analogue à celle des lampes de radio ?

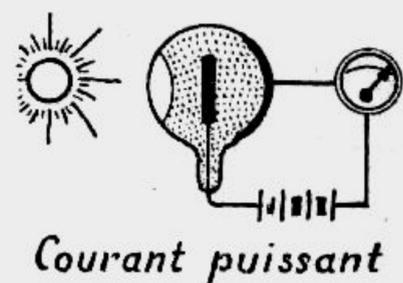
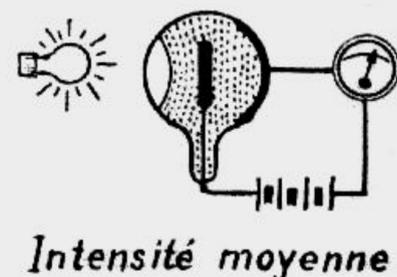
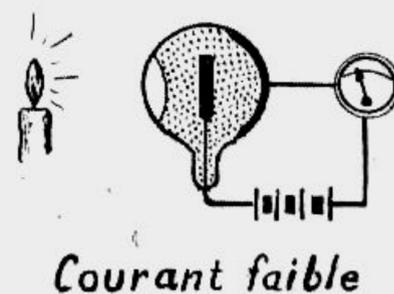
PAR. — Elle en diffère peu, en général, et sa forme peut varier selon l'emploi auquel la cellule est destinée : voici deux types qui sont couramment employés (fig. 6). Ce croquis, d'autre part, en donne la présentation pratique (fig. 7). La cathode K est constituée par une mince couche d'un ou plusieurs métaux alcalino-terreux (potassium, caesium, lithium, sodium) ou de leurs oxydes, déposés contre la paroi même de l'ampoule, préalablement recouverte d'un mince dépôt d'argent.

LUD. — Quelle est la forme de l'anode A ?

PAR. — Elle varie. Celle, par exemple, d'une grille, d'un filament ou d'un anneau permettant le passage des rayons lumineux vers la cathode. Sur la surface de l'ampoule opposée à la couche métallique, on a ménagé une partie transparente, appelée « fenêtre », par laquelle entrent les rayons lumineux qui devront engendrer le courant électrique.

LUD. — Je serais curieux maintenant de connaître le fonctionnement de cet organe, car je n'en ai jusqu'alors qu'une vague idée.

PAR. — Ce fonctionnement est très simple. Reportez-vous donc au second croquis (fig. 7), qui donne la présentation courante de la cellule photo-émissive et de son circuit d'utilisation.



L'intensité du courant est fidèlement calquée sur l'intensité lumineuse.

Fonctionnement.

PAR. — La cathode, ainsi que je vous l'ai dit, est reliée au pôle négatif d'une pile par la résistance R, et l'anode au pôle positif. Les rayons lumineux pénètrent par la fenêtre et vont frapper la couche photo-sensible K (cathode) : une émission électronique se produit. Comme dans la lampe de T.S.F., les électrons sont attirés par l'anode A, qui est portée à une tension positive. Une liaison électrique est établie entre les deux électrodes et permet le passage du courant de la pile P.

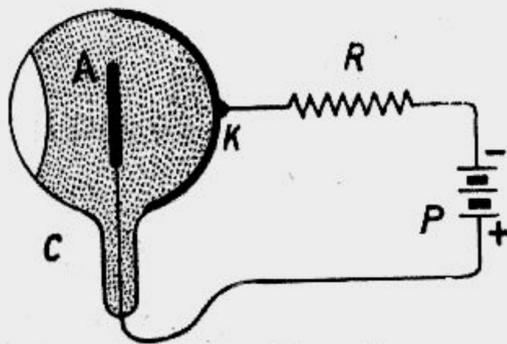


Fig. 7

Cellule photo-émeltrice
et circuit d'utilisation.

LUD. — Il n'y a donc pas de courant dans l'obscurité ?

PAR. — A peu près nul. Par contre, plus les rayons sont intenses, plus les électrons sont nombreux et plus le courant électrique est puissant. Donc, à tout instant, la cellule produit un courant dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de lumière reçue. Or, c'est précisément le but poursuivi. Et, chose infiniment curieuse, cet organe constitue un « œil » plus parfait que l'œil humain, car il est aussi sensible aux rayons infra-rouges et ultra-violet qu'à ceux du spectre solaire proprement dit.

Cellules à atmosphère gazeuse. — L'intensité du courant photo-électrique d'une telle cellule est relativement faible. On peut l'accroître considérablement (en même temps que la sensibilité de la cellule) en introduisant

dans l'ampoule, préalablement vidée, quelques parcelles d'un gaz neutre (hélium, argon, néon) qui permettent le phénomène d'« Ionisation »).

LUD. — Quel est le rôle de ce gaz à basse pression introduit dans la cellule ?

PAR. — Comme précédemment, les électrons arrachés à la cathode K par les rayons lumineux rencontrent et heurtent violemment les parcelles de gaz. Ces chocs provoquent la dissociation des molécules gazeuses et leur arrachent leurs électrons libres, qui prennent part à la ruée générale vers l'anode, en « ionisant », à leur tour, les molécules voisines. Il se trouve donc que quelques électrons provenant de la couche photo-sensible K provoquent un véritable flux électronique vers l'anode positive A.

LUD. — Les courants obtenus sont-ils beaucoup plus intenses que ceux des cellules à vide ?

PAR. — L'ionisation permet d'obtenir des courants de 30 à 50 fois plus importants que ceux des cellules à vide de mêmes caractéristiques. Il est bien certain que plus la tension d'anode est élevée, plus puissant est le courant obtenu, car les chocs d'électrons sont plus violents et leur course plus rapide. Mais en exagérant cette tension, une effluve se produit entre les deux électrodes ; la cellule s'illumine et se trouve, pour ainsi dire, en court-circuit. Il y a donc une tension-limite à respecter... J'ajoute que les enseignes lumineuses sont une intéressante application industrielle de ces effluves lumineuses.

LUD. — Si notre programme le comporte, je désirerais maintenant quelques précisions sur l'emploi des cellules dans les opérations de transmission à distance.

PAR. — Nous allons examiner son utilisation tout d'abord dans la transmission d'images ou de photographies, ce qui nous acheminera vers la télévision proprement dite. Retenez dès maintenant que la cellule photo-électrique ne possède aucune inertie : l'émission électronique se produit donc à l'instant même de l'arrivée du rayon lumineux et cesse au moment précis de la disparition de celui-ci.

La vitesse de traduction peut donc être très rapide. Elle est toutefois subordonnée, dans la transmission d'images, aux nécessités des commandes mécaniques, et, dans les transmissions radioélectriques, à la fréquence maxima de la bande de modulation.

Utilisation de la cellule.

Transmission d'images. — Ce croquis montre l'utilisation de la cellule photo-émettrice dans un dispositif de transmission d'images et de photographies. Ces documents peuvent être transparents ou

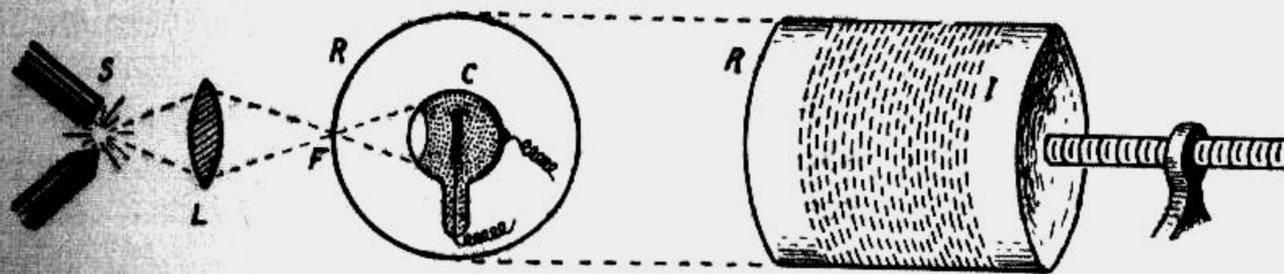


Fig. 8

Dispositif de retransmission d'images ou de photographies utilisant une cellule photo-électrique.

opaques. Nous envisagerons le premier cas dans la présente description (fig. 8).

LUD. — Que représentent ce cercle et ce cylindre, avec pointillé ?

PAR. — Ils schématisent le même organe, représenté de profil (à gauche) et de face (à droite). L'image I à transmettre (papier calque transparent ou pellicule photographique) est placée sur le cylindre R, en verre également transparent, à l'intérieur duquel se trouve la cellule. Grâce au système de vis que vous apercevez, ce cylindre est animé, non seulement d'un mouvement de rotation ; mais d'un mouvement de translation vers la gauche ou vers la droite, chaque tour de vis le faisant progresser d'une fraction de millimètre.

LUD. — La source de lumière, qui figure en S est un arc électrique ?

PAR. — Pas obligatoirement ; il suffit que ce soit une source puissante. La lentille L concentre les rayons lumineux en un point F du cylindre recouvert de l'image transparente. Ces rayons se trouvent ainsi « modulés » et parviennent à la cellule placée à l'intérieur du cylindre mobile.

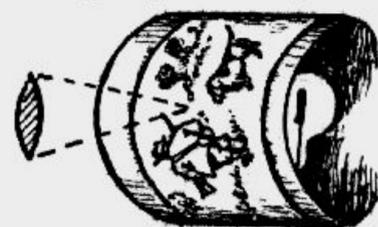
LUD. — Qu'entendez-vous par rayons modulés ?

PAR. — Cette notion ressort de mes explications antérieures. Un endroit très transparent (correspondant, par exemple, à un blanc de l'image ou de la photo) donne, à l'intérieur, un rayon très lumineux, qui produit un courant intense de la cellule, tandis qu'un point opaque (noir) ne donne lieu à aucune émission ; les tonalités intermédiaires (gris clair, gris foncé, etc.) produisent des rayons et, conséquemment,

Image à transmettre



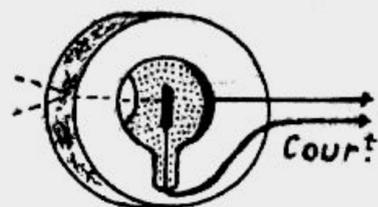
En place sur le cylindre
Analyse point par point



Modulat.ⁿ des rayons

Rôle de la cellule

Traduct.ⁿ lumière-courant



Cour.^t variable résult.^t

Au poste récepteur
Reconstit.ⁿ de l'image



(Détails au chapit. suiv.)

des courants plus ou moins puissants.

LUD. — Je comprends. Comme tous les points de l'image passent successivement en F, selon la ligne hélicoïdale (spirale) représentée en I (aux lieu et place de l'image elle-même), il se trouve que toute l'image est « explorée » et que chacun des points donne lieu à un courant plus ou moins intense.

PAR. — Je n'aurais pas donné une meilleure explication... J'ajoute qu'il suffit de transmettre à distance cette succession de courants, par fil ou sans fil, selon les procédés classiques. Pour reconstituer l'image, à la réception, on utilise ces courants selon le rythme du dispositif d'exploration.

LUD. — Le pas de vis a-t-il une valeur bien définie ?

PAR. — Cette valeur est variable. Plus ce pas de vis est petit, plus le nombre de lignes d'exploration est grand et plus le grain de reproduction est fin... Voilà pour les images transparentes. S'il s'agit de transmettre des images opaques, sur papier par exemple, celles-ci sont également fixées sur le cylindre, mais la cellule est placée à l'extérieur et orientée de telle façon qu'elle reçoive la lumière réfléchi par le point exploré.

LUD. — Les courants produits par la cellule doivent être très faibles et non utilisables tels quels ?

PAR. — Ces courants sont, en effet, de très faible valeur et ne représentent que quelques millièmes d'ampère. Ils doivent donc subir une amplification importante. On utilise, dans ce but, les amplificateurs classiques, dont vous connaissez la constitution et le fonctionnement, puisque nous en avons parlé en radio.

Applications diverses.

LUD. — Les cellules photo-électriques ne sont-elles employées que pour ces transmissions à distance ?

PAR. — Détrompez-vous ; leurs applications sont extrêmement variées ; non seulement ces cellules constituent l'une des pièces maîtresses du cinéma parlant ; mais elles trouvent leur utilisation dans les commandes automatiques de machines, dans les dispositifs de sécurité contre le vol et l'incendie, et elles se substituent avantageusement à l'œil humain pour l'appréciation d'une quantité de lumière (photométrie) ou la détermination des couleurs. Mais ces différentes études sont en dehors du sujet qui nous intéresse.

LUD. — Ce qui signifie que l'heure de la séparation est arrivée. Je ne questionne donc plus. Mieux vaut d'ailleurs éviter de brouiller les idées et en arriver le plus tôt possible à la télévision proprement dite. Bonne nuit, parrain, et à demain.



3. TRANSMISSION DES IMAGES et des photographies

En possession des données qui précèdent sur l'œil humain et l'effet photo-électrique, nous pouvons aborder le premier stade de la vision à distance : la phototélégraphie. La présente causerie nous dira en quoi consiste ce problème, et nous indiquera les procédés anciens et modernes auxquels on s'est arrêté, tant à l'émission qu'à la réception.

Opérations successives.

PAR. — Il nous faut encore, mon cher Ludo, franchir une étape intermédiaire avant d'aborder la télévision proprement dite : celle qui a rapport à la transmission des dessins et des photographies, car, quoique beaucoup plus simple, elle a une grande analogie avec cette dernière et lui a été d'un utile secours dans sa mise au point progressive.

LUD. — J'ai promis d'être patient ; je tiens donc parole. Je suis curieux d'ailleurs de savoir comment on peut transmettre une image à distance.

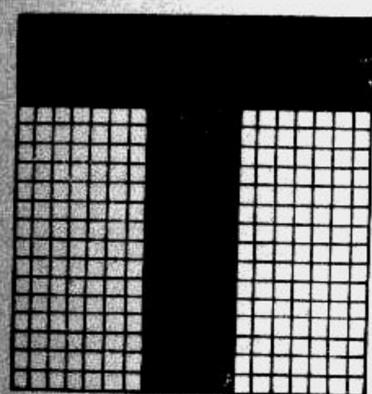
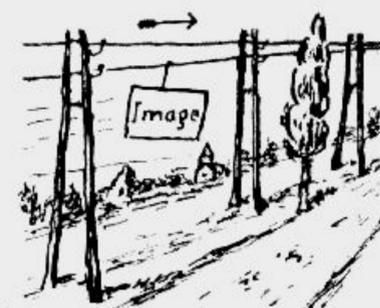


Fig 15
Image à transmettre



Fig 16
Epreuve grossière

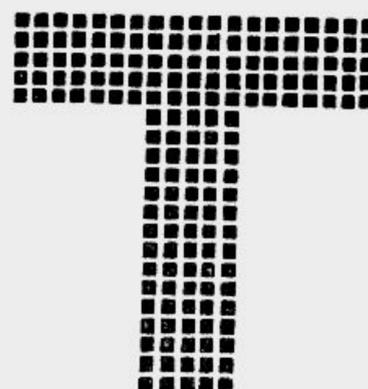
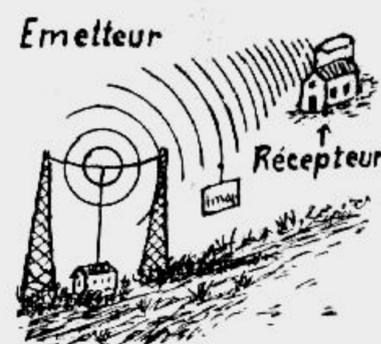


Fig 17
Trame plus serrée



PAR. — Avant de parler du procédé proprement dit, je vous dirai quelques mots sur la « décomposition » de celle-ci en surfaces extrêmement petites que l'on est convenu d'appeler « points », et ensuite en lignes plus ou moins rapprochées... Regardez à la loupe une illustration de ce journal et dites-moi ce que vous remarquez.

LUD. — C'est curieux. Je n'avais pas encore constaté cette sorte de trame composée de « points » plus ou moins noirs, qu'on peut prendre à l'œil nu pour une surface unie.

PAR. — Chaque document reproduit représente, en effet, un minus-



cule damier aux innombrables cases. C'est une décomposition semblable qu'il faut effectuer lors de la transmission au loin. Examinons une image simplifiée, ce T par exemple, formé d'une agglomération de points noirs se détachant sur fond blanc (fig. 15).

LUD. — Quel est le nombre de points ?

PAR. — Il peut être infiniment variable, selon la qualité de reproduction que l'on désire obtenir. On s'en rend parfaitement compte en photogravure : les papiers glacés, de bonne qualité permettent une trame serrée donnant des images beaucoup plus fines, plus modelées, que les papiers de journaux ordinaires à larges trames.

LUD. — C'est cette comparaison que représentent, sans doute, les croquis voisins (fig. 16 et 17).

PAR. — Oui. Vous remarquerez que la première (fig. 16), comportant 11 points et 12 lignes, est beaucoup moins précise que la voisine (fig. 17), qui compte 19 points et 20 lignes. Retenez donc que plus les points sont nombreux, plus on obtient une reproduction fidèle du sujet.

LUD. — Et comment sont transmis ces points ?

PAR. — La transmission donne lieu aux opérations suivantes : a) au poste émetteur, ainsi que je viens de vous le dire, décomposition de l'image originale en un grand nombre de points qui seront transmis successivement ; b) transformation de l'intensité lumineuse de chaque point en un courant électrique d'intensité proportionnelle ; c) transmission à distance de ce courant électrique variable, soit par fil, soit par ondes radioélectriques ; d) au poste récepteur, reconstitution des points de l'image initiale, à l'aide des variations du courant transmis.

LUD. — Je vois qu'en résumé, il faut faire une « analyse » de l'image, traduire les points lumineux en courant, transmettre ce dernier au loin, et, à l'arrivée, reconstituer les points lumineux à l'aide du courant variable reçu par fil ou par radio.

AU POSTE EMETTEUR

Traducteurs mécaniques.

PAR. — Avant de vous parler des procédés modernes d'exploration, je tiens à vous dire quelques mots d'un système ancien, qui n'est plus employé pour la transmission des images, mais qu'on retrouve encore dans certaines stations européennes, pour la transmission quotidienne des cartes de météorologie.

LUD. — C'est ce que représente cette gravure ?

PAR. — Oui. Le dessin à transmettre est reproduit à l'aide d'une encre isolante sur une feuille de cuivre ou d'aluminium. Cette feuille est enroulée autour du cylindre métallique C, qui est animé de deux mouvements par le moteur M, grâce à un système à frottement qu'on distingue nettement sur le croquis (fig. 18).

LUD. — Et quel est le rôle du bras L, avec sa pointe effilée ?

PAR. — N'allons pas trop vite. Constatons tout d'abord que la roue R entraîne le volant V et imprime au cylindre un mouvement de rotation. D'autre part, l'axe A est muni d'un filetage qui se « visse », pour ainsi dire, dans le support S et anime l'ensemble d'un mouvement de translation vers la gauche ou la droite.

LUD. — Nous en arrivons au bras L placé au-dessus de C.

PAR. — C'est un lecteur métallique qui appuie sur le cylindre. Il est immobile ; mais par suite des deux mouvements de celui-ci, tous les points de la gravure défilent sous sa pointe qui, si elle était encrée, tracerait la ligne hélicoïdale que vous voyez représentée en pointillé. Une pile P, dans le circuit de laquelle on peut placer un galvanomètre (en G), fournit un courant qui va, par le support T, au corps du cylindre et retourne à la pile par le lecteur L.

LUD. — Voilà un circuit complet. Comment fonctionne tout ce dispositif ?

PAR. — Supposons que nous avons placé sur le cylindre une feuille métallique sur laquelle

un T a été dessiné à l'aide d'une encre isolante. Le courant passe normalement quand la pointe est en contact avec la feuille métallique ; mais il est interrompu chaque fois que le style passe sur la partie recouverte d'encre isolante.

LUD. — Je comprends. Le courant suit les variations de luminosité du dessin et ses interruptions successives permettent de reconstituer le T, au poste récepteur.

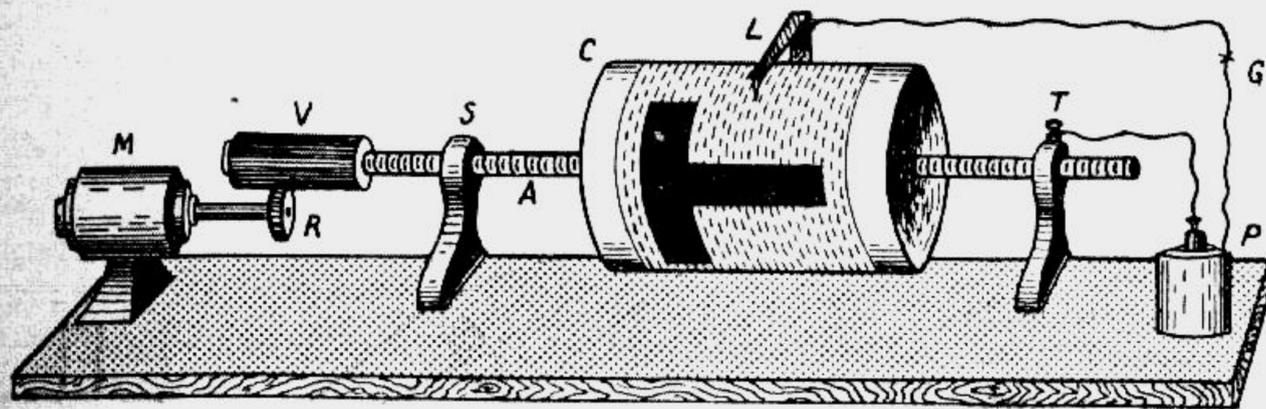


Fig. 18

Schéma de principe d'un traducteur à contact mécanique.

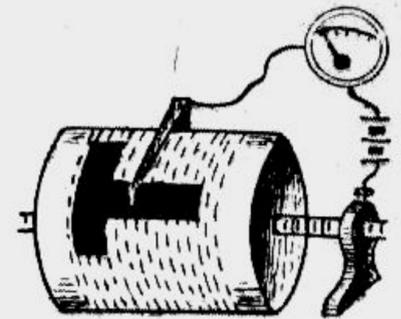
PAR. — Exactement ; je vous dirai tout à l'heure par quel procédé. Cette reconstitution sera d'autant plus fidèle que le nombre de lignes d'exploration sera plus grand, ainsi que je vous l'ai dit précédemment. Vous vous rendez compte que ce nombre dépend du « pas » du filetage de A : plus ce pas est petit, plus les spires de la ligne hélicoïdale de C sont serrées.

LUD. — Cette méthode paraît très intéressante ; mais je vais me permettre une objection que vous estimerez peut-être irréfléchie. On ne doit pouvoir transmettre que des images nettement noires sur fond nettement blanc (ou réciproquement) et non des photos avec demi-teintes, c'est-à-dire modelées.

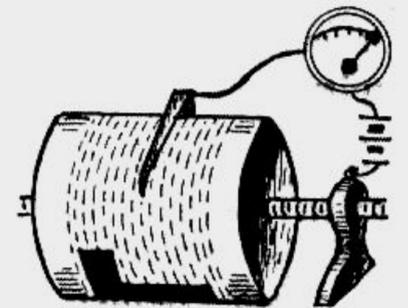
PAR. — Votre objection est très sensée, au contraire, et il n'est possible de transmettre, par ce procédé, que des dessins au trait (schémas, cartes, graphiques, etc.). En effet, le courant ne présente, si l'on peut dire, que deux valeurs : la valeur zéro, quand il est interrompu, et la valeur 100 (maxima), quand il est rétabli, ce qui s'oppose à toute transmission de photographies et d'ombres plus ou moins accusées. Cette impossibilité enlève une partie de son intérêt à cette méthode.

LUD. — Aucun perfectionnement n'était à envisager ?

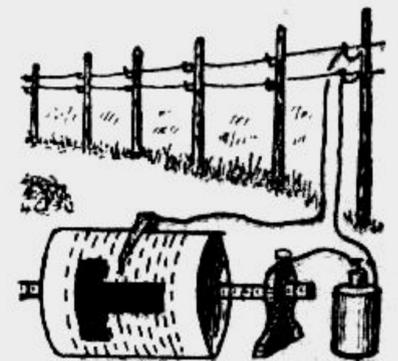
PAR. — M. Belin était parvenu à d'excellents résultats en utilisant le « relief » des clichés photographiques (épaisseur de gélatine variable selon la tonalité), ce qui permettait d'obtenir une bonne modulation du courant transmis ; mais l'invention de la cellule photo-électrique a permis de s'affranchir des procédés à contacts mécaniques.



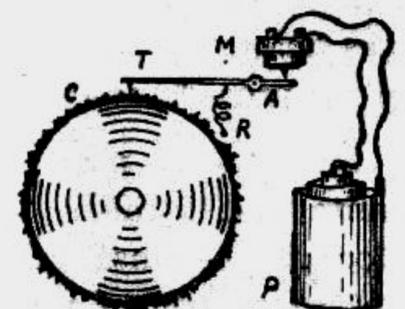
Courant interrompu par l'encre isolante.



Courant rétabli par le contact métallique.



Transmission



Contacteur utilisant le relief des clichés.

Traducteurs photo-électriques.

PAR. — L'étude détaillée que nous avons faite, au cours de la seconde causerie, de la cellule photo-électrique, nous permet d'aborder immédiatement ces dispositifs modernes, dont le plus communément employé par les journaux est le Bélinographe, émetteur exploité par les Etablissements Edouard Belin, que j'ai pu visiter en détail, grâce à la complaisance de M. Masson, l'aimable ingénieur en chef des laboratoires de Rueil-Malmaison.

LUD. — La cellule y joue donc un rôle capital.

PAR. — Oui. Elle traduit, comme vous le savez, en valeurs électriques variables les intensités lumineuses qui la frappent. Il suffit de faire défiler devant elle les points composant la photographie pour pouvoir disposer de courants électriques dont les valeurs sont proportionnelles à la luminosité des « points » correspondants.

LUD. — Le document est-il encore placé sur un cylindre animé de mouvements de rotation et de translation ?

Dispositif optique d'émission. — PAR. — Même disposition. Voici d'ailleurs le détail du système optique utilisé (fig. 20). Une source lumineuse puissante A envoie ses rayons sur un jeu de lentilles L, qui les concentrent en un point très brillant, de faibles dimensions, sur un endroit précis du cylindre C portant la photographie.

LUD. — Jusqu'alors nous ne nous écartons pas beaucoup d'une méthode dont vous m'avez parlé précédemment (fig. 8).

PAR. — Il n'en est plus de même par la suite. La lumière réfléchiée par la partie du document ainsi éclairée est reprise par un micro-objectif et renvoyée sur la cellule photo-électrique P, à travers un disque perforé S, qui rompt périodiquement le faisceau lumineux.

LUD. — ...et facilite l'amplification.

PAR. — C'est exact. Le diaphragme D permet de doser l'intensité lumineuse et donne une définition précise du point exploré. Par suite de l'emploi du micro-objectif M et du diaphragme, le point exploré mesure approximativement $2/10^6$ de millimètre de diamètre. Il suffira donc d'imprimer au cylindre ses deux mouvements pour avoir successivement sur la cellule toute la série des points définissant l'image.

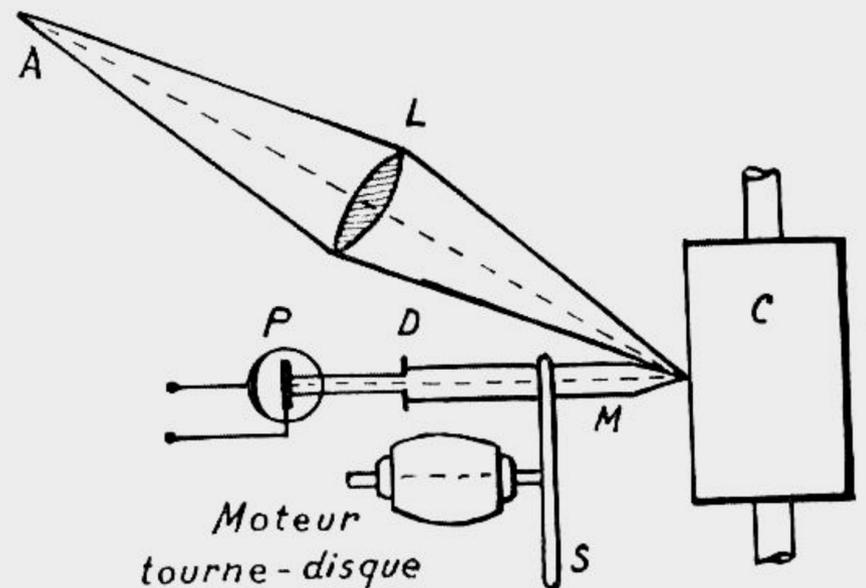


Fig. 20

Schéma du dispositif optique d'émission.

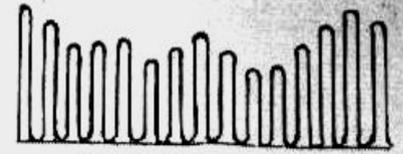
LUD. — Le courant obtenu est très faible, d'après ce que vous m'avez dit.

Amplification. — PAR. — Il est de l'ordre du millionième d'ampère. Une amplification considérable s'impose donc. Celle-ci est facilitée, avons-nous dit, par l'interposition du disque perforé, qui rompt le faisceau environ 1.300 fois par seconde et fournit à la sortie de la cellule, en dehors de toute modulation fournie par le document, un courant haché qui possède toutes les propriétés d'un courant alternatif de fréquence correspondante.

LUD. — Comment l'amplifie-t-on ?

PAR. — Il est appliqué à la grille de la première lampe d'un amplificateur classique et dirigé vers une ligne télégraphique ou un poste émetteur de radio.

Transmission. — PAR. — Le graphique ci-contre schématise le courant modulé transmis. Les pointes sont formées par le disque rupteur ; la différence de hauteur représente les variations d'intensité lumineuse des points explorés (modulation). A la réception, le courant devra être débarrassé de ces ruptures (démodulation ou détection).



AU POSTE RECEPTEUR

Traducteurs mécaniques.

PAR. — Je ne vous dirai que quelques mots des récepteurs à contacts mécaniques, car de grands progrès ont été réalisés sur ces procédés anciens. Voici un dispositif qui était fréquemment employé (fig. 22). Le courant modulé parvient au récepteur par la ligne L ou par radio (A). Il est amplifié et redressé par le poste P, qui le transmet à l'électro-aimant E.

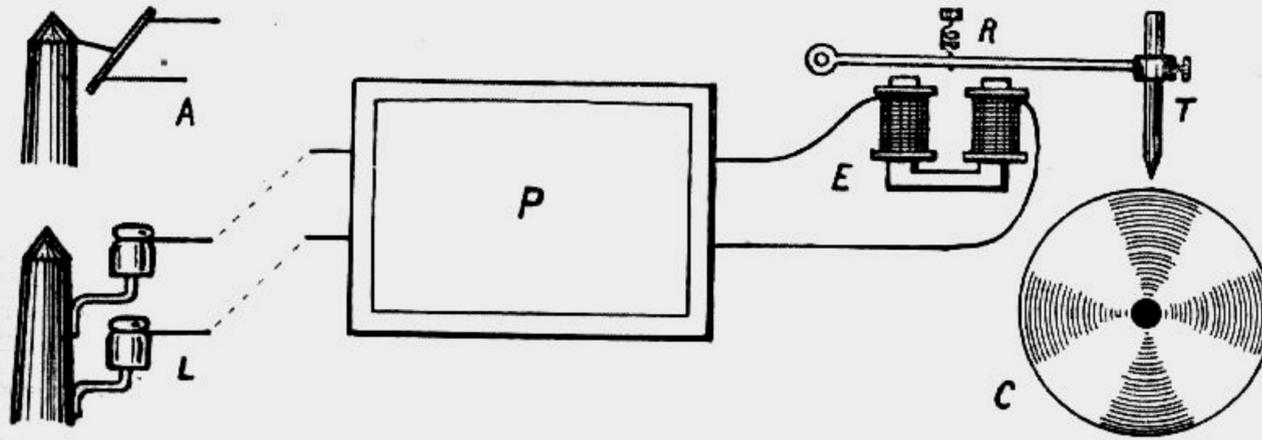


Fig. 22

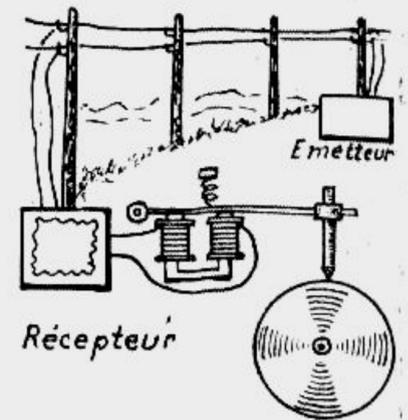
Réception d'images par traducteur électro-mécanique.

LUD. — Ce traducteur a quelque analogie avec les enregistreurs télégraphiques.

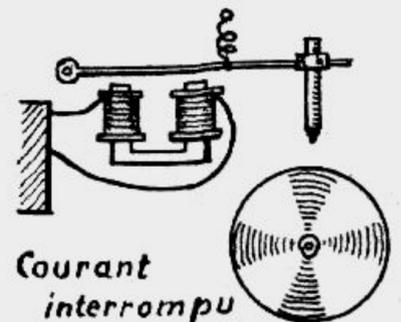
PAR. — C'est vrai. Un cylindre C, sur lequel on a placé une feuille de papier, tourne à la même vitesse que le cylindre d'émission, circulairement et latéralement. Un style inscripteur T, enduit d'encre grasse, est attiré vers le cylindre par l'électro-aimant et y laisse une trace, chaque fois que le courant passe. Il s'en écarte à chaque interruption, grâce à l'effet du ressort R.

LUD. — Ici encore, il ne peut être question de demi-teintes : le courant passe en entier ou est complètement interrompu.

PAR. — Un perfectionnement a été obtenu par l'emploi de papiers électro-chimiques, qui se teintent plus ou moins selon l'intensité du courant. Cette méthode est encore utilisée dans le Bélinographe-amateur. Mais ne nous y attardons pas et examinons les dispositifs modernes.



*Courant établi
Attraction de l'électro
Style en contact.*



*Courant interrompu
Style relevé
Aucune inscription.*



Récepteurs perfectionnés.

PAR. — Les récepteurs modernes de téléphotographie reposent sur les mêmes principes que les précédents : traduction du courant électrique modulé, fourni par l'émetteur, en une intensité lumineuse variable ; mais ils sont affranchis de tout organe mécanique. Le plus connu est le Bélinographe du type professionnel. En voici le schéma.

LUD. — Le système me paraît bien compliqué.

PAR. — Moins que vous le pensez. Je vais d'ailleurs vous le décrire (fig. 23). Une source lumineuse A envoie ses rayons sur un condensateur S et un diaphragme D, qui les concentrent sur un miroir M, par l'intermédiaire d'un objectif O. Le miroir, qui peut osciller autour de son axe, renvoie la tache lumineuse vers un écran perforé en triangle T, désigné sous le nom de « gamme des teintes », que représente en détail la partie droite du croquis (T).

LUD. — Quelques explications seraient utiles.

PAR. — Elles viendront en leur temps... Une lentille N concentre ce « spot lumineux » vers un diaphragme P, et un micro-objectif R le traduit par un point extrêmement réduit sur le cylindre C, recouvert de papier photographique, c'est-à-dire sensibilisé. Le miroir M n'est autre qu'un galvanomètre, appareil qui oscille plus ou moins sous l'influence du courant modulé transmis par le poste émetteur.

LUD. — Je commence à n'avoir plus les idées très nettes.

PAR. — Patience. Si le courant est puissant et correspond à un point très lumineux du document original, le miroir se rapproche de l'horizontale, et dirige le faisceau lumineux vers la partie haute de la gamme des teintes qui, étroite à cet endroit (examinez de nouveau T), laisse passer très peu de lumière. L'objectif forme donc sur le papier du cylindre un point très sombre.

LUD. — Maintenant, je ne comprends plus du tout ! Un point très lumineux du document est donc traduit par un point très sombre.

PAR. — Etourdi ! Après développement, cette partie apparaîtra en blanc, puisque les clichés photographiques (négatifs) donnent des teintes inverses. Le contraire se produit lorsque le courant transmis est faible : le miroir se rapproche de la verticale ; le faisceau réfléchi se dirige vers la partie basse de la gamme, qui laisse passer la totalité du rayon lumineux.

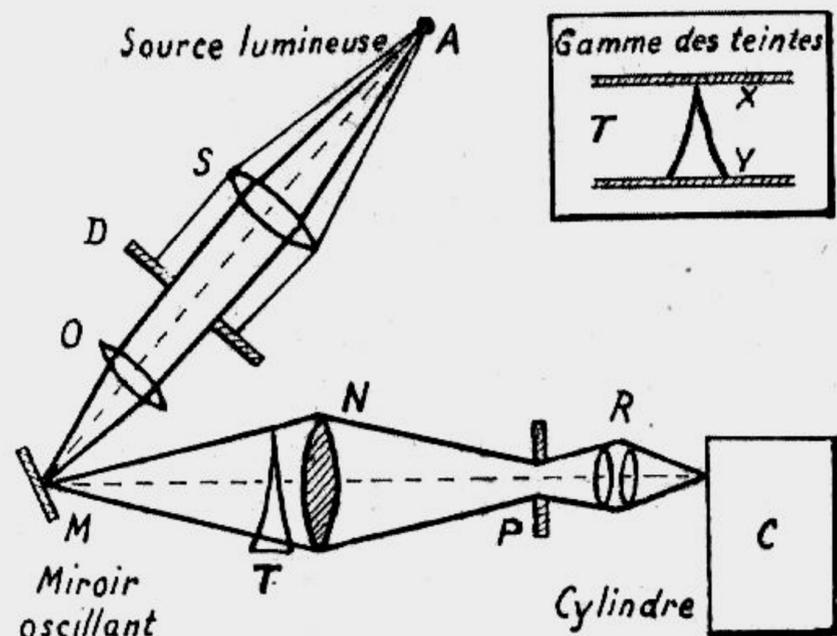


Fig. 23

Récepteur Bélinographe type professionnel.

LUD. — Je saisis maintenant... Le point correspondant apparaîtra en noir.

PAR. — Donc, selon l'intensité du courant, le faisceau est projeté entre X et Y de la gamme des teintes ; mais quelle que soit sa place, l'objectif R le ramène en un point fixe du cylindre, sous forme de tache plus ou moins brillante, de surface très réduite. Comme ce cylindre est animé d'un double mouvement, tous les points du papier sensible défilent devant la tache lumineuse avec leurs tonalités respectives : ainsi se trouve reconstituée, après développement, une épreuve identique à celle du poste d'émission.

LUD. — Ces transmissions sont-elles limitées à l'envoi de photos ?

PAR. — Leurs applications sont assez nombreuses. Elles permettent, par exemple d'envoyer en quelques minutes, d'un point à un autre du continent, les empreintes digitales d'un inculpé et de contrôler très rapidement son identité. Voici la reproduction de quatre empreintes différentes reçues avec ce procédé (fig. 24). Mais la plus importante de ces applications réside naturellement dans l'information photographique des grands quotidiens.

LUD. — J'ai encore une question à vous poser. Comment parvient-on à obtenir une identité absolue de mouvements des cylindres explorateur et récepteur ?



Fig. 24

Empreintes digitales transmises par béliographe.

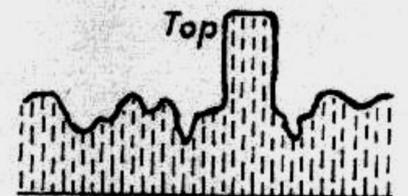
Synchronisation.

PAR. — Je suis heureux que vous ayez découvert par vous-même l'importance de ce problème, dont je voulais vous parler. La réussite de la transmission est subordonnée, en effet, à cette nécessité capitale et on se rend compte de la difficulté de faire fonctionner ensemble, au millième de seconde près, deux cylindres souvent éloignés de cinq cents kilomètres, et plus.

LUD. — Cette obligation doit sérieusement compliquer les choses.

PAR. — On l'a résolue au mieux. En général, le procédé consiste à envoyer du poste émetteur, à la fin de chaque tour, un signal particulier, nommé « top », qui contrôle la marche du récepteur. Les tops sont incorporés à la modulation sous forme de signaux longs. Ils sont généralement obtenus en projetant une forte lumière sur la cellule photo-électrique. Le courant modulé, avec les tops, présente ainsi la forme indiquée sur ce schéma.

Synchronisme par embrayage. — PAR. — Les méthodes de réalisation sont assez nombreuses ; nous nous en tiendrons à celle qu'on



Modulation avec tops

utilise dans le bélinographe amateur (fig. 26). Le cylindre C est entraîné par un système d'embrayage à cône MF, mû par un mouve-

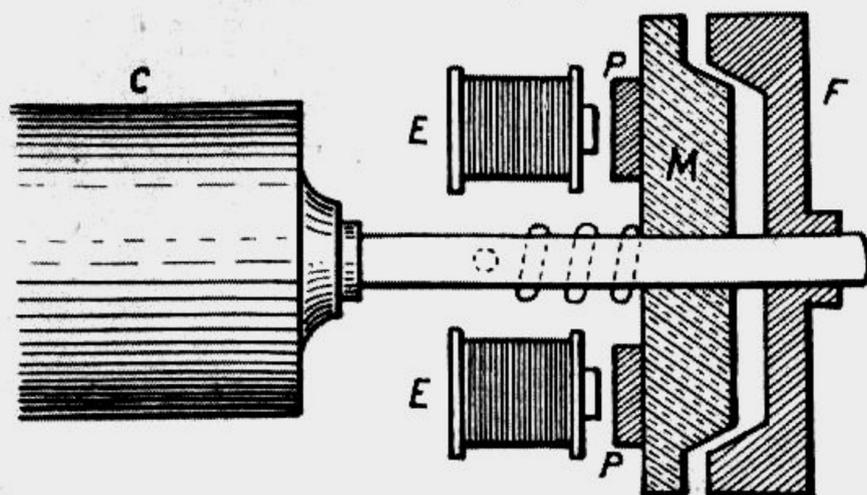


Fig. 26

Dispositif de synchronisation par embrayage.

ment d'horlogerie. La partie femelle F tourne fou sur l'axe ; la partie mâle M, au contraire, tourne avec l'axe, mais peut coulisser sur lui

d'avant en arrière et réciproquement. Lorsque aucun courant ne traverse l'électro-aimant E E, l'embrayage s'effectue et le mouvement d'horlogerie entraîne C. Par contre, lorsque le courant de synchronisation arrive dans l'électro, qui est maintenu *fixe* sur un bâti indépendant, celui-ci attire les palettes en fer doux P P ; le cône mâle se détache de F ; le cylindre est ainsi immobilisé.

LUD. — Et que se passe-t-il après le top ?

PAR. — Le ressort agit, l'embrayage s'effectue, et le cylindre recommence un nouveau tour, au moment où le cylindre d'émission le commence lui-même : il y a donc identité absolue de mouvements dans les deux organes...

En terminant, mon petit Ludo, je vous remets, en souvenir de cette causerie, la reproduction d'une image « Brebis du Mont Hymette (Grèce) », transmise par Bélinographe.

LUD. — Grand merci, parrain, et bonsoir.



4. LA TÉLÉVISION

Méthodes de réalisation

La transmission des images à distance présente déjà par elle-même un intérêt indiscutable ; mais elle ne satisfait pas totalement l'esprit humain, qui a toujours désiré « voir » et « entendre » ce qui se passe au loin, à l'instant même où les événements se produisent. C'est pourquoi la Télévision proprement dite a été accueillie avec une satisfaction universelle.

Généralités.

LUD. — Je dois vous dire toute ma joie, parrain, d'aborder aujourd'hui la partie essentielle de nos entretiens. J'avais hâte de vous retrouver ce soir pour me familiariser avec un sujet qui m'enthousiasme autant qu'a pu le faire la radio, il y a quelques années.

PAR. — Voilà d'excellentes dispositions. Si vous avez retenu les notions de radio auxquelles vous faites allusion, ainsi que le principe de la transmission des images, le terrain se trouve bien déblayé et vous ferez de rapides progrès, car les méthodes de réalisation de la télévision suivent des voies parallèles.

LUD. — Je vous avoue cependant que, malgré ces études préliminaires, la transmission des scènes télévisées constitue pour moi le plus insondable mystère.

PAR. — Il faut vous mettre en garde, dès maintenant, contre l'analogie qui pourrait s'imposer à votre esprit entre une projection cinématographique faite sur l'écran de la salle de spectacle et une scène apparaissant sur l'écran de télévision. La première est réalisée instantanément, et « tout d'une pièce », si je puis dire, tandis que la seconde est analysée point par point à l'émission, par un procédé qui a quelque ressemblance avec la lecture d'un texte, où l'œil voit successivement les différents caractères d'une ligne, et les différentes lignes de ce texte. C'est également point par point, et non globalement, que le sujet est reconstitué à la réception.

LUD. — J'en comprends parfaitement le mécanisme, puisque vous me l'avez expliqué lors de la transmission d'images.

PAR. — Le principe est le même, mais les procédés sont différents et la vitesse d'analyse infiniment plus grande. Nous y reviendrons en détail dans quelques instants... Retenez aussi, dans ce préambule, ce que je vous ai déjà dit au sujet des ondes lumineuses : celles-ci ont une portée restreinte et, d'autre part, elles sont rebelles à une transmission à longue distance. Vous vous souvenez d'une difficulté analogue qu'on a rencontrée, en radio, avec les ondes sonores...

Dans le cinéma..



*Toute l'image est
projetée à la fois*

En télévision ...



*Emission et Réceptⁿ
se font point par point
« ligne par ligne ».*

LUD. — J'en ai une idée assez nette. Le son, transmis par l'air, ne se propage que dans une zone limitée, souvent réduite à quelques centaines de mètres. Pour le transmettre au loin, on transforme les vibrations sonores (grâce au microphone) en ondes radio-électriques qui, elles, franchissent en un clin d'œil des milliers de kilomètres.

PAR. — Eh bien, la lumière, elle aussi, a une portée réduite et telle scène théâtrale, que l'amateur désire tant voir apparaître sur l'écran de son poste, n'est plus distincte, même violemment éclairée, au delà d'une centaine de mètres. De plus, circonstance aggravante, le moindre obstacle barre la route aux rayons lumineux, qui ne veulent connaître que la ligne droite.

LUD. — C'est donc le moment d'utiliser la cellule photo-électrique, dont vous m'avez parlé assez longuement.

PAR. — Oui. Ici encore, pour tourner la difficulté, on transforme les rayons lumineux en ondes électromagnétiques qui, non seulement franchissent les plus grandes distances, mais se jouent de tous les obstacles. L'invention de la cellule a rendu cette transformation possible, et c'est de là que datent seulement les bases véritables de la télévision.

Principe.

LUD. — Ces précisions étant connues, pourriez-vous me donner un aperçu des phénomènes successifs qui entrent en jeu, tant à l'émission qu'à la réception ?

PAR. — Voici tout d'abord les différentes phases se rapportant à l'analyse des sujets télévisés et à l'émission.

1. — Exploration du sujet point par point et ligne par ligne à l'aide d'un système analyseur (camera électronique). — 2. Transformation de l'intensité lumineuse émise par chaque point en un courant électrique variant proportionnellement avec la luminosité de chacun

d'eux. — 3. Amplification des courants variables provenant de la camera électronique. — 4. Incorporation des signaux de synchronisation destinés à assurer l'identité parfaite de mouvements à l'émission et à la réception. — 5. Superposition du courant variable de la camera à l'onde porteuse à très haute fréquence (modulation). — 6. Production d'ondes électromagnétiques, par l'antenne d'émission, à l'adresse des récepteurs.

LUD. — Eh bien, voilà un joli programme à réaliser ! Nous avons du pain sur la planche...

PAR. — Nous ne sommes d'ailleurs qu'à mi-chemin. Je dois compléter cet aperçu par l'exposé succinct des différentes phases de la réception.

1. — Captation par l'antenne des oscillations de haute fréquence modulée diffusées par l'émetteur. — 2. Amplification haute fréquence ou changement de fréquence éventuel ; amplification moyenne fréquence ; détection. — 3. Séparation des signaux à la sortie de la détectrice : d'une part, signaux de vision (vidéo-fréquence), amplifiés par l'étage final et appliqués à la grille du tube cathodique ; d'autre part, signaux de synchronisation, qui contrôlent le double « balayage » de l'écran. — 4. Transformation de l'énergie électrique en énergie lumineuse, et reconstitution point par point par le tube à rayons cathodiques de la scène télévisée.

LUD. — Parrain, je commence à croire que le balayeur de rues a une profession beaucoup plus reposante que le technicien astreint à produire le double balayage dont vous parlez.

Décomposition en « points ».

PAR. — Allons, pas de découragement !. Je reconnais d'ailleurs que cet exposé est un peu aride ; mais je vais le reprendre en détail... Notre premier travail sera donc de nous transformer en « explorateurs » pour

l'analyse du sujet. Afin de bien asseoir ce point de départ, je reviendrai succinctement sur le principe de la décomposition en « points »... A titre expérimental, plaçons sur une feuille de papier blanc un certain nombre de grains de poivre foncés (voire même de café), disposés exactement les uns à la suite des autres et prenons un peu de recul : nous avons l'impression visuelle d'une ligne.

LUD. — En effet. Nous pourrions même obtenir un rectangle ou un carré, en plaçant plusieurs lignes côte à côte.

PAR. — Supposons maintenant que nous pouvons réunir une provision de grains de toutes teintes, échelonnés du blanc au noir, et que nous disposons ces grains dans un ordre convenable reproduisant les différentes parties d'un dessin que nous avons sous les yeux. Avec le recul nécessaire, l'ensemble donnera une copie plus ou moins parfaite du modèle.



Fig. 33

Un nombre de points réduit donne une épreuve grossière.

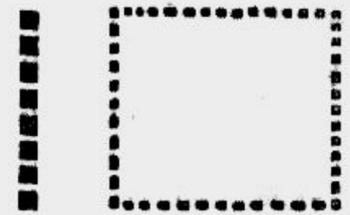


Fig. 34

Une frame plus serrée fournit une image beaucoup plus fine.

LUD. — Je m'explique votre expression « plus ou moins parfaite » : plus les grains seront petits et serrés les uns contre les autres, plus la reproduction sera fidèle, et réciproquement.

PAR. — Vous avez parfaitement compris... On retrouve cette différence de finesse dans les illustrations des journaux et brochures. Un papier glacé, qui permet l'utilisation d'une frame très fine, donne une épreuve



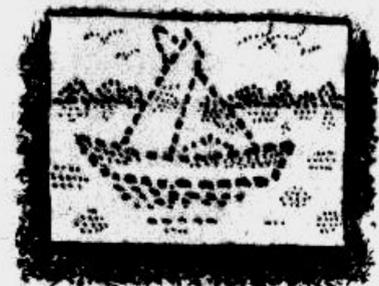
A L'ÉMISSION

Exploration de la scène à transmettre



A LA RÉCEPTION

Reconstitution du sujet télévisé



plus fidèle qu'un papier de qualité médiocre dont le grain exige une trame beaucoup plus large... Voyez ces deux épreuves (fig. 33 et 34) : les points, gros et espacés, de la première offrent une image grossière, sans détails ; tandis que la trame serrée de la seconde fournit une épreuve parfaitement modelée.

LUD. — Les photographies elles-mêmes, m'avez-vous dit, présentent aussi ce « grain » malgré leur apparence de parfaite continuité.

PAR. — La granulation est moins visible, mais elle existe. Ces épreuves sont constituées, en effet, par la juxtaposition de parcelles minuscules de bromure d'argent que révèle distinctement l'examen microscopique... Il résulte de ce qui précède, qu'une image ou une scène peuvent être décomposées en surfaces extrêmement petites ayant chacune une intensité lumineuse propre. *Le rôle de la télévision est de transmettre à distance ces éléments ponctuels, en respectant leur valeur.*

LUD. — Voilà donc un premier pas franchi. Je me permets de résumer. La scène télévisée est décomposée en un grand nombre de points, qui sont projetés sur la cellule photo-électrique. Cet organe permet leur transmission au loin en transformant la luminosité de ceux-ci en courants électriques, dont la puissance est proportionnelle au degré d'éclairement de chaque point.

Analyse globale. — L'idée la plus simple qui vient à l'esprit pour transmettre une scène est de projeter celle-ci à l'aide d'un objectif sur un tableau constitué par une multitude de cellules photo-électriques et, d'autre part, de relier par autant de fils lesdites cellules à un tableau récepteur comprenant un même nombre d'ampoules minuscules placées côte à côte. Chaque point du sujet à transmettre possède donc sa cellule à l'émission et son ampoule à la réception. Le courant de chaque circuit étant proportionnel à l'éclairement (ou dit parfois la « brillance ») du point correspondant, les ampoules du récepteur sont plus ou moins illuminées, selon les intensités de

l'image et celle-ci se trouve reproduite dans toutes ses tonalités. Ici encore la reproduction est d'autant plus fidèle que le nombre de « points », c'est-à-dire de cellules exploratrices et réceptrices, est plus élevé. Le présent tableau vous donne un aperçu de cette mosaïque lumineuse.

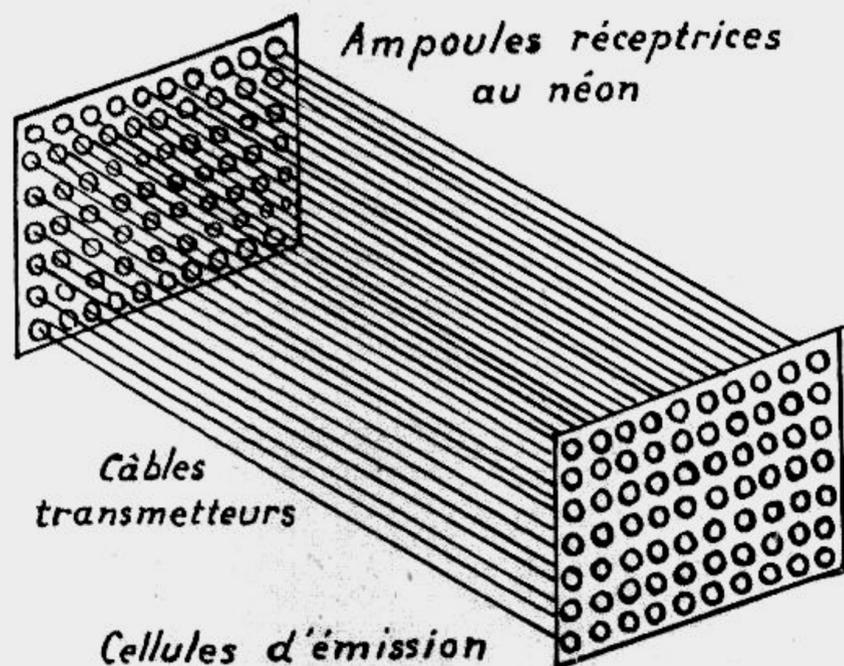


Fig. 35

Dispositif pour analyse globale.

LUD. — Merveilleux ! Peut-on trouver ces cellules et ampoules minuscules ? Je me crois en mesure dès maintenant d'établir ce dispositif.

PAR. — Ne vous emballez pas, filleul, car ce procédé, qui porte le nom de « télévision globale », et qui tend, somme toute, à copier la vision oculaire, présente bien des difficultés et n'a pas été retenu par les techniciens.

LUD. — Cependant vous m'avez dit, au cours de notre premier entretien, que l'œil aperçoit en même temps tous les points de l'image examinée, grâce aux innombrables cellules rétiniennes qui tapissent le fond du globe.

PAR. — C'est vrai ; mais vous vous rendez compte facilement qu'un tel système entraîne des complications insurmontables, car, pour obtenir une finesse de trame suffisante, il faudrait disposer d'au moins 100.000 cellules photo-électriques, de 100.000 câbles de liaison et de 100.000 ampoules réceptrices, pour recevoir

des scènes courantes. Un tel procédé n'étant pas susceptible de perfectionnement, il a fallu faire appel à une autre méthode.

LUD. — Je n'ai vraiment pas de chance dans mes intuitions. Chaque fois que je m'arrête à un projet qui m'enthousiasme, d'un coup de baguette vous détruisez tout mon échafaudage, comme cela s'est produit en radio!... Nous en revenons donc à l'analyse par points successifs.

PAR. — Hélas, oui! La science n'a rien à vous offrir de mieux pour l'instant. Ainsi que je vous le disais tout à l'heure, l'opération consiste à faire défiler chaque point du sujet devant un traducteur photo-électrique, puis à transmettre à distance le courant variable obtenu, et à reconstituer la scène à l'arrivée, mais à une allure beaucoup plus rapide que celle qui est utilisée pour la transmission des images fixes, et par un procédé tout différent.

Analyse du sujet.

PAR. — La décomposition en « points » étant bien comprise, faisons un nouveau pas dans cette opération d'analyse. Voyons, en particulier, dans quel ordre seront successivement observés les divers points de la scène ou du sujet télévisé. Divers systèmes ont été mis à l'étude ; on a finalement adopté l'analyse en lignes parallèles juxtaposées.

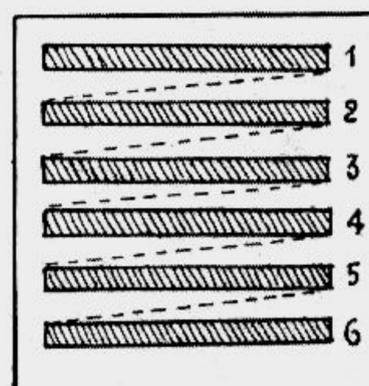
LUD. — En somme, la progression est analogue à celle qui permet de lire une page quelconque d'un livre, ce qui ne s'écarte pas beaucoup jusqu'alors de la transmission d'images. L'œil suit la première ligne, de lettre en lettre, puis il revient en arrière pour lire de la même façon la ligne suivante... Et quelle est la hauteur de chaque ligne ?

PAR. — Elle est subordonnée à la grandeur du « point », et je vous répéterai, à ce sujet, que plus le point est petit, plus le nombre de lignes est élevé et plus la scène est reproduite avec finesse. Mais il ne faudrait pas exagérer le nombre de ces lignes, car on augmenterait considérablement les difficultés d'émission et de réception. Je vous ferai connaître celles-ci dans quelques instants.

LUD. — Quel est le nombre de lignes actuellement utilisé par image ?

PAR. — Dans ces dernières années, ce nombre était de 450 pour la France, 400 pour l'Angleterre et 525 pour les Etats-Unis. Cette définition donnait déjà des résultats très appréciables et une bonne finesse de reproduction. Mais, dès la Libération, la question fut de nouveau posée en France, afin d'établir une technique définitive, qui serait la base du réseau national. Des essais furent effectués avec un nouveau matériel expérimental et les résultats obtenus permirent de conclure à une définition plus poussée de l'image, malgré les complications qui en résultent.

LUD. — Vous venez déjà de faire allusion à ces difficultés. Pourriez-vous m'en dire quelques mots dès maintenant ?



Le faisceau lumineux parcourt successivement chaque ligne...



...comme la baguette du maître se déplace sur le tableau mural.



PAR. — Votre question m'obligerait à anticiper sur les notions de fréquence et de longueur d'onde, que je me propose de vous exposer au cours d'un entretien ultérieur (transmission). Aussi, pour éviter tout brouillage dans votre esprit, je me réserve d'y répondre un peu plus tard. Je me borne à vous dire aujourd'hui que le choix d'une définition s'est arrêté dans la région de 800 à 1.000 lignes. Après l'étude complète des appareils de prises de vues, des équipements amplificateurs, des émetteurs et des récepteurs, le Gouvernement français a fixé le nombre de lignes à 819 par image pour le réseau national. Mais le poste de Paris, à 450 lignes, continuera à être exploité jusqu'en 1958 pour permettre l'amortissement des récepteurs déjà en service.

LUD. — Je retiens donc que, dans le stade actuel de la télévision française, les points sont observés l'un après l'autre dans chaque ligne et le nombre de lignes est de 450 par image... Mais vous ne m'avez pas fait connaître l'« observateur » qui est chargé de cette analyse. Mes bagages en matériel se limitent jusqu'alors à la cellule photo-électrique.

PAR. — Ici encore, vous me feriez anticiper sur les notions qui suivent et je crains de brouiller vos idées... Je vous dirai seulement aujourd'hui que cet examen est effectué par un « faisceau électronique », sorte de pinceau explorateur fourni par l'appareil d'émission. L'ensemble porte le nom de « *camera électronique* ». C'est, en somme, un rayon lumineux qui suit les différents points et les différentes lignes, comme le fait la baguette de l'instituteur sur un tableau mural de lecture.

LUD. — Mais je ne m'explique pas comment ce faisceau lumineux peut atteindre les différents points d'un paysage ou d'une scène de sports, par exemple, qu'il s'agit de transmettre.

PAR. — Ce n'est pas la scène extérieure que le rayon atteint, mais une reproduction photographique de celle-ci. Un objectif en projette

l'image sur une plaque sensible et c'est sur cette reproduction que se meut le faisceau électronique. Ne m'en demandez pas davantage pour l'instant ; vous aurez toute satisfaction quand nous étudierons les différents systèmes d'analyse, c'est-à-dire demain.

LUD. — J'attendrai donc sagement...

PAR. — Pour terminer cette question d'analyse, il me reste encore à vous communiquer un détail qui a son importance. Malgré le nombre de lignes et le nombre assez élevé d'images explorées par seconde (dont je vous parlerai dans un instant), un scintillement subsiste, rendant assez fatigante la vision de la scène reçue.

LUD. — J'ai constaté ce fait dans certains cinémas peu perfectionnés.

PAR. — Pour éviter ce « papillotement », d'autant plus gênant que la projection est plus lumineuse, on a recours à l'artifice de l'analyse *interlignée*. Dans l'analyse simple, le faisceau explorateur suit les lignes de l'image dans leur ordre normal (1, 2, 3, 4, 5, ...448, 449, 450). Dans l'analyse interlignée, il parcourt d'abord les lignes 1, 3, 5, 7, 9, ...445, 447, 449, autrement dit, avec un écartement de lignes double ; puis il remonte instantanément à la ligne 2 et parcourt ensuite les lignes 4, 6, 8, ...446, 448 et 450. A ce moment toute l'image a été balayée. Avec ce système de balayage « entrelacé », le papillotement se trouve supprimé... J'espère que vous avez saisi clairement cette question d'exploration de l'image.

Synthèse du mouvement.

LUD. — J'ai parfaitement saisi ce que vous avez exposé ; mais il reste un point obscur, sur lequel je désirerais quelques précisions. Je me rends compte de la manière avec laquelle on analyse « une » image, car vous n'avez parlé jusqu'alors que d'une seule image ; mais, je n'ai pas une idée bien nette des procédés utilisés pour reproduire le « mouvement ». Ma question est peut-être enfantine ; cependant je la formule tout de même.

PAR. — Vous avez raison de demander toutes précisions sur les parties qui restent vagues ; car on ne peut construire utilement que sur un terrain bien déblayé... Je vous ai dit que pour transmettre une image ou une scène, il fallait la décomposer en un grand nombre de points. Si nous voulons maintenant que cette image soit « animée », il faut en passer un certain nombre d'aspects par seconde, comme au cinéma.

LUD. — C'est-à-dire qu'il faut passer plusieurs images successives...

Incursion dans le cinéma. — PAR. — Oui. Vous savez que dans le cinéma, ce ne sont pas des « images animées » proprement dites que l'on projette sur l'écran de la salle, mais une succession d'images « fixes » légèrement différentes les unes des autres... Voyez ce bout de film qui amorce le geste du salut...

LUD. — Mais avec ces projections successives, on devrait voir sur l'écran une suite de mouvements saccadés et non un geste continu.

PAR. — Cela existerait, en effet, si les images se succédaient lentement ; mais il n'en est plus de même au delà d'un certain rythme, grâce à la « persistance rétinienne ». Vous vous souvenez de ce que je vous ai dit, à ce sujet, en parlant de l'œil... La rétine possède la propriété de conserver pendant un dixième de seconde l'impression laissée par le sujet observé. Si donc dix images, représentant les différentes parties d'un mouvement, se succèdent devant l'œil en moins d'une seconde, la rétine les relie entre elles et donne au cerveau l'impression d'un mouvement continu.

LUD. — Il faut donc projeter au moins dix images par seconde au cinéma et explorer le même nombre, en télévision, pour avoir la sensation du mouvement.

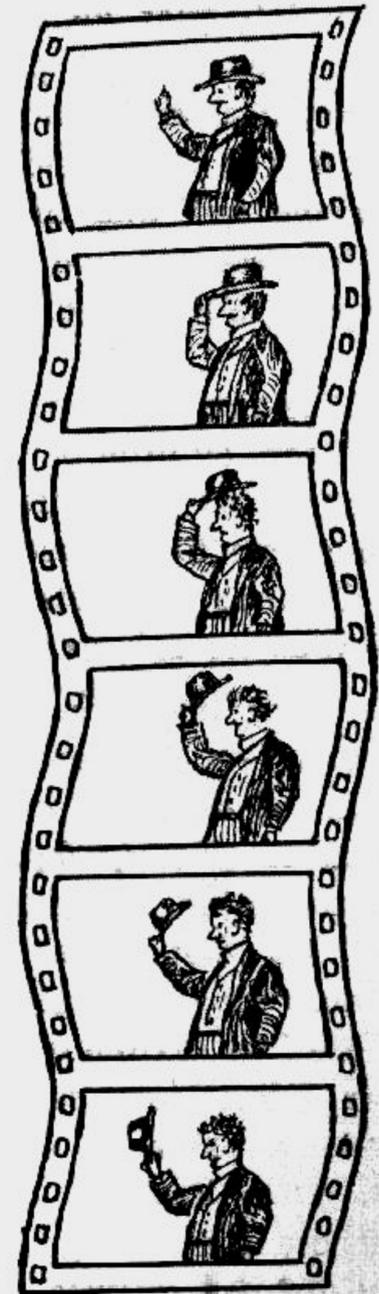
PAR. — Afin d'avoir une projection dépourvue de scintillement, on portait le nombre à seize images par seconde, dans le cinéma muet. La reproduction des films sonores exige un défilé de 25 images dans le même temps. En télévision, il faut également transmettre au minimum 25 images par seconde, pour obtenir une reproduction de qualité. Mais alors que, dans le cinéma, chacune d'elles est projetée en entier, ici la transmission se fait point par point.

LUD. — Ce qui doit représenter un nombre fantastique de points.

PAR. — Nous en parlerons au cours de l'entretien relatif à la transmission... J'ajoute qu'avec l'analyse interlignée, dont je vous ai dit la raison, ce chiffre de 25 images est remplacé par celui de 50 demi-images entrelacées qui, grâce à la persistance de l'impression lumineuse, donne le même résultat visuel que si la fréquence avait été portée à 50 images complètes.

Revenons à la télévision. — LUD. — Je comprends maintenant le mécanisme de la reproduction du mouvement. Mais un point reste vague en ce qui concerne l'analyse du sujet, quand il s'agit de scènes exté-

*La persistance
rétinienne...*



*... a permis
le Cinéma
et la Télévision.*

*Une succession
rapide d'images
fixes donne
l'illusion d'une
vue animée*

rieures. Je me représente toujours le faisceau lumineux de la caméra lancé au loin et se promenant sur les personnages et le paysage télévisés.

PAR. — Votre remarque est enfantine, et vous manquez de réflexion. Je viens de vous dire que ce n'est pas la scène extérieure que le rayon atteint, mais une reproduction photographique de celle-ci. Un objectif en projette l'image sur une plaque sensible et c'est sur cette « copie » que se meut le faisceau électronique... Est-ce bien compris, cette fois ?

Et le son ? — LUD. — J'ai saisi, et je m'excuse de mon étourderie... Mais je voudrais encore vous poser une question d'un autre ordre... Vous avez bien parlé jusqu'alors de la « vision à distance » ; mais celle-ci n'est pas muette, et vous ne m'avez encore rien dit du « son » qui l'accompagne.

PAR. — Je me proposais de le faire au moment de l'étude du récepteur. Mais je puis vous en dire quelques mots dès maintenant. Cette notion ne vous surchargera pas l'esprit, car les dispositifs employés pour la partie sonore sont analogues à ceux qu'on utilise en radio. La fréquence de ces signaux, diffusés par l'émetteur, est légèrement différente de celle des signaux de vision, ce qui permet, à la réception, — principalement lorsqu'on dispose d'un changeur de fréquence — d'utiliser les mêmes circuits d'accord et de conversion. Un second battement avec l'hétérodyne locale donnera la moyenne fréquence « son », qui

est amplifiée et détectée. Le courant B F résultant est lui-même amplifié et appliqué au haut-parleur. Retenez donc que l'oscillation H F (onde porteuse) transporte à la fois le son et l'image.

LUD. — Cette fois, je suis satisfait. Il se fait tard d'ailleurs et je ne veux pas abuser de votre complaisance.

Un peu de vocabulaire. — PAR. — C'est moi qui vais vous retenir quelques instants. Avant de nous quitter, je tiens à vous donner quelques précisions sur certains termes que nous avons employés ou que nous utiliserons prochainement : à la netteté des idées doit s'ajouter la précision du vocabulaire.

Analyse. — Je ne reviens pas sur ce terme que vous connaissez et qui a rapport à l'exploration de l'image point par point.

Définition. — Nombre de lignes ou de points dont est constituée l'image.

Brillance. — Intensité lumineuse propre à chaque point du sujet exploré.

Point. — Élément fictif (non représenté en réalité) qui définit le degré d'analyse.

Trame. — Réseau constitué par les points duquel dépend la finesse de l'image.

Spot. — Mot anglais désignant le point de contact du faisceau électronique sur l'écran.

Balayage. — Mouvement du pinceau lumineux qui explore l'image (émission) ou l'écran du tube cathodique (réception).



5. ÉMISSION

La Caméra électronique

En possession des principes généraux qui servent de base à la Télévision moderne, il nous reste à compléter ces notions théoriques par l'étude des appareils d'exploration utilisés par l'industrie. Ces dispositifs portent le nom de Caméras électroniques (chambres d'électrons), la partie agissante étant, en effet, constituée par un faisceau d'électrons qui assure le « balayage » de la scène télévisée.

Procédés mécaniques anciens.

PAR. — Notre programme d'aujourd'hui comporte l'étude pratique des appareils de prise de vues... Pour vous initier à ces modes d'analyse, je vais tout d'abord vous dire quelques mots sur un procédé « mécanique » ancien, qui fut exclusivement employé jusqu'en 1936. Il a dû faire place aux caméras électroniques, car il ne se prêtait qu'aux analyses à basse définition (60 lignes par image).

Disque de Nipkow. — Paul Nipkow, dont l'invention remonte à 1884, eut l'idée d'observer l'image à travers un trou qui se déplaçait devant celle-ci. Il utilisa, à cet effet, un disque plein D, pouvant tourner autour de son axe et percé d'un certain nombre de trous disposés en spirale (fig. 37). Pour la bonne lisibilité de la gravure, j'ai réduit le nombre de ceux-ci.

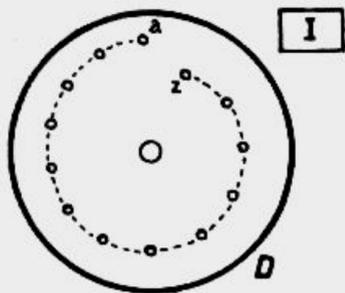


Fig. 37
Disque de Nipkow

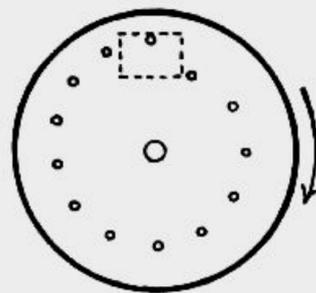


Fig. 38
Utilisation

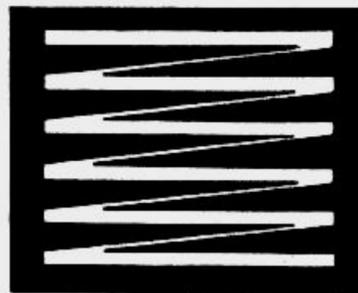
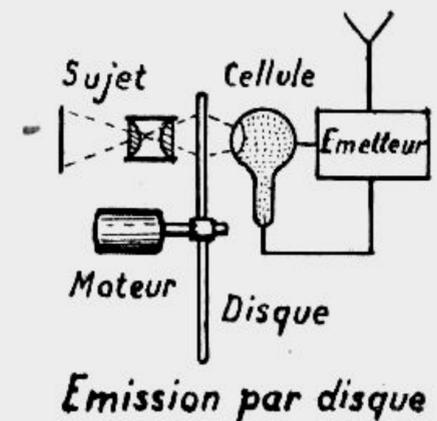
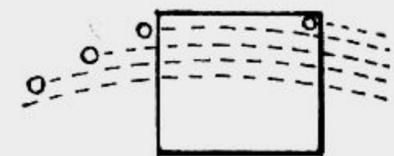
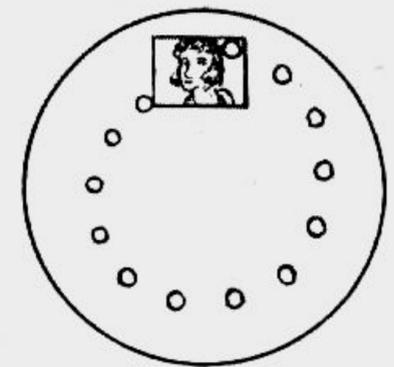


Fig. 39
Lignes d'exploration



LUD. — Comment opère-t-on pour explorer le sujet ?

PAR. — L'écartement vertical du premier trou (a) et du dernier trou (z) est légèrement inférieur à la hauteur totale de l'image. En plaçant celle-ci par rapport au disque, comme l'indique le second croquis (fig. 38), et en faisant tourner l'appareil, le premier trou (a) explore tous les points de la partie supérieure de l'image...

LUD. — C'est-à-dire la première ligne...

PAR. — Dès que ce trou atteint l'extrémité droite du document, le trou suivant aborde la partie gauche, et, comme il est un peu déporté par rapport au premier, il explore une seconde ligne placée à quelques fractions de millimètre au dessous de la première. Lorsque le dernier trou (z) a balayé l'image, celle-ci se trouve complètement explorée par un certain nombre de lignes jointives, et le premier trou se retrouve en présence d'une autre image ou d'une attitude différente du sujet. Ces mouvements successifs sont schématisés par cet autre dessin (fig. 39) dans lequel j'ai exagéré volontairement la hauteur et l'écartement des lignes.

LUD. — Comment s'effectue l'émission elle-même ?

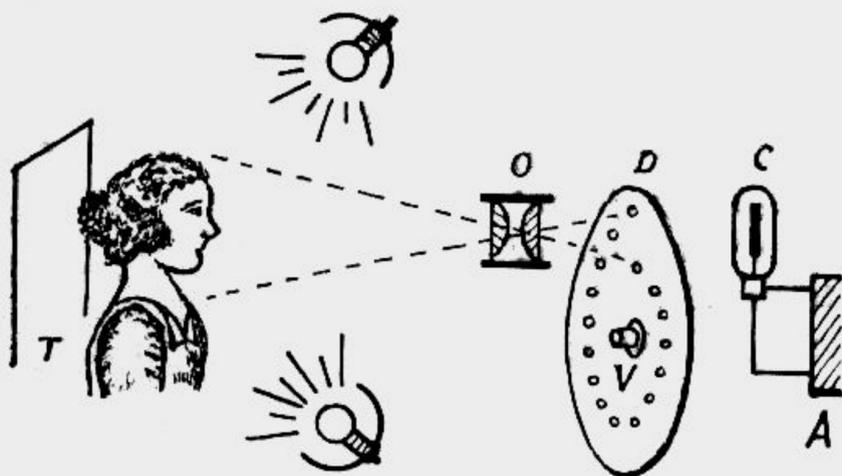


Fig. 41

Analyse d'un sujet par vision directe

PAR. — Le sujet est placé en face d'un écran généralement blanc T, qui reçoit un éclairage puissant. Un objectif O en reproduit une image sur le disque D, qui tourne autour de son axe V (fig. 41). Par suite de la disposition des trous en spirale, chaque élément de l'image est successivement projeté sur la cellule C, qui transmet à l'amplificateur A des courants électriques d'intensité variable dont la puissance est exactement calquée sur la « brillance » des points explorés.

LUD. — Je me souviens de la suite. Ces courants sont amplifiés et transmis à l'émetteur où ils modulent l'onde porteuse, qui doit les

diffuser dans l'espace... Mais pourquoi a-t-on abandonné ce procédé, qui paraît simple ?

PAR. → La quantité de lumière atteignant la cellule à travers chaque trou, était infime, malgré une analyse à nombre de lignes réduit. Il était donc impossible d'obtenir, dans ces conditions, une analyse à haute définition. C'est pourquoi ce procédé mécanique a cédé la place aux systèmes de balayage électronique.

L'ANALYSE ELECTRONIQUE.

L'électron. — PAR. — Avant de commencer la description de ces procédés modernes, il est bon de vous rappeler ce qui a été dit sur l'électron, en radio.

LUD. — Je m'en souviens. Si l'on pouvait, avec un microscope géant, grossir un milliard de fois le filament d'une lampe de T.S.F., on apercevrait, non pas un immense rouleau homogène, mais un tissu spongieux, une agglomération de cavernes au sein desquelles se meuvent d'innombrables particules animées de mouvements extrêmement rapides.

PAR. — Très bien. Et nous aurions, en infiniment petit, un système solaire dont le noyau central est formé de « protons », porteurs d'une charge positive d'électricité, autour duquel tournent des satellites appelés « électrons », chargés d'électricité négative. Tous ces électrons s'agitent, se heurtent des milliers de fois par seconde, au milieu de l'édifice moléculaire et forment une atmosphère gazeuse autour du fil incandescent.

LUD. — Et ces corpuscules nomades peuvent être attirés par une force extérieure, assez loin de leur centre de gravitation.

PAR. — Oui. Les physiciens n'ont pas craint de se transformer en artilleurs pour asservir et codifier ces bombardements électroniques. En plaçant à quelque distance du filament une plaque métallique portée à une tension positive, les électrons négatifs sont aspirés par cette plaque et se précipitent sur elle par milliards, obéissant à la loi d'attraction de deux électricités de signes contraires.

Le canon à électrons. — PAR. — Nous venons de rappeler brièvement la formation du courant anodique dans les lampes de radio... Mais faisons mieux en vue de la télévision. Perçons un trou dans cette plaque et donnons à celle-ci un voltage positif plus important, par exemple 4 ou 500 volts ; puis renouvelons l'expérience (fig. 43). Les électrons issus du filament F sont attirés par la plaque P_1 avec une vitesse accrue : un certain nombre d'entre eux restent fixés sur le métal ; mais d'autres, entraînés par leur course vertigineuse, passent par le trou et poursuivent leur chemin au delà de cette cloison.

LUD. — Et quel est le but de leur excursion ?

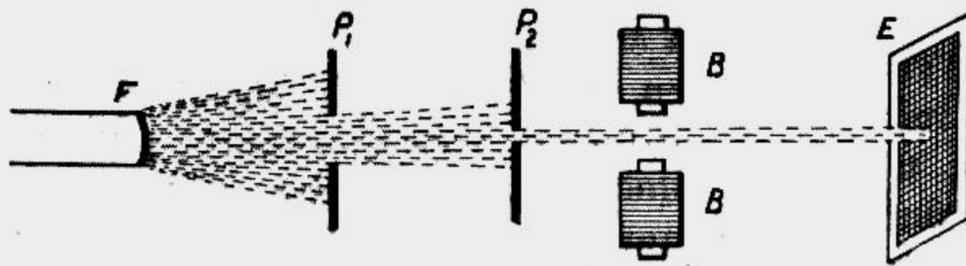


Fig. 43
Le bombardement électronique.

PAR. — Patience ; vous allez le savoir... C'est à peu près comme si un chasseur tirait un coup de fusil à plombs contre une plaque percée : une certaine quantité de plombs poursuivraient leur trajectoire à travers le trou. En plaçant à une certaine distance de la première une autre plaque P_2 , soumise à une tension électrique encore plus forte (par exemple 800 à 1.000 volts) et également percée d'un trou, les électrons, qui ont franchi la première barrière, sont violemment attirés par la seconde. Ici encore, une partie d'entre eux passent par l'ouverture...

LUD. — Et voilà un petit jeu qui peut durer longtemps...

PAR. — ...et un mince faisceau parvient à l'écran E , dont je vous parlerai ultérieurement. On doit reconnaître que ce canon est fort bien conçu : l'obus ne reçoit pas seulement un choc initial en quittant le filament ; il subit des attractions nouvelles pendant son parcours... D'autre part, si l'on place en B , non seulement dans le sens vertical, mais aussi dans le sens horizontal, des électro-aimants ou des plaques soumises à des tensions électriques suffisamment fortes, on peut faire dévier, en hauteur et en largeur, le faisceau électronique qui se déplace ainsi sur l'écran E et le « balaie » ligne par ligne, comme une mitrailleuse balaie un champ de tir.

LUD. — Mais avec cette différence, si je comprends bien, que ce jet lumineux peut se mouvoir à la fois horizontalement et verticalement.

PAR. — Exactement... Je viens de vous décrire, dans ce bref exposé, le principe du fonctionnement de deux organes essentiels de la télévision :

En plein royaume
de la poudre



l' « iconoscope » ou, dans un sens plus général, la caméra électronique (pour l'émission) l' « oscillographe cathodique » (pour la réception). Il nous reste à étudier aujourd'hui les premiers de ces appareils, qui ont supplanté, ainsi que je vous le disais tout à l'heure, les organes d'analyse mécaniques.

LUD. — Je suis curieux de connaître la réalisation pratique du canon à électrons.

L'Iconoscope.

PAR. — La plupart des appareils d'analyse modernes dérivent de l'Iconoscope, mis au point par l'ingénieur russe Zworykin, il y a une vingtaine d'années. Cet organe est un véritable « œil électrique » doté d'une « rétine » aux innombrables cellules. Il se compose d'un tube de verre dont une extrémité est de forme sphérique (fig. 45).

LUD. — Je crois reconnaître le canon à électrons dans la partie allongée.

PAR. — Attendez. Procédons par ordre. La pièce essentielle de l'iconoscope est la plaque photo-sensible E, qui a été représentée de profil, afin de montrer nettement les parties qui la composent. Ses dimensions sont généralement de 10×13 cm.

LUD. — Où est la cellule photo-électrique, dans cet appareil ?

PAR. — Vous allez le savoir. Cette plaque, dite « mosaïque » porte une multitude d'éléments minuscules photo-sensibles, dont chacun peut être considéré comme une cellule photo-électrique. Nous distinguons sur le dessin une partie blanche M, qui est une feuille isolante en mica. Les granulations simulées P schématisent de petites particules d'argent déposées par voie chimique et sensibilisées au caesium. La partie foncée A est un revêtement métallique, qui joue le rôle d'électrode commune à tous les éléments.

LUD. — Il y a donc une quantité de cellules.

PAR. — Oui. Chaque globule d'argent, avec

la métallisation de l'arrière, dont il est séparé par la feuille de mica, constitue un élément de cellule et correspond à un point de l'image à analyser. L'ensemble se présente comme une multitude de petits condensateurs dont un pôle est commun.

LUD. — Comment se fait l'analyse de l'image à reproduire avec cet appareil ?

PAR. — L'image ou la scène (I) est projetée en permanence par l'objectif O sur la mosaïque P. Sous l'influence de la lumière, les particules d'argent sensibilisées commencent à émettre des électrons, et restent sous tension en attendant un signal particulier pour jaillir ; de sorte que chaque petite cellule prend une charge positive proportionnelle à la quantité de lumière qu'elle reçoit du point correspondant de l'image I (importante pour les blancs, faible pour les teintes foncées).

LUD. — Qui donne le signal dont vous parlez ?

PAR. — J'y arrive... Portons notre attention sur la partie allongée du tube. En F se trouve une cathode à oxydes, qui émet un faisceau électronique très puissant. Celui-ci est soumis à l'action d'une première anode de concentration, portée à quelques centaines de volts, puis d'une anode d'accélération en forme de petit cylindre métallique G d'une tension beaucoup plus élevée et munie de trois diaphragmes perforés.

LUD. — Je reconnais le canon à électrons.

PAR. — En B sont les bobines de déviation au nombre de quatre, disposées en croix (la paire horizontale est figurée par un petit cercle en pointillé). Sous l'influence du guidage de ces bobines, qui reçoivent des tensions « en dents de scie », dont nous parlerons prochainement, le pinceau électronique, ou mieux le « spot », balaie la surface de la mosaïque en suivant le nombre de lignes prévu.

LUD. — Comment naît le courant d'utilisation ?

PAR. — Au contact du spot (négatif), chaque petit élément d'argent perd sa charge positive ; le courant de décharge (qui va constituer la

modulation), est recueilli par l'armature commune A, qui le transmet au circuit d'utilisation R. Ce courant, proportionnel à la luminosité du point correspondant de l'image, est appliqué à la grille d'une lampe amplificatrice et dirigé vers l'émetteur, pour « moduler » le courant de haute fréquence destiné aux antennes réceptrices.

Avantages de l'iconscope. — LUD. — Cette fois, je suis amplement satisfait et je me rends parfaitement compte de la supériorité de cet appareil sur le disque de Nipkow utilisé autrefois.

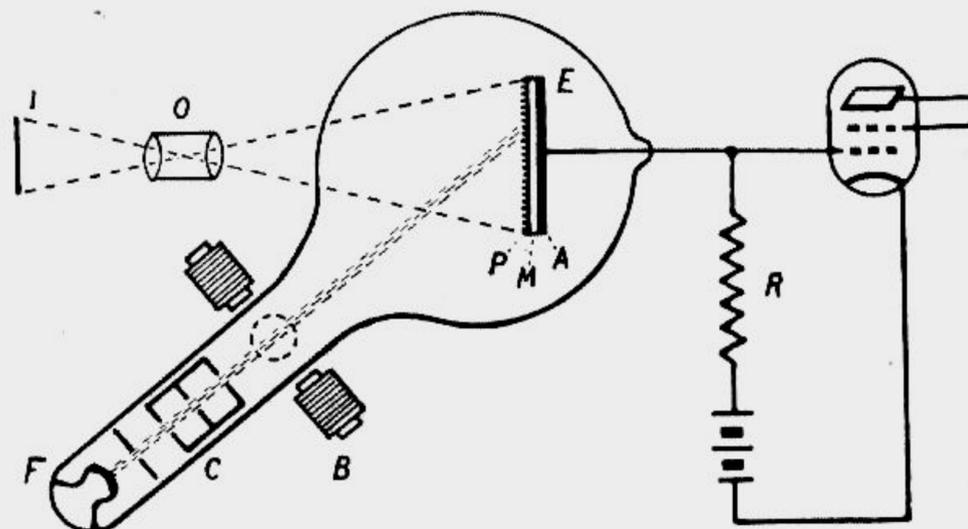


Fig. 45

Représentation schématique des organes de l'iconscope.

PAR. — L'avantage capital de ce tube réside dans ce qu'il permet d'obtenir une durée d'éclairement beaucoup plus grande qu'avec le disque précité. En nous reportant à l'analyse ancienne à 180 lignes, par exemple, le nombre de points à explorer par seconde est d'environ 40.000, et il faut faire défiler 25 images par seconde, ce qui représente une durée d'éclairement de l'ordre du millionième de seconde, pour chaque point de l'image exploré par le disque.

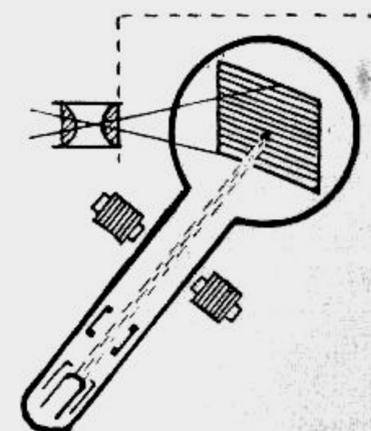
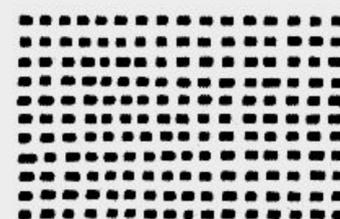
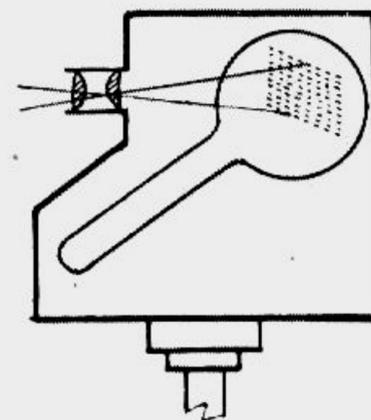
LUD. — Cette durée est infime, en effet.

PAR. — Pour tenter de corriger ce manque de luminosité, on inondait les studios de torrents de lumière — et de chaleur — qui plongeait les malheureux artistes dans de véritables étuves...

LUD. — Après cet exercice, un bon « demi » bien frais devait être le bienvenu !

PAR. — Ne nous attardons pas aux à-côtés de la question... Il n'en est plus de même avec l'iconscope, qui possède ce que l'on pourrait appeler une « mémoire électrique ». En effet, l'image est projetée « en permanence » sur toute la surface de la mosaïque ; chaque élément se charge donc pendant toute la durée qui sépare deux explorations...

LUD. — ...soit $1/25^e$ de seconde, au lieu d'un millionième.



PAR. — ...puisqu'il ne se décharge qu'au moment du passage de chaque pinceau explorateur. L'iconoscope est donc des dizaines de milliers de fois plus sensible que le dispositif précédent. Il permet, par conséquent, l'émission de scènes jouées sous l'éclairage normal, ou de manifestations en plein air.

LUD. — Je retiens donc à l'actif de cet appareil une extrême sensibilité à l'exploration et une grande finesse à la réception, puisqu'il permet une analyse avec un nombre de lignes bien supérieur.

Inconvénients. — PAR. — Ne soyez pas trop absolu, car rien n'est parfait en ce monde, et l'iconoscope, malgré ses précieuses qualités, présente certains inconvénients... Sous le choc des électrons provenant du canon, la mosaïque est le siège d'une « émission secondaire » comparable à celle de certaines lampes de radio.

LUD. — Je me souviens que, pour éviter cette émission secondaire, on a ajouté une grille dite « suppressor », qui a pour but d'éviter le retour des électrons de l'anode vers le dernier écran de l'octode.

PAR. — C'est exact. Mais cette correction ne peut être faite ici. Les électrons secondaires, en nombre important, retournent vers la seconde anode (canon), qui les attire par son haut voltage, et ils établissent ainsi un circuit parasite. D'autres retombent en pluie sur la surface de la mosaïque. Ce défaut a pour résultat de produire des taches à la réception, qu'une correction ne peut qu'atténuer.

Le super-iconoscope.

LUD. — Je croyais cependant l'industrie française parvenue à un certain degré de perfection, d'après les articles de journaux.

PAR. — Vous ne vous trompez pas. Les techniciens ont mis au point un autre appareil, le super-iconoscope, encore appelé « ériscope »

par un de nos constructeurs, qui utilise précisément ce phénomène d'émission secondaire et augmente la sensibilité de l'iconoscope. De plus, ce nouvel appareil « sépare » les deux fonctions qui se trouvaient réunies dans la mosaïque : émission des photo-électrons et accumulation des charges.

LUD. — Quelle est donc la technique de ce tube perfectionné ?

PAR. — Cette séparation des fonctions entraîne le dédoublement de la plaque sensible, et permet la transformation de l'image « optique » en image « électronique ». L'image optique est formée par l'objectif O sur une photo-cathode D constituée par une mince pellicule d'argent demi-transparente ; celle-ci est sensibilisée au caesium (fig. 46)

LUD. — Les électrons émis par cette photo-cathode, sous l'influence de la lumière, se dirigent vers la plaque P ?

PAR. — Ils sont soumis à un double champ ; un champ électrique accélérateur dû au voltage élevé du dépôt métallique (en gros traits) formant anode, qui communique à l'anode A du canon, et champ magnétique, produit par les bobines B, qui focalisent les électrons, comme le ferait une lentille et donnent sur la plaque-signal P une image électronique de la photo-cathode.

LUD. — C'est à ce moment, sans doute, qu'intervient l'émission secondaire ?

PAR. — Oui. Chacun de ces corpuscules enlève plusieurs électrons de la couche émissive de la plaque, où se produit une accumulation (charge) beaucoup plus importante que sur la mosaïque de l'iconoscope ; ce qui donne un courant de décharge considérablement accru, et une sensibilité plus de dix fois supérieure.

LUD. — Vous ne m'avez pas dit comment était constituée la plaque P.

PAR. — Son aspect a quelque analogie avec celle de l'iconoscope ; mais la mosaïque, qui n'a plus besoin d'être photo-sensible, est formée par la juxtaposition de grains pouvant fournir une forte émission secondaire. Par

suite de la perte d'électrons (négatifs), ces grains se chargent « positivement » pendant toute la durée qui sépare deux explorations successives du faisceau lumineux issu du canon.

LUD. — Ce faisceau est semblable à celui de l'icône ?

PAR. — Tout à fait. Il parcourt le tube inférieur, qui comporte une cathode K, un canon C, une seconde anode A communiquant avec le revêtement du tube supérieur, des bobines de déviation S, alimentées par des courants en « dents de scie » et assurant le balayage horizontal et vertical de la mosaïque P.

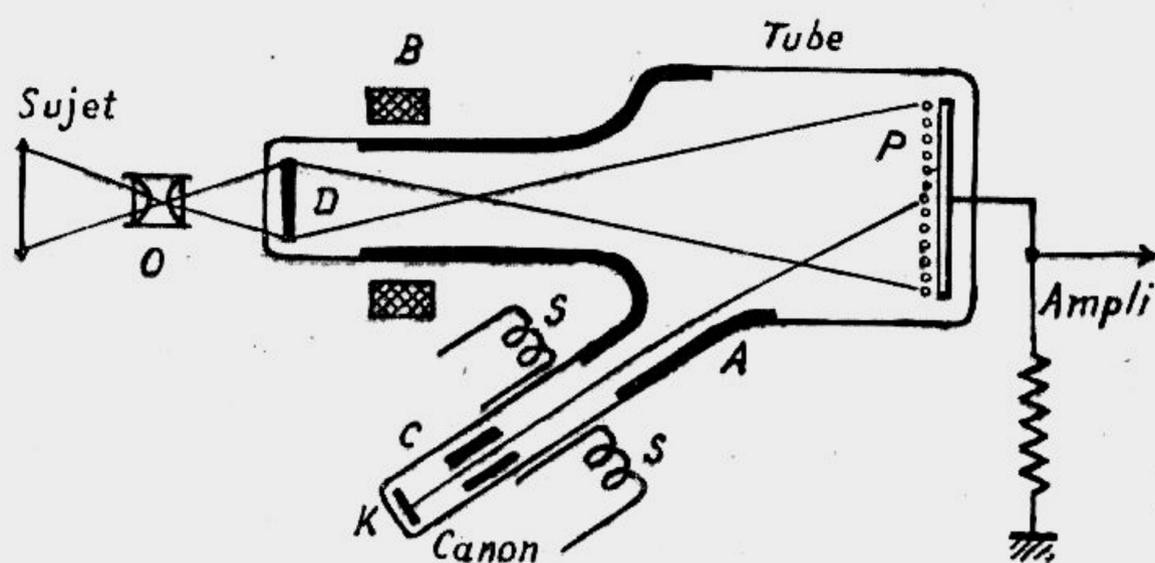


Fig. 46

Schéma de l'analyseur Super-Iconoscope.

PAR. — Il nous reste à voir un dernier genre d'analyseurs perfectionnés... L'inconvénient signalé pour l'icône a pu être évité en adaptant l'émission secondaire à des fins utiles (amplification). Un autre procédé consiste à réduire la vitesse des électrons de bombardement, ce qui a pour effet de supprimer cette émission parasite et ses effets nuisibles... Autre amélioration : le canon électronique, chargé du balayage, est disposé « perpendiculairement » et non plus obliquement par rapport à la mosaïque, ce qui évite, à la réception, la déformation de l'image (rectangle normal au lieu de « trapèze »).

LUD. — Je vois que les physiciens ne sont pas restés inactifs.

Orthicon. — Isoscope.

Caméras à électrons lents. — PAR. — Parmi ces appareils, il convient de citer l'Orthicon, encore appelé Orthiconoscope. Je ne m'attarderai pas à faire son entière description, et me limiterai à la technique des perfectionnements précités... L'originalité de l'orthicon réside dans le fait que sa cathode photo-électrique est « translucide », ce qui lui permet



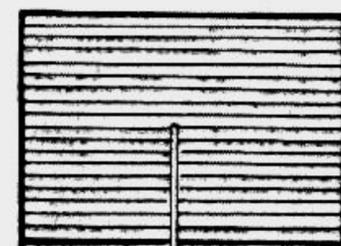
Particules neutres.



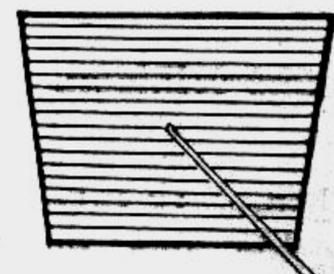
Perte d'électrons



Charges positives



Faisceau perpend



Faisceau oblique
Déformation.



de recevoir, sur une face, l'image photographique du sujet, et sur l'autre face, la mosaïque photo-sensible que balaie le faisceau explorateur. Objectif d'un côté, canon de l'autre, peuvent donc être disposés perpendiculairement à l'axe du tube cylindrique « unique » que constitue l'appareil.

LUD. — Et la déformation trapézoïdale se trouve ainsi supprimée.

PAR. — Quant au ralentissement des électrons, il est obtenu par une réduction de la tension accélératrice de l'anode (200 volts au lieu de 1.000). La mosaïque est frappée avec beaucoup moins de violence...

LUD. — ...ce qui évite l'émission secondaire.

PAR. — Un autre analyseur à électrons lents est l'« isoscope », dû à l'un de nos compatriotes, M. Barthélemy. Il ne se différencie du précédent que par son système de déviations entièrement magnétique... Orthicon et Iso-scope sont d'ailleurs surclassés par le tube américain « Image-orthicon », que nous allons examiner plus longuement.

Image-orthicon.

PAR. — Ce tube, d'une création toute récente, possède une sensibilité telle qu'il permet d'analyser des sujets très faiblement éclairés. Il possède une photo-cathode semi-transparente P ayant une tension négative de — 600 volts, par rapport à la mosaïque M, au potentiel zéro (donc positive à l'égard de P).

LUD. — L'image photographique du sujet à transmettre est toujours projetée sur la photo-cathode ? (fig. 48).

PAR. — Oui. Les électrons émis sont attirés par cette tension accélératrice (selon les flèches indiquées). Ils traversent un écran E, formé par une grille à mailles très serrées et réalisent sur la mosaïque M, également semi-translucide, une image « électronique » très fidèle du sujet. Les électrons secondaires sont éliminés par

l'écran et ne peuvent ainsi créer aucun courant parasite.

LUD. — Cette émission secondaire doit augmenter, par contre, les charges positives de la mosaïque.

PAR. — Précisément. Et ces charges restent proportionnelles à la luminosité des différents points de l'image initiale... Examinons maintenant le mécanisme du balayage de cette mosaïque M. Comme dans les analyseurs précédents, le faisceau lumineux est créé par une cathode K, autour de laquelle se trouve un « multiplicateur d'électrons » X.

LUD. — En quoi consiste ce nouvel organe ?

PAR. — C'est un amplificateur, dont ce croquis vous donne le principe. Il comprend une première anode D, suivie d'autres anodes disposées en cascade (X) et, portées à un potentiel de plus en plus élevé, dont nous verrons l'effet dans un instant... Donc ce faisceau, issu de K, accéléré par une anode intermédiaire A₁ (tension 200 volts), a sa vitesse ensuite retardée par une seconde anode A₂ (150 volts) et une électrode annulaire B, au

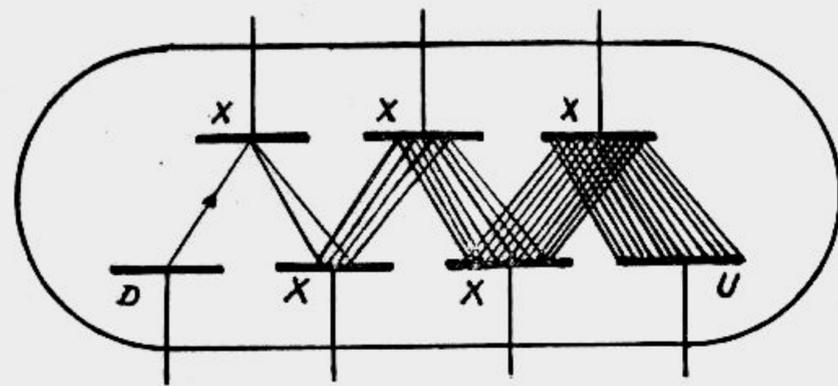


Fig. 47

Principe du multiplicateur d'électrons.

potentiel zéro. Les déviations horizontale et verticale du faisceau lumineux sont assurées par les bobines V, tandis que les selfs S en provoquent la concentration par leur champ magnétique.

LUD. — Le faisceau atteint les grains chargés positivement et les neutralise... Que deviennent les électrons en surnombre ?

PAR. — Sous l'action des champs magnétiques, ils refont le trajet inverse et sont recueillis par la première anode D du multiplicateur d'électrons, dont chaque étage fournit un nombre croissant d'électrons secondaires, jusqu'à l'anode finale U (tension de 14 à 1500 volts), qui agit sur le circuit d'utilisation.

LUD. — Ce sont ces deux trajets des électrons du faisceau de balayage qui sont représentés en pointillés avec des flèches opposées ?

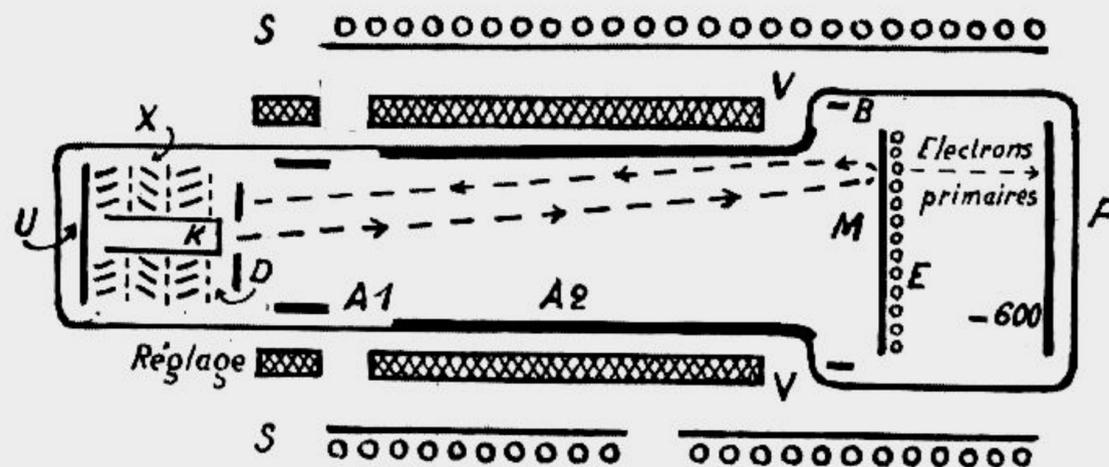


Fig. 48

L'analyseur image-orthicon.

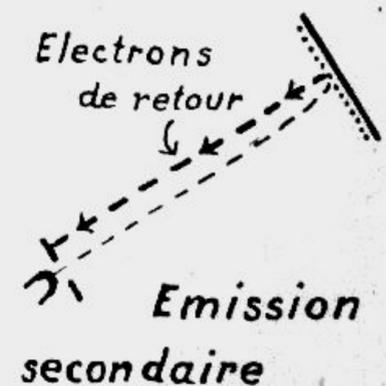
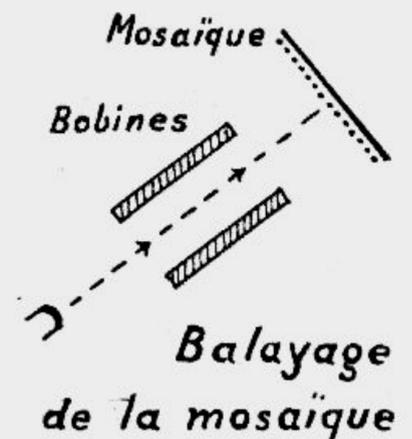
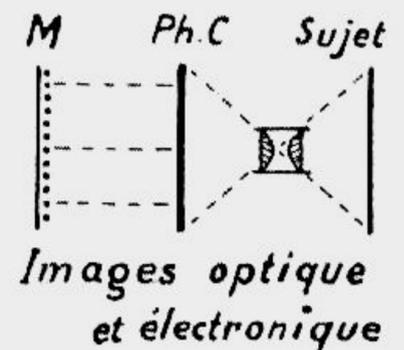
PAR. — Parfaitement... Ces modifications et perfectionnements confèrent à l'image-orthicon une sensibilité qui approche celle de l'œil humain, et permet, je vous le répète, l'analyse des sujets les plus faiblement éclairés. Nous sommes loin du climat torride des studios contemporains du disque de Nipkow.

LUD. — Afin de me donner une idée bien précise de la supériorité de cet appareil, voulez-vous m'en résumer brièvement les avantages ?

PAR. — Avec plaisir... Comme le super-iconoscope, ce tube analyseur sépare les deux fonctions (production de photo-électrons et accumulation des charges) ; il n'exige pas l'isolement de chacun des éléments de la mosaïque ; il augmente l'accumulation des charges positives par émission secondaire et doit à la présence d'un multiplicateur d'électrons une extrême sensibilité.

Télécinéma.

LUD. — Je me permets une dernière question. Puisque le cinéma et la télévision utilisent tous deux comme point de départ l'image optique d'une scène, ne peut-il y avoir de coordination entre les deux procédés ?



PAR. — Mais certainement. Le film est devenu un auxiliaire intéressant pour la vision à distance et il présente cet avantage précieux qu'il permet d'enregistrer les scènes et de les passer ultérieurement en télévision, avec l'enregistrement sonore correspondant. La standardisation (identité) des deux optiques permet au metteur en scène de cinéma de passer instantanément à la télévision.

LUD. — L'intermédiaire du film doit enlever cependant une partie de son attrait à celle-ci, car il ne permet pas une transmission immédiate de la scène enregistrée, et le spectateur, toujours exigeant, désire la voir au moment même de sa captation.

PAR. — Votre objection n'est qu'en partie fondée. Il faut d'ailleurs envisager deux cas : a) l'utilisation d'un film tiré antérieurement ; b) et l'émission d'un film se rapportant à une scène prise au moment même. Je ne m'attarde pas sur le premier, qui se résume à analyser, par la méthode ordinaire, les photographies de la pellicule, comme on analyse directement les différentes attitudes d'un sujet.

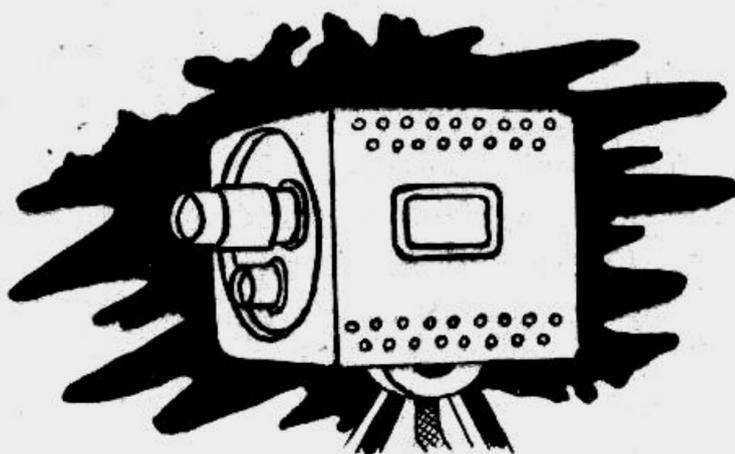
LUD. — Pour la seconde hypothèse, il faut escompter plusieurs heures entre le moment de la prise de vues sur le film et la transmission par télévision.

PAR. — Ici, vous êtes totalement dans l'erreur. Les opérations se déroulent avec une telle rapidité (développement de la pellicule, séchage, etc.) qu'on « voit » la scène télévisée une minute après son impression photographique sur le film.

LUD. — Je crois que c'est un record !

PAR. — D'autre part, comme dans le cinéma parlant, la partie « sonore » est enregistrée sur l'un des bords de la pellicule. Elle actionne une cellule photo-électrique, dont le courant de sortie est dirigé vers un amplificateur, qui module le courant de haute fréquence spécialement utilisé pour le « son »...

Mon cher Ludo, voilà encore une bonne soirée de travail. Il est temps de prendre un peu de repos... Demain, nous reviendrons d'une façon un peu plus détaillée sur le mécanisme du « balayage ».



6. ANALYSE DU SUJET

Synchronisation

La constitution de la caméra électronique nous étant connue, il faut porter notre attention sur la partie agissante de cet appareil et, en particulier, sur le mécanisme du « balayage » et la production des tensions spéciales qu'il exige. Nous verrons ensuite comment les déplacements du faisceau électronique d'émission peuvent être synchronisés avec ceux de la réception, car il doit y avoir « identité absolue » de ces mouvements.

Mécanisme du balayage.

PAR. — Dans notre dernière causerie, vous vous êtes rendu compte que la cathode des tubes d'exploration émet un faisceau électronique qui va frapper la mosaïque photo-sensible... Ce pinceau, ou mieux le « spot » resterait invariablement fixé sur le même point de cette cible si des dispositifs spéciaux ne lui imposaient les déplacements nécessaires.

LUD. — Vous m'avez dit que ces mouvements étaient produits à l'aide d'organes de déviation.

PAR. — Oui. Il faut imprimer au spot des allées et venues telles qu'il « balaie » la mosaïque à une vitesse constante et en suivant des lignes parallèles... Suivons ses trajets sur une image à explorer dont j'ai volontairement réduit le nombre de lignes et espacé celles-ci pour la lisibilité des parcours (fig. marge). Le faisceau est émis par la cathode K (j'ai supprimé les anodes et diaphragmes). Les plaques délectrices (ou de déviation) sont représentées par P_1 et P_2 .

LUD. — Voilà le problème nettement posé.

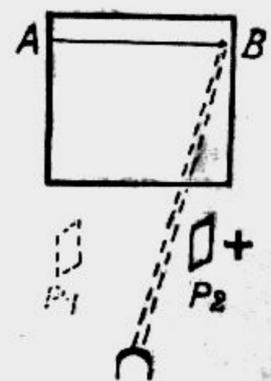
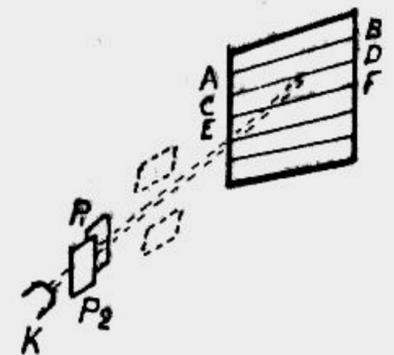
PAR. — Supposez maintenant que la plaque P_2 reçoive une tension positive croissante, augmentant régulièrement avec le temps. Le faisceau électronique, primitivement réglé sur le point A, sera attiré vers elle, et le spot se déplacera progressivement vers B, explorant ainsi la première ligne.

LUD. — Jusqu'alors tout est clair. Mais voilà l'instant délicat.

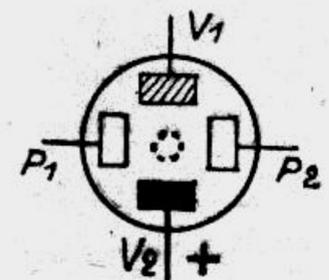
PAR. — A ce moment, la tension de P_2 retombe à zéro, non pas progressivement, comme à l'aller, mais brutalement, instantanément. Qu'arrive-t-il ?

LUD. — Si je ne me trompe, le spot retournera en vitesse accélérée vers le point A, c'est-à-dire à son point de départ.

PAR. — Votre raisonnement serait juste si une seconde paire de plaques de déviation, verticales cette fois, n'agissaient également sur le faisceau. Ce second croquis vous en donne l'explication. Les



Déplac^t horizontal
(lignes)



Déplacem^t vertical
progressif (Images)

plaques V_1 et V_2 déplacent, en effet, le faisceau de haut en bas, afin d'assurer l'exploration de toute l'image ; mais tandis que la tension de ligne (P_2) augmente rapidement et de plusieurs centaines de volts, la tension d'image (V_2) augmente lentement.

LUD. — J'en comprends la raison. Pendant que le jet lumineux explore toute la ligne AB, le faible accroissement de tension de V_2 n'attire celui-ci vers le bas que d'une façon imperceptible.

PAR. — C'est cela. Le décalage est exactement de l'« épaisseur » d'une ligne, et au lieu de retourner en A, le spot se trouve en C (après avoir parcouru presque instantanément le trajet BC), pour explorer la ligne CD, où la même opération se renouvelle jusqu'au bas de l'image.

LUD. — En résumé, le faisceau est soumis à deux mouvements linéaires distincts : un mouvement horizontal, qui correspond à l'exploration de chaque ligne, et un mouvement vertical, qui produit le décalage nécessaire à l'exploration de toute l'image.

PAR. — Exactement. Lorsqu'il est parvenu à la dernière ligne, la tension de V_2 tombe brusquement à zéro, et le spot retourne au point A pour explorer l'image suivante dans les mêmes conditions... Nous reviendrons en détail sur ce mécanisme de l'exploration en parlant de l'oscillographe cathodique, pièce essentielle du téléviseur. Retenez toutefois dès maintenant que la déflexion du faisceau électronique peut être « électrostatique » (plaques soumises à une tension) ou « électromagnétique » (bobines parcourues par un courant).

LUD. — Ces procédés sont tous deux employés actuellement ?

PAR. — Oui jusqu' alors. Ils imposent l'un et l'autre la création d'un dispositif permettant d'augmenter régulièrement les tensions (ou les intensités du courant, dans le second cas), pendant la plus grande partie du temps, puis de la faire tomber brusque-

ment à zéro. L'examen du trajet parcouru (fig. marge page 47) vous explique pourquoi les tensions appliquées sont appelées « tensions en dents de scie ».

LUD. — Si ma question ne sort pas du cadre de notre causerie, pourriez-vous me dire comment on les obtient ?

Tensions en dents de scie. — PAR. — Comme nous en parlerons assez longuement à la réception, je me contenterai ici de vous en donner le principe...

On utilise, à cet effet, les propriétés du condensateur, dont la charge progressive et la décharge brusque permettent de créer ces tensions spéciales.

LUD. — Un nouveau croquis serait bien utile en la circonstance.

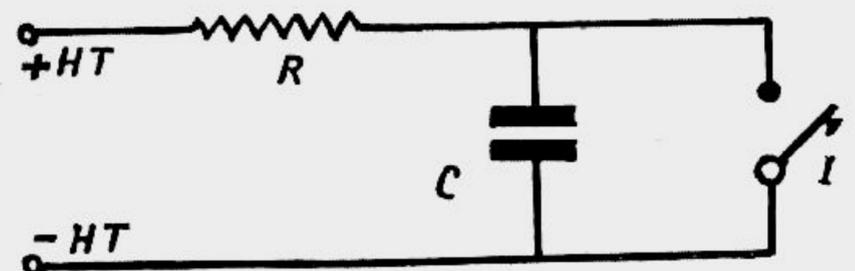


Fig. 50

Principe de la création de tensions en dents de scie.

PAR. — Voilà. Un condensateur C est branché à une source d'alimentation. Il se charge à travers la résistance R, l'interrupteur I étant ouvert. Dès que la tension aux bornes de C a atteint le maximum, on ferme l'interrupteur et la décharge instantanée a lieu.

LUD. — Mais on ne peut manœuvrer cet interrupteur à main à une vitesse suffisante, qui est celle du balayage.

PAR. — Evidemment ; cette première explication vous donne uniquement le principe du phénomène. Aucun procédé mécanique de commutation ne permet d'obtenir des fermetures et des ouvertures à la fréquence

ultra-rapide du balayage. Ici encore, il faut faire appel à un procédé électronique. On remplace le commutateur I par un dispositif automatique utilisant généralement les lampes de radio ou apparentées. Pour la réception, on employait couramment jusqu'à ces derniers temps, un tube spécial, le thyatron, qui jouit de propriétés particulières... Pour l'instant, j'espère que votre curiosité est satisfaite. Quand nous parlerons de la réception, je vous donnerai toutes les explications désirables.

LUD. — Il faut naturellement, comme dans les transmissions de gravures, qu'il y ait concordance absolue de mouvements entre le balayage de la mosaïque, à l'émission, et celui de l'écran de réception.

La synchronisation.

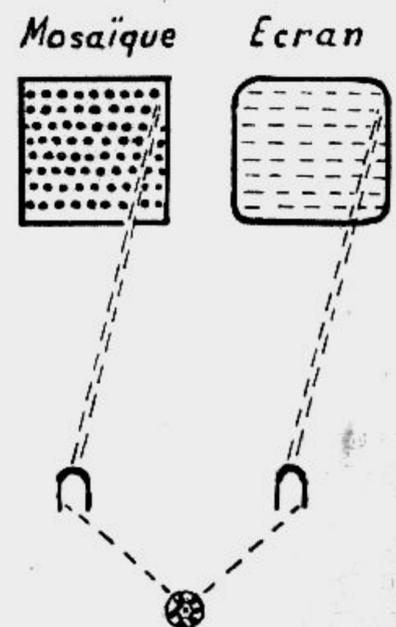
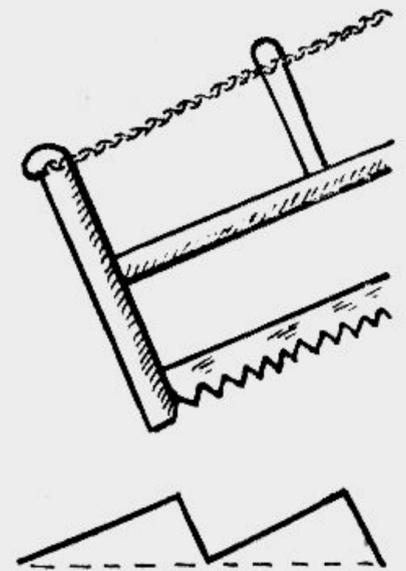
PAR. — C'est précisément cette dernière notion qui terminera nos entretiens sur l'émission. Elle a une importance capitale, car la perfection obtenue avec les appareils modernes aurait ses résultats compromis si une identité absolue de rythme n'existait entre ces deux balayages. Aussi, des dispositions sont-elles prises pour assurer la « synchronisation » des deux mouvements.

LUD. — Avant de me les faire connaître, je vous demanderais de me donner la signification exacte de ce terme, dont je n'ai qu'une idée vague. Cette précision me permettra de parfaire mon vocabulaire, qui s'enrichit ainsi peu à peu.

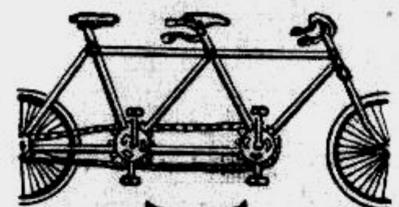
PAR. — Il est formé d'un préfixe grec « sun » ou « syn », qui se traduit « avec » (ayant la signification de « même »), et de « chronos » (temps). Littéralement : qui se produit en même temps. Ainsi, des moteurs synchrones sont des moteurs qui tournent à la même vitesse. L'interdépendance des deux pédaaliers d'un tandem donne une idée assez exacte du synchronisme. Ce problème, que nous avons évoqué à l'occasion de la transmission des photographies, reparaît avec beaucoup plus d'acuité en télévision, car un écart de moins d'un millionième de seconde peut brouiller, tacher, strier l'image de réception et jeter bas l'édifice péniblement construit.

LUD. — Mon cher parrain, je vous déclare en toute modestie que je suis tout à fait incapable de le résoudre pour l'instant.

PAR. — Aussi, vais-je venir à votre secours. Dans l'impossibilité où l'on se trouve d'obtenir isolément un fonctionnement identique des deux balayages, on a adopté une solution assez ingénieuse : la station d'émission transmet elle-même au récepteur des signaux spéciaux, dits de synchronisation, capables de provoquer la décharge des condensateurs au même instant que ceux d'émission, de sorte que les deux mouvements sont rigoureusement synchrones.



Commande unique



Mouvements synchrones

Nature des signaux.

LUD. — On transmet donc un signal à la fin de chaque ligne et de chaque image.

PAR. — Oui. Ces signaux, désignés sous le nom de « tops », sont intercalés dans les signaux de vision... Pour préciser vos idées, je représente sur ce croquis les deux catégories de signaux. Les parties hachurées AB et A'B' représentent la modulation vision de deux lignes successives. Les blancs de l'image transmise correspondent au maximum d'amplitude...

LUD. — ...c'est-à-dire aux pointes les plus hautes.

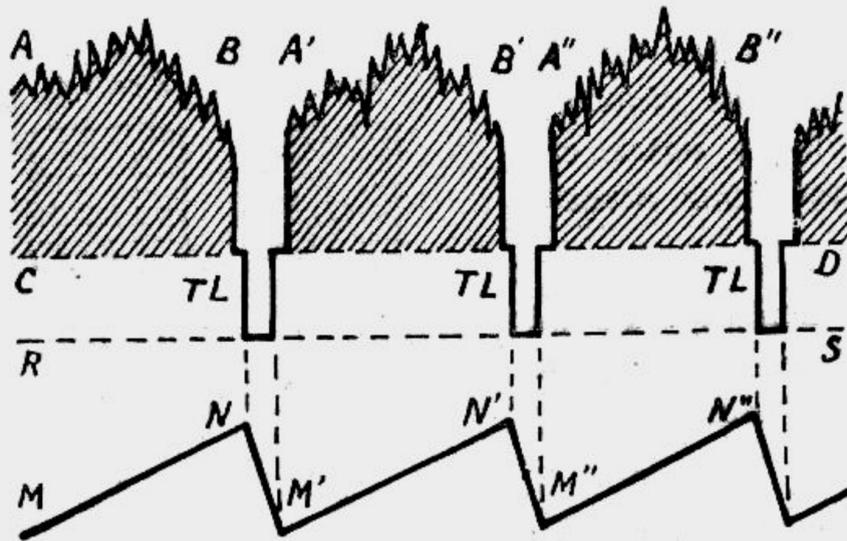


Fig. 51

Signaux de vision et de synchronisation.
Tensions correspondantes en dents de scie.

PAR. — Exactement. Et les noirs correspondent aux minima, le noir absolu se trouvant au niveau de la ligne CD. Les tops de synchronisation TL (tops de lignes) sont ajoutés à cette modulation du côté des noirs ; on pourrait les appeler signaux ultra-noirs. L'amplitude totale de la modulation étant représentée par 100 %, celle des signaux de vision (AC) est de 70 % et celle des signaux de synchronisation (CR) est de 30 %.

LUD. — La ligne brisée inférieure représente, sans doute, les dents de scie correspondantes ?

PAR. — Vous devenez vraiment perspicace. La partie MN est la tension croissante du balayage de ligne, et la partie NM', la chute brusque de tension correspondant à la décharge du condensateur, déclenchée par TL. Vous remarquez que pendant le retour de ligne, aucun signal de vision n'est transmis. La durée de cet arrêt a été fixée à 16 % de la durée d'une ligne par les normes actuelles de la Télévision française.

LUD. — Voilà qui est clair pour les signaux de synchronisation de lignes. Les signaux de synchronisation d'images sont vraisemblablement différents, ou tout au moins particuliers, puisque leur effet n'est pas le même.

PAR. — De mieux en mieux... Vous savez que ce genre de signaux permet au « spot » de revenir au haut de l'image suivante, quand l'exploration de l'une d'elles est terminée. Ils reposent sur la même technique que les signaux de lignes et n'en diffèrent que par la durée. Ils s'étendent donc sur plusieurs lignes.

LUD. — Pendant ce temps, les signaux de vision sont également supprimés ?

PAR. — Naturellement. Et cette différence de durée est transformée, à la réception, en une différence d'amplitude, qui déclenche le condensateur d'image sur lequel les tops de ligne n'ont eu aucune action. Le temps d'effacement est fixé actuellement à 13 % de la période d'une demi-image dans le système d'exploration entrelacé...

Pour terminer cette première partie par quelques notions pratiques, je vous remets sous forme de résumé (car la matière ne se prête guère à la conversation) l'exposé succinct des installations nationales de télévision et des productions des principales firmes industrielles.



7. INSTALLATIONS NATIONALES

L'Emetteur de la Tour Eiffel

Productions industrielles

La Télévision française.

Les notions qui précèdent sont restées dans le domaine des généralités. Elles nous ont fait connaître les dispositifs « de principe », anciens et modernes, utilisés en télévision. Avant de clore cette première partie concernant l'émission, il est nécessaire de les compléter par une vue d'ensemble sur les réalisations pratiques, tant nationales qu'industrielles.

Jusqu'en 1938, les diffusions étaient faites d'après des caractéristiques infiniment variables. L'instabilité de ces dernières mettait l'industrie dans l'impossibilité de construire des récepteurs parfaitement au point, et nous assistions à ce paradoxe d'avoir des émissions intéressantes, améliorées de jour en jour, sans que les futurs usagers puissent les capter.

Les constructeurs attendaient impatiemment une période de stabilisation pour se mettre au travail.

L'Administration des P.T.T. l'a fort bien compris et, dès la mise en fonctionnement du nouvel émetteur de la Tour Eiffel, elle a publié les normes des émissions de télévision, valables jusqu'au 1^{er} juillet 1941.

Cette décision marqua réellement la naissance de la Télévision française, ou plus précisément son passage du domaine expérimental au stade industriel.

Dès 1938, M. l'Inspecteur Général chargé des Services de Télévision a bien voulu nous

communiquer les Normes (provisoires, à cette époque) des émissions françaises. Ce standard trouverait ici logiquement sa place, complété par les normes actuelles. Mais ces indications reposent sur des notions qui seront exposées dans le chapitre suivant (Transmission). Pour leur bonne compréhension, elles seront donc reportées à la suite dudit chapitre.

Le présent résumé contient un historique succinct des installations effectuées sur la Tour Eiffel, en vue de ces émissions, et des considérations qui ont incité les ingénieurs à fixer leur choix sur une définition (lignage) déterminée, afin qu'une longue période d'exploitation puisse être envisagée avec sécurité. Le nouveau standard n'a été établi qu'après un examen attentif et approfondi des résultats obtenus, aussi bien en France qu'à l'étranger, ce qui a permis à la Télévision française d'occuper une place de choix dans la compétition mondiale.

L'Emetteur de la Tour.

Depuis le mois de décembre 1935, un service régulier d'émissions de télévision était assuré par l'Administration des P.T.T. La définition était de 180 lignes.

Mais dès le milieu de l'année 1936, on constata que les installations utilisées ne permettraient pas de suivre les progrès effectués, dans cette technique, à l'étranger, et que la France risquait de se trouver en retard sur les autres nations, si un projet de réorganisation n'était pas mis rapidement à l'étude.

Des missions furent envoyées dans différents pays. Parallèlement, une enquête était faite auprès des constructeurs français s'intéressant à la Télévision, pour déterminer les conditions dans lesquelles l'Administration pourrait faire appel à leur collaboration.

Ces différentes démarches montrèrent qu'il était indispensable de procéder d'abord à des émissions expérimentales comparatives des différents systèmes en présence. A la suite de ces divers essais, le Service de la Radiodiffusion acquit la certitude qu'il était possible de réaliser une installation capable de fonctionner avec des dispositifs de prises de vues directes ou de télécinéma actuellement connus.

Les propositions de ce Service conduisirent à installer au pied de la Tour Eiffel, à côté de l'ancien émetteur, un nouveau poste dont la puissance serait portée progressivement à 30 KW.

La fig. 55 montre l'entrée du bâtiment, au pied du pilier sud. Cette installation est encore utilisée provisoirement pour l'émission à 450 lignes.

La construction en fut confiée au « Matériel Téléphonique » et les travaux accélérés.

En septembre 1937, l'émetteur assurait un service d'émissions expérimentales, qui devait durer 6 mois. Dès le début de mars 1938, commencèrent les émissions régulières, à une puissance de crête de 25 KW, ce qui faisait de cette station de télévision la plus puissante existant au monde.

Le choix de la Tour Eiffel se justifiait par la nécessité d'avoir une antenne aussi élevée que possible, capable de fournir un rayon d'action convenable. On sait, en effet, que les ondes ultra-courtes, utilisées en télévision, ont une propagation semblable à celle des rayons lumineux.

Mais, dans son élévation même résidait l'une des plus grandes difficultés rencontrées pour son alimentation. Celle-ci est effectuée par un câble dont la longueur totale est de

380 mètres et qui pèse 12 tonnes. Les travaux de montée le long de la Tour (fig. 56) ont été faits sans interrompre le service des ascenseurs. Malgré la longueur de ce câble, les pertes de puissance sont relativement faibles et la qualité des images n'a pas à en souffrir.

Il convient d'ajouter dès maintenant que ces difficultés (qui auraient été considérablement accrues) n'existent plus pour l'émission prévue à 819 lignes, car le nouvel émetteur est installé au 5^e étage de la Tour.

On peut donc considérer que la Télévision française est maintenant en possession d'installations assurant un service d'émissions de haute qualité.

Ces dispositifs possèdent, d'autre part, une marge de possibilités suffisantes pour que cette qualité s'accroisse avec les progrès de la technique.

Le développement de l'industrie radio-électrique de notre pays va pouvoir ainsi prendre son plein essor et la France conservera, sans nul doute, dans la Télévision mondiale, la place de tout premier plan qu'exigent sa grandeur et son génie.

Description technique.

Les installations de la Télévision française comprennent les appareils de prise de vues situés dans les studios et la station proprement dite de la Tour Eiffel.

Studios. — Des studios permanents sont installés, 15, rue Cognacq-Jay. Les scènes jouées dans ces studios sont prises par deux caméras de télévision.

La gamme de fréquences transmises par les équipements à 450 lignes s'étend jusqu'à 4.500.000 périodes par seconde (et à 12.000.000 pour l'émission à 819 lignes).



Fig. 55

Premier émetteur de Télévision de la Tour Eiffel
Entrée du bâtiment au pied du pilier sud.
Cette installation est encore utilisée provisoirement
pour l'émission à 450 lignes.

Cette gamme est environ 450 fois plus large que celle de la radio-diffusion (et 1200 fois pour l'émission à 819 lignes).

Nous verrons au chapitre suivant que l'onde porteuse lancée dans l'espace par la station émettrice de la Tour est de 46.000.000 de périodes (46 mégacycles) par seconde, ce qui correspond à une longueur d'onde de 6 mètres 52.

D'autre part, le son est transmis avec une fréquence de 42.000.000 de périodes (42 mégacycles) par seconde (longueur d'onde 7 mètres 14) par un émetteur distinct de celui de la télévision.

Mais revenons au studio de prises de vues.

A la sortie de la caméra, la tension d'attaque est amplifiée par une série d'amplificateurs à résistances. On lui incorpore ensuite les signaux spéciaux (tops) destinés à synchroniser ultérieurement les récepteurs en fin de lignes et en fin d'images.

Des oscilloscopes et des récepteurs de con-

trôle permettent à l'ingénieur chargé de la prise de vues de vérifier la qualité de l'émission et d'effectuer, le cas échéant, les corrections utiles à l'aide du tableau de commande qu'il a sous la main.

Transmission. — Les studios, avons-nous dit, sont reliés au centre émetteur de la Tour par un câble spécial prévu pour la transmission des signaux de télévision.

Ce câble est constitué par deux conducteurs concentriques, l'un formant un tube flexible, à l'intérieur duquel est placé le second. Le conducteur extérieur est protégé par une couche de plomb et par une armature en fil d'acier. Le diamètre extérieur du câble est d'environ 2 cm.

La distance entre les studios de la rue Cognacq-Jay et le centre émetteur est de 1 kilomètre. Le câble qui relie ces deux points a donc approximativement cette longueur. A l'arrivée, le courant est amplifié.

Emetteur. — L'émetteur à 450 lignes installé dans le pilier sud de la Tour Eiffel comprend deux parties :

1) La partie haute fréquence, chargée de produire l'onde porteuse qui transmettra les signaux de télévision dans l'espace ;

2) L'amplificateur de modulation, qui a pour rôle de « moduler » cette onde porteuse, selon les impulsions reçues du studio.

Amplificateur haute fréquence. — L'onde porteuse est produite par un maître oscillateur contrôlé par quartz. Ce cristal est taillé de façon à osciller sur le troisième harmonique de son onde fondamentale.

L'oscillateur est suivi de deux étages doubleurs qui élèvent la fréquence à la valeur finale de l'onde porteuse, soit 46.000.000 de périodes, correspondant à une longueur d'onde de 6 m. 52.

Cette onde porteuse est ensuite amplifiée

par un étage symétrique comprenant deux lampes à refroidissement par air ; puis par trois étages symétriques comprenant des lampes à refroidissement par eau, primitivement des types 3073-A, 3081-A et 3084-A, celle de l'étage précédent étant du type 3016-B.

Les tensions d'alimentation des anodes des lampes à refroidissement par eau varient de 5.000 à 12.000 volts, suivant la puissance de ces étages.

Amplificateur de modulation. — L'amplificateur de modulation comprend une chaîne d'amplificateurs à résistances compensés de façon à transmettre d'une façon correcte les signaux de télévision. Il est constitué par 4 étages à refroidissement par air, suivis de 3 étages à refroidissement par eau, utilisant des 3053-A.

La modulation de l'amplificateur haute fréquence est effectuée sur les grilles des lampes du dernier étage.

Alimentation et circulation d'eau. — L'ensemble des appareils permettant de commander cet émetteur est groupé sur un pupitre de contrôle, dont les nombreux indicateurs lumineux renseignent à tout instant sur le fonctionnement des divers étages.

Les appareils d'alimentation et de refroidissement des lampes constituent un ensemble très important.

Aucune machine tournante n'est utilisée dans l'émetteur de la Tour Eiffel pour la production des différentes tensions. Des redresseurs secs du type « Sélénofor » alimentent les filaments des lampes. Des redresseurs à vapeur de mercure, à cathode chaude, fournissent les différentes tensions anodiques comprises entre 7.500 et 14.000 volts.

Deux groupes de pompe assurent une circulation d'eau distillée de 600 litres à

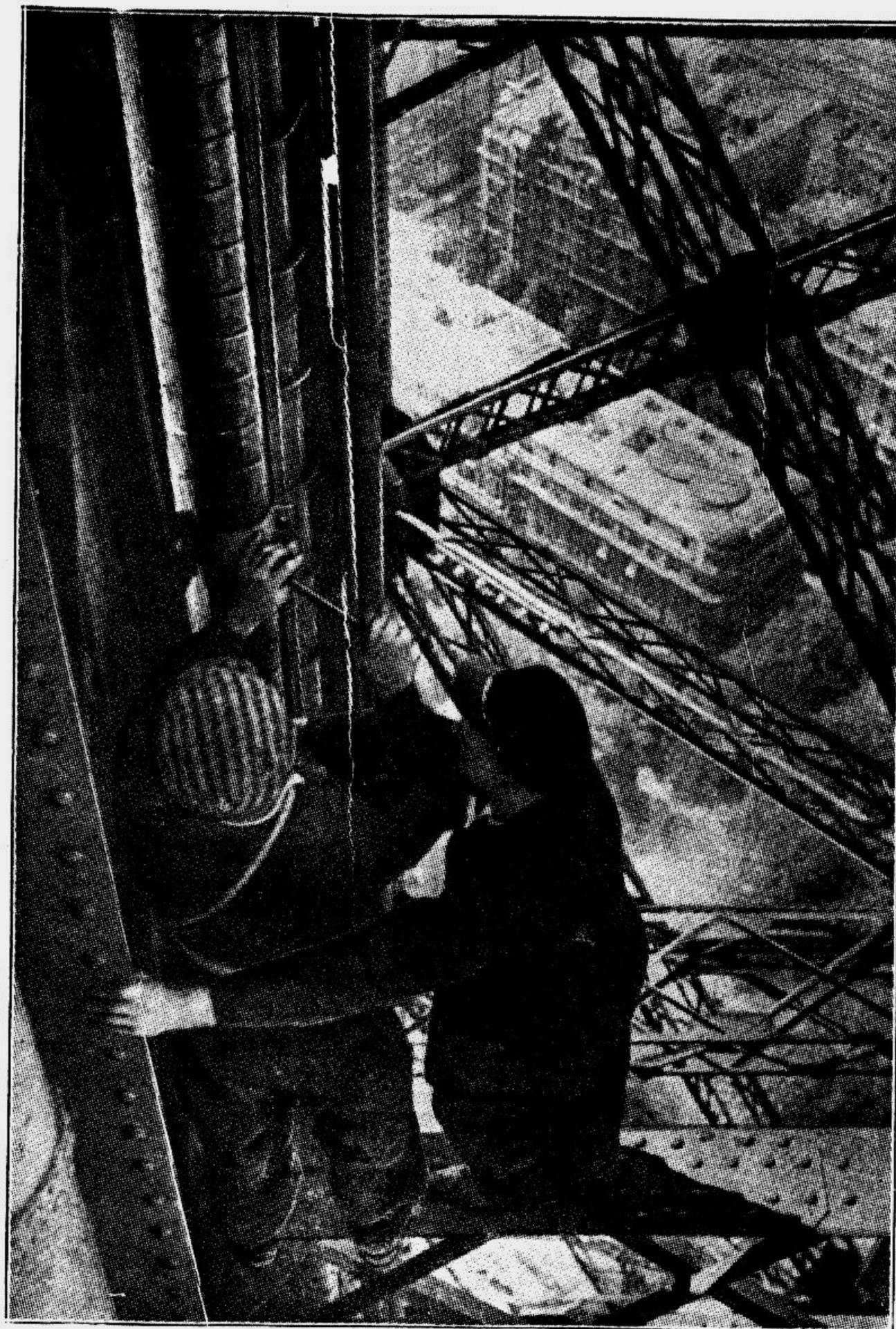


Fig. 56

Émetteur de télévision de la Tour Eiffel.
Montage du câble alimentant l'antenne placée au sommet.
Ce dispositif n'est plus utilisé que pour le
fonctionnement provisoire de l'émetteur à 450 lignes.

la minute, permettant le refroidissement des différents étages.

Antenne et câble d'alimentation. — L'énergie haute fréquence produite par l'émetteur est transportée à l'antenne au moyen d'un câble spécial, dont le diamètre extérieur est de 13 cm., la longueur 380 mètres, et le poids 12 tonnes. Le travail de pose a constitué une des parties les plus difficiles de la réalisation de cet émetteur (fig. 56).

Les dimensions du câble sont telles que les pertes sont extrêmement réduites.

Des transformateurs symétriques de compensation sont placés à chaque extrémité de cet organe.

L'antenne qui couronne la Tour Eiffel donne une puissance de 25 kilowatts et, à l'intérieur de Paris, un champ suffisamment fort pour que la réception ne soit pas troublée par les parasites.

Des réceptions satisfaisantes sont obtenues à des distances supérieures à 100 kilomètres, suivant les directions et les obstacles naturels rencontrés.

Le nouvel émetteur.

Un arrêté du 20 novembre 1948 a rendu officielle l'adoption par la France d'une nouvelle technique portant à 819 lignes la définition de l'image de télévision.

Cette modification posait d'importants problèmes, celui de la largeur de bande, en particulier. Aussi, de nombreuses précautions furent prises et du matériel expérimental fut mis à l'essai. La conviction s'est établie que la région de 819 lignes devait être retenue comme nouveau standard français. Cette zone permettait, d'autre part, à la télévision de supporter la comparaison avec le cinéma.

Studios. — De nouveaux studios furent aménagés, rue Cognacq-Jay, par les services de la Télévision française, qui dépendent de la Radiodiffusion. Le plus vaste comprend un plateau d'environ 300 mètres, dont la partie avancée forme une sorte de scène de théâtre. Il peut contenir 260 places disposées en gradins. La modulation est transmise par câble à l'émetteur, situé au 5^e étage de la Tour. L'éclairage est assuré par des projecteurs à incandescence à lentilles de Fresnel d'une puissance totale de 300 Kw.

Un autre studio de 24 × 16 m. comporte une piscine. Une cabine étanche permet de réaliser des vues sous-marines. Enfin des studios de petites dimensions sont

réservés aux informations, conférences et émissions diverses. L'ensemble est complété par un studio de plein air et des loges d'artistes.

D'autre part, certains points importants de Paris sont reliés directement par câbles spéciaux à ces studios (Opéra, vélodrome d'hiver, Parc des Princes, Etoile, Champs-Élysées, etc.).

Nouveau matériel. — La nouvelle technique entraîne un nouveau matériel. On peut dire de celui-ci qu'il est au moins l'égal, par ses performances, des équipements du cinéma. Par suite d'études fort complexes, les constructeurs français sont arrivés à utiliser les optiques mêmes du cinéma. Des cars de reportage constituent un complément de matériel intéressant.

Les avantages de la nouvelle technique française se résument dans les caractéristiques suivantes : transmission d'images de haute qualité ; maintien de prix modérés ; possibilité d'enregistrer les scènes télévisées, de projeter sur grand écran et de faire de la télévision en couleurs.

Extension du réseau. — Indépendamment des installations de Paris, des émetteurs ont été construits à Lyon et à Lille avec des caractéristiques analogues. Dans ces régions extrêmement peuplées, ils créeront un marché intérieur important pour tous les industriels français. Ce n'est d'ailleurs qu'un commencement que doivent suivre d'autres réalisations intéressantes.



Productions Industrielles

Au cours de ces vingt dernières années, les pionniers de la Télévision lui ont fait parcourir les différents stades qui l'ont amenée à la maturité actuelle. Par leurs initiatives, leurs recherches, leurs suggestions, les

constructeurs d'appareils ont grandement contribué à l'essor et au perfectionnement de cette science nouvelle. Il est donc équitable de mentionner leur efforts et de caractériser leurs réalisations les plus modernes.

La Radio-Industrie

Parmi les firmes françaises, la Société « Radio-Industrie » occupe une place de premier plan dans ces travaux, à en juger par la consécration du système à haute définition qu'elle préconisait.

Il serait trop long de rappeler son œuvre dans les étapes historiques du développement de la Télévision, depuis 1929, date de la réalisation d'un équipement à 38 lignes d'exploration, jusqu'à la période actuelle. Il convient de mentionner toutefois que c'est elle qui a installé, en 1949, l'émetteur à haute définition (819 lignes) de la Tour Eiffel, ainsi que la station de Lille. Elle avait réalisé antérieurement celle de Radio-Vatican.

Se basant sur la satisfaction apportée à l'œil par une image cinématographique (qui correspond à la reproduction de détails du millième de sa largeur), cette société avait acquis la conviction qu'il convenait d'atteindre au millier de lignes pour réaliser cette définition dans le sens vertical ; mais l'aptitude des amplificateurs à la dépasser dans le sens horizontal (plus important que le précédent), a permis de réduire ce nombre aux environs de 800.

Cette estimation était appuyée, d'autre part, par la constatation qu'entre 800 et 1.000 lignes la satisfaction supplémentaire

est minime et ne justifie pas l'accroissement de l'encombrement hertzien et l'augmentation du prix des appareils qui en résulteraient. Les techniciens de Radio-Industrie avaient donc conclu qu'aux environs de ce dernier chiffre, la définition de l'image permettait à la télévision de n'être plus une parente pauvre de la cinématographie et d'envisager ultérieurement la réception sur grand écran, ainsi que la télévision en couleur ou en relief.

Le choix de 819 lignes de la Radiodiffusion française a montré que leurs déductions concordaient avec celles de l'Administration.

Les Analyseurs d'Images.

La Radio-Industrie a créé des analyseurs d'images répondant aux nécessités de la haute définition et doués d'une extrême sensibilité, avec courbe spectrale proche de celle de l'œil. Ces organes sont évidemment l'âme de la caméra et conditionnent les caractéristiques de l'ensemble, comme la valeur de ses performances.

L'Analyseur et le Super-Analyseur « Radio-Industrie » sont des modèles électroniques à cathode semi-translucide, qui présentent

l'avantage de séparer les fonctions photo-électrique et d'émission secondaire. Ils utilisent respectivement les objectifs de la cinématographie de formats 16 mm. et 35 mm.

Ils permettent de réaliser des prises de vue pratiquement en toutes circonstances et donnent des images correctes à 50 lux en lumière naturelle et 150 lux en éclairage à incandescence, là où le cinéma exige des éclairages et des maquillages spéciaux.

Les Caméras.

La caméra à optique de 16 mm. comporte une tourelle de six objectifs travaillant par paires identiques sur l'analyseur d'images et le système de visée, avec distances focales de 25, 35 et 75 mm., et ouvertures de 1/1.5-1/1.9 et 1/2.5, donc très lumineux. La mise au point optique est faite à l'aide d'un viseur sur verre dépoli, en image non inversée, préjugant de celle transmise, la commande ayant lieu par levier latéral.

Cette caméra comprend, outre l'analyseur d'images et ses bobines magnétiques d'analyse et de concentration, les étages finaux de balayage et le préamplificateur vidéo, reliés par câble à l'Équipement.

Le super-analyseur R.I. entre dans une caméra conçue pour les optiques de la cinématographie format 35 mm. Une combinaison-type comporte 4 objectifs de distances focales 35, 50, 75 et 100 mm. Des objectifs supplémentaires à 150 et 300 mm. peuvent être montés, par substitution, sur la tourelle.

Ces objectifs sont réservés à la formation de l'image optique primaire, le système de visée étant électronique. L'image vue par l'opérateur, de dimensions 55 x 40 mm.,

est formée sur l'écran fluorescent d'un tube cathodique, situé à l'intérieur de la caméra.

Toutes les démonstrations de Télévision faites par la Radio-Industrie, l'ont été à l'aide de ces caméras, équipées avec des Analyseurs et Super-analyseurs.

L'Équipement mobile.

L'Équipement mobile, dont le prototype a été établi à l'intention de la Radiodiffusion française, est destiné à la prise de vues de Radioreportage, c'est-à-dire hors du studio.

Deux cars de charge utile de six tonnes sont affectés à ce service. Le premier contient les caméras et leurs annexes, les dispositifs de correction, de synchronisation et de contrôle, un poste de télécinématographie 16 mm., une table à double plateau d'enregistrement et de lecture de disques, une installation microphonique de sonorisation et les alimentations.

Le second car transporte un pupitre de contrôle et mélangeur d'images, un pupitre de sonorisation pour la conduite de l'émission, un émetteur « Images » de 50 watts dans la bande de 200 mégacycles et un émetteur « Son » de même puissance.

Les émetteurs Image et Son servent de relais sur ondes métriques ou de stations de petite puissance pour les tournées de propagande ou les études préliminaires d'installation d'un Centre Émetteur fixe à grande puissance.

La répartition des matériels à bord des deux cars permet de n'utiliser que le premier, dans le cas de démonstration à vidéo-fréquence. La fig. 57 représente l'un de ces véhicules stationnant au pied de la Tour Eiffel.

Cet équipement mobile a été livré à la Radiodiffusion française en vue de démonstrations publiques ou de radioreportages par les centres urbains prévus, à moyenne ou haute définition. Ses possibilités ont été démontrées lors de son inauguration, à Paris, par la diffusion intégrale d'une

Qu'il s'agisse de *prises de vues intérieures* en studio, dans un théâtre (Champs-Élysées), dans une grande salle de séance (O.N.U.), dans une cathédrale (N.-D. de Paris), ou de *prises de vues extérieures*, dans des Expositions françaises ou étrangères, sur un stade (Parc des Princes), sur une grande

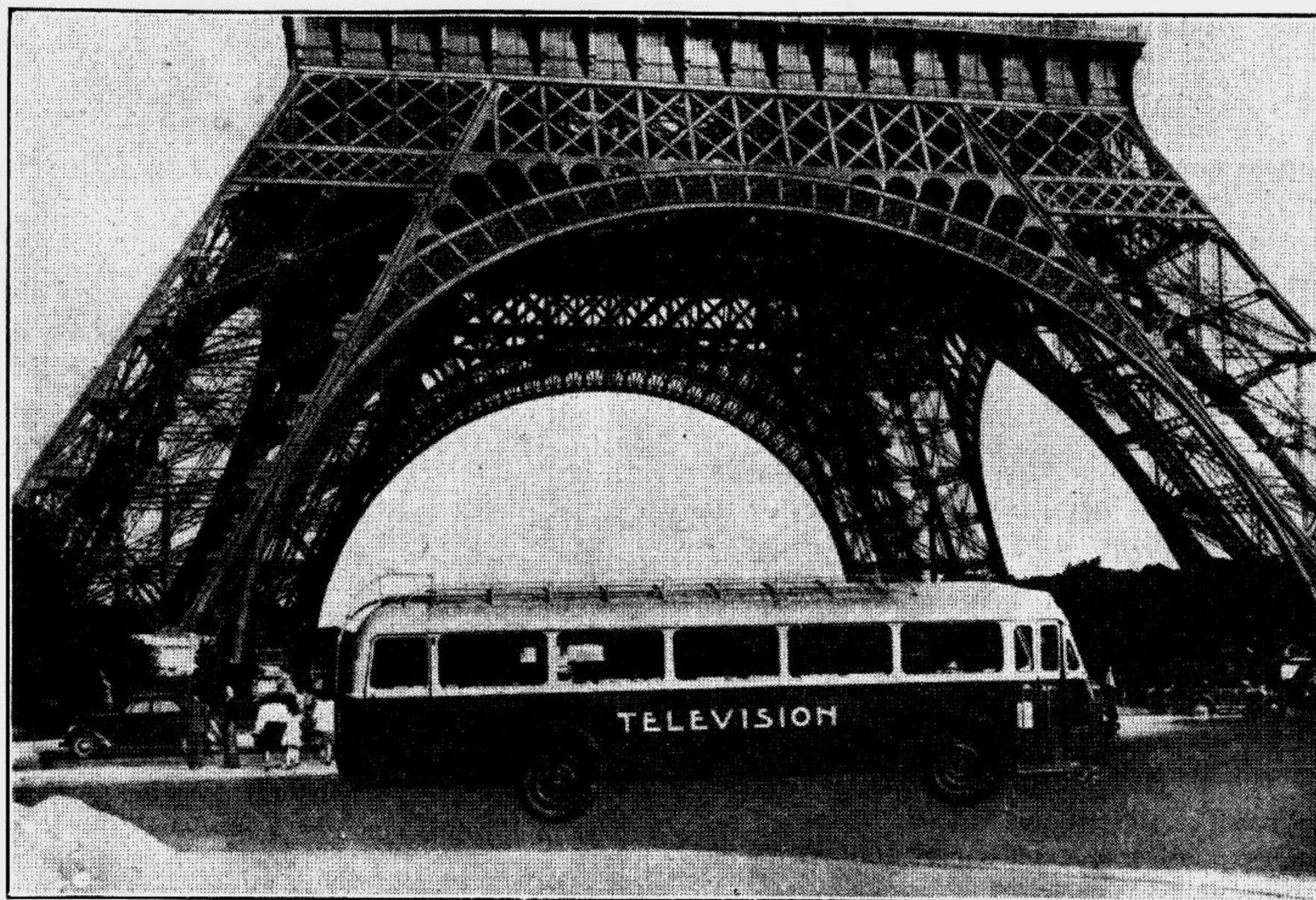


Fig. 57

Photo Radio-Industrie

Car de télévision construit par la Société « Radio-Industrie »
et livré aux Services de la Radiodiffusion française.

manifestation organisée au théâtre des Champs-Élysées, les images étant transmises par la Tour Eiffel ; elles furent confirmées, par la suite au cours de démonstrations diverses, tant à 450 lignes qu'à 819 lignes, en France et à l'étranger.

place publique (Etoile, 11 novembre)... etc., par des températures et des conditions de climat les plus variées, en tous lieux et toutes circonstances l'équipement mobile « Radio-Industrie » a toujours donné complète satisfaction.

Le Matériel expérimental Philips

Les Etablissements Philips ont apporté, eux aussi, une large contribution à l'essor et aux progrès de la Télévision. Cette Société a d'ailleurs construit à Eindhoven un émetteur particulier, qui lui permet de travailler parallèlement au perfectionnement de l'émission et de la réception, cette installation expérimentale pouvant facilement passer de l'une à l'autre des diverses trames. La description détaillée nous a été fournie par M. Henry Piraux, chef de la propagande technique, que nous sommes heureux de remercier ici très sincèrement.

Définition d'essai.

Les efforts de Philips ont constamment tendu à concilier deux facteurs qui paraissent opposés : la qualité de l'image et l'économie.

On s'est rendu compte, par ce qui précède, que la caractéristique principale d'une image télévisée réside dans sa structure de lignes. Si le nombre de celles-ci est trop petit, on peut apercevoir la trame. Cette constatation serait de nature à justifier la course aux hautes définitions. Mais doit-on se laisser hypnotiser par cet aspect unique de la question ?

Pour Philips, la définition n'a pas l'importance qu'on lui attribue généralement. Les défauts de l'image observés sur les récepteurs dépendent beaucoup moins de l'analyse que des conditions de l'émission et de la réception. Au surplus, l'œil n'est pas très difficile : son pouvoir séparateur se contente d'une définition de 5 à 600 lignes et le constructeur estime que, pour la télévision d'amateurs tout au moins, une définition supérieure complique les conditions d'émission et de réception et augmente le prix de revient des appareils.

Ces considérations expliquent la raison pour laquelle les Etablissements Philips ont présenté au Congrès de la Télévision, en 1948, des essais basés sur une définition particulière de 567 lignes, qui semble constituer l'optimum le plus économique, ce qui n'exclut nullement l'étude de tel ou tel autre système s'adaptant aux normes actuelles.

Appareils d'analyse.

Philips reste fidèle à l'iconoscope. Ce tube est plus économique à construire, obéit à une technique très au point et fournit, selon ce constructeur, plus de détails et de meilleurs contrastes que l'Image-orthicon, tous avantages qui compensent son léger défaut de sensibilité aux faibles éclaircissements.

Pour obtenir les 10.000 lux nécessaires à l'émission, les studios utilisent des lampes à vapeur de mercure à haute pression et à refroidissement à eau. Cette installation ne provoque aucun échauffement anormal de la pièce et évite aux acteurs d'être incommodés. Leur très vif éclat convient très bien, d'autre part, à l'iconoscope, car leur distribution spectrale correspond à la région dans laquelle cet organe a sa plus grande sensibilité.

Les Etablissements Philips utilisent deux procédés de prises de vues : un procédé courant, comme il vient d'être dit, et un procédé mixte qui est un perfectionnement du télécinéma.

La caméra comprend un iconoscope, un préamplificateur et une base de temps. L'ensemble est mis sur un trépied qui permet de manipuler très facilement l'appareil. Sur la partie avant se trouvent deux indicateurs lumineux qui préviennent les acteurs que la caméra est prête à fonctionner.

L'analyseur de films est conçu pour le film standard de 35 mm. Il est associé à un iconoscope. Cet équipement donne 25 images complètes par seconde et peut con-

image très claire sur un écran de 30×40 cm., ce qui permet à 20 personnes d'examiner l'image dans d'excellentes conditions.

La fig. 58 représente une scène de prise de

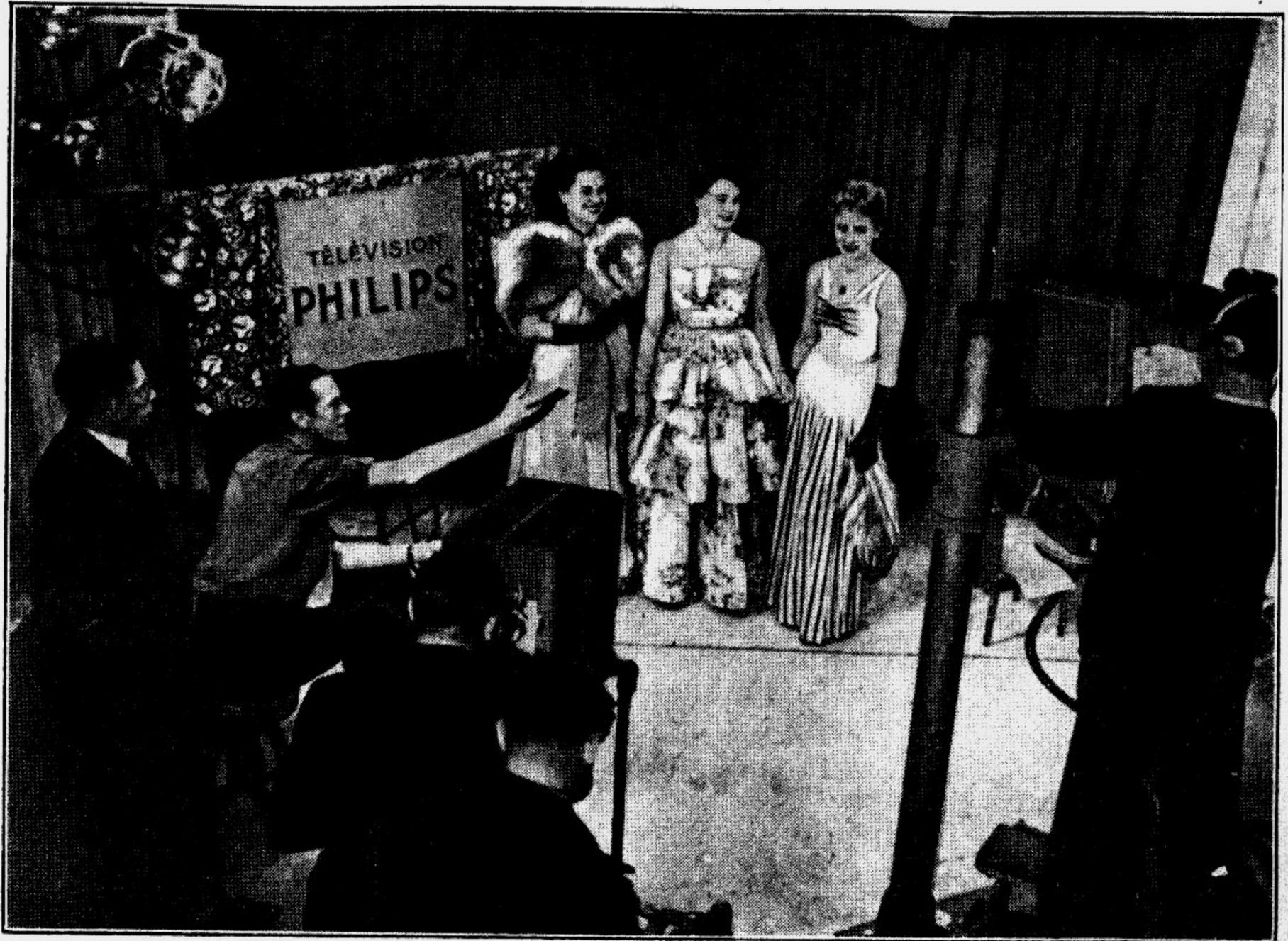


Fig. 58

Photo. Philips

Scène de prise de vue par iconoscope au studio Philips.
Caméras avec opérateurs, dispositif d'éclairage et artistes.

venir à tout système utilisant le même nombre d'images.

Nous verrons ultérieurement que cette Société construit des récepteurs avec dispositif de projection (licence Schmidt) donnant une

vues dans le studio Philips, à l'occasion du Congrès de la Télévision. On distingue les caméras, les opérateurs, le metteur en scène, une partie du dispositif d'éclairage et un groupe d'artistes.

Cie Fr^{se} Thomson-Houston

Jusqu'à ces dernières années, la Compagnie française Thomson-Houston, autre pionnier de la Télévision, avait adopté une définition de 455 lignes entrelacées par image, l'exploration verticale s'effectuant à la fréquence de 50 demi-images par seconde. Nous savons que l'entrelacement supprime la sensation si désagréable du scintillement.

L'équipement est caractérisé par l'utilisation de l'iconoscope, par l'intercalage des lignes d'une demi-image entre les lignes de la précédente et par la synchronisation de la fréquence d'exploration verticale sur celle du secteur (50 périodes).

La fig. 59 montre un opérateur en action. On distingue la caméra de prise de vues entourée d'un carter métallique et supportée par un trépied, et le câble de liaison avec les dispositifs d'amplification.

Comme la distance entre la caméra et ces derniers peut être de plusieurs centaines de mètres, une liaison téléphonique existe généralement entre l'opérateur de prises de vues et l'opérateur chargé de l'amplification, qui a pour rôle de contrôler l'image et d'assurer les divers réglages.

Nouvel Equipement.

Au Congrès de la Télévision, en octobre 1948, la Compagnie Thomson-Houston a présenté aux participants un nouvel équipement expérimental fonctionnant sur 729 lignes. M. Delvaux, l'ingénieur en chef du Département Radio-Emission, a eu l'obligeance de nous en communiquer les détails techniques. Il convient d'ajouter toutefois que cet équipement fonctionne maintenant sur 819 lignes.

Le matériel de studio comprend la caméra, le dispositif d'éclairage et les microphones. La

caméra, montée sur pied-chariot, comporte un iconoscope construit par la Compagnie des Compteurs, et ses annexes : bobines de déviation, amplificateur destiné à élever la valeur électrique des signaux pour les rendre transmissibles par câble, et dispositifs d'orientation et d'inclinaison.

Le système d'éclairage comprend, d'une part, des projecteurs à lampes à incandescence, type studio de cinéma, et d'autre part, une batterie de 24 tubes fluorescents « lumière du jour » construits par la Compagnie des Lampes.

Cette batterie donne un éclairage de 4 à 5.000 lux, avec un dégagement de chaleur très inférieur à celui des lampes à incandescence ordinaires de même puissance.

Dans le matériel de prise de son, on a prévu trois microphones et les mélangeurs correspondants ; à ces organes s'ajoutent des amplificateurs d'un type nouveau.

Emetteur radioélectrique.

L'émetteur occupe trois baies qui contiennent les alimentations, l'émetteur « son » et l'émetteur vision. Les caractéristiques, qui étaient tout d'abord établies pour une définition de 729 lignes, sont maintenant conformes aux normes officielles françaises.

L'émetteur de vision est à bande latérale presque unique. L'élimination de la bande non désirée se fait progressivement dans les étages successifs d'amplification en HF, en classe B. Un oscillographe cathodique relié au feeder de sortie indique en permanence la forme d'onde émise.

L'amplification des signaux de vision transmet intégralement la composante continue reçue de l'équipement de prise de vues.

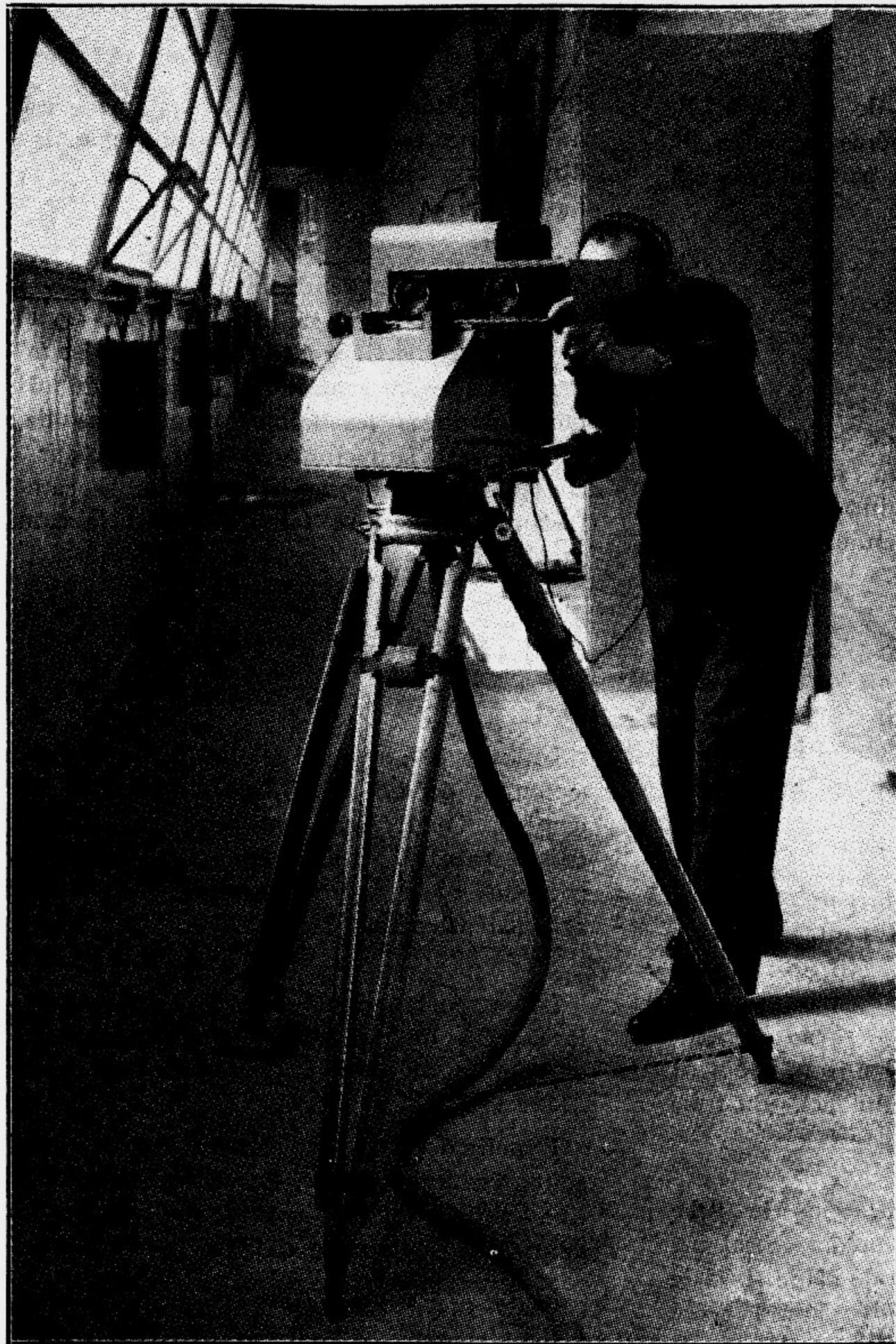


Fig. 59

Chiché Thomson

Prise de vues directes.

Camera Thomson-Houston avec opérateur.

Le câble qu'on distingue à la partie inférieure assure la liaison entre la caméra et les amplificateurs.

Les antennes de son et de vision sont reliés aux émetteurs correspondants par des feeders symétriques de 320 ohms d'impédance.

L'antenne de son est un simple doublet horizontal. L'antenne de vision est constituée par une double cage de forme pyramidale à base carrée, les deux pyramides étant en contact par leurs sommets. Son impédance a été rendue sensiblement uniforme, et égale à celle du feeder qui la relie à l'émetteur, sur une bande ayant la largeur nécessaire.

Ajoutons que l'antenne de réception construite par cette Maison comporte deux doublets repliés horizontaux écartés d'un quart d'onde et reliés par une ligne de transmission.

Les participants du Congrès de la Télévision qui ont assisté aux démonstrations du matériel Thomson-Houston ont exprimé leur satisfaction devant le résultat technique obtenu, notamment en ce qui concerne la stabilité et la finesse de l'image, et la correction de l'entrelacement.

Un tel témoignage est une précieuse récompense pour tous ceux qui ont réalisé cet équipement.

Sadir — Carpentier

Le Département Télévision de la S.A.D.I.R. construit deux types de caméras équipées de tubes français et conçues plus particulièrement pour les reportages télévisés.

Caméras.

Type normal. — Le premier type fonctionne avec un iconoscope français de la Compagnie des Compteurs de Montrouge ou éventuellement avec un iconoscope américain RCA 1850 A. L'encombrement et le fonctionnement de ces deux tubes sont analogues.

Cette caméra mesure 385×220 , hauteur 300 ; elle est surmontée soit d'un viseur optique, soit d'un viseur électronique. L'optique est constituée par 2 objectifs Berthiot 1-2.8 F 180, 1-3.5 F 260 et d'un téléobjectif 1-6 F 400.

Deux larges portes, situées de part et d'autre de la caméra, donnent accès à l'intérieur. Une petite porte, placée sous l'objectif, permet de brancher facilement l'iconoscope et les bobines de déflexion. Enfin le dessus, constitué par le viseur, se glisse et s'enlève complètement pour permettre un remplacement facile du tube d'analyse.

A l'intérieur de la caméra, sous le tube d'analyse, se trouve le préamplificateur, équipé de 4 lampes. Une prise de câble spéciale SADIR, à 28 contacts, est fixée sur le côté gauche ; deux prises coaxiales assurent le départ et le retour de modulation. Le poids de la caméra en ordre de marche est de 14 kilos.

Type réduit. — Le second type de caméra est d'un encombrement plus réduit (fig. 60) et fonctionne avec un tube d'analyse Eriscope,

de la Société Radio-Industrie. Sa forme est la même que celle du type normal ; mais les dimensions ne sont que de 300×180 , hauteur 220.

L'optique comprend un barillet supportant un objectif 1-1.5 F 25, un objectif 1-1.9 F 35 et un téléobjectif 1-4.5 F 145. Le viseur ne peut être qu'électronique. La prise de câble, étant données les faibles dimensions de la caméra, est supprimée et remplacée par des contacts automatiques situés sous la caméra. Le branchement se fait en posant la caméra sur le pied.

Pied et support.

Un trépied, constitué de trois montants articulés, permet le réglage en hauteur de la caméra. Ce trépied peut être calé dans les trois pointes d'un triangle monté sur roulettes pour assurer une meilleure stabilité et un déplacement facile.

Le support articulé permet l'inclinaison de la caméra de 75° autour de l'horizontale et sa rotation de 360° autour d'un axe vertical.

L'inclinaison et la rotation de la caméra sont commandés par un levier terminé par une poignée double assurant, par rotation d'un demi-tour, le blocage dans les deux plans.

Equipement. — La mise au point s'effectue par deux tubes coulissant l'un dans l'autre, le premier étant solidaire de la caméra, le second portant l'objectif. Le tube mobile est actionné par un levier sur le côté droit de la caméra. Cette mise au point est contrôlée au moyen de l'image observée sur le viseur électronique.

Le viseur est équipé d'un tube cathodique de 11 cm de diamètre à déflexion et concentration magnétique. Il permet au caméraman de contrôler la mise au point.

Le câble spécial possède 27 conducteurs,

du tube, du viseur et du préampli ; wehnelt iconoscope, dents de scie, balayage et hautes tensions diverses.

Pour permettre la liaison téléphonique entre l'opérateur et les équipements, le câble

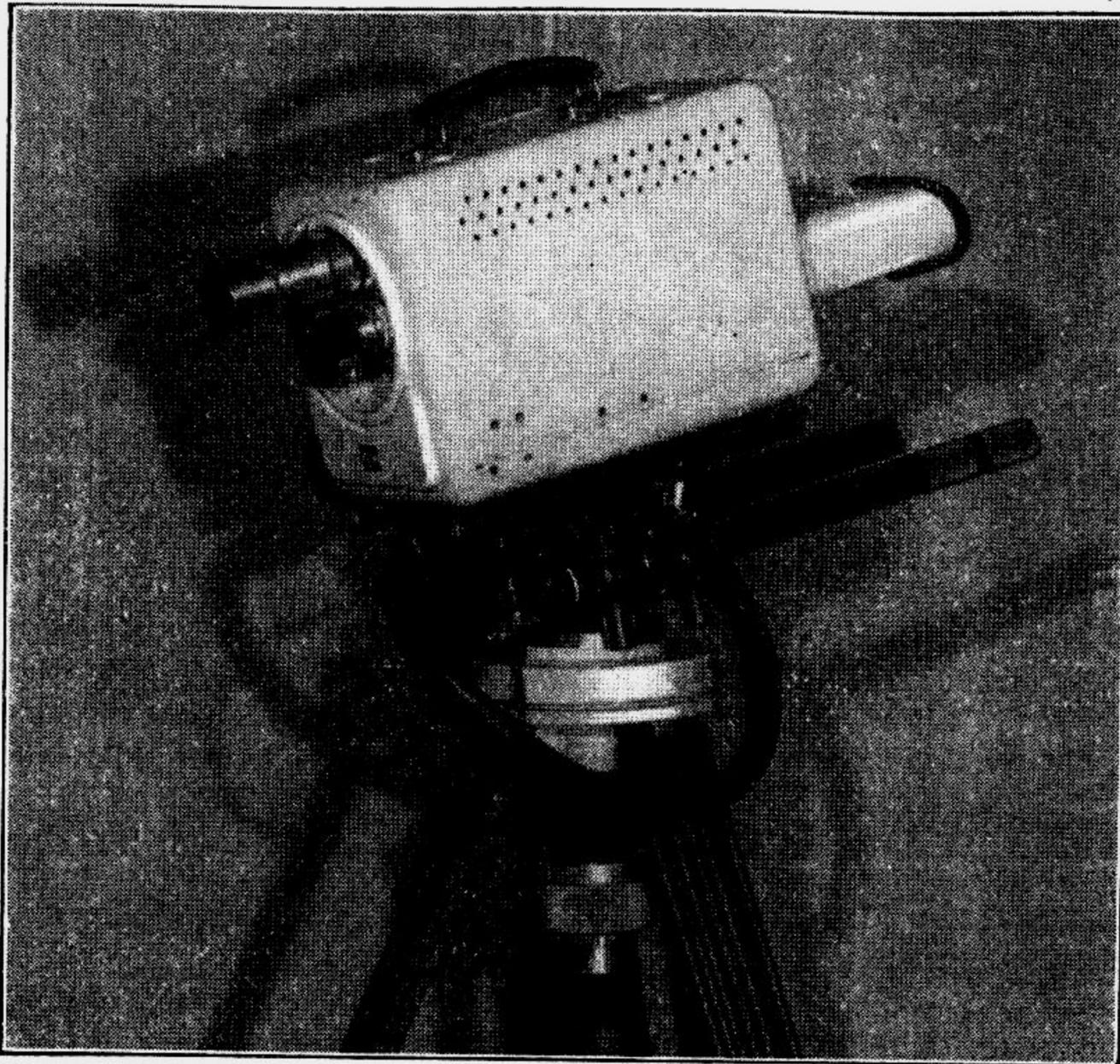


Fig. 60

Caméra Eriscope Sadir-Carpentier — type réduit — avec pied, support et équipements.

dont 2 coaxiaux isolés au polythène. Son diamètre extérieur est de 23 mm. Afin de réduire le poids de l'ensemble, toutes les tensions (comme les signaux) sont transmises par l'intermédiaire du câble : filaments

Photo Sadir-Carpentier
comprend une paire de circuits affectés à cet usage et la caméra est livrée avec un microphone à charbon et un casque. D'autre part, un jack permet de brancher un microphone de reportage relié aux équipements.



Le Poste Emetteur de Télévision

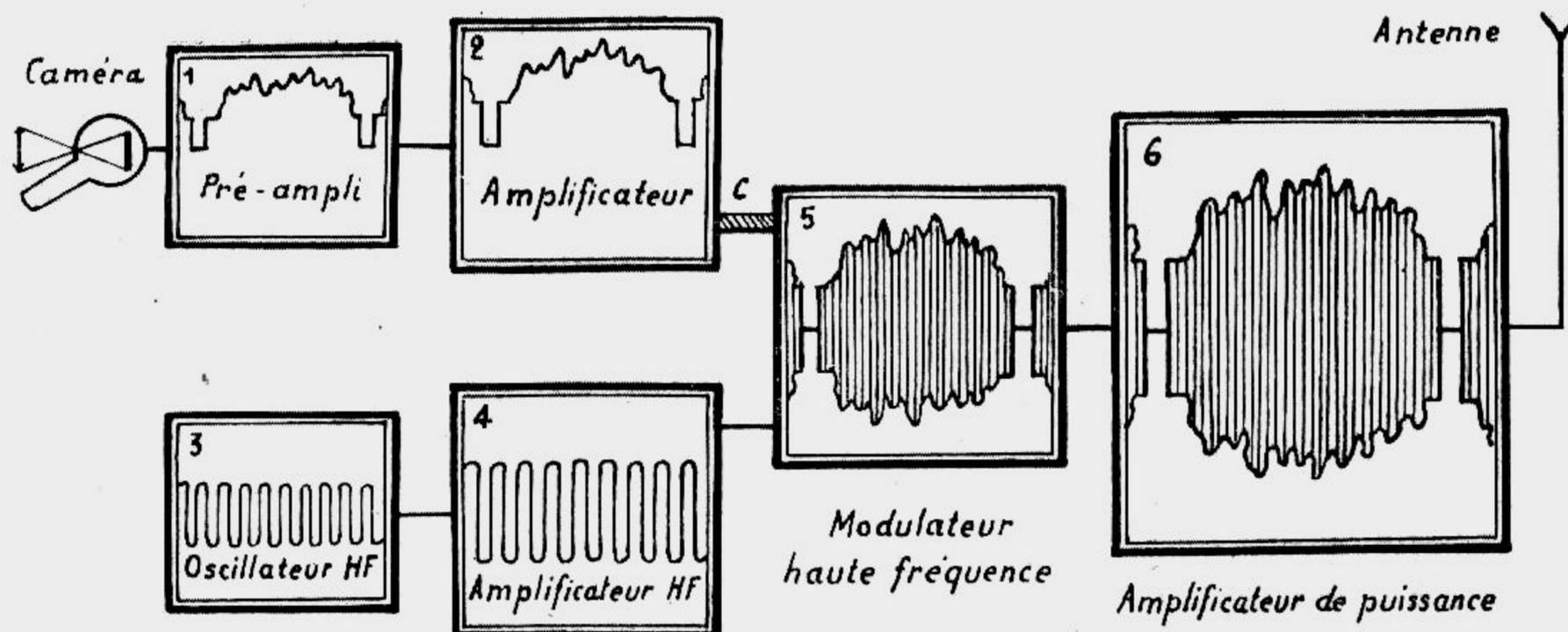


Fig. 62

Modifications successives des courants au poste émetteur.

La caméra électronique, qui a remplacé l'ancienne cellule photo-électrique, donne naissance à un courant électrique d'intensité variable (modulé selon la luminosité respective des points successifs de la scène télévisée) auquel sont incorporés les tops de synchronisation de lignes et d'images. Le courant complexe ainsi obtenu est amplifié en 1 et en 2, afin de pouvoir moduler lui-même l'onde porteuse.

C'est alors qu'entre en action le poste émetteur proprement dit. Celui-ci fournit un courant alternatif à très haute fréquence (schématisé par la ligne sinusoïdale 3), à l'aide d'une lampe oscillatrice, contrôlée par un maître-oscillateur au quartz, qui en stabilise la fréquence. Une amplification est effectuée par des étages HF (4).

L'étage modulateur (5) superpose la modulation vidéo-fréquence, amenée du studio par le câble C, à ces oscillations HF, pour donner naissance à un courant alternatif HF modulé, qui subit une importante amplification en 6, avant d'être diffusé dans l'espace, par l'antenne d'émission, sous forme d'ondes électromagnétiques.

Ainsi chemine vers les antennes de réception la modulation issue de la caméra, grâce au fil invisible constitué par les oscillations HF qui jouent le rôle d'onde porteuse et permettent la transmission à distance des scènes télévisées dans le studio ou en plein air.

Entre autres fonctions, le récepteur devra extraire cette modulation de son support et l'utiliser, après amplification, à la reconstitution du sujet.



Récapitulons.

Mécanisme de l'émission

Principe. — Le but de la télévision est de transmettre à distance les aspects successifs d'une scène ou d'un sujet en mouvement. Cette transmission se borne, en fait, à présenter une série de « vues fixes » de la scène télévisée, car les vues se suivent avec une rapidité telle que les éléments de celles-ci peuvent être considérés comme immobiles sur chacune d'elles.

Au cours de ces opérations, il est indispensable que chaque image se retrouve exactement à l'emplacement occupé par celle qui lui fait place... L'examen d'un film cinématographique peut nous donner une idée précise de la succession des images ainsi transmises.

Illusion du mouvement. — L'œil humain est doté d'une certaine inertie — on pourrait dire « paresse » : la rétine conserve, en effet, la trace d'une image $1/10$ de seconde après la disparition de celle-ci : c'est ce que l'on nomme la *persistance rétinienne*. Si donc dix images au moins se succèdent dans l'espace d'une seconde, l'œil ne distingue par ces vues successivement juxtaposées ; elles s'enchevêtrent les unes dans les autres, et le cerveau acquiert l'impression d'une image unique « animée ». En fait, la télévision française a adopté le nombre de 25 images par seconde, pour obtenir une reproduction de qualité.

Analyse du sujet. — Les procédés actuels ne permettent pas une reproduction « globale » de l'image, c'est-à-dire entière et instantanée, comme le fait le cinéma. Celle-ci est décomposée en un grand nombre de « points » qui sont transmis successivement par le poste émetteur et reproduits, à la réception, dans le même ordre et avec leur *luminosité propre*. Il est bien certain qu'une telle manière d'opérer complique énormément l'opération et exige une vitesse de transmis-

sion ultra-rapide. Cette exploration des divers points du sujet, à l'émission, porte le nom d'« analyse ». Après essai de plusieurs systèmes, on s'est arrêté à l'analyse en lignes parallèles, tout d'abord jointives, comme celles du texte d'un livre, puis ensuite entrelacées (ce dernier procédé évitant le scintillement). Actuellement, en France, le nombre de lignes est de 450 par image ; mais l'exploration sera vraisemblablement portée à 819 lignes au cours des prochaines années.

Traduction photo-électrique. — Les ondes lumineuses ont une faible portée, même quand le sujet est violemment éclairé ; elles se montrent, d'autre part, rebelles à l'amplification, ce qui écarte la possibilité de les transmettre à distance. On a tourné ce nouvel obstacle en transformant l'intensité lumineuse de chaque point en une tension électrique proportionnelle à cette luminosité, grâce à l'invention de la cellule photo-électrique.

A l'origine, une seule cellule était utilisée et tous les points de l'image devaient être traduits par celle-ci en défilant devant elle ; mais un tel dispositif manquait de sensibilité et fournissait des courants extrêmement faibles.

Dans les systèmes actuels, la cellule est remplacée par une multitude de cellules minuscules juxtaposées en mosaïque et constituant une surface photo-sensible, capable d'émettre des électrons, sous l'influence de la lumière reçue.

Caméra électronique. — Cette mosaïque est placée dans un tube à vide, qui constitue la pièce essentielle de la caméra électronique, ou appareil de prise de vues. Un objectif lui transmet l'image de la scène à explorer. Chaque élément de la mosaïque, qui peut être considéré comme un petit condensateur, prend une charge proportionnelle à la bril-

lance du point correspondant. D'autre part, un faisceau électronique, issu de la cathode du « canon à électrons », vient frapper cette plaque photo-sensible qu'il doit explorer point par point et ligne par ligne. Concentré et attiré par des anodes à potentiel positif élevé, il est dévié horizontalement et verticalement, selon le rythme nécessaire, par des plaques (système électrostatique) ou par des bobines (système électromagnétique) qui reçoivent d'un générateur spécial des tensions ou des intensités « en dents de scie ».

Au contact, de ce faisceau, chaque élément de la mosaïque se décharge et on obtient ainsi à la sortie du tube un courant électrique variable dont les intensités correspondent exactement à la luminosité de chacun des points de l'image télévisée.

Le premier de ces appareils l'iconoscope, présentait déjà une supériorité incontestable sur les anciens procédés mécaniques (disque de Nipkow). Sa sensibilité a pu être augmentée ultérieurement, et les nouvelles créations (super-iconoscope, ériscope, orthiconoscope, etc.) permettent de travailler avec un éclairage normal.

Synchronisation. — La condition essentielle d'une bonne réception réside dans l'identité absolue de rythme entre le balayage de la mosaïque d'émission et celui de l'écran de réception.

Or, comme il est matériellement impossible d'obtenir isolément et à distance un fonctionnement identique des deux balayages, on a adopté une solution assez ingénieuse :

on transmet au récepteur, à la fin de chaque ligne et de chaque image, des signaux spéciaux, appelés « tops de synchronisation », qui imposent à celui-ci un balayage rigoureusement identique à celui de la caméra. Ces signaux jouent donc le rôle de contrôleurs : tout se passe comme si le récepteur « recevait l'heure par radio ».

A la réception, les tops sont séparés de la modulation d'image et dirigés vers les « bases de temps », qui commandent les plaques ou les bobines de déviation du cathodique.

Amplification. — Les courants issus de la caméra (vidéo-fréquence) sont trop faibles pour assurer la modulation de l'onde porteuse. Il est nécessaire de les amplifier considérablement. Les amplificateurs doivent respecter minutieusement la large bande passante.

Modulation de l'émetteur. — La modulation de l'émetteur a pour but de superposer le courant variable de la caméra (auquel on a incorporé les tops de synchronisation) au courant alternatif de haute fréquence destiné à lui servir de support pour la transmission à distance (onde porteuse).

La résultante est un courant modulé de très haute fréquence (qui est lui-même amplifié) propre à agir sur l'antenne qui domine l'émetteur. Ces oscillations sont alors rayonnées dans l'espace sous forme d'ondes électromagnétiques ultra-courtes. On sait que la portée de ces ondes est limitée, en principe, au point de l'horizon qui reste visible de l'émetteur.



8. TRANSMISSION

Fréquences et longueurs d'ondes

Les images et scènes télévisées se transmettent selon les mêmes méthodes que les concerts radiophoniques. L'onde-support lancée dans l'espace est modulée par les variations d'intensité électrique fournies par la caméra, comme elle l'est, en radio, par les variations du courant microphonique de l'auditorium. Mais là s'arrête la similitude, car les conditions de transmission sont loin d'être identiques.

Propagation dans l'espace.

PAR. — Nous consacrerons cette causerie à la transmission des scènes télévisées, c'est-à-dire à leur propagation dans l'espace entre la station d'émission et le poste récepteur. J'ai été tenté maintes fois d'effleurer ce sujet dans nos entretiens précédents ; mais j'ai préféré grouper toutes ces notions dans un chapitre unique afin de rendre l'ensemble plus clair et plus cohérent.

LUD. — Ce sont encore les ondes électromagnétiques que l'on utilise en la circonstance ?

PAR. — Oui. Et par les mêmes méthodes que pour la radio ; mais, comme vous allez le voir, dans des circonstances très différentes. Revenons donc un peu, comme préambule, sur les transmissions radiophoniques. Vous savez que chaque émission est caractérisée par une onde porteuse dont la fréquence, et par conséquent la longueur d'onde, avant toute modulation, est rigoureusement déterminée.

Retour sur la radio.

LUD. — C'est cette longueur d'onde qui est indiquée, pour chaque station, sur les programmes de radio.

PAR. — Parfaitement. Prenons un exemple pour préciser les souvenirs. Je vous ai dit

que les ondes électromagnétiques, comme les ondes lumineuses, parcourent 300.000.000 de mètres par seconde. Si une station fonctionne sur 500 mètres de longueur d'onde, sa fréquence (c'est-à-dire le nombre d'ondes lancées dans l'espace par seconde) sera de $300.000.000 : 500 = 600.000$ ondes, appelées techniquement « périodes », ou encore 600 kilocycles (le kc. valant 1.000 périodes).

LUD. — J'ai un souvenir très net de ces données. A cette fréquence, qu'on peut appeler fondamentale, s'ajoute la « modulation musicale » qui s'étend de part et d'autre de la première.

PAR. — Très bien. Chacune de ces bandes latérales a une valeur de 4,5 kilocycles. Chaque poste émetteur dispose donc d'une bande de 9 kilocycles autour de sa longueur d'onde nominale. S'il dépasse cette limite, il risque de provoquer des brouillages avec les postes voisins. De leur côté, les constructeurs d'appareils radiophoniques se sont évertués à construire des récepteurs fondés sur ce principe, c'est-à-dire ayant une *sélectivité* de 9 kilocycles.

LUD. — Vous avez ajouté que la musicalité en souffre quelquefois, car certaines fréquences suraiguës ne peuvent trouver place dans cet « espace » trop étroit et sont malheureusement escamotées.

PAR. — C'est vrai. Mais la vie en société

exige que l'on respecte la place du voisin... Le problème reste le même en télévision, mais sur des données bien différentes. Je vous ai dit que pour transmettre une image il fallait la décomposer en un certain nombre de points aussi élevé que possible, afin d'obtenir la finesse désirable à la réception. Si nous voulons maintenant que cette image soit animée, il va falloir que nous en passions un certain nombre d'aspects par seconde.

Ondes de télévision.

LUD. — Qu'entendez-vous par là ?

PAR. — Je crois vous l'avoir déjà dit. Dans le cinéma, ce ne sont pas des « images animées » proprement dites que l'on projette sur l'écran de la salle, mais une succession d'images « fixes » légèrement différentes les unes des autres. L'œil ne peut distinguer chacune d'elles séparément, par suite de l'imperfection dont nous avons parlé : la propriété que possède la rétine de conserver pendant un dixième de seconde environ l'impression laissée par le sujet observé.

LUD. — Et qui se nomme la « persistance rétinienne », si je me souviens.

PAR. — C'est exact. Si donc dix images représentant les différentes parties d'un mouvement (marche, saut, geste du salut, par exemple) se succèdent devant l'œil en moins d'une seconde, la rétine les relie entre elles et donne au cerveau l'impression d'un mouvement continu. Dans le cinéma muet, on porte le nombre des images à seize par seconde, afin d'obtenir une projection dépourvue de scintillement. La reproduction sonore des films parlants exige un défilé de 25 images pendant le même temps. En télévision, il faut également transmettre au minimum 25 images par seconde pour obtenir une reproduction de qualité. Mais alors que, dans le cinéma, chacune d'elles

est projetée en entier, ici la transmission se fait point par point.

LUD. — Cela doit représenter un nombre considérable de points...

Fréquences de modulation.

PAR. — C'est facile d'en faire le calcul. Chaque point, considéré comme carré, a pour côté la largeur de la ligne d'analyse. Comme la télévision française utilise actuellement (à titre provisoire) 450 lignes d'exploration, le nombre de points, par ligne, sera lui-même de 450, et le nombre de points par image, de 450×450 , si nous considérons que l'image est carrée (bien souvent elle est rectangulaire, mais cela ne change rien au raisonnement). Etant donné qu'on reproduit 25 images par seconde, voulez-vous calculer le nombre de points qui doivent être explorés pendant ce même temps ?

LUD. — Voilà : $450 \times 450 \times 25 = 5.062.500$. C'est fantastique ! C'est donc 5.062.500 petits courants électriques qui doivent être transmis à leur sortie de la caméra.

PAR. — Non. Il y a une diminution de moitié, car on utilise alternativement les impulsions positives et négatives de l'énergie ainsi créée, et vous savez que l'ensemble de deux impulsions ne constitue qu'une « période », semblable à celle du courant alternatif. Cela représente donc 2.531.250 périodes. En tenant compte de la forme rectangulaire de l'image (plus large que haute), on se base généralement sur 3.000.000 à 3.500.000 périodes/seconde (ou cycles), soit au minimum 3.000 kilocycles ou encore 3 mégacycles. Retenez que chaque point ne nécessite à lui seul que la moitié d'une oscillation.

LUD. — Le total est déjà respectable.

PAR. — Ces 3.000.000 de périodes constituent la « fréquence de modulation », généralement appelée « vidéo-fréquence », destinée

à moduler l'onde porteuse, de même que la modulation microphonique, en radio, module l'onde fondamentale en créant de part et d'autre de celle-ci des ondes supplémentaires qui représentent, pour ainsi dire, le « clavier » des fréquences musicales.

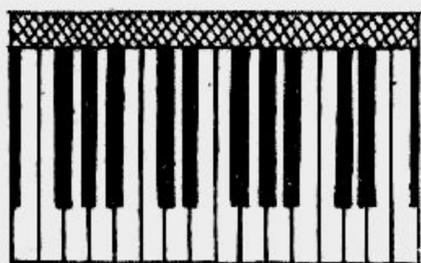


Fig. 63

Clavier musical et bandes latérales de modulation.

LUD. — Vous avez ajouté que ces ondes adjacentes, les unes plus courtes, les autres plus longues que l'onde porteuse, se nomment « bandes latérales de modulation ».

Bandes latérales. — PAR. — Très bien. Si l'onde initiale est représentée par F , la plage occupée par les bandes de modulation sera de $F - 3Mc.$ et $F + 3Mc.$ Avec ces 6 Mc (ou 6.000 kilocycles), nous voilà loin des 9 kilocycles qui caractérisent les transmissions de

dant qu'amorcer les difficultés à vaincre. En effet, nous n'avons envisagé jusqu'ici que les fréquences de modulation (vidéo-fréquence) issues de la caméra. Or, la fréquence de l'onde porteuse doit être dix à quinze fois plus élevée que celles-ci pour pouvoir être modulées convenablement par elles. C'est d'ailleurs ce qui se passe également en radio. Examinez ce croquis (fig. 64). La gravure 1 représente les oscillations alternatives de l'onde porteuse en l'absence de toute modu-

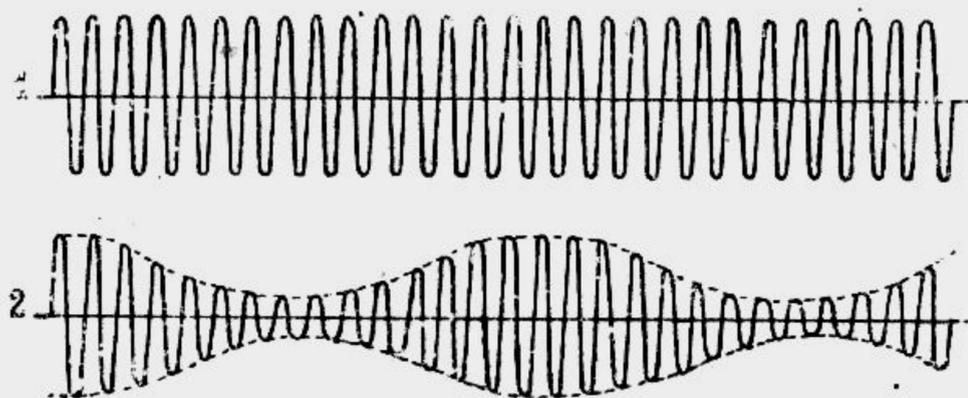


Fig. 64

1. — Onde porteuse en l'absence de toute modulation.

2. — Même onde modulée par le courant de la caméra.

T.S.F. ! L'espace occupé par ces oscillations s'étalerait donc 650 fois plus (en chiffre rond) qu'une émission musicale, et l'émission de télévision accaparerait, dans l'éther, la place de toutes les stations de radiophonie, si on lui attribuait un emplacement dans les fréquences habituelles de radio, même lorsque, par un artifice spécial, on supprime l'une des

l'onde porteuse en l'absence de toute modulation. La figure 2 nous montre cette même onde modulée par le courant photoélectrique.

LUD. — Je comprends. Chaque période de la modulation, représentée par la ligne courbe pointillée, contient un certain nombre de périodes de l'onde-support, figurée par la ligne sinusoïdale intérieure.

PAR. — Avec la finesse d'analyse actuelle (450 lignes) et les fréquences de modulation précitées, la fréquence de l'onde porteuse doit être d'environ 40 ou 50 mégacycles ; ce qui exclut à la fois les G.O. et les P.O. En fait, la télévision française a fixé la fréquence de l'onde porteuse à 46 mégacycles.

LUD.* — Comme je suis encore peu familiarisé avec ces notions de fréquences, voudriez-vous les traduire en longueurs d'onde ?

Longueurs d'onde.

PAR. — Il nous fallait cette explication préliminaire pour y arriver. Nous y voilà. Vous savez que les ondes électromagnétiques parcourent 300.000.000 de mètres par seconde. Comme l'émetteur lance dans l'espace 46.000.000 d'ondes pendant ce même temps (soit 46.000.000 de périodes ou cycles, ou 46.000 kilocycles, ou enfin 46 mégacycles), la longueur de chacune d'elles est de $300.000.000 : 46.000.000 = 6.52$ mètres. L'encombrement de l'éther par cette station est de $46 + 3$ à $46 - 3$ Mc., représentant (calcul identique au précédent) 6 m. 12 à 6 m. 97.

LUD. — Pourriez-vous me dire, à titre documentaire, ce qu'il adviendrait en utilisant une onde plus grande, 30 mètres par exemple ?

PAR. — Celle-ci correspond à 10.000.000 de périodes, soit 10 mégacycles. La zone occupée s'étendrait de $10 + 3$ à $10 - 3$ Mcs/., représentant 23 m. à 42 m. 85, soit la presque totalité de la zone des ondes courtes radiophoniques pour une seule station de télévision.

LUD. — Il y a donc nécessité d'utiliser des ondes très courtes et des fréquences très élevées.

PAR. — Et cette obligation s'imposera encore davantage si l'on augmente le nombre de lignes d'exploration du sujet. Or cette éventualité est sur le point de se produire,

puisque la définition à 450 lignes n'est que provisoire, ainsi que je vous l'ai dit.

LUD. — Oui. Elle doit être remplacée prochainement par celle de 819 lignes.

PAR. — Ce qui entraînera une augmentation de la fréquence et une réduction de la longueur d'onde. Les nouveaux émetteurs permettront de transmettre aux environs de la longueur d'onde de 1 m. 50, la largeur de bande exigée par l'image de haute qualité. Indépendamment de cet avantage, la nouvelle « définition » donnera la possibilité d'associer plus intimement la télévision à la projection cinématographique, de mettre définitivement au point le télécinéma, et de donner son plein effet à la télévision en couleurs, à laquelle sera adapté tout le matériel du réseau de la télévision nationale.

LUD. — Voilà un magnifique programme. Pourra-t-on en bénéficier sur toute l'étendue du territoire ?

Transmission du son.

PAR. — Avant de répondre à votre question, je complète ces notions de fréquences et de longueurs d'onde par quelques mots sur la transmission du son, qui se fait parallèlement à celle des signaux de vision, car vous ne désireriez certainement pas une télévision muette.

LUD. — Pas plus que le cinéma muet, depuis que je connais les films parlants.

PAR. — Cette émission s'effectue à l'aide de dispositifs comparables à ceux de la radio. Les fréquences généralement utilisées sont également situées dans la gamme des ondes ultra-courtes et l'écart entre la fréquence de « son » et celle de « vision » est d'environ 5 mégacycles par seconde, ce qui permet, comme nous le verrons un peu plus tard, d'utiliser non seulement le même récepteur (super ou poste à amplification directe), mais la même antenne pour le son et la vision.

LUD. — Voilà une simplification qui me paraît fort intéressante.

PAR. — Je vous ai dit que la zone occupée par la télévision nationale actuelle s'étend de 49 à 43 mégacycles, soit de 6 m. 12 à 6 m. 97 de longueur d'onde. On a affecté au « son » la fréquence de 42 mégacycles (7 m. 14 de longueur d'onde). Cette émission radiophonique nécessite naturellement une antenne d'émission séparée et placée dans les mêmes conditions, puisque ces ondes ultra-courtes ont les mêmes exigences que leurs co-associés.

Champ d'émission.

PAR. — Je reviens donc à la question que vous m'avez posée sur le rayonnement, ou mieux, la « portée » des émissions de télévision. Vous savez que les ondes ultra-courtes se comportent un peu comme les ondes lumineuses et ne permettent d'envisager une liaison qu'entre deux points « visibles » l'un pour l'autre, c'est-à-dire éloignés de 50 à 100 kilomètres, selon l'élévation de l'antenne au-dessus du sol.

LUD. — En somme, ces vibrations ne porteraient pas plus loin qu'un phare.

PAR. — La comparaison est exacte ; les obstacles interposés constituant autant d'écrans qui limitent leur parcours. Cela vous explique pourquoi on a utilisé la plate-forme supérieure de la Tour Eiffel pour l'émission des signaux de télévision. A cette hauteur, la portée optique est d'environ 70 à 80 kilomètres. Si l'antenne de réception a elle-même une hauteur de 20 mètres au-dessus du sol, cette portée est accrue d'environ 20 km. (soit au total une centaine).

LUD. — Vous m'avez dit autrefois que les ondes radiophoniques se propagent non seulement « directement » entre l'émetteur et le récepteur, mais aussi sous forme d'ondes « réfléchies », après avoir atteint la couche ionisée de la haute atmosphère, ce qui leur

donne une portée beaucoup plus grande. N'en est-il pas de même avec les ondes de télévision ?

PAR. — Ici encore, votre mémoire est en défaut. Je vous ai dit que les ondes ultra-courtes n'étaient pas « réfléchies », mais « absorbées » par la couche ionisée et que leur réception à grande distance était ainsi rendue impossible. On cite bien des émissions qui ont atteint plusieurs centaines et même quelques milliers de kilomètres ; mais ces portées sont absolument exceptionnelles, et sont dues à certains états physiques des hautes couches de l'atmosphère. D'ailleurs, si l'onde porteuse est reçue accidentellement à ces distances, les images elles-mêmes sont constamment déformées par un violent fading dû aux variations perpétuelles de ces couches. En pratique, la portée des émetteurs de télévision se trouve bien être celle que découvrirait un observateur placé en haut de l'antenne d'émission.

En résumé.

Une brève récapitulation ne sera pas inutile pour la bonne compréhension des phénomènes exposés... Si la radio se contente d'une bande de fréquences assez étroite (9 kc.) pour la transmission de la parole et de la musique, la télévision exige une bande beaucoup plus large (de 600 à 1.000 fois) pour la transmission des images, chaque point de celles-ci représentant un signal particulier. Il en résulte que les ondes porteuses correspondantes sont de fréquences très élevées et ne peuvent trouver place que dans la zone des ultra-courtes.

Or, les O.T.C. se propagent en ligne droite, comme les ondes lumineuses, et ne permettent de liaison efficace qu'entre deux points « visibles » l'un pour l'autre, ce qui réduit considérablement leur portée et exige des antennes d'émission très élevées.

Normes des Emissions

Provisoires (450 lignes).

Longueur d'onde vision : 6 m. 52 (46 Mc/s) ;

Longueur d'onde son : 7 m. 14 (42 Mc/s) ;

Polarité de transmission : positive ;

Nombre d'images par seconde : 50 demi-images entrelacées, soit 25 images complètes ;

Nombre de lignes par image complète : entre 440 et 455 (450 pour le Poste National) ;

Format de l'image (larg./haut.) : 4 sur 3.

Durée des signaux de synchronisation lignes : 18 % \pm 2 % de la période complète ;

Durée des signaux de synchronisation images : signaux de vision interrompus pendant au moins 15 lignes par 1/2 image (7 % analyse complète) ;

Transmission des signaux de vision : valeur maximum amplitude HF rayonnée : 100 %. Amplitudes inférieures à 30 % réservées aux signaux de synchronisation. Amplitudes entre 30 % et 100 % utilisées pour les signaux de vision proprement dits ; le blanc correspondant à 100 % HF, le noir à 30 %.

Définitives (819 lignes).

Fréquence émetteur vision : 185.25 Mc/s ;

Fréquence de l'émetteur son : 174.1 Mc/s ;

Polarité de transmission : positive ;

Nombre d'images par seconde : 50 demi-images, 25 complètes. Synchr. : sur secteur du studio.

Nombre de lignes par image complète : 819 lignes entrelacées, donc 409 1/2 par trame ;

Format image : 4,12 \times 3 (comme film sonore) ;

Durée des signaux de synchronisation lignes : 16 % période complète du balayage lignes ;

Durée des signaux de synchronisation images : lignes noires portant la durée totale de l'interruption des signaux vision à 2 milli-secondes ;

Transmission des signaux de vision : Largeur totale du canal de HF : 14 mégacycles. Signaux de vision transmis avec atténuation de la bande latérale supérieure. Le son est transmis par un autre émetteur, avec fréquence porteuse séparée de 11,15 mégacycles de la fréquence porteuse de vision.



9. RÉCEPTION

Principes généraux

A l'émission, la caméra a exploré « point par point » l'image ou la scène télévisée. Le rôle du récepteur sera de reconstituer celle-ci, également point par point, en donnant à chacun d'eux l'intensité lumineuse qui lui est propre et en les disposant dans le même ordre qu'à l'émission, à une cadence rigoureusement identique à celle de la caméra d'exploration. Examinons les différentes phases de cette opération.

Généralités.

PAR. — Nous voilà donc arrivés, mon cher filleul, à la partie de nos causeries que vous attendiez avec impatience, ce que je conçois fort bien, car l'émission et la transmission ne constituent que des notions préliminaires qui sont hors du domaine de l'amateur. Celles-ci ne vous seront cependant pas inutiles : elles vous permettront de saisir avec plus de netteté le mécanisme de la réception.

LUD. — Je ne vous cacherai pas ma satisfaction, et je suis tout oreilles pour m'assimiler au mieux cette partie capitale. Entrons donc dans mon domaine.

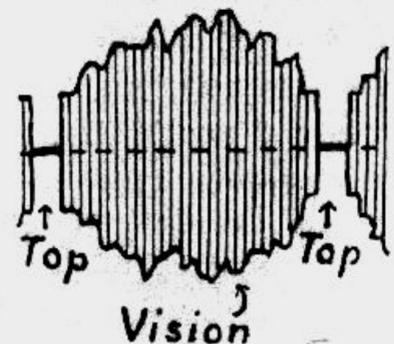
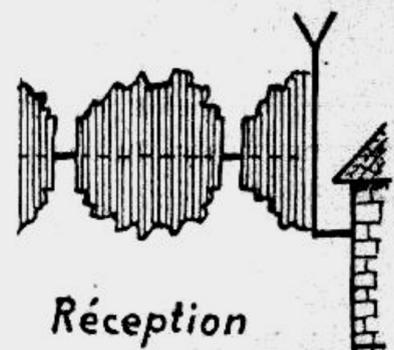
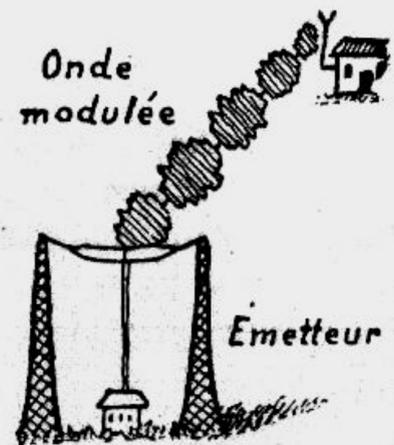
PAR. — Avant d'y pénétrer, rappelons tout d'abord la physionomie des visiteurs que vous aurez à accueillir, ou si vous préférez, la nature des courants qui atteignent l'antenne de réception... Les signaux transmis par le poste émetteur parviennent à l'aérien sous forme d'ondes électromagnétiques, ou mieux d'oscillations à haute fréquence modulées par l'intensité lumineuse des différents points du sujet transmis, et par les signaux de synchronisation...

LUD. — ...Comme parviennent au collecteur d'ondes de radio les oscillations HF modulées par les courants microphoniques.

PAR. — Oui. Mais ne poussez pas trop loin la similitude... Donc les signaux sont captés par l'antenne ; comme ils sont très faibles, une amplification de haute fréquence leur donne une intensité convenable : puis la détection en extrait la modulation, après suppression de l'onde porteuse ; une nouvelle amplification, dite de vidéo-fréquence, augmente la puissance des courants détectés.

LUD. — Quelle est la signification exacte de cette expression « vidéo-fréquence », que vous avez employée plusieurs fois.

PAR. — Le terme vidéo signifie « vision ». La vidéo-fréquence, en télévision, correspond à la basse fréquence, en radio ; elle comprend



les signaux d'image proprement dits (succession des impulsions correspondant aux variations de brillance des points de la scène télévisée) et les signaux de synchronisation, dépouillés de l'onde porteuse... Je continue... Après l'amplification de vidéo-fréquence, un traducteur courant-lumière transforme les variations de tensions en variations de lumière et donne naissance à un faisceau qui reproduit l'image sur l'écran.

LUD. — En résumé, il y a beaucoup d'analogie entre le récepteur de radio et le récepteur de télévision.

Caractéristiques.

PAR. — Apparemment, oui. Mais un examen plus approfondi met en relief leurs différences... Tout d'abord la nécessité de recourir aux très hautes fréquences pour la transmission des scènes, exige la construction de récepteurs appropriés aux ondes très courtes, dont la portée ne peut guère dépasser 80 à 100 kilomètres, tandis que les récepteurs de radiophonie utilisent toutes les gammes d'ondes et les émissions peuvent avoir un champ de plusieurs milliers de kilomètres.

LUD. — Cette différence découle, en effet, de ce que vous m'avez dit dans notre causerie précédente sur la « transmission ».

PAR. — Ce n'est pas tout. Tandis que les appareils de radio doivent être très sélectifs, avec bande passante maxima de 9 à 10 kilocycles, les téléviseurs imposent une préoccupation inverse aux constructeurs, car la largeur de bande peut être jusqu'à 1.200 fois plus grande (6 à 12 mégacycles, selon la finesse d'exploration). Je vous dirai ultérieurement quels moyens sont utilisés pour livrer passage à cette bande de modulation. Enfin, alors qu'en radio le courant de sortie est transformé en ondes sonores par un haut-parleur, en télévision, il devient un flux lumineux dont

je vous parlerai dans notre prochain entretien... Vous voyez que la ressemblance entre ces deux types d'appareils est loin d'être complète.

Triple opération.

PAR. — Pour nous résumer et mettre de l'ordre dans les idées, j'ajoute que la réception comporte les trois phases suivantes : a) captation des ondes, amplification HF (changement de fréquence éventuel), détection et amplification de vidéo-fréquence. — b) Traduction du courant modulé en faisceau lumineux présentant des variations d'intensité proportionnelles. — c) Reconstitution de l'image par regroupement des points dans un ordre semblable à celui de l'émission, avec système de synchronisation. Voici une gravure qui schématise ces phases (fig. 66).

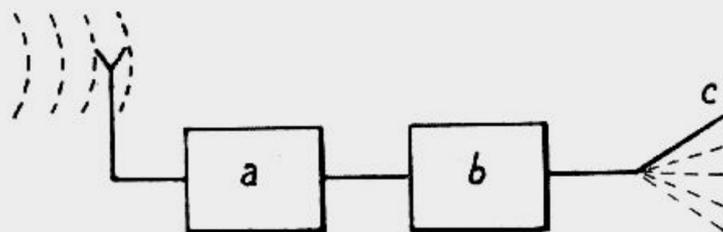


Fig. 66

Schéma général de réception.

LUD. — Pourriez-vous me donner dès maintenant un aperçu des différents étages qui doivent réaliser ces trois opérations ?

PAR. — En voici une énumération succincte. Tout d'abord le récepteur proprement dit : amplification HF (avec ou sans changement de fréquence) ; amplification MF éventuelle ; détection ; amplification vidéo. Ensuite : séparation des signaux de synchronisation ; bases de temps, lignes et images ; alimentation du récepteur et du tube cathodique.

LUD. — Vous avez dit précédemment : changement de fréquence « éventuel ». Ce mode de réception n'est donc pas toujours utilisé ?

Amplification et détection.

Amplification directe. — PAR. — Non. Comme pour la radio, on peut utiliser un récepteur à amplification directe ou un changeur de fréquence. Dans le premier cas, le montage est simplifié et les inconvénients signalés en radio ne se présentent pas (multiplicité des accords), car on ne reçoit (jusqu'alors) qu'une seule station et le récepteur est réglé une fois pour toutes. Mais ce mode de réception fournit moins de sensibilité que le changement de fréquence. Il convient donc pour une station assez rapprochée. Il sera, par contre, à délaissier quand on aura le choix entre différentes émissions.

Changement de fréquence. — Le récepteur à changement de fréquence est, comme je viens de vous le dire, plus sensible que le précédent ; mais on lui reproche un bruit de fond plus prononcé. Autre avantage : il permet de recevoir à la fois, avec plus de facilité, l'émission « vision » et l'émission « son » à l'aide de la même antenne ; les deux séries d'oscillations sont dissociées à la sortie de la lampe de conversion et dirigées vers leurs amplificateurs particuliers. Nous reviendrons sur ce point... On peut d'ailleurs combiner ces deux modes de réception en disposant un étage HF avant le changement de fréquence. Le bruit de fond est considérablement réduit et la sensibilité se trouve accrue.

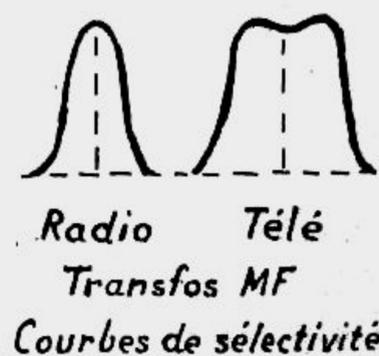
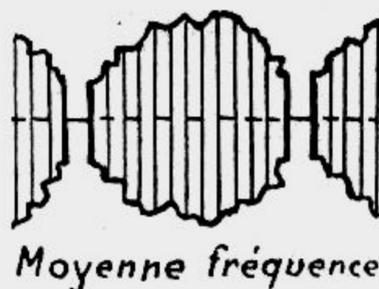
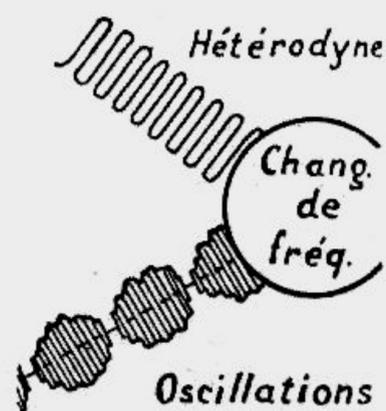
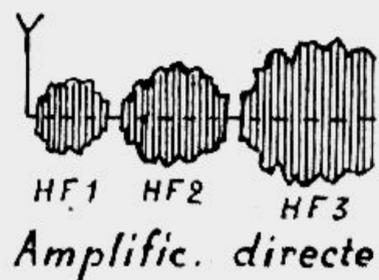
Moyenne fréquence. — LUD. — Après le changement de fréquence, le récepteur comporte vraisemblablement un amplificateur MF, comme en radio.

PAR. — Naturellement. L'oscillateur local (hétérodyne) agit sur les oscillations HF captées par l'antenne et produit un « battement », appelé fréquence intermédiaire ou moyenne fréquence, qui est amplifiée par plusieurs étages. Cette fréquence est plus basse que celle de l'onde initiale, ce qui permet d'obtenir un meilleur rendement, un gain d'étage plus élevé et un fonctionnement plus normal des lampes. Chacune de celles-ci est reliée à la suivante par un circuit accordé sur la fréquence de conversion, qui est généralement voisine de 13 mégacycles.

LUD. — L'obligation de transmettre cette large bande exige probablement des montages spéciaux.

PAR. — Ainsi que vous vous en rendez compte, on ne peut utiliser, comme en radio, des transformateurs sélectifs, mais des circuits suffisamment amortis. On obtient ce résultat soit en utilisant le couplage par résistance-capacité, soit en réduisant la sélectivité des transformateurs à l'aide de résistances-shunt, soit enfin en désaccordant les circuits par rapport à la fréquence de base.

Détection. — PAR. — Les courants amplifiés en MF ne peuvent être utilisés tels quels à la sortie du récepteur, pas plus qu'en radio d'ailleurs. Il faut les détecter. Vous souvenez-vous de cette opération ?



LUD. — Très nettement. Elle consiste à extraire la modulation des oscillations de haute fréquence en supprimant tout simplement celles-ci, qui n'ont plus aucune utilité. Elle est la contre-partie de la « modulation ». A l'émission, on a incorporé les courants microphoniques (concerts, causeries) de l'auditorium à l'onde porteuse, en vue d'un transport à grande distance ; on a ainsi obtenu la haute fréquence modulée. A la réception, on « décapite » les oscillations HF pour ne laisser subsister que la modulation, c'est-à-dire un courant variable de fréquence musicale, qui est appliqué à la bobine mobile du haut-parleur.

le faisceau lumineux. Cette tension vidéo-fréquence, recueillie sur l'anode de la diode, est amplifiée, comme on amplifie la basse fréquence du récepteur radiophonique, avec cette différence que l'amplificateur V.F. doit répondre aux exigences de la large bande à transmettre.

Traduction courant-lumière.

LUD. — Si les étages précédents ont quelque analogie avec ceux de la radio, il n'en est plus de même, sans doute, pour l'organe de sortie.

PAR. — Aucune ressemblance ; car aux lieu

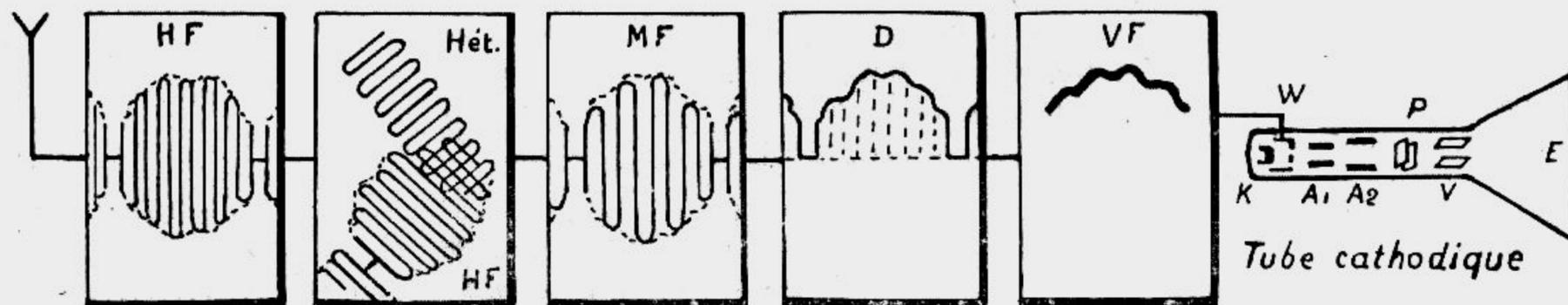


Fig. 67

Modifications successives des courants à la réception.

PAR. — C'est parfait. De même, en télévision, le détecteur sépare les signaux de vision issus de la caméra (ainsi que les signaux de synchronisation qui leur ont été incorporés) de l'onde porteuse, qui n'a plus son utilité. On obtient ainsi la vidéo-fréquence, qui est généralement amplifiée avant d'être appliquée à la grille du tube cathodique. Vous savez que cette détection est obtenue à l'aide d'une valve (diode, par exemple) à conductibilité unilatérale.

Vidéo-fréquence. — Ce courant modulé provenant du détecteur est donc amplifié avant de servir à la reconstitution de l'image.

PAR. — Oui ; car il est bien rare que la tension obtenue à la sortie de la détectrice soit suffisante pour moduler convenablement

et place du haut-parleur, qui a pour rôle de reconstituer les ondes sonores, se trouve un tube cathodique, qui doit traduire en variations de luminosité les variations de tensions fournies par l'amplificateur de vidéo-fréquence. Nous étudierons cet organe en détail dans notre prochain entretien.

LUD. — Pouvez-vous me donner en quelques mots une idée de son fonctionnement ? Vous allez dire que je suis bien curieux.

PAR. — La curiosité n'est pas toujours un défaut... Ce tube a la forme d'un gros entonnoir allongé, la partie évasée se terminant par un écran fluorescent E sur lequel apparaît l'image. A l'extrémité la plus étroite se trouve une cathode K, qui émet un faisceau lumineux

d'électrons. Ce faisceau, attiré vers l'écran par des anodes A_1 et A_2 portées à une forte tension positive, forme sur celui-ci une petite tache lumineuse, appelée « spot ». Sur son parcours, se trouve une sorte de grille W (cylindre de Wehnelt), qui reçoit la tension variable de la vidéo-fréquence et « module » à tout instant le faisceau. Il s'ensuit que chaque point « semé » pour ainsi dire sur l'écran a la même luminosité que le point correspondant du sujet exploré par la caméra.

LUD. — Je comprends ce procédé de modulation du faisceau et du spot terminal ; mais je ne vois pas comment on parvient à répartir ces points sur l'écran pour reconstituer l'image.

Bases de temps.

PAR. — Faites appel à vos souvenirs en ce qui concerne le tube d'émission... Il est bien certain que si ce filet lumineux était immobile dans le tube cathodique, le spot resterait à la même place, avec une brillance plus ou moins accentuée ; mais un dispositif spécial lui fait subir une déviation horizontale, pour la formation des lignes, et un déplacement vertical, pour la reconstitution de l'image entière. Cette double déviation est obtenue par un champ électrique (plaques P et V) ou par un champ magnétique (bobines).

LUD. — Le filet reproduit donc les mouvements du faisceau d'exploration dans le tube d'analyse.

PAR. — Exactement. Les points sont disposés sur l'écran dans le même ordre et avec le même rythme qu'à l'émission. Comme chacun d'eux a la même luminosité que le point correspondant du sujet, l'image se trouve ainsi reconstituée. Nous verrons prochainement en détail le mécanisme de ce « balayage » et le fonctionnement des générateurs de tensions en « dents de scie », appelés généralement « bases de temps ».

Synchronisation.

LUD. — Vous m'avez dit, en parlant de l'émission, qu'un système spécial permettait d'obtenir une concordance absolue entre le balayage de la caméra et celui du tube cathodique.

PAR. — La nécessité de cette concordance est d'autant plus impérieuse qu'un simple décalage d'un millionième de seconde entraînerait un brouillage de la réception. Il faut qu'il y ait un synchronisme parfait entre l'émetteur et le récepteur. On parvient à ce résultat en déclenchant les bases de temps à l'aide de signaux dits de « synchronisation » envoyés par l'émetteur à la fin de chaque ligne et de chaque image.



LUD. — C'est ce qu'on appelle les tops.

PAR. — Oui. L'émetteur joue ainsi le rôle de contrôleur. Ces signaux ont été incorporés, à l'émission, aux signaux de vision proprement dits, et doivent en être séparés par un étage particulier du récepteur. Ici encore, je ne vous donne qu'un aperçu général : nous reviendrons plus amplement sur ce sujet.

Son.

PAR. — Pour terminer cette description sommaire du récepteur, je dois ajouter quelques mots sur la réception du « son », qui accompagne la vision. Je vous ai dit que le poste d'émission de la Tour Eiffel fournit une fréquence de 46 mégacycles (6 m. 52) pour la vision et que l'émetteur « son » est réglé sur 42 mégacycles (7 m. 14 de longueur d'onde).

LUD. — Il faut donc deux récepteurs différents pour capter l'un et l'autre. Voilà qui va augmenter les complications... et la dépense.

PAR. — Evidemment un récepteur particulier est nécessaire pour la vision, et un autre pour le son ; mais ces deux montages sont placés généralement dans le même coffret. Je vous ai dit, d'autre part, qu'on pouvait n'utiliser qu'une seule antenne et le même changement de fréquence (quand on utilise ce procédé).

LUD. — Il n'y a donc pas à craindre de brouillages entre les deux fréquences ?

PAR. — Non, quand les circuits sont établis avec soin. Vous allez me comprendre. Vous savez que l'émetteur de vision (provisoire) est réglé sur 46 mégacycles, et l'émetteur « son » sur 42 Mc. En supposant que la fréquence intermédiaire (MF) du premier ait été choisie à 13 Mc., comme je vous l'ai dit précédemment, l'oscillateur local (hétérodyne) devra donc être réglé sur $46 + 13 = 59$ mégacycles ou $46 - 13 = 33$ mégacycles. Prenons ce second chiffre de préférence.

LUD. — Pourquoi le choisissez-vous ?

PAR. — Vous allez le savoir dans un instant. Il se produit deux interférences, ou, si vous le préférez, deux « battements ». Le premier, entre les oscillations « vision » captées par l'antenne (46 Mc.) et l'oscillateur local (33 Mc.), soit 13 Mc., fréquence que nous avons choisie et qui est dirigée sur la MF (moyenne fréquence) du téléviseur proprement dit, accordée sur 13 Mc. (environ 23 mètres de longueur d'onde). Le second, entre les oscillations « son » également captées par l'antenne (42 Mc.) et ledit oscillateur (33 Mc.), soit 9 Mc. (environ 33 mètres) pour la fréquence « son », dirigé sur la MF du récepteur « son » (accordée sur 9 Mc.), puis détecté, amplifié en BF et appliqué au haut-parleur. Le choix de cette fréquence intermédiaire pour le son, moins élevée que la précédente, permet d'utiliser un récepteur « son » se rapprochant des types ordinaires O.C. (ondes courtes) utilisés en radiophonie.

LUD. — Ma curiosité est encore une fois satisfaite.

Alimentation.

PAR. — Nous terminerons cet examen sommaire du récepteur de télévision par quelques indications générales sur son alimentation ; puis je vous remettrai de nouveau un petit résumé récapitulatif des notions qui précédent... On prévoit généralement deux systèmes d'alimentation séparés pour le téléviseur : l'un concerne le récepteur proprement dit (partie « son » comprise et les bases de temps) ; l'autre se rapporte uniquement au tube cathodique.

LUD. — Pourquoi cette double alimentation ?

PAR. — Parce que les caractéristiques sont très différentes. Alors que récepteur et bases de temps se contentent de tensions de 300 à 500 volts et consomment de 150 à 200 mA., le tube à rayons cathodiques exige fréquemment 5.000 volts et plus et n'absorbe que 1 ou 2 mA. Nous ne parlerons, pour l'instant, que de l'alimentation du récepteur.

LUD. — Celle-ci ne doit pas différer beaucoup,

dans ce cas, de l'alimentation des récepteurs de radiophonie.

PAR. — Non. On utilise le courant alternatif, avec transformateur approprié et redressement par valve. Le chauffage des filaments ne présente rien de particulier ; mais le filtrage de la haute tension doit être aussi complet que possible, afin de ne pas troubler la réception. Il est recommandable, à cet effet, d'utiliser au moins deux cellules. Dans certains cas, on emploie également deux valves, chacune redressant une alternance. Vous aurez les schémas en temps utile... Voici maintenant le résumé.

En résumé.

L'antenne réceptrice est généralement du type dipôle, appelée encore doublet, accordée au quart d'onde. Pour l'émission de la Tour, faite sur 6,52 mètres, elle comprendra donc deux tiges de $6,52 : 4 = 1 \text{ m. } 63$ chacune, non compris la descente.

Cet aérien capte l'onde porteuse modulée dans laquelle sont incorporés les tops de synchronisation. Les oscillations sont amplifiées par plusieurs étages à haute fréquence, s'il s'agit d'un récepteur à amplification directe, ou dirigées vers l'étage changeur de fréquence, si l'on dispose d'un super. Ce dernier peut d'ailleurs être précédé d'un étage haute fréquence à large bande passante, qui donne plus de sensibilité au récepteur (HF et Ch. F, gravure page suivante).

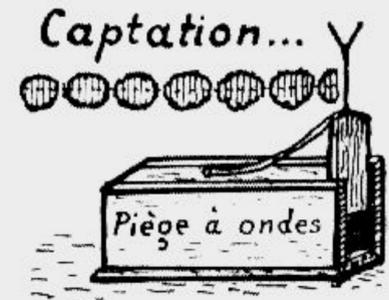
A la sortie du changeur de fréquence, on recueille deux battements : l'un qui intéresse le « son » ; l'autre qui se rapporte aux signaux de « vision ». Le premier est amplifié en MF (son), puis détecté (D) et amplifié en basse fréquence (BF) pour agir utilement sur le haut-parleur (HP).

Le second est dirigé vers le ou les étages MF (vision), puis détecté (D). A la sortie du détecteur, un étage spécial (S) sépare les tops de synchronisation des courants de vidéo-fréquence. Ces derniers sont amplifiés par l'étage VF et appliqués à la grille du tube cathodique, (cylindre de Wenhelt W) en vue de la modulation du faisceau lumineux émis par la cathode K.

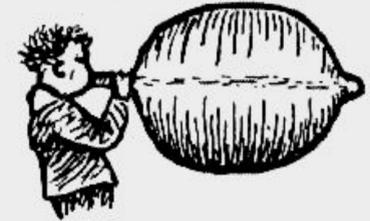
Ce faisceau électronique est attiré et concentré par les anodes A_1 et A_2 portées à une forte tension positive ; il parvient ainsi à l'écran fluorescent E, qu'il « balaie » sous l'action des plaques de déflexion P et V, et reconstitue l'image.

Les signaux de synchronisation, séparés par l'étage S, sont dirigés vers les bases de temps, auxquelles ils imposent un rythme rigoureusement semblable à celui de l'exploration.

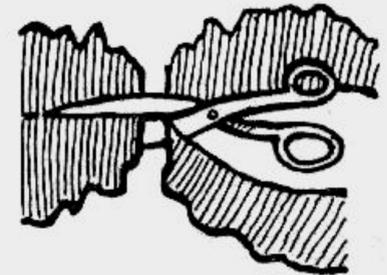
Les signaux de ligne commandent le générateur en dents de scie (BTL), qui agit sur les plaques défectrices P (déplacements horizontaux du faisceau lumineux), et les signaux d'image, différents des premiers,



Amplification



Détection



Commande du balayage



Contrôle



Reconstitution

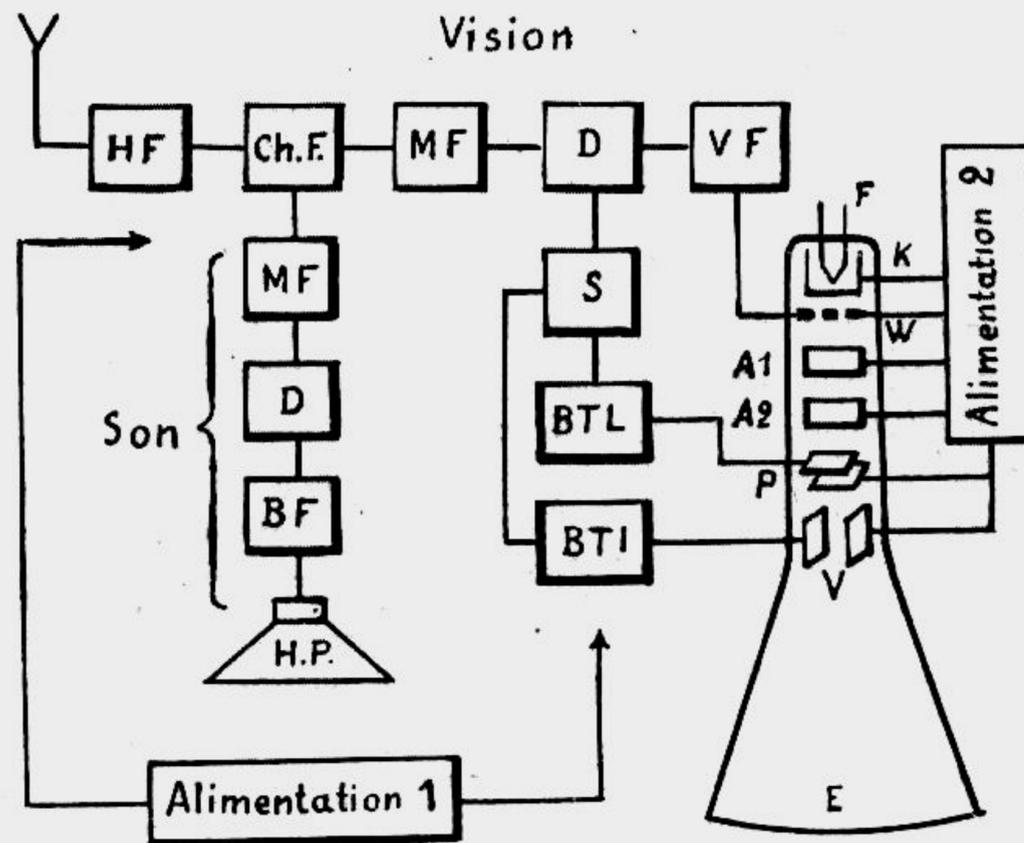


contrôlent le générateur correspondant (BTI), qui assure les déplacements verticaux par l'intermédiaire des plaques V (Nous supposons que la commande est électrostatique).

Le spot du mince filet lumineux balaie ainsi l'extrémité évasée du tube cathodique, à la cadence voulue, et comme son intensité lumineuse, constamment modulée par la grille (W),

est identique à celle de chacun des points correspondants du sujet exploré à l'émission, la scène télévisée se trouve reconstituée sur l'écran fluorescent E.

L'alimentation (1) est utilisée pour le récepteur « son », le récepteur « vision » et les bases de temps ; l'alimentation (2) intéresse uniquement le tube cathodique.



10. TRADUCTION COURANT-LUMIÈRE

Le tube à rayons cathodiques

En possession des notions générales qui concernent la réception, il nous faut examiner en détail les principaux organes utilisés, et faire connaissance tout d'abord avec le tube à rayons cathodiques, pièce essentielle sans laquelle la télévision n'aurait pu exister. C'est ce tube, en effet, qui a pour rôle de traduire en lumière les variations de tensions fournies par le récepteur proprement dit.

Procédés anciens.

PAR. — Nous consacrerons notre entretien d'aujourd'hui à l'étude d'un des phénomènes principaux de la réception. Vous savez que pour transmettre au loin les ondes lumineuses provenant du sujet, il a fallu transformer celles-ci en courants électriques, puis en ondes électromagnétiques, qui ont été captées par l'antenne de réception, amplifiées et détectées par le récepteur.

LUD. — Et maintenant il nous faut envisager l'opération contraire, c'est-à-dire la traduction des courants électriques en lumière.

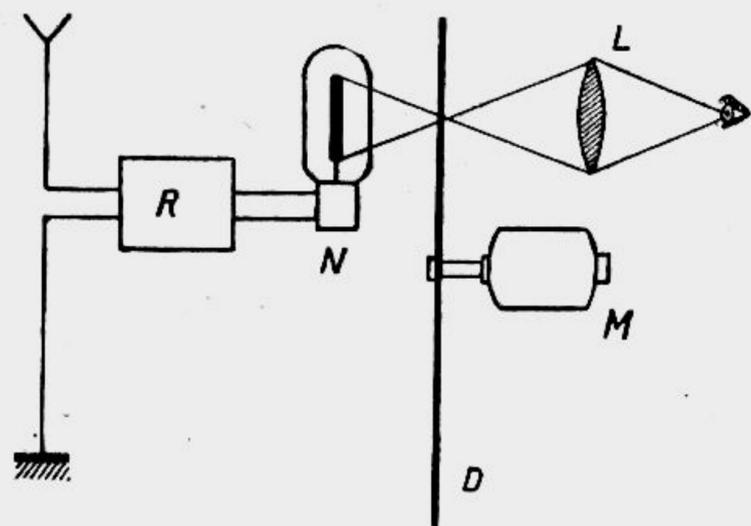


Fig. 70

Récepteur de télévision
à lampe au néon et disque spirale.

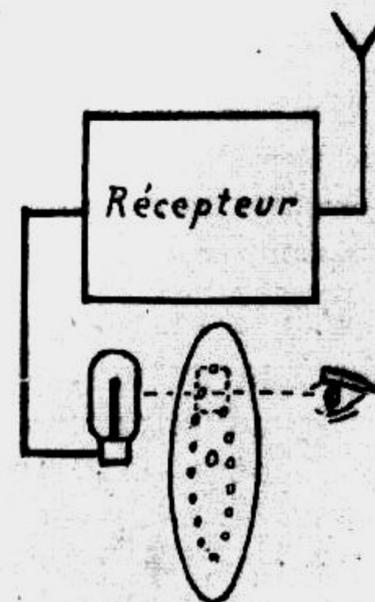
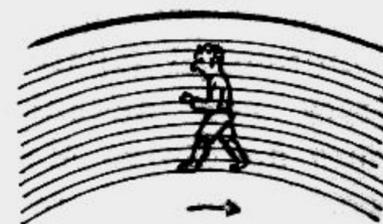
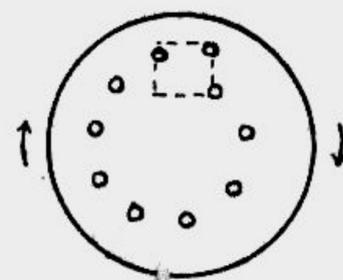
à 120 lignes. Ce disque spirale était employé conjointement avec une lampe au néon, qui jouit de la propriété de donner une luminescence proportionnelle à la tension appliquée à ses électrodes.

LUD. — C'est le dispositif employé que représente ce schéma ?

PAR. — Exactement. Avant d'entrer dans le détail des méthodes modernes, je crois utile de vous dire quelques mots des procédés mécaniques anciens, ce qui facilitera l'assimilation des notions ultérieures.

LUD. — Allons-nous revenir au disque de Nipkow, utilisé autrefois à l'émission ?

PAR. — C'était, en effet, l'une des réalisations classiques, lorsque la définition des images se limitait de 60



PAR. — Les ondes captées par l'antenne sont amplifiées et détectées par le récepteur R, qui transmet à la lampe au néon N, des tensions d'intensité variable correspondant aux divers points de la scène télévisée. Un disque spirale D, entraîné par le moteur M, tourne rapidement devant cette lampe. Les luminosités transmises par les perforations successives sont dirigées vers l'œil par la lentille L : chaque trou du disque reproduit une ligne de la scène, avec les intensités correspondant à chaque point.

LUD. — Je comprends. Toutes les lignes de l'image défilent ainsi rapidement devant l'œil. La rétine en conserve un souvenir global et donne l'impression d'une scène complète.

PAR. — J'ajoute que si 25 scènes sont ainsi transmises par seconde, l'œil a non seulement l'illusion de voir une image entière, mais également l'animation de celle-ci.

Le tube cathodique.

PAR. — Pour permettre la télévision à haute définition, il fallait mettre au point des systèmes non mécaniques, car le nombre de tours du disque était limité et la luminosité insuffisante. Les recherches ont abouti à la construction d'un tube spécial désigné sous le nom d'« oscillographe cathodique ». Cet organe a une étroite parenté avec l'iconoscope, dont vous vous rappelez certainement la constitution.

LUD. — Je crois. Dans ce tube, un flux électronique, issu d'une cathode, balaie l'écran-mosaïque sur lequel on a projeté l'image à transmettre.

PAR. — Eh bien, dans l'oscillographe cathodique, un même faisceau, d'origine identique, balaie un écran fluorescent, en reconstituant les éléments de l'image.

Principe. — PAR. — Avant d'entreprendre sa description, il est bon de rappeler le fonctionnement d'un tube à vide, dont la lampe

de T.S.F. est le prototype. Vous savez qu'une cathode (ou un filament) portée dans le vide à une certaine température, émet des électrons, qui s'agitent autour d'elle et peuvent même la quitter définitivement...

LUD. — ... s'ils se trouvent attirés par une plaque métallique (ou anode) portée à une tension positive suffisamment élevée.

PAR. — Dans une telle lampe, les électrons sont émis d'une manière diffuse par la cathode et se rendent à la plaque en un faisceau qui tend à s'étaler en éventail. Le courant ainsi établi par ces corpuscules porte le nom de courant anodique. Si une telle plaque est percée d'un petit trou, vous ai-je dit en parlant de l'iconoscope, la plupart des électrons sont arrêtés par celle-ci ; mais un certain nombre d'entre eux passent par l'ouverture et continuent leur marche au delà de cette plaque, ainsi que vous le voyez sur ce croquis (fig. 71-I).

LUD. — Comme le plomb du chasseur tirant sur une plaque perforée.

PAR. — Vous avez bonne mémoire... Portez maintenant vos regards sur le croquis voisin. En avant de la cathode C est placé un cylindre L, jouant le rôle de grille, qui est porté à un assez fort potentiel négatif. Les électrons sont toujours attirés par l'anode A ; mais comme ils sont constitués par des charges négatives, ils s'éloignent du cylindre (car deux électricités de même nom se repoussent) : ils se groupent donc en un mince filet pour se concentrer au point S, qui devient extrêmement brillant. Tel est le principe sur lequel est basé le fonctionnement du tube cathodique.

Ses éléments.

PAR. — Ce tube est en verre spécial très résistant ; il affecte, d'une façon générale, la forme d'une massue. L'extrémité de la partie

évasée constitue l'écran E, c'est-à-dire l'endroit où l'on observe les images. La partie opposée est le culot de montage, qui contient tous les organes de commande du faisceau lumineux. En voici le croquis (fig. 72). Nous distinguons, de gauche à droite, la cathode émettrice

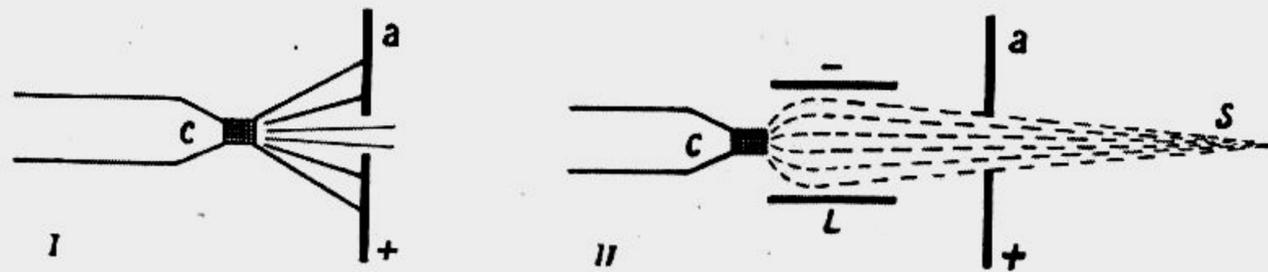


Fig 71

Trajectoires électroniques

I. — Sans grille.

II. — Avec grille.

d'électrons K, la grille W (cylindre de Wenhelt), qui a pour rôle de moduler le faisceau ; une anode de concentration A₁ ; une anode d'accélération A₂ ; les organes de déviation P₁-P₂ et V₁-V₂, assurant les déplacements du faisceau dans les deux sens, et un écran fluorescent E qui peut s'illuminer sous l'influence des rayons cathodiques.

LUD. — Voilà des opérations bien complexes ! Pourriez-vous me donner quelques indications complémentaires sur chacune d'elles ?

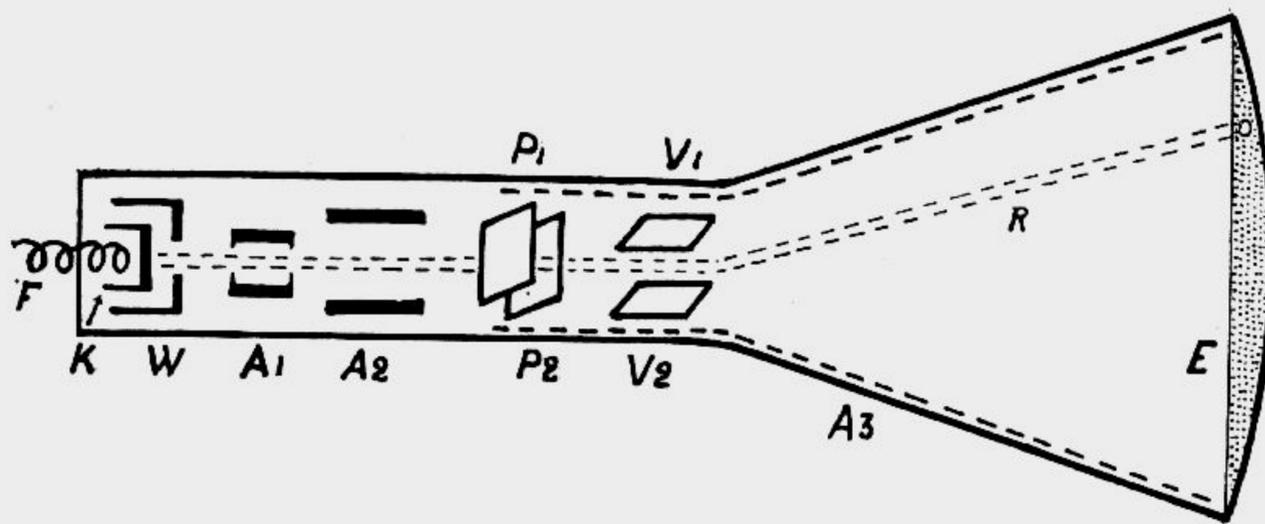


Fig. 72

Tube récepteur à rayons cathodiques.

Cathode. — PAR. — Avec plaisir... Mais vous êtes déjà documenté avec la connaissance du « canon à électrons », dont vous devez vous souvenir (fig. 43)... Revenons donc sur chacun des organes... La cathode K, vous ai-je dit, émet de nombreux électrons grâce à son revêtement d'oxydes métalliques alcalino-terreux. Elle fournit, de ce fait, le faisceau lumineux. Elle est généralement à chauffage indirect,

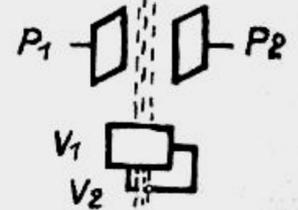
Une cathode émet le faisceau électronique.

Une grille commandée par le récepteur le module

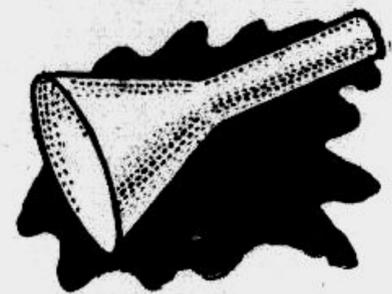
Des anodes l'attirent et le concentrent



Deux jeux de plaques (ou de bobines) le dévient



Un écran le reçoit et reconstitue l'image.



ce qui implique l'existence d'un filament chauffant F. La tension de chauffage varie de 2,5 à 6 volts, selon les types.

Grille. — PAR. — La grille W a la forme d'un cylindre perforé qui entoure la cathode et se prolonge en avant. Cette électrode est polarisée négativement, par rapport à la cathode, ce qui a pour effet de grouper et de concentrer les électrons du faisceau lumineux en un mince filet (fig. 71-II), suivant l'axe du cylindre.

LUD. — Elle reçoit aussi le courant de vidéo-fréquence, c'est-à-dire la modulation d'image du récepteur.

PAR. — C'est sa fonction capitale. Il s'en suit que son état électrique est constamment variable. Quand elle est très négative, elle refoule les électrons vers la cathode ; le faisceau se trouve amoindri ou même interrompu. Quand elle est moins négative, au contraire, les électrons passent en plus ou moins grand nombre et le faisceau parsème l'écran de points plus ou moins brillants. En un mot, elle « module » ledit faisceau, et vous savez que l'intensité de chaque point reproduit sur l'écran est identique à celle de chacun des points correspondants du sujet télévisé.

Anodes. — PAR. — Le passage des électrons est d'ailleurs facilité et accéléré par deux anodes dont le potentiel positif est élevé (par exemple, 3 à 400 volts pour A₁ et 1.000 à 2.000 volts pour A₂) selon les modèles de tubes. La première concentre le faisceau lumineux (anode de concentration) ; la seconde parfait l'action de la première et accélère la vitesse des électrons (anode d'accélération).

LUD. — Vous avez dit que l'ensemble agissait comme un système de lentilles convergentes et donnait un spot d'une extrême finesse.

PAR. — C'est exact. Dans certains tubes, la deuxième anode (ou une troisième) est constituée par un dépôt de graphite colloïdal, en A₃ ; ce revêtement est porté à un potentiel positif de plusieurs milliers de volts. Indépendamment de son action accélératrice, cette anode recueille les électrons qui s'échappent

de l'écran, en évitant leur retour vers l'intérieur du tube et les troubles de réception qui peuvent résulter de ce phénomène, que nous connaissons déjà sous le nom d'« émission secondaire ».

Déviations. — PAR. — Pour assurer le balayage de l'écran, le faisceau doit pouvoir être dévié dans le sens horizontal (ligne) et dans le sens vertical (image). Pour obtenir ce résultat, on applique la loi que vous connaissez : deux charges électriques de même nom se repoussent ; deux charges de noms contraires s'attirent.

LUD. — Le faisceau étant composé d'électrons négatifs sera donc attiré par une tension positive et repoussé par une tension négative.

PAR. — Oui ; mais n'oubliez pas que le système de déviation peut être électrostatique ou électromagnétique. Dans le premier cas, la déviation est obtenue par deux paires de plaques P₁-P₂ et V₁-V₂, qui reçoivent les tensions en dents de scie des bases de temps. Si, par exemple, P₁ est positive, elle attirera le faisceau, tandis que P₂, négative, le repoussera, renforçant l'action de la première, et inversement.

LUD. — Comment est effectuée la déviation électromagnétique ?

PAR. — Le déplacement du faisceau est provoqué par le champ magnétique de deux paires de bobines extérieures, le pôle sud produisant la même action qu'une tension positive (attraction), et le pôle nord, une répulsion. Nous reviendrons en détail sur cette question dans notre prochaine causerie.

Ecran. — PAR. — Sous l'influence de l'attraction des anodes, les électrons atteignent l'écran, frappant la matière fluorescente dont il est recouvert et grâce à laquelle leur énergie se transforme en lumière. Les anciens tubes présentaient un écran assez bombé ; les nouveaux modèles ont une surface presque plane, ce qui permet d'obtenir, en particulier, une projection plus fidèle sur grande surface. La couleur de l'écran varie avec les produits de

revêtement utilisés (sulfure de zinc, sulfure de calcium, etc., auxquels on ajoute quelquefois des sels de manganèse pour renforcer la luminescence). Elle est généralement bleutée ou verdâtre... Voilà votre curiosité satisfaite... Nous ne nous quitterons pas toutefois sans que je vous aie dit quelques mots de l'alimentation du tube cathodique.

Alimentation.

PAR. — Le dispositif d'alimentation de l'oscillographe doit fournir les tensions suivantes : tension de chauffage, tension de polarisation de la grille (cylindre W) et tensions anodiques (fig. 73). Dans certains tubes toutefois, le chauffage du filament est assuré par le transformateur d'alimentation du récepteur.

LUD. — Comment sont fournies ces diverses tensions ?

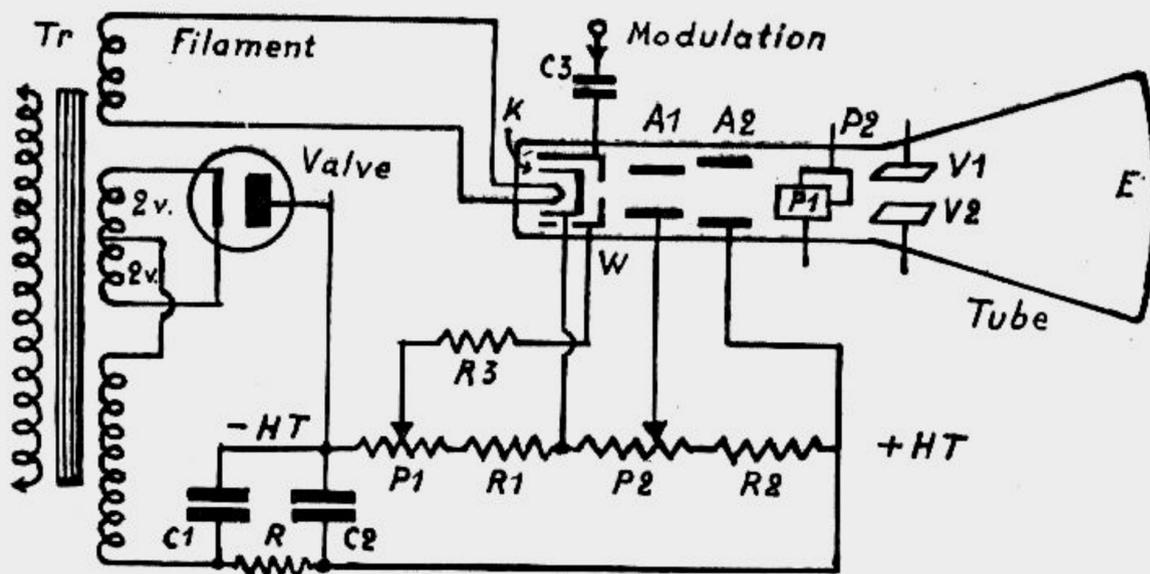


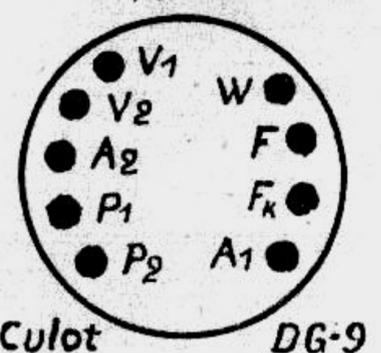
Fig. 73

Alimentation du tube à rayons cathodiques.

PAR. — A l'aide d'un diviseur potentiométrique $P_1R_1P_2R_2$ (ou par un système similaire) placé entre le - HT (potentiel zéro) et le + HT. Remarquez que la grille (W), polarisée par P_1 , est négative par rapport à la cathode, puisque la prise est placée plus près du - HT. Le potentiomètre P_1 permet de régler cette tension négative, et conséquemment la luminosité du tube.

LUD. — Je vois que l'anode A_1 est également réglée par potentiomètre.

PAR. — Oui ; mais cette anode de concentration est réglée une fois pour toutes (300 à 500 volts). Elle agit sur la finesse du faisceau. Enfin, l'anode A_2 reçoit la totalité de la haute tension (1.000 à 2.000 volts, selon les tubes). Dans les types possédant l'anode A_3 , la très haute



tension nécessaire (4 à 7.000 volts) est fournie par des systèmes spéciaux, dont le « doubleur de tension » est le plus courant ; ce montage exige deux valves. Je ne vous parle pas de l'alimentation des plaques ou des bobines de déviation : cette question fera l'objet de notre prochaine causerie.

LUD. — Quel est le rôle de la résistance R_1 ?

PAR. — De maintenir en tout temps la polarisation négative de la grille W par rapport à la cathode, quelle que soit la position du curseur potentiométrique de P_1 , précaution capitale qui évite la destruction du tube.

LUD. — Le filtrage doit-il être aussi soigné que celui des appareils de radio ?

PAR. — Non. Comme le tube a une faible consommation, on peut même se contenter de redresser une seule alternance... Je ne vous ai indiqué naturellement que les circuits prin-

cipaux ; d'autres circuits secondaires, comme les dispositifs de « cadrage », par exemple, sont du domaine de la mise au point du récepteur et seront examinés en temps utile...

*
**

Ainsi donc, mon cher filleul, nous venons d'explorer un organe qui est le siège du bombardement le plus fantastique que l'on puisse imaginer. Il est vrai que le « canon » est d'un genre tout spécial, et l'« obus », d'une ténuité incomparable... Plus de trois millions de projectiles par seconde ! Je souhaite vivement que cette ambiance guerrière ne trouble pas la tranquillité de votre nuit...

LUD. — Ne craignez rien, parrain ; j'emporte précieusement les nouveaux bagages que vous venez de me confier, et qui sont pour moi du plus haut intérêt.



11. RECONSTITUTION DU SUJET

« Balayage ». — Bases de temps

Le tube cathodique nous a donné le moyen de produire un faisceau lumineux constamment modulé par les variations de tension issues du récepteur. Il est évident que le spot ne serait d'aucune utilité s'il devait rester immobile sur l'écran. Comment peut-on lui imprimer le double mouvement horizontal et vertical (balayage) nécessaire à la reconstitution du sujet ? C'est là qu'intervient le dispositif de déviation dont nous avons parlé.

Coups de balai.

PAR. — Notre entretien de ce jour complètera les notions que vous avez acquises sur le tube cathodique. Je me propose de vous parler, en particulier, des procédés utilisés pour commander la déviation horizontale et verticale du faisceau lumineux, opération qu'on désigne communément sous le nom de « balayage ».

LUD. — J'aime bien ce terme « balayage » ; il a un petit arrière-goût de concierge qui me plaît.

PAR. — Ne soyez pas moqueur ; vous serez peut-être vous-même, un jour, dans l'obligation de manier le balai. Mais ne nous laissons pas distraire par le sens d'un mot... Je vous ai dit hier que le faisceau électronique peut être dévié par un système *électrostatique* constitué par deux paires de plaques portées à des voltages convenables.

LUD. — Vous avez ajouté que la déviation du filet lumineux peut être également obtenue par un dispositif *électromagnétique*, composé de deux paires de bobines créatrices d'un champ magnétique.



Dents de scie.

PAR. — C'est exact. Dans les deux cas, la tension des plaques et l'intensité du courant des bobines doivent *augmenter progressivement* jusqu'à l'instant où le spot est parvenu en fin de ligne. A ce moment, il faut que la tension ou le champ *cessent brusquement*, afin de ramener le faisceau au commencement de la ligne suivante. Ces tensions et ces intensités sont dites « en dents de scie » et peuvent être représentées par ce schéma (ci-contre).

LUD. — Ah ! ah ! ah ! Après le balai, c'est la scie ! Pour peu qu'on continue, tous les ustensiles ménagers y passeront.



PAR. — Vous êtes bien peu sérieux aujourd'hui. Dois-je continuer mon exposé dans ces conditions ?

LUD. — Mais oui, parrain ; c'est une petite détente. Je m'en excuse. Soyez assuré que je ne perds pas un mot de ce que vous dites.

PAR. — Tout va bien, alors... Le système utilisé pour la création des tensions ou des intensités en dents de scie est appelé « oscillateur de relaxation ». Il est basé sur la charge progressive et la décharge rapide d'un condensateur. Mais, avant d'aller plus loin, reprenons en détail les deux moyens de déviation.

Déviaton électrostatique.

PAR. — La déviation électrostatique est basée sur la loi suivante : « Deux charges d'électricité de noms contraires s'attirent ; deux charges de même nom se repoussent ». Ceci posé, examinons le présent schéma (fig. 75). Le faisceau étant constitué par des charges

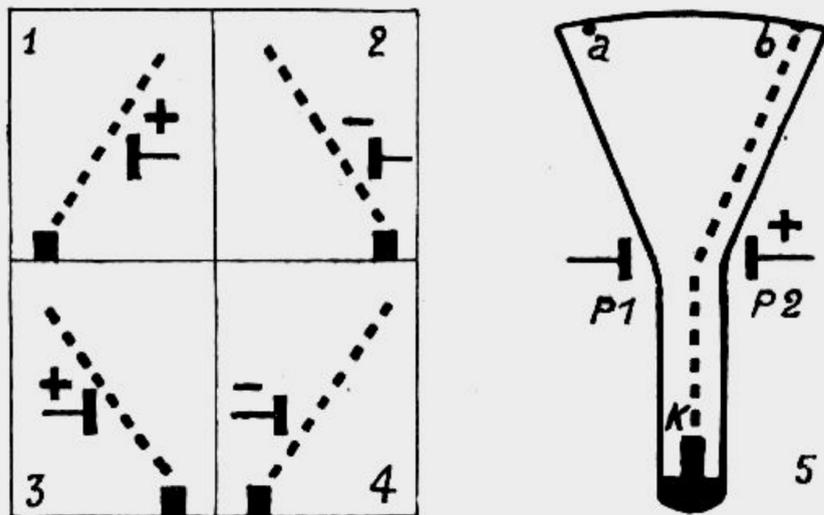


Fig. 75

Mécanisme de la déviation électrostatique.

negatives d'électrons sera attiré par une plaque portant une charge positive (1). Si la tension de cette même plaque devient négative, il est repoussé (fig. 75-2).

LUD. — Je vois que les croquis 3 et 4 reproduisent les mêmes phénomènes, mais en sens inverse.

PAR. — Parfaitement. La plaque 3, positive, attire le faisceau ; négative, elle le repousse.

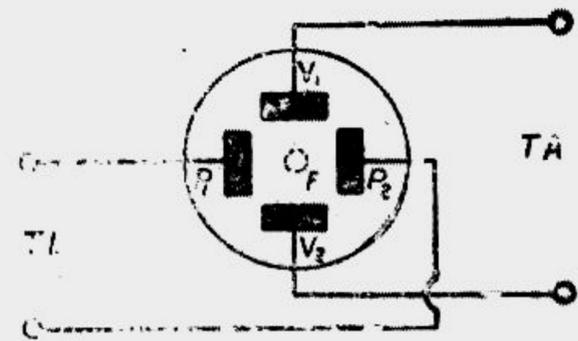


Fig. 76

Coupe du tube avec plaques de déviation.

Reportons-nous maintenant au tube cathodique (5), dépouillé de tous ses autres éléments, pour plus de clarté. La plaque P₂, portée progressivement à une forte tension positive, attire le faisceau et lui fait parcourir une ligne, de a à b. A ce moment, la tension cesse brusquement, et le faisceau retourne vers a pour égrener la ligne suivante.

LUD. — Quel est le rôle de P₁ pendant ce temps ?

PAR. — Cette plaque peut être portée à une tension de signe contraire : l'action de P₂ se trouve ainsi renforcée. Mais ce mode de déviation exige un circuit de déphasage ou un montage en push-pull. Généralement, on se contente de donner à P₁ une tension constante, par exemple en la reliant à l'anode A₂ (fig. 72). Cette tension doit être telle que le spot se trouve en a, en l'absence de toute action de P₂. C'est une question de réglage sur laquelle nous reviendrons (cadrage).

LUD. — Je vous demanderais maintenant de me préciser l'action de la seconde paire de plaques.

PAR. — Cet autre schéma va vous satisfaire (fig. 76). Il représente la section du tube et du faisceau électronique F, ainsi que les deux paires de plaques. Supposons que le potentiel de P₁ soit constant, comme nous venons de le dire ; si nous appliquons une tension

positive croissante sur P_2 , le faisceau est attiré vers la droite et le spot parcourt une ligne sur l'écran. A ce moment, la tension de P_2 tombe brusquement et le faisceau retourne rapidement vers la gauche pour parcourir une nouvelle ligne.

LUD. — Située un peu au-dessous de la première.

PAR. — Evidemment. Car pendant le tracé de la première ligne, les plaques V_1 - V_2 ont agi à leur tour, mais avec une vitesse beaucoup moindre. La plaque V_2 , portée plus lentement à une tension positive (nous supposons que V_1 , comme P_1 , a une tension constante et convenablement appropriée), n'a déplacé le faisceau vers le bas (c'est-à-dire verticalement) que de l'épaisseur d'un point, afin que la seconde ligne soit placée jointivement au-dessous de la première. Et ainsi de suite jusqu'en fin d'image. Vous prévoyez ce qui se produit ensuite.

LUD. — Oui. La tension de V_2 tombe instantanément et le spot retourne à la partie supérieure de l'écran pour reconstituer une seconde image.

Déviations électromagnétiques.

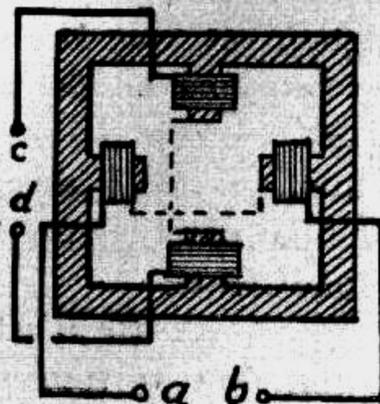
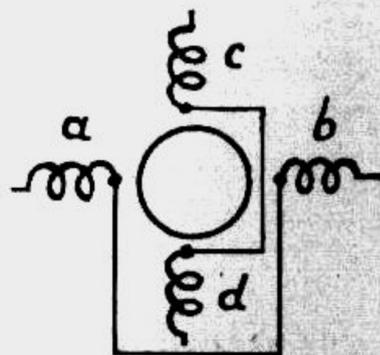
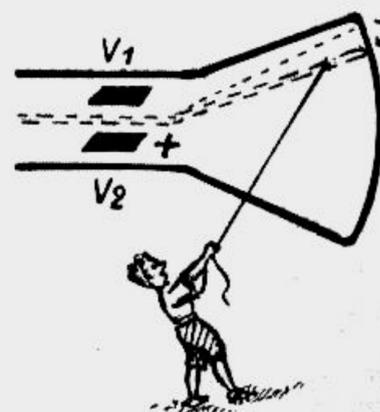
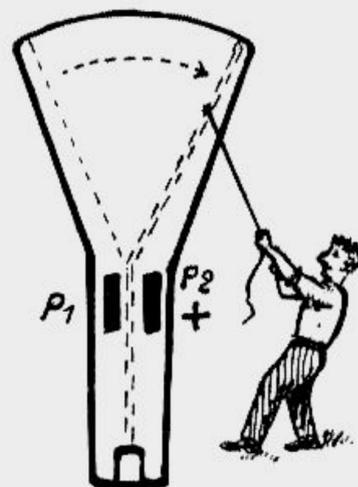
PAR. — Voilà qui est compris. J'ajoute que le système de déviation électrostatique, quoique simple, n'est pas sans inconvénient : il crée fréquemment une déformation de l'image, que l'on doit rectifier par des procédés assez délicats. Aussi, il est assez peu employé et remplacé par le tube à déviation magnétique, dans lequel, vous le savez, la déviation du faisceau est obtenue par le *champ magnétique* de bobines dans lesquelles circule un courant.

LUD. — Ici, c'est l'intensité du courant qui entre en jeu et non plus la tension.

PAR. — Oui. Autre différence à noter : les bobines sont placées à l'extérieur du tube, tandis que les plaques se trouvent à l'intérieur. Il y a naturellement deux paires de bobines ou plus exactement deux bobinages fractionnés chacun en deux parties (ab et cd), un élément se trouvant de chaque côté du tube, les enroulements étant disposés de telle sorte que leurs champs exercent une action concordante sur le faisceau.

LUD. — Comme dans le système de déviation électrostatique, les bobines a et b commandent le déplacement horizontal du spot sur l'écran, tandis que c et d , placées perpendiculairement aux premières, assurent le déplacement vertical.

PAR. — Bien. L'intensité du courant qui parcourt ces bobines peut être réglée, ce qui permet de donner au champ la valeur convenable. Quant à la forme des bobines, elle est assez variée et doit s'adapter aussi bien que possible à celle du tube. Elles peuvent être avec ou sans noyau de fer ; dans le premier cas, elles jouent le rôle d'électroaimants : le pôle sud agissant comme une tension positive (attraction), et inversement.



BASES DE TEMPS

PAR. — Voyons maintenant comment sont produites les tensions et intensités en « dents de scie » appliquées aux plaques et aux bobinages. Vous connaissez le problème : ces valeurs doivent augmenter linéairement jusqu'en fin de ligne, puis tomber brusquement à zéro pour faire repartir le faisceau au début de la ligne suivante.

LUD. — En parlant de l'émission, vous m'avez dit qu'on utilisait les propriétés du condensateur.

PAR. — C'est ce que je vais vous confirmer : on charge progressivement cet organe, à travers une résistance, à l'aide d'une source continue, et on provoque une décharge périodique en mettant ses 2 armatures en court-circuit.

LUD. — Comment sont disposés ces organes ?

PAR. — Examinez ce schéma de principe (fig. 76 bis). Vous voyez la pile P, la résistance R, le condensateur C et un interrupteur I. Le

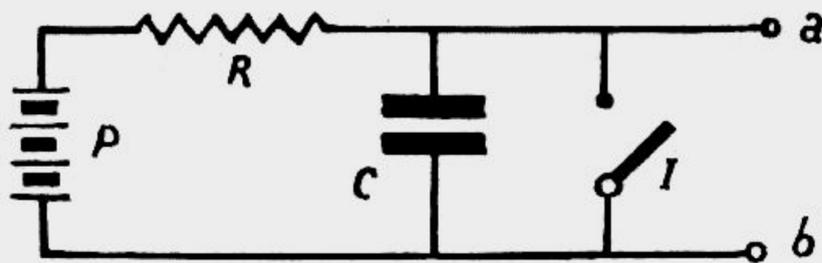


Fig. 76 bis

Schéma de principe
de création de tensions en dents de scie.

condensateur se charge à travers la résistance ; quand la charge est suffisante, on ferme l'interrupteur et une décharge rapide se produit. Les tensions en dents de scie sont recueillies en *ab*.

LUD. — Mais avec cet interrupteur I, on retombe dans les moyens mécaniques et relativement lents.

PAR. — Aussi n'est-ce qu'un schéma d'initiation que je vous donne ici. Il est évident qu'un contacteur rotatif pourrait être utilisé pour obtenir la décharge ; mais le rythme serait

peu approprié aux très hautes fréquences des récepteurs modernes. Aussi, ce moyen mécanique est-il remplacé, dans la pratique, par les procédés que nous allons examiner et qu'on désigne sous le nom d'« oscillateurs de relaxation ».

Emploi d'un thyatron.

PAR. — Le générateur classique des tensions en dents de scie utilisait jusqu'alors des valves spéciales appelées « thyatrons ». La constitution de ces tubes est à peu près semblable à celle d'une lampe à trois électrodes.

LUD. — Ils possèdent donc une cathode, une grille et une plaque ou anode.

PAR. — Oui ; mais elles contiennent une faible quantité de gaz (argon, hélium ou vapeurs de mercure).

Propriétés. — PAR. — Les caractéristiques du thyatron sont les suivantes : la cathode émet les électrons qui sont attirés par l'anode positive. Si on augmente progressivement le potentiel de celle-ci, il arrive un moment où l'ampoule s'illumine : les molécules de gaz deviennent conductrices, un arc électrique se produit dans le tube, ainsi qu'une chute de tension interne, puisque les deux électrodes sont en court-circuit. C'est le phénomène d'ionisation que vous connaissez. La valeur du potentiel d'anode correspondant au déclenchement de celui-ci se nomme « tension d'amorçage » ou encore « point d'ionisation ».

LUD. — Quel est le rôle de la grille dans ce tube ?

PAR. — Le voici. Si nous appliquons une tension négative sur la grille, les électrons sont bloqués aux environs de la cathode. Pour que l'ionisation se produise, il faut, ou diminuer la tension négative de cette grille, ou augmenter le potentiel (voltage) de l'anode. Quelques électrons peuvent alors atteindre l'anode, l'arc s'établit et l'action de la grille cesse. La tension

anodique étant réduite, l'ionisation prend fin, la grille joue de nouveau son rôle primitif, la tension s'accroît progressivement et le phénomène recommence.

LUD. — Ainsi, plus la polarisation de grille est forte, plus la tension d'amorçage est élevée.

PAR. — Vous avez saisi. C'est donc l'état électrique de la grille qui détermine le point d'ionisation : il est ainsi possible de régler celui-ci à volonté. Il nous reste à voir maintenant comment le thyatron est utilisé dans la réalisation des tensions en dents de scie.

Utilisation. — PAR. — Reportons-nous au schéma que je vous ai montré tout à l'heure, et remplaçons par le thyatron l'interrupteur *f* dont nous avons reconnu les inconvénients. La source de tension (HT) charge le condensateur *C* ; la plaque de déviation du tube cathodique (*P*) prend elle-même une charge positive croissante et attire le faisceau qui parcourt une ligne sur l'écran (fig. 77).

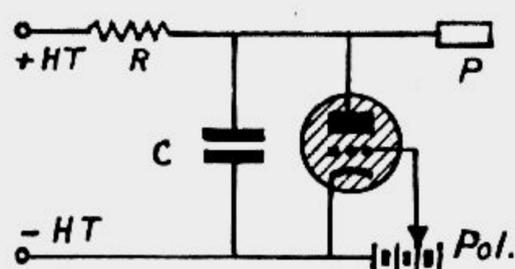


Fig. 77

Montage expérimental du thyatron

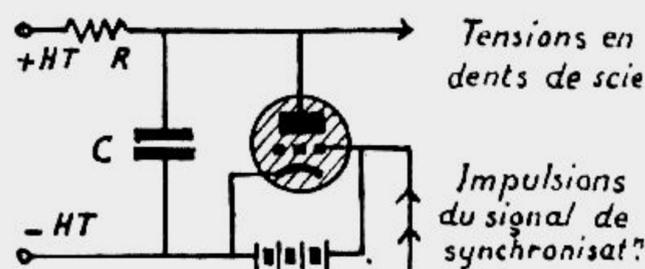


Fig. 78

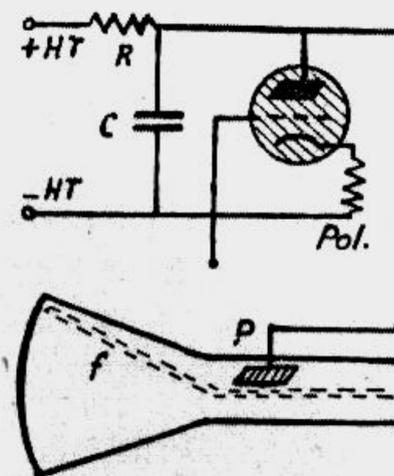
Réalisation définitive de l'oscillateur.

LUD. — Je comprends. Lorsque le voltage nécessaire est atteint, le thyatron s'amorce, perd sa tension interne ; le condensateur *C* se décharge, la plaque *P* également, et le faisceau, ne subissant plus l'attraction de celle-ci, revient au début de la ligne suivante.

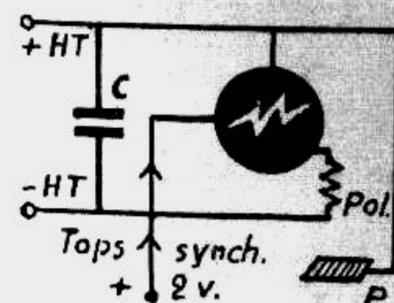
PAR. — Voilà qui est clair. Vous voyez que la polarisation de la grille peut être réglée par un potentiomètre (*Pol.*), qui commande donc le point d'amorçage du tube. Mais ce dispositif, comme l'interrupteur, n'est encore qu'imaginaire, car le déclenchement du thyatron est provoqué automatiquement par l'impulsion positive des signaux de synchronisation envoyés par l'émetteur (fig. 78). C'est donc, en fait, la station d'émission, par l'intermédiaire de ces émissaires spéciaux, qui commande les tensions en dents de scie, et conséquemment le balayage du tube cathodique, au poste récepteur.

LUD. — Un exemple concret compléterait avantageusement ces notions.

PAR. — En voici un, succinct, avec chiffres arrondis. Prenons un type de thyatron qui s'amorce à 330 volts pour une polarisation de grille



Polar. grille -12 volts
Aliment. HT +350 v.
C et P se chargent
Faisceau f attiré.



Signal synchro +2v.
Pol. ramenée à -10v.
Ionisation thyatron.
C et P se déchargent
Faisceau repoussé.



Pol. retour à -12 v.
Ionisation cesse
C et P se rechargent
Faisceau f attiré.
etc. etc.

de -10 volts, et à 390 volts, pour -12 volts. La tension d'alimentation est de 350 volts ; polarisons la grille à -12 volts : il n'y a donc pas amorçage. Survient l'impulsion positive du signal de synchronisation de 2 volts. La polarisation grille passe de -12 à -10 volts (correspondant à un amorçage de 330 volts) : le déclenchement a lieu ; C et P se déchargent et le phénomène recommence.

LUD. — Cette fois, tout est bien net... Mais je désirerais encore, pour terminer, une de ces analogies mécaniques qui parlent si bien aux yeux.

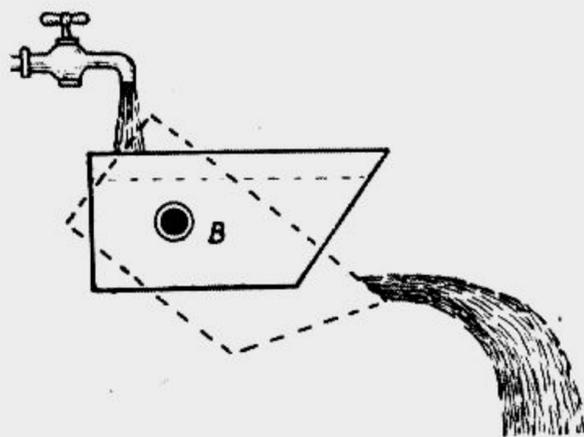


Fig. 79
Analogie mécanique.

PAR. — Ah ! Ah ! Vous avez un petit accès de curiosité aujourd'hui ; mais je m'en réjouis. J'ai précisément un croquis extrait d'un ancien ouvrage (fig. 79). Il représente un

réceptif évasé d'un côté et suspendu au point B. Si on laisse couler l'eau du robinet placé au-dessus, le centre de gravité du vase se déplace graduellement jusqu'à ce que l'équilibre soit rompu. A ce moment, le réceptif bascule, se vide d'un seul coup et revient à sa position première.

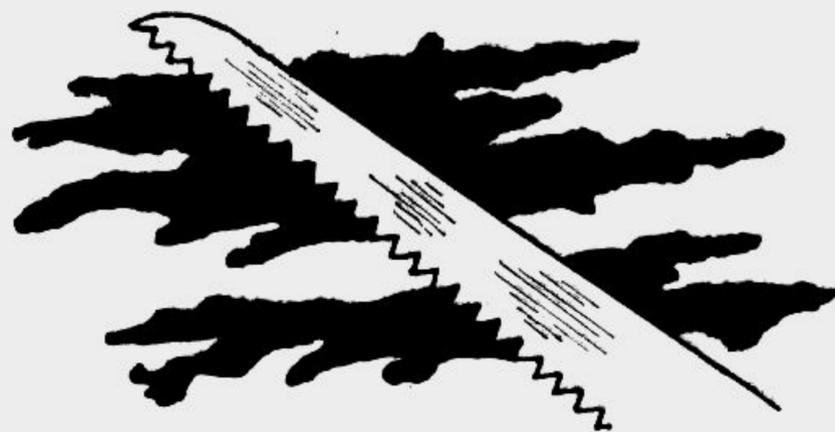
LUD. — Ce générateur avec thyatron me paraît intéressant. Est-il souvent utilisé ?

Autres procédés.

PAR. — Il tend de plus en plus à être supplanté par les dispositifs ci-après, que je ne vais que citer, pour le moment, afin de ne pas brouiller vos idées : le « *multivibrateur* » et l'« *oscillateur bloqué* », qui sont basés l'un et l'autre sur les mêmes propriétés du condensateur.

LUD. — Le thyatron a donc des inconvénients ?

PAR. — Oui ; assez sérieux : instabilité de fonctionnement, selon la pression du gaz et l'échauffement du tube ; désionisation non instantanée, ce qui est un obstacle pour les très hautes fréquences... Cette fois, mon cher Ludo, vous devez être satisfait ; il est temps de nous dire bonsoir.



12. LA SYNCHRONISATION

La première condition d'une bonne réception réside dans l'identité absolue de mouvement entre le balayage de l'écran et celui de l'image électronique de la caméra. L'émetteur se charge lui-même d'assurer cette parfaite concordance de rythme, en envoyant au récepteur, en fin de ligne et en fin d'image, des émissaires-régulateurs sous forme de « tops » de synchronisation. Entrons dans leur intimité.

Signaux à distance.

PAR. — Nous arrivons au terme de l'étude des notions préparatoires, mon cher filleul, et, dès notre prochaine causerie, nous aborderons la partie pratique : l'examen d'un schéma et sa réalisation.

LUD. — J'en suis heureux, parrain. Sur quel sujet portera notre entretien d'aujourd'hui ?

PAR. — Sur la synchronisation. A vrai dire, ce n'est pas un sujet nouveau, car nous l'avons déjà examiné succinctement en parlant de l'émission. Vous êtes donc déjà familiarisé avec lui... Vous savez que, pour obtenir une image correcte, il est indispensable que tous les points de la scène explorée à l'émission soit reproduits dans le même ordre et avec le même rythme sur l'écran du récepteur. Un écart d'un millionième de seconde peut occasionner un brouillage.

LUD. — Je sais ; et vous m'avez dit l'impossibilité dans laquelle on se trouve d'obtenir *isolément* un fonctionnement identique des deux balayages.

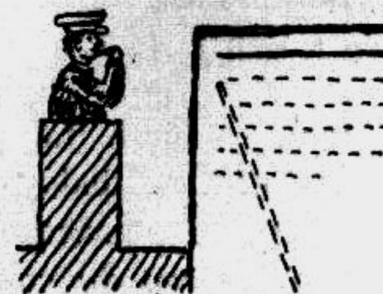
PAR. — On a tourné la difficulté en adoptant une solution assez ingénieuse : le dispositif émetteur transmet lui-même au récepteur des signaux spéciaux, dits « tops de synchronisation », qui mettent les bases de temps sous la dépendance de l'appareil de prise de vues.

LUD. — Ces signaux jouent un peu le rôle de contrôleurs intègres qui commandent avec minutie, selon les ordres donnés, le départ de chaque ligne et de chaque image, ou encore de petits chefs de gare qui donnent le coup de sifflet.

PAR. — Votre comparaison n'est pas mauvaise. Je vous ai dit que les « tops » de synchronisation sont ajoutés, à l'émission, aux signaux de vision. L'une des fonctions du récepteur consistera donc à dissocier ces deux séries de signaux, qui ont leurs caractéristiques particulières. Mais avant de parler de ce dernier point, il est bon que nous revenions quelque peu sur leur nature et leurs formes, car nous n'avons fait qu'esquisser rapidement ces notions, et il se pourrait que vous n'ayez plus une idée bien exacte.



Le top de synchro,
comme le chef de gare,
commande le départ
pour chaque ligne.



Nature et formes.

PAR. — Pour plus de précision, je vous donne de nouveau la reproduction schématique de l'ensemble (fig. 80). Les parties hachurées AB et A'B' représentent la modulation « vision » de deux lignes. Les blancs de l'image corres-

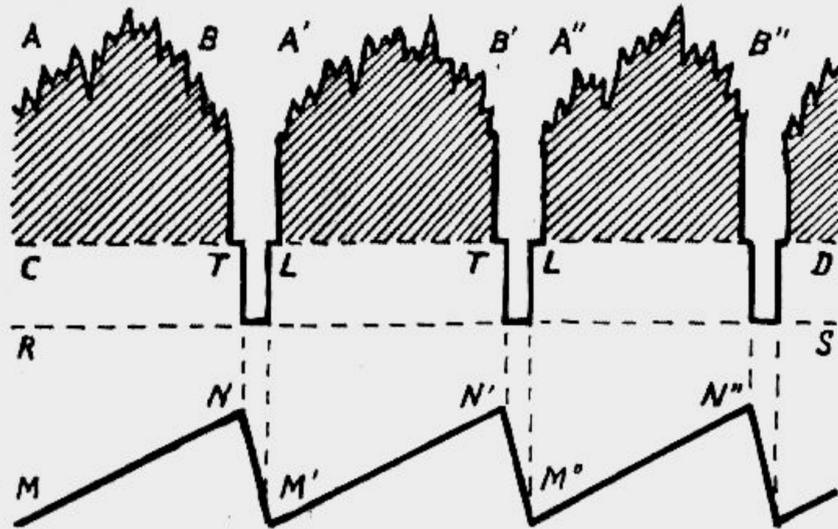


Fig. 80

Signaux de synchronisation de lignes.

pondent aux maxima d'amplitude (aux pointes les plus hautes), et les noirs aux minima, le noir absolu se trouvant au niveau de la ligne RS. Les tops de synchronisation TL (tops de lignes) sont ajoutés à cette modulation du côté des noirs ; on pourrait les appeler signaux ultranoirs. L'amplitude totale de la modulation étant représentée par 100 %, celle des signaux de vision (espace AC) est de 70 % et celle des signaux de synchronisation TL (distance CR) est de 30 %.

LUD. — La ligne brisée inférieure représente les « dents de scie » correspondantes.

PAR. — Oui. La partie MN est la tension croissante du balayage de ligne, et la partie NM', la chute brusque de tension correspondant à la décharge du condensateur déclenchée par TL. Vous remarquez que, pendant le retour de ligne, aucun signal de vision n'est transmis.

La durée de cet arrêt a été fixée à 16 % de la durée totale d'une ligne par les normes actuelles de la Télévision française. C'est pendant ce temps que le signal de synchronisation de ligne est transmis.

LUD. — En quoi les signaux d'images diffèrent-ils des signaux de synchronisation de lignes ? Leur amplitude est-elle plus grande ?

PAR. — Non ; mais leur durée est plus importante, ce qui permet de les séparer facilement et de diriger chacun d'eux vers la base de temps correspondante. La durée des signaux de fin d'image est égale à celle de 10 à 15 lignes.

LUD. — S'agit-il d'un signal continu ?

PAR. — Aucunement. Ainsi que vous le montre ce croquis (fig. 81), la modulation « lumière » est interrompue pendant le temps précité ; plusieurs signaux de lignes sont encore transmis ; puis vient le signal d'image proprement dit, qui est généralement constitué par un ensemble de tops de lignes à « fréquence double » ; enfin, quelques tops de lignes au rythme ordinaire, qui préparent le retour

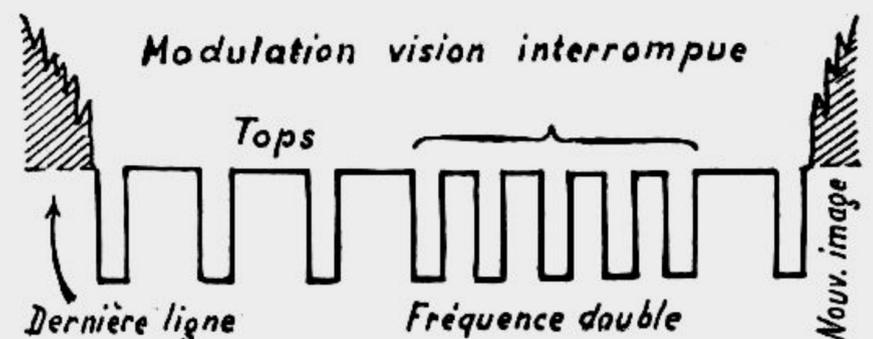


Fig. 81

Signal de synchronisation de fin d'image.

normal à l'exploration des lignes de l'image suivante.

LUD. — Quelle est l'utilité de ces derniers tops de lignes intégrés dans le signal d'image ?

PAR. — Pendant le signal d'image, le géné-

rateur de ligne oscille librement, sans être réglé par l'émetteur. S'il reprenait son rôle immédiatement après le signal de synchronisation d'image, le rythme normal ne serait pas instantanément rétabli et un brouillage pourrait en résulter au cours des premières lignes de l'image suivante.

LUD. — Ainsi, signaux de vision, signaux de synchronisation de lignes et signaux de synchronisation d'images se présentent à la sortie de la détectrice. Comment chacune de ces caravanes peut-elle être dirigée vers son lieu de destination ?

Séparation des signaux.

PAR. — C'est ce qu'il nous reste à examiner, avant de récapituler les notions de réception par un schéma d'ensemble. A ce sujet, reportons-nous au croquis général du récepteur que je vous ai remis à la fin de notre neuvième causerie (Principes généraux de réception, page 80). Vous remarquez qu'une bifurcation existe à la sortie de la détectrice. (Elle pourrait avoir lieu après l'ampli VF.)

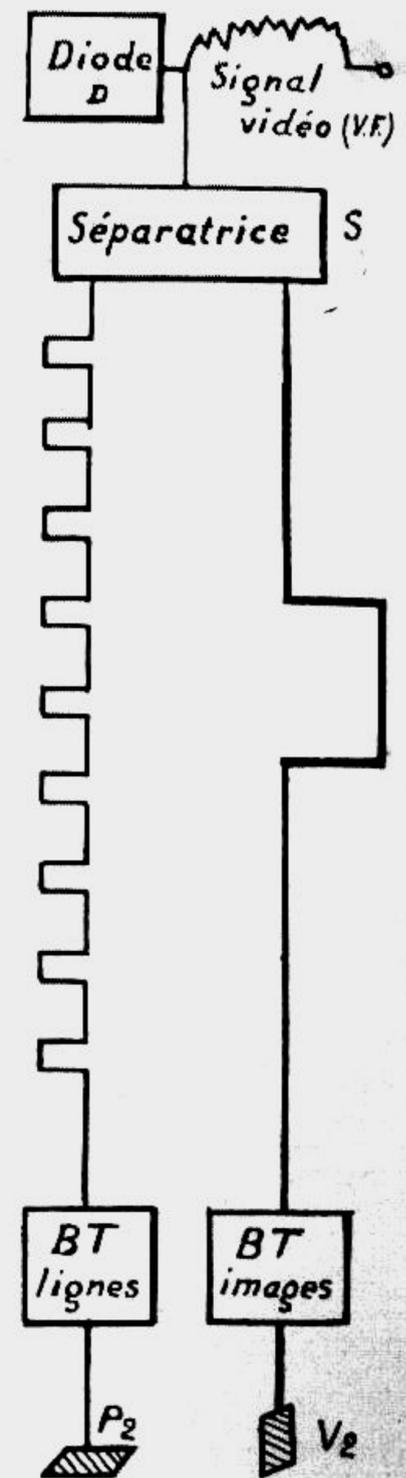
LUD. — Oui. Le signal vidéo-fréquence est appliqué à un étage séparateur (S) à la sortie de la détectrice (D), et la modulation « lumière » seule est amplifiée en VF, pour pouvoir agir utilement sur la grille du tube cathodique (W).

PAR. — Il faut que cet étage séparateur supprime donc les signaux de vision pour ne laisser subsister que les impulsions de synchronisation de lignes et d'images. On utilise pour réaliser cette opération la propriété des courbes caractéristiques des lampes, que vous avez étudiée en détail lors de nos causeries de radio (*La Radio par l'image*, page 50 et suivantes). Vous pouvez vous y reporter, à l'occasion, ce qui m'évitera une redite.

LUD. — Il s'agit, sans doute, d'un genre de détection, qui ne laisse passer qu'une seule alternance.

Vision-synchronisation. — PAR. — A peu près. On utilise la courbe inférieure ou la courbe supérieure de la caractéristique, selon la polarité des signaux. Il est facile de choisir, car chaque étage VF donne lieu à un changement de polarité. Voici le principe pour le premier cas, le plus souvent employé (fig. 82). Ce croquis représente la courbe idéale de la lampe. Sur la ligne horizontale sont indiquées les tensions positives (à droite) et négatives (à gauche) appliquées à la grille (V_g). Ce sont, en somme, les tensions habituelles de polarisation, en volts...

LUD. — Et sur la ligne verticale partant du point O, les intensités du courant anodique en milliampères (mA) ou I_p (intensité plaque).



Tensions
en dents de scie
lignes images



PAR. — Parfait ; je vois que vous n'avez rien oublié. Vous vous rendez compte que le courant de plaque ne s'amorce qu'à -6 volts-grille (pour le tube indiqué). Donc, le courant sera nul pour toute valeur de polarisation de grille inférieure à -6 volts (par exemple de -6 à -14). Si nous appliquons la tension totale de vidéo-fréquence entre -2 et -14 , comme elle est indiquée sur le croquis, seule la partie

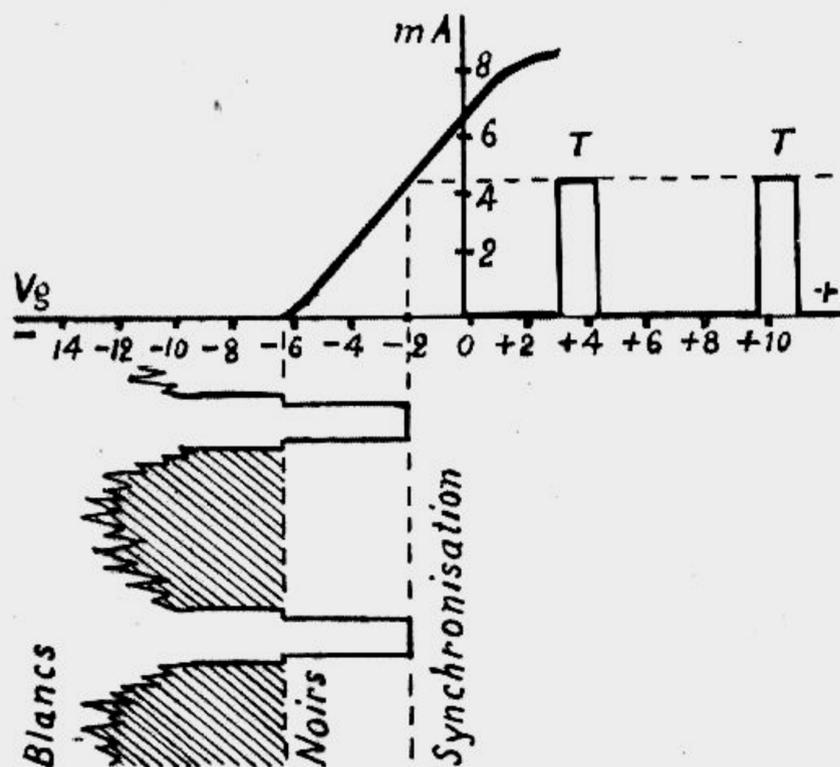


Fig. 82

Séparation des signaux de vision et des « tops ».

comprise entre -2 et -6 donnera lieu à un courant de plaque, en fait, aux impulsions T et T. Or cette partie correspond précisément aux tops de synchronisation. La modulation « image », comprise entre -6 et -14 ne provoquera aucun courant anodique, et sera donc supprimée. On peut ainsi acheminer le double train des tops (T) vers les bases de temps lignes (BTL) et images (BTI) (Grav. finale, page 80).

LUD. — Mais le travail n'est encore effectué qu'à demi. Il faut ensuite dissocier les tops de lignes des tops d'images, car jusqu'alors ils voyagent en compagnie.

Lignes-images. — PAR. — Votre observation est judicieuse et j'allais précisément vous éclairer sur ce point. Il est de toute nécessité, en effet, que les impulsions de lignes soient dirigées sur la base de temps « lignes » et les impulsions images, vers la base « images ».

LUD. — Vous m'avez dit que les signaux de synchronisation d'images étaient de plus longue durée que les signaux de lignes. La séparation est, sans doute, basée sur cette différence.

PAR. — Votre intuition n'est pas en défaut. J'ajoute que cette différence de durée est transformée en différence d'amplitude. A la sortie du séparateur, on dispose deux circuits : l'un constitué par un condensateur et une résistance faible ; l'autre, comportant ces mêmes organes, mais de plus forte valeur.

LUD. — Chacun aboutit à un tube particulier polarisé en conséquence ?

PAR. — Oui. La charge relativement faible du top de ligne déclenche la base de temps « lignes », mais la tension est insuffisante pour actionner la base « images ». Le condensateur de ce dernier générateur possède une charge plus élevée, obtenue non seulement par la durée plus grande du signal « images », mais par l'effet des signaux à fréquence double (dont je vous ai parlé), qui ne permettent pas à ce condensateur de se décharger complètement entre chaque impulsion. Il y a donc accumulation des charges et, en définitive, une impulsion plus forte qui provoque le fonctionnement de la base de temps « images ». Chacun des deux oscillateurs (thyatron, multivibrateur, etc.) reçoit donc le signal qui lui est destiné.

*
**

Comme je l'ai fait précédemment, je vous remets un résumé des notions qui concernent la réception. Cette récapitulation précisera vos idées et sera un aide-mémoire pour vos travaux ultérieurs.

— Récapitulons —

Mécanisme de la réception

A l'émission, la caméra a exploré « point par point » l'image ou la scène télévisée. Le rôle du récepteur est de reconstituer celle-ci, également point par point, sur l'écran du tube cathodique, en donnant à chacun d'eux l'intensité lumineuse qui lui est propre et à une cadence rigoureusement identique à celle de la caméra d'exploration. Nous allons suivre

L'onde porteuse de très haute fréquence, captée par l'antenne, a été modulée à la fois par les courants photo-électriques (variations de luminosité des points analysés) et par les tops de synchronisation. Ces oscillations sont amplifiées en haute fréquence et éventuellement changées de fréquence (1). La plupart des récepteurs de télévision utilisent, en effet, le

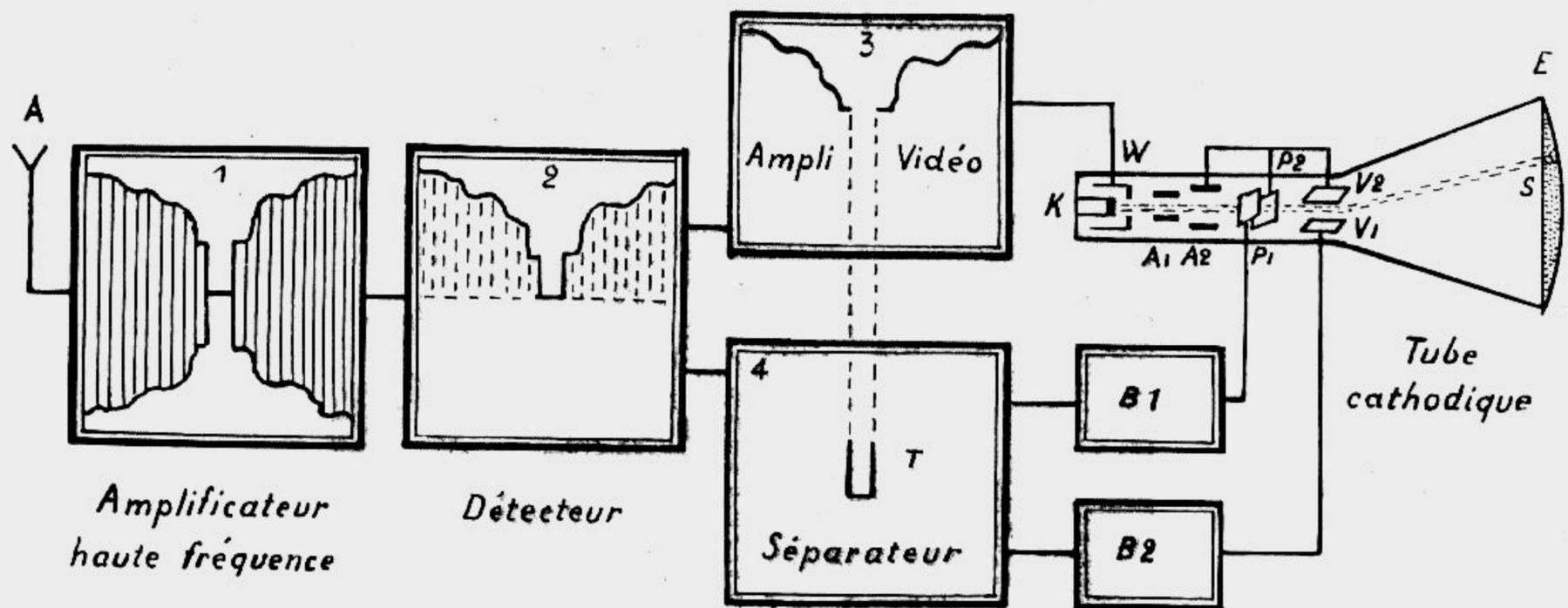


Fig. 83

Modifications des courants dans le poste récepteur de télévision.

sur le présent schéma les modifications subies par l'onde porteuse modulée, depuis l'instant où elle est captée par l'antenne jusqu'au moment où l'image est reconstituée sur l'écran.

Rappelons-nous tout d'abord que le récepteur ne comporte qu'une seule antenne, tant pour la télévision proprement dite que pour le son qui l'accompagne. Comme la partie sonore rentre dans la catégorie des montages radio-phoniques, nous n'en tiendrons pas compte ici pour porter toute notre attention sur le téléviseur seul.

principe du changement de fréquence (super-hétérodyne). La fréquence intermédiaire, obtenue par le battement avec la fréquence d'un oscillateur local, est amplifiée en moyenne fréquence.

L'amplitude désirable étant ainsi obtenue, les oscillations MF sont détectées (2). Nous savons que cette opération consiste à supprimer l'onde porteuse, qui n'est plus utile, pour faire apparaître la modulation seule (vision et synchronisation).

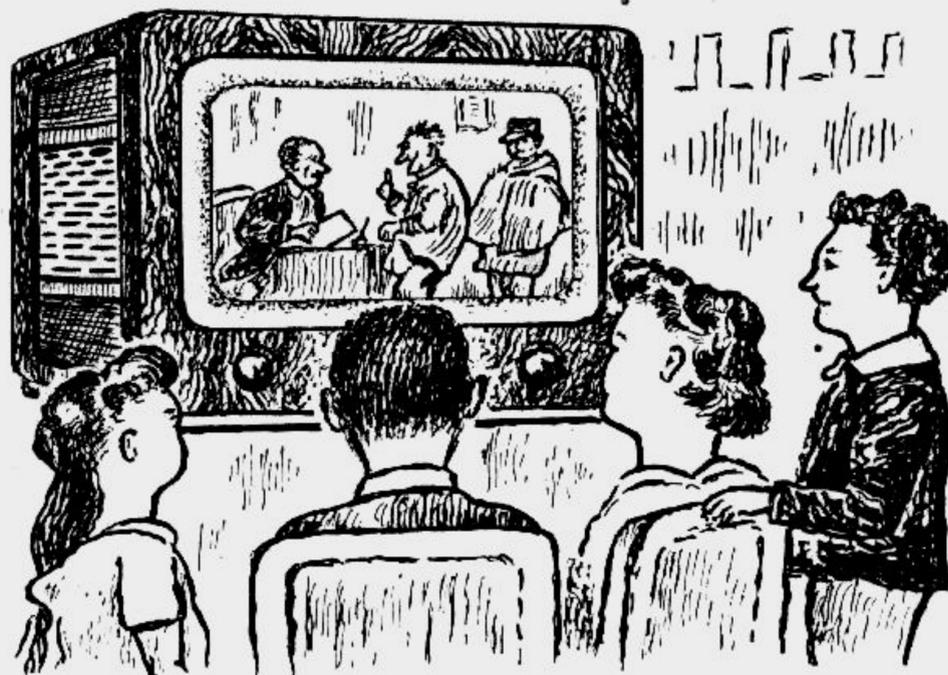
A la sortie de l'étage détecteur, une lampe séparatrice dissocie la modulation « vision » (3).

des tops de synchronisation (4). La première, qui porte le nom de « vidéo-fréquence », est généralement amplifiée, comme l'est le courant variable BF en radio ; mais avec cette différence que la bande transmise est beaucoup plus large.

Cette modulation « vision » est dirigée vers le tube cathodique, qui a pour rôle de transformer les variations de tension en variations de lumière. Elle est appliquée, à cet effet, au cylindre de Wehnelt (grille W) qui commande le débit du faisceau électronique émis par la cathode. Ce filet lumineux, concentré et accéléré par les anodes A_1 et A_2 portées à un fort potentiel positif, donne sur l'écran luminescent E un « spot » (S), qui reproduit

fidèlement la luminosité respective des points correspondants de la scène télévisée au studio d'émission.

D'autre part, les signaux de synchronisation (T) sont dirigés vers les oscillateurs de relaxation (bases de temps B_1 et B_2) qui commandent les jeux de plaque P_1 P_2 - V_1 V_2 ou les bobines de déviation, pour obtenir la reproduction ponctuelle et linéaire de l'image sur l'écran, au rythme de l'analyse, c'est-à-dire en parfait synchronisme avec l'émetteur... Comme vingt-cinq images sont retracées par seconde sur l'écran fluorescent, la rétine, qui possède une « mémoire » spéciale, les relie entre elles et donne au cerveau l'illusion du mouvement.



13. ÉTUDE D'UN SCHÉMA

Description par étage

Au cours des entretiens précédents, nous nous sommes familiarisés avec les notions techniques élémentaires sur lesquelles repose la Télévision. Avant d'entreprendre la réalisation d'un téléviseur, il est nécessaire de transporter celles-ci dans le domaine pratique et d'étudier, en particulier, le rôle et la constitution de chaque étage, de l'antenne au tube cathodique.

Antenne.

PAR. — Vous voyez qu'avec un peu de patience, mon cher Ludo, nous atteignons la partie de nos causeries qui a vos préférences, je veux parler de la construction d'un récepteur. Il est une transition, cependant, qu'il est utile d'observer avant d'entreprendre ce travail ; c'est la description pratique de chaque élément dudit récepteur et des organes qui le constituent. Commençons par l'antenne.

LUD. — Est-ce que l'antenne est indispensable ? Dans bien des cas, en radio, on peut s'en passer.

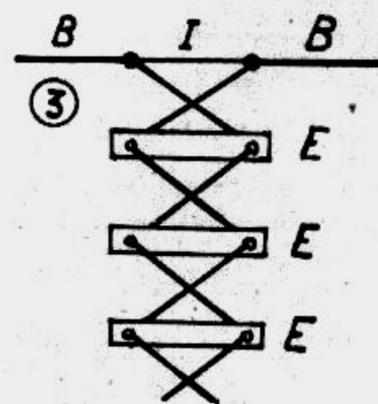
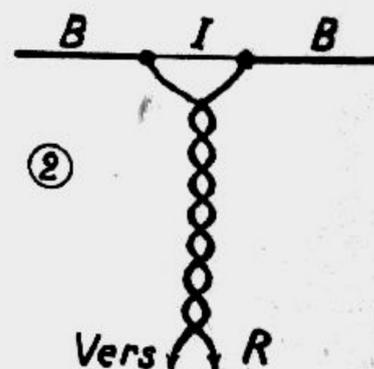
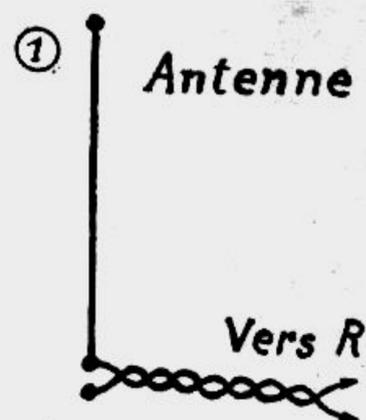
PAR. — Il n'en est pas de même en télévision. Sans une antenne bien établie, on ne peut recevoir convenablement les signaux d'image. Il est possible toutefois d'utiliser une antenne intérieure quand on n'a pas la possibilité d'établir un dispositif extérieur.

LUD. — Y a-t-il une forme particulièrement recommandable pour cette réception ?

PAR. — Les antennes pour ondes courtes et ondes très courtes, dont nous avons parlé en radio, sont naturellement toutes désignées. Le type $1/4$ d'onde (fig. 1) est très recommandé. L'onde de télévision ayant actuellement une longueur de 6 m. 52 (station de la Tour Eiffel), on pourra disposer un fil, ou mieux un petit tube vertical ayant $6,52 : 4 = 1$ m. 63, la descente s'effectuant en fil torsadé double, le bout libre étant terminé par un isolant. Ce fil sera sous caoutchouc bien isolé si l'antenne est extérieure ; en cas de montage intérieur, le fil lumière (torsadé) suffit. L'extrémité libre du fil de descente est branchée au récepteur R.

LUD. — Le genre doublet doit également se prêter à cette réception.

PAR. — Parfaitement. Le doublet ou dipôle donne d'excellents résultats : c'est l'un des plus utilisés en télévision. Chaque brin B mesure un quart de longueur d'onde, soit 1 m. 63 pour l'onde de 6 m. 52. Ces deux fils sont espacés de 5 à 10 cm et reliés par un isolant I. La



descente peut être constituée, soit par un fil torsadé (fig. 2), soit à l'aide d'entretoises isolantes E (fig. 3).

LUD. — Comment sont disposées ces dernières ?

PAR. — Elles ont une longueur d'environ 5 cm et sont espacées de 20 à 25 cm, de l'antenne au récepteur... On peut également disposer un « réflecteur », fil parallèle placé à une distance de 1 m. 63 de l'antenne, si l'on désire renforcer le champ de celle-ci.

Amplification HF.

PAR. — Les signaux captés par l'antenne sont très faibles ; aussi doit-on les amplifier avant de les appliquer au détecteur, comme on le fait généralement en radio. Cette amplification peut se faire sans modifier leur fréquence : on la désigne alors sous le nom d'amplification directe.

LUD. — On peut aussi, m'avez-vous dit, utiliser le changement de fréquence.

PAR. — Oui. Les récepteurs à amplification directe sont plus simples à réaliser et plus économiques ; mais ils ne peuvent être employés que pour recevoir une station assez proche. Selon l'éloignement de l'émetteur et la qualité d'image qu'on désire obtenir, ils peuvent comprendre de deux à quatre étages. Naturellement, plus le nombre de ceux-ci est élevé, plus le montage est compliqué.

LUD. — Vous m'avez également dit, en radio, que ce mode de réception est moins sélectif que les changeurs de fréquence.

PAR. — C'est exact. Mais ce qui est un défaut en radio devient ici une qualité, car la bande passante est beaucoup plus large, ce qui exige des circuits peu sélectifs. On doit même amortir encore ceux-ci à l'aide de résistances pour obtenir le passage de la totalité de cette bande. Alors que la sélectivité est de 9 ou 10 kilocycles en radio (9 à 10.000 périodes-

seconde), elle est de 3 à 7 mégacycles, en télévision (3 à 7.000.000 de périodes-seconde).

LUD. — Je crois me souvenir aussi que les amplificateurs à étages multiples provoquent des accrochages en ondes très courtes, surtout avec des triodes.

PAR. — Votre mémoire est fidèle. Ces amplificateurs généralement équipés par des pentodes, s'adaptent assez bien à la réception des émissions de 4 à 500 lignes, dont la fréquence est de 40 à 50 Mc. (mégacycles) ; mais il n'en est plus de même avec les émissions nouvelles sur 819 lignes, dont les fréquences sont voisines de 200 Mc., car les difficultés d'amplification croissent avec la fréquence. Dans ce cas, le changeur de fréquence devient presque une nécessité.

LUD. — Pour préciser les idées, voudriez-vous me dire à quels facteurs est subordonnée la puissance d'un récepteur et comment on peut déterminer le nombre d'étages ?

PAR. — Le degré d'amplification dépend de l'efficacité de l'antenne, du type de lampes utilisées et de l'éloignement de l'émetteur, étant entendu que le gain par étage varie avec la pente de la lampe et les capacités parasites. A l'usager de décider du nombre d'étages à adopter, selon les éléments dont il dispose. Les types de lampes les plus couramment employées sont la 1851, la 1852 (6AC7), la EF51 (transcontinentale) et la Rimlock EF42. Toutefois, pour l'étage d'entrée, qui doit être adapté aux caractéristiques de l'antenne, on peut employer, indépendamment des pentodes montées selon la méthode habituelle, soit des triodes spéciales pour la HF (EC40 ou 6I4), soit enfin des doubles triodes (6J6, par exemple).

LUD. — L'accord des circuits se fait-il par variation de capacité, comme en radio ?

PAR. — Pas précisément. Il s'obtient généralement en agissant sur la self-induction des bobinages, munis à cet effet de noyaux de fer qu'on introduit plus ou moins profondément dans ceux-ci.

Il me resterait à vous donner le schéma de principe des étages HF d'un amplificateur direct ; mais le récepteur que nous étudierons en détail lors de notre prochaine causerie comporte précisément un tel ampli à deux étages (fig. 90). Celui-ci ferait donc double emploi. La gravure marginale (a) schématise la progression des courants dans un amplificateur direct à trois étages.

Changement de fréquence.

PAR. — Si l'amplification directe est encore possible pour recevoir une station proche émettant sur 4 ou 500 lignes, le changement de fréquence s'impose pour une station éloignée. Il deviendra indispensable lorsqu'on aura le choix entre plusieurs émissions et quand la très haute fréquence exigée par l'émission à 819 lignes sera exclusivement utilisée, pour la raison que je vous ai donnée il y a quelques instants... Vous souvenez-vous de ce que nous avons dit, en radio, sur le changement de fréquence ?

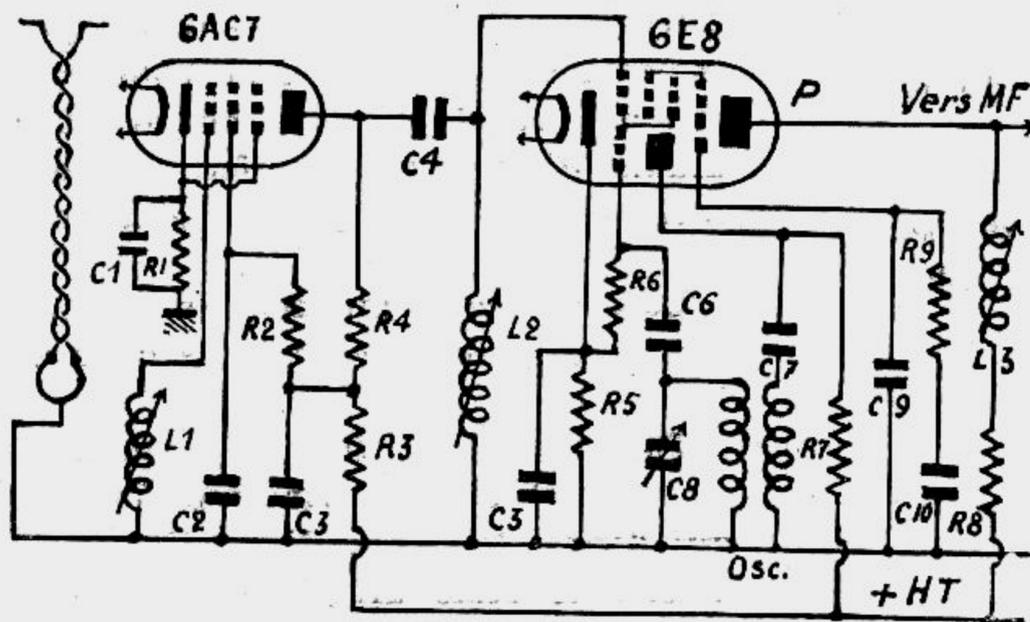
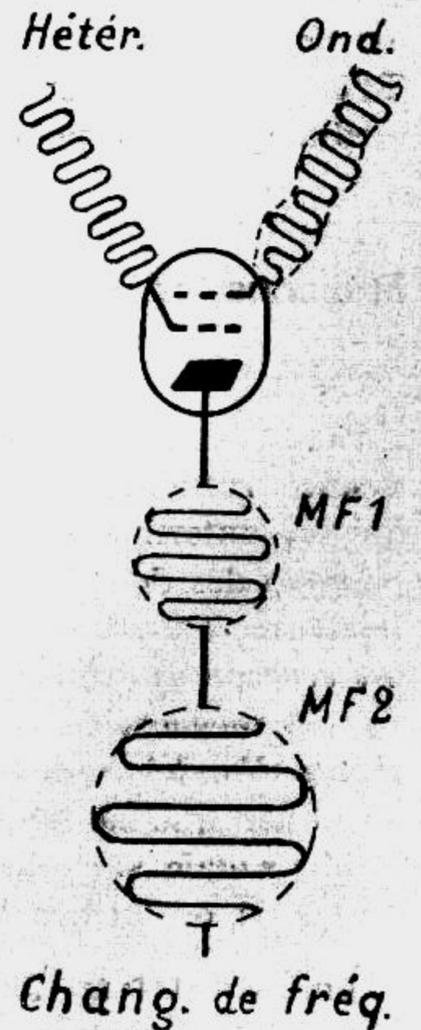
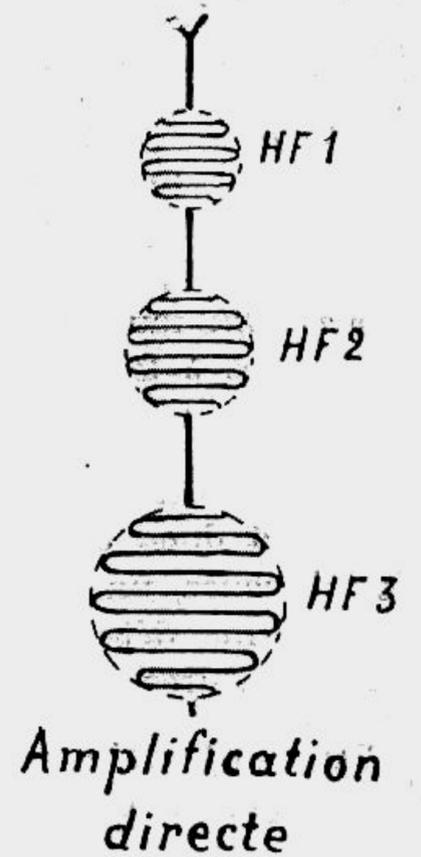


Fig. 85
Changement de fréquence précédé d'un étage HF.

LUD. — Assez nettement, je crois. Le récepteur possède un petit générateur de courants de très haute fréquence, nommé « hétérodyne ». On fait interférer ces oscillations locales avec celles de la station reçue. Il en résulte un « battement » de fréquence plus basse, qui est recueilli dans le circuit anodique de la lampe.

PAR. — C'est exact. On peut, comme en radio, effectuer le changement de fréquence à l'aide d'un seul tube, une triode-hexode ECH3 ou 6E8. Si l'on est éloigné de la station, il est possible de faire précéder cette lampe d'un étage HF, qui diminue le bruit de fond, augmente la



sensibilité de l'ensemble et la netteté des images. Etant donnés les avantages de cette adjonction, je vais vous en remettre un schéma d'excellent rendement, qui a été mis au point par un technicien du *Haut-Parleur* (fig. 85). L'antenne est un doublet. Elle est couplée au bobinage d'entrée à noyau de fer, accordé sur 46 Mc. La lampe HF est une 6AC7, et la changeuse de fréquence, une 6E8. Les oscillations locales sont fournies par les bobinages Osc. et transmises à la partie triode de la lampe. Le battement est recueilli par l'anode P.

LUD. — Un téléviseur ainsi constitué comprendrait donc un étage HF, un changement de fréquence, un amplificateur MF à plusieurs étages, une détectrice et un étage amplificateur vidéo-fréquence.

PAR. — Parfaitement. J'ajoute toutefois que les lampes doubles, comme la 6E8, présentent certains inconvénients avec les très hautes fréquences de la télévision (couplages internes, glissement de fréquence, bruit de fond, etc.), qui se traduisent par une réduction du gain de conversion. Aussi, il est d'usage courant de faire accomplir ce changement de fréquence par deux tubes : une penthode à grande pente (EF50 ou 1851, par exemple) pour le rôle de modulatrice et une triode oscillatrice.

Moyenne fréquence.

PAR. — L'anode de la changeuse de fréquence recueille donc les oscillations de fréquence intermédiaire produites par la superposition des deux ondes. Cette fréquence intermédiaire est constante et l'amplificateur MF est accordé une fois pour toutes (généralement sur 13 mégacycles, soit environ 28 m. de longueur d'onde) ; elle est beaucoup plus facile à amplifier que la fréquence initiale. La modulation s'étale sur une bande de 6 ou 7 mégacycles, si on utilise les deux bandes latérales

LUD. — Il faut donc que l'amplificateur de moyenne fréquence puisse agir uniformément

sur cette large bande qui s'étend, si j'ai bien compris, de $13 + 3$ à $13 - 3$ Mc., et cela sans y apporter de distorsion.

PAR. — Précisément. Vous voyez la différence qui existe entre l'ampli MF utilisé en radio, véritable filtre de bande ne laissant passer qu'une bande de 9 à 10 Kc. (kilocycles) et l'ampli correspondant du téléviseur, qui doit transmettre une bande environ 800 fois plus large. Le croquis que voici (1, page suivante) donne la courbe de résonance comparée des deux récepteurs.

LUD. — La première est pointue, tandis que la seconde est étalée, avec une bosse à chaque extrémité, rappelant le « dos de chameau » dont vous m'avez parlé.

PAR. — Oui. Cette seconde peut être obtenue à l'aide de transformateurs constitués par deux bobinages plus ou moins couplés ou déréglés, l'un à droite, l'autre à gauche. Ces enroulements peuvent également être shuntés par une résistance plus ou moins forte, ou munis d'un noyau de fer, adjonctions qui permettent d'obtenir une plus large bande.

LUD. — Pour préciser les idées, pourriez-vous me donner des croquis comparatifs ?

PAR. — Voici... Vous voyez en premier lieu un circuit shunté par une forte résistance, qui donne donc peu d'amortissement (2) : la sélectivité reste grande. Avec une résistance moins élevée, la tension aux bornes diminue, l'amortissement augmente et la courbe s'aplatit (3). Elle s'étale enfin beaucoup plus avec une résistance faible, des circuits déréglés ou la présence de noyaux de fer.

Suppression d'une bande latérale. — LUD. — L'amortissement produit par une résistance doit réduire sensiblement l'amplification.

PAR. — Naturellement. Celle-ci est inversement proportionnelle à la largeur de bande

passante. Aussi doit-on multiplier le nombre des étages MF pour obtenir une amplification convenable. Mais il est un artifice qui permet de réduire ce nombre : on utilise seulement une bande latérale, ce qui ramène la bande passante à 3 ou 4 Mc. La qualité de l'image n'en est pas diminuée, et le gain se trouve ainsi doublé. Cette transmission à bande unique s'obtient en agissant sur le réglage de l'oscillateur... Mais ne nous attardons pas et passons à la détection.

Détection.

PAR. — L'étage détecteur joue le même rôle qu'en radio. A l'émission, on a incorporé la « modulation » (signaux d'image et de synchronisation) à l'onde porteuse (oscillations de très haute fréquence) chargée de la transmettre au loin. A la réception, le détecteur extrait la « modulation » et supprime l'onde porteuse, qui n'est plus utile.

LUD. — Mais il doit toujours rester cette différence fondamentale : la bande à transmettre est beaucoup plus large en télévision.

PAR. — Oui. Elle est de plusieurs mégacycles, au lieu de 9 à 10 Kc... On utilise généralement une lampe diode à l'étage détecteur. Il convient toutefois d'observer la polarité du courant qui sera appliqué au tube cathodique. Dans les systèmes européens, le maximum d'amplitude (tension positive) correspond à un « blanc » de l'image, et le minimum (tension négative), à un noir.

LUD. — Selon le mode de détection adopté, le signal vidéo-fréquence est donc positif ou négatif.

PAR. — Parfaitement. Mais je vous ai dit que chaque étage VF, placé entre la détectrice et le tube cathodique, provoque un changement de phase. Si donc, après une détection donnant une modulation positive, on intercale un étage amplificateur VF, les signaux se trouvent inversés, et l'image du tube apparaît comme un cliché photographique négatif.

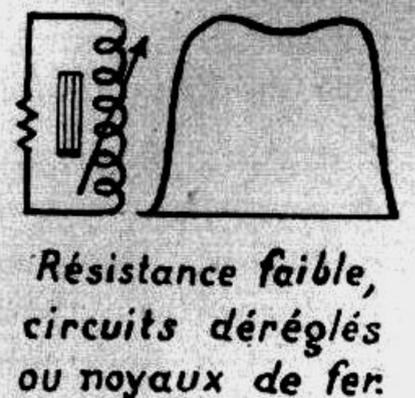
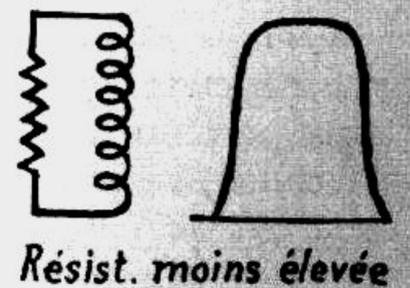
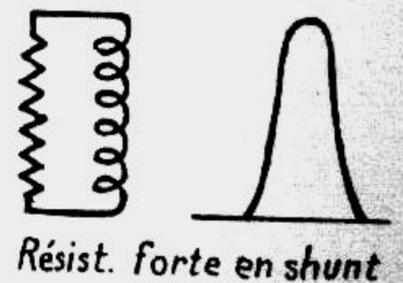
LUD. — Y a-t-il un procédé pour rétablir la polarité ?

PAR. — On dispose de deux moyens : changement de connexions de la détectrice diode (attaque par cathode au lieu de plaque), ou utilisation d'un nombre « pair » d'étages amplificateurs VF. Dans ce dernier cas, si la modulation est positive à la sortie du détecteur, elle sera négative à la sortie de VF₁, et positive à la sortie de VF₂... La lampe utilisée couramment est le tube spécial EA50, qui est de faible résistance intérieure, mais on peut employer également une moitié de la lampe 6H6. La fig. 86 donne un exemple de montage. Les oscillations MF attaquent la cathode de la diode. La plaque reçoit le courant redressé, qui est de signe négatif (l'inversion aura lieu à l'étage VF). La résistance de charge R est de faible valeur, pour

Moyenne fréquence Courbes de sélectivité



Modific.^s de la courbe



livrer passage à la largeur de bande exigée. Alors qu'elle est couramment de 500.000 ohms en radio, elle est de 3 à 5.000 ohms en télévision. Son action est complétée par le condensateur C, d'environ 15 pico-farads, cette capacité permet, en outre, l'écoulement vers la masse de la HF résiduelle, qui deviendrait nuisible.

Dans la plupart des téléviseurs, la tension VF est transmise à la séparatrice S avant d'attaquer l'étage VF.

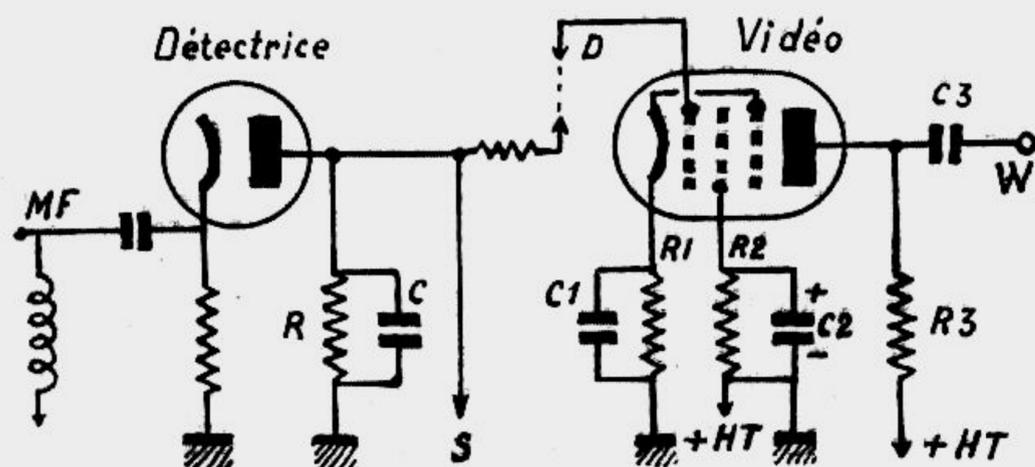


Fig. 86

Etage détecteur et ampli-vidéo.

Vidéo-fréquence.

PAR. — Si les signaux recueillis à la sortie du détecteur étaient suffisamment puissants pour agir sur la grille modulatrice de lumière (Wehnelt) du tube cathodique, la liaison pourrait se faire directement entre détecteur et tube. Mais la tension, qui doit être voisine de 20 volts, est généralement inapte à cette commande directe, même avec une forte amplification moyenne fréquence.

LUD. — Il faut donc l'amplifier, et c'est le rôle de l'amplificateur vidéo-fréquence.

PAR. — Oui. Les fréquences à transmettre sont de l'ordre de 3 à 4 mégacycles, ce qui exige une résistance de charge assez faible. Comme celle-ci entraînerait une amplification réduite, on doit employer des lampes à grande pente pour obtenir un gain suffisant. Les pentodes 1851, 1852, EF50 et EF51 répondent à ces conditions.

LUD. — Et si l'on utilise deux étages VF, comment doit être équipé le second étage ?

PAR. — Il peut comporter une lampe de puissance courante EL3N ou 6V6. Mais on se limite généralement à un étage dans les récepteurs courants (types familiaux). De toute façon, ainsi que je vous l'ai dit, chaque étage provoque une inversion de phase (rotation de 180°).

LUD. — Comment s'effectue la liaison ?

PAR. — Généralement par résistance-capacitance.

citée, afin d'assurer une amplification maximale et d'éviter toute distorsion... Un des montages les plus simples est indiqué par la fig. 86 (à droite). Les courants détectés entrent en D. L'ensemble C1-R1 assure la polarisation. La résistance d'écran R2 a une valeur, suivant les lampes, de 0 à 50.000 ohms. Elle est découplée par un électrochimique C2 de 8 Mfd. La résistance de charge de plaque R3 est faible (4 à 5.000 ohms) ; je vous en ai dit la raison précédemment.

Autres étages.

PAR. — Je ne reviendrai pas en détail sur l'étage séparateur, les bases de temps et le tube cathodique, qui ont été décrits précédemment ou le seront de nouveau au moment de l'étude de chaque schéma particulier.

Vous savez qu'on doit séparer la modulation

des signaux de synchronisation, la première étant dirigée vers le tube cathodique, les seconds, vers les bases de temps. Cette opération se fait généralement après la détection. Le tube utilisé peut être une EF9 ou une EF40. Il faut ensuite dissocier les signaux de lignes et les signaux d'images à l'aide de deux circuits ayant des caractéristiques appropriées. Ces deux circuits commandent les bases de temps « lignes » et « images ».

Récepteur Son.

LUD. — Avant de terminer, je vous demanderais quelques mots sur la réception sonore, que nous avons seulement effleurée.

PAR. — C'était mon intention. Mais nous y reviendrons au moment de l'étude des constructions, car le récepteur « son » est le complément indispensable du téléviseur proprement dit. Il existe d'ailleurs une inter-dépendance entre les deux réceptions... La partie sonore pourrait fort bien constituer un appareil distinct, réalisé pour ondes ultra-courtes.

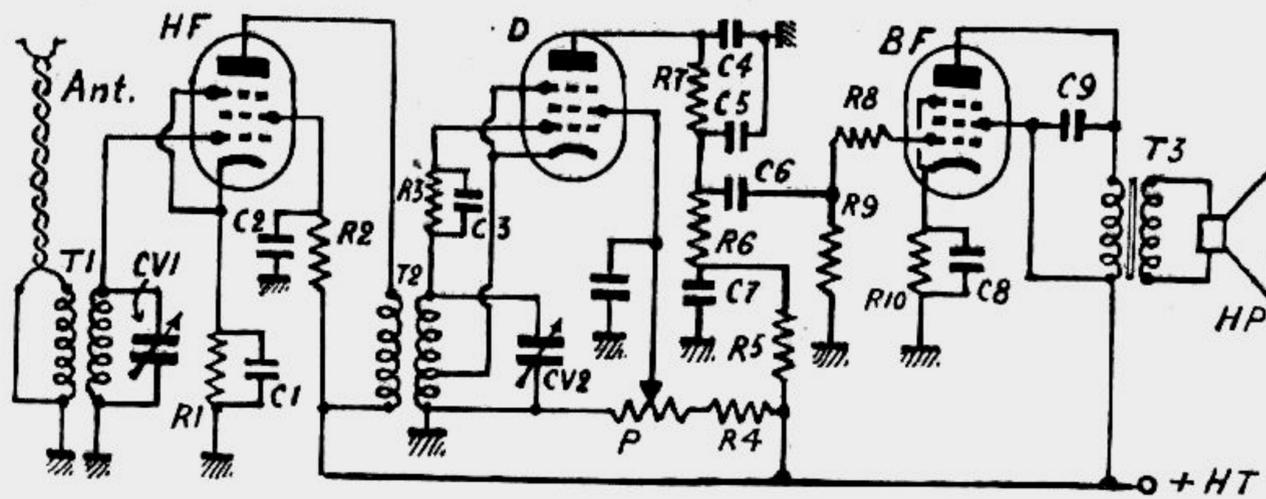


Fig. 87

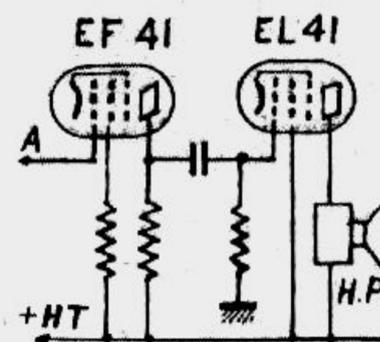
Récepteur « son » comprenant une HF, une détectrice et une BF.

LUD. — Cette méthode aurait au moins l'avantage d'éviter tout couplage parasite avec la réception « vision ».

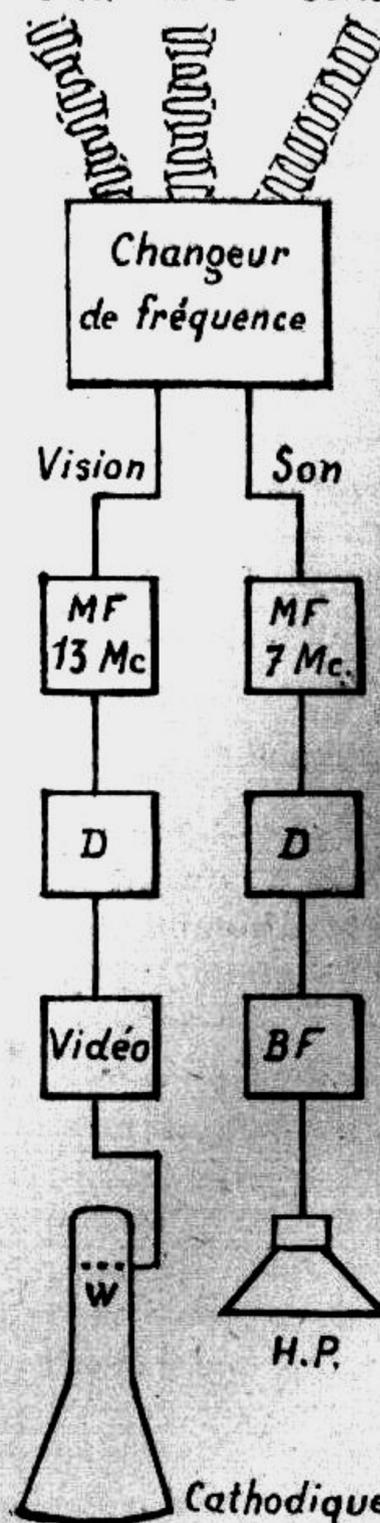
PAR. — Oui ; mais elle serait une source de complications dans les réglages et augmenterait sensiblement la dépense. Aussi, les deux récepteurs sont-ils généralement placés dans le même coffret. Il est même d'usage courant de capter les émissions « image » et « son » avec une antenne unique, ce qui est relativement facile, en particulier, avec le changeur de fréquence. Je vous en reparlerai dans quelques instants.

LUD. — Quand la station est proche, peut-on recevoir le « son » à l'aide d'une simple détectrice à réaction suivie d'une basse fréquence ?

PAR. — Mais certainement. Voici un croquis du montage (gravure



Ondes vision	Ond. son	Osc. locale
46 Mc.	42 Mc	33 Mc.



marge, en haut) qu'il est possible d'adopter ; il comporte deux tubes Rimlock : un EF41 pour la détection et un EL41 pour la BF. Toutefois la sélectivité de ce récepteur risque d'être insuffisante et on gagne à ajouter une HF. C'est cette réalisation que vous indique cet autre schéma (fig. 87). Ce dernier montage a été préconisé par le journal le *Haut-Parleur*. Les tensions d'entrée peuvent être prélevées, soit sur une antenne indépendante, soit aux bornes d'un réjecteur placé à la sortie de la première lampe du récepteur « vision » et accordé sur 42 Mc./s.

LUD. — Ce récepteur « son » comporte donc 3 lampes : une HF, une détectrice à réaction et une basse fréquence.

PAR. — Exactement. La première et la seconde peuvent être des EF9, des 6K7 ou des EF41. La détection se fait par la caractéristique de grille à l'aide de l'ensemble C3-R3, de 100 pF et 1 mégohm. On obtient la réaction en reliant la cathode à une prise effectuée sur le secondaire de T2. Cette réaction est commandée par la tension d'écran, dosée par le potentiomètre P. La lampe de puissance est une EL3 N, une 6V6, ou une EL41.

LUD. — Le haut-parleur doit-il être obligatoirement un électrodynamique ?

PAR. — Non ; on peut fort bien utiliser un type à aimant permanent. La reproduction sera d'autant plus fidèle que le diamètre sera plus grand... J'ajoute que si l'on veut encore

augmenter la sélectivité du récepteur, il est possible de mettre 2HF.

LUD. — Vous m'aviez promis d'ajouter quelques mots sur l'emploi du changement de fréquence, avec antenne et changeuse uniques.

PAR. — C'est juste. Vous savez que les émissions actuelles se font, pour la vision, sur 46 Mc./s (mégacycles-seconde), soit 6 m. 52 de longueur d'onde, et sur 42 Mc./s, pour le son. Ces deux fréquences sont captées par l'antenne. Comme la fréquence intermédiaire (MF) est généralement de 13 Mc. (environ 28 m.), il s'ensuit que l'oscillateur local (hétérodyne) est réglé sur $46 - 13 = 33$ Mc./s.

LUD. — Et que se passe-t-il pour le son ?

PAR. — L'oscillateur local interfère également avec les oscillations « son » et donne $42 - 33$ Mc., soit 9 Mc./s. en MF, ou, en longueur d'onde, si vous désirez faire le calcul, $360.000.000 : 9.000.000 = 40$ mètres (le premier chiffre est la longueur parcourue par les ondes dans l'éther). La moyenne fréquence « image » est dirigée vers les amplificateurs MF accordés sur 13 Mc., ainsi que le montre ce croquis (gravure marge)...

LUD. — ... et la moyenne fréquence « son », vers la MF des circuits « son », accordés sur 9 Mc. Maintenant j'ai compris.

PAR. — Mon cher Ludo, il se fait tard. Nous avons d'ailleurs dit l'indispensable sur ces notions préliminaires. Il nous reste à entreprendre la partie capitale de nos travaux : la construction proprement dite d'un téléviseur. Ce sera l'objet de notre prochaine soirée.



14. UN TÉLÉVISEUR

Simple, économique et fidèle

Le précédent entretien nous a fait connaître le rôle et la constitution de chaque étage. Nous sommes donc en mesure d'entreprendre la construction du téléviseur, en juxtaposant ces différentes parties, adaptées à un schéma bien étudié. Nous réaliserons successivement le récepteur proprement dit (amplification, détection, vidéo), l'étage séparateur, les bases de temps et les connexions du tube cathodique¹.

Avant-propos.

La construction du téléviseur marque l'aboutissement de nos entretiens, toutes les notions précédentes n'ayant eu pour but que de nous familiariser avec sa constitution et son fonctionnement. Le modèle que nous allons étudier en détail est l'œuvre d'un spécialiste parisien particulièrement réputé, M. R. Laurent, qui a réalisé non seulement un appareil d'étude, simple et économique, mais un récepteur commercial d'excellent fonctionnement, qui a fait la joie de bien des familles. Son succès a été consacré par des articles élogieux du *Haut-parleur* et de la *Télévision française*, qui en ont fait une description pour leurs lecteurs.

Sa construction par un amateur ne présente aucune difficulté. « Si vous savez souder, reconnaître une résistance d'un condensateur, affirme le constructeur, vous êtes prêts à entreprendre le travail. Aucun appareil de mesures n'est utile. » Le prix de revient n'est pas plus élevé que celui d'un récepteur confortable de radio.

Le récepteur « image » est à amplification directe, d'une mise au point plus facile que le changement de fréquence. Il comporte deux étages haute fréquence, suivis de la détection

et d'un étage vidéo-fréquence, qui attaque la grille du tube cathodique (fig. 90).

Un étage séparateur envoie les signaux de synchronisation vers les deux bases de temps. Tout le téléviseur, son et image, n'utilise que onze lampes, deux valves et le tube cathodique.

Premier étage HF.

L'antenne attaque directement la grille d'une pentode HF à forte pente, du type EF42 (ou 1852, 6AC7, EF51, etc.), à travers C_1 , de 50 cm. L'accord est réalisé par le circuit L_1-C_2 , formant bouchon.

La self L_1 , bobinée en l'air, de 20 mm., comporte 3 spires en fil de cuivre nu 10/10, au pas de 3 à 4 mm. L'ajustable C_2 , de 3 à 30 cm., permet d'accorder le circuit sur la longueur d'onde image, de 6,52 mètres (46 Mc). Les condensateurs ajustables à air sont particulièrement recommandés.

Le potentiomètre de polarisation P_1 , de 5.000 ohms, agit sur la sensibilité du récepteur et permet le contraste de l'image. Il est shunté par C_3 , de 1.000 cm.

Sur la plaque, le circuit accordé L_2-C_5 est constitué par une self identique à L_1 , mais de 4 spires. Une résistance R_2 , de 5.000 ohms, charge la plaque, assure l'alimentation de

1. A partir de ce chapitre, nous délaissions le dialogue, qui n'a plus sa raison d'être et le texte occupe toute la page, ce qui permet de donner plus de surface aux schémas et de les rendre plus lisibles.

l'écran et est découplé par C6 de 1.000 cm. Les bobinages sont fixés d'une façon rigide sous le châssis par une plaquette de bakélite, avec les ajustables sertis sur le dessus du châssis et facilement accessibles.

Deuxième étage HF.

La capacité de liaison C7, de 200 cm, transmet à la grille de la 2^e HF la tension recueillie à la plaque de la première. Une résistance R3, de 20.000 ohms, assure la fuite du courant de la grille de commande. La cathode est polarisée par une résistance R4 de 200 ohms (100 pour les lampes autres que EF42), découplée par C8, de 1.000 cm.

L'impédance de plaque est constituée par une self d'arrêt L3 comportant 20 spires espacées du diamètre du fil, sur un mandrin de carton bakélinisé de 8 mm. de diamètre, en fil sous soie de 4 à 5/10, puis par une résistance R6, de 5.000 ohms, qui assure l'alimentation de l'écran et est découplée par C10, de 1.000 cm. ou pF.

Le circuit accordé est placé dans le retour de cathode de la diode détectrice.

Détection.

La capacité C11, de 200 cm. transmet la tension HF à détecter à la cathode de la EA50. Cette diode est placée sous le châssis, afin de réduire la longueur des connexions. Entre cathode et masse est intercalé le circuit accordé L4-C12, analogue à L2-C5. Une résistance R7, de 10.000 ohms est soudée aux bornes du bobinage.

Un condensateur C12b, de 10 cm. et R8 de 5.000 ohms sont fixés entre masse et plaque de la diode, en liaison directe avec la grille de la vidéo fréquence. Cette liaison directe est favorable à la transmission intégrale de toutes les fréquences, en permettant le passage de la composante continue.

Vidéo fréquence.

La cathode de la VF (une EF42, ex EF51) est à la masse. La composante continue est restituée automatiquement, par variation du courant plaque en fonction de la modulation. La charge de plaque est constituée par la self de correction L5, en série avec une résistance R11 de 5.000 ohms. La self est formée de 100 spires jointives de 4 ou 5/10 sur mandrin bakélinisé de 8 mm.

L'écran de la lampe est alimenté par une résistance R10, de 25.000 ohms, découplée par C14, de 8 Mfd. Par la capacité de liaison C16, de 0,1 Mfd, la tension de modulation prise sur la plaque VF est transmise à la grille du tube cathodique à travers une résistance R13, de 10.000 ohms.

Un pont diviseur, commandant la séparatrice, est connecté entre L5 et R11.

Etage séparateur.

La capacité C15, de 0,1 Mfd, en série avec la résistance R12, de 250.000 ohms. transmet les signaux de synchronisation à la grille de la lampe séparatrice EF9, 6M7 ou EF41 à pente variable. Le potentiomètre P2, de 500.000 ohms, permet de doser l'admission de ces signaux à la grille et assure la stabilité de l'image. Seules, ces impulsions font varier le courant anodique de la lampe. La cathode est à la masse.

La modulation image est sans influence sur le courant de plaque. Les tops de synchronisation seuls polarisent négativement la grille, ce qui entraîne une brusque diminution du courant de plaque. La charge de cette lampe est constituée par deux résistances de 25.000 ohms en série.

R15 est destinée à faire apparaître les impulsions de lignes. Un condensateur C19, de 5.000 cm., les transmet au thyatron de lignes, tandis que l'autre extrémité est découplée par condensateur C17, de 10.000 cm. vers la masse. L'écran est relié à la plaque.

Ainsi, seules, les impulsions d'image, dont la fréquence est bien plus basse, sont trans-

R14 est branchée entre R15 et la haute tension. Cet étage séparateur fonctionne d'une

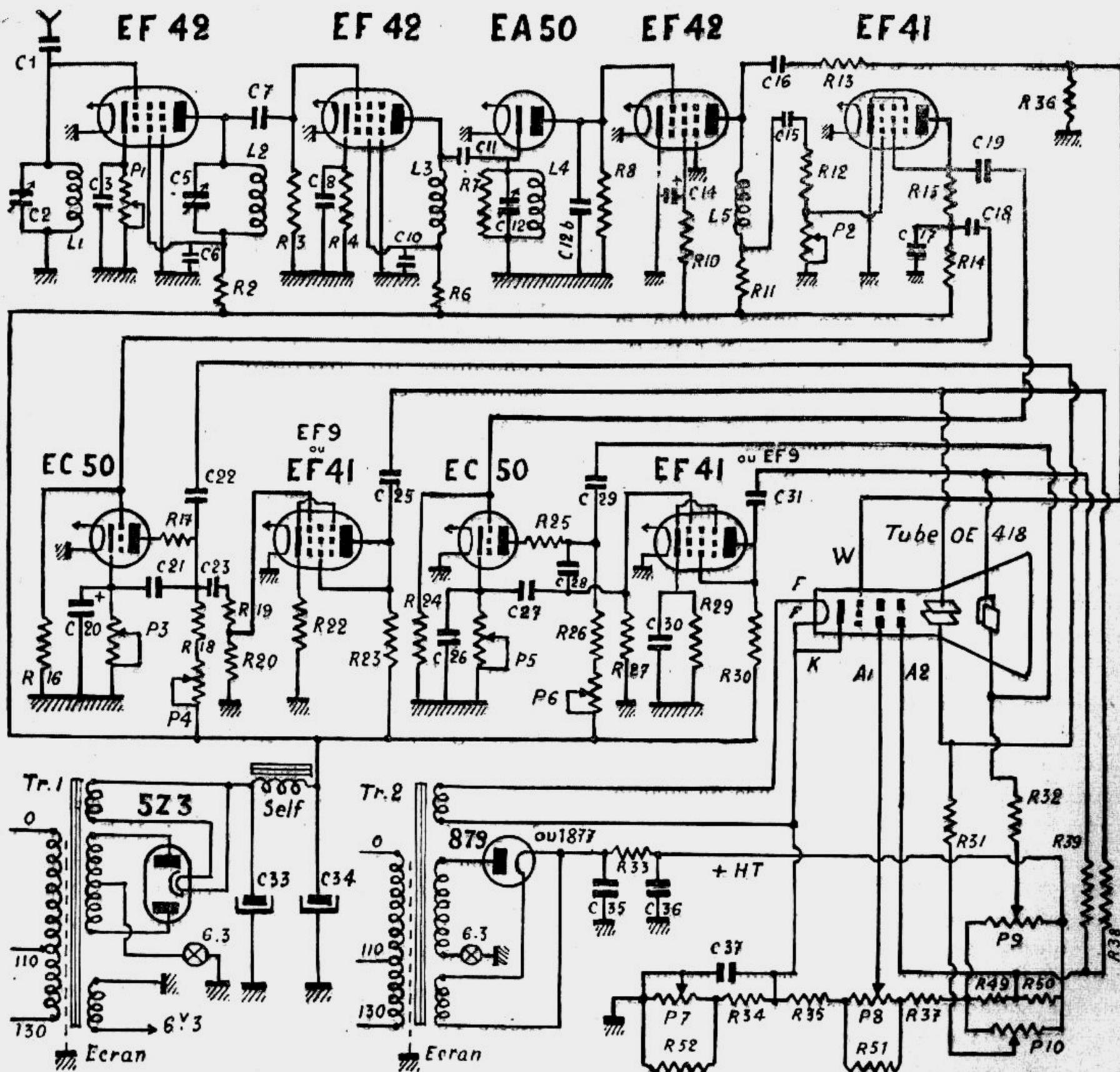


Fig. 90

Schéma du téléviseur (récepteur, bases de temps, tube cathodique et alimentation).

mises par C18, de 0,1 microfarad, vers le thyatron d'images EC50 (à gauche du schéma).

façon parfaite. Il permet un entrelacement absolu des lignes et une grande stabilité.

Bases de temps.

Bases de temps IMAGES (verticale). — Le condensateur C18 de 0,1 Mfd, attaque la grille du thyatron EC 50, dont la résistance de 50.000 ohms, R16, va à la masse.

La cathode est polarisée par le condensateur C20, de 25 Mfd, et le potent. P3, de 50.000 ohms, sur laquelle le condensateur C21, de 0,1 Mfd, chargé à travers R18, de 100.000 ohms et P4, de 500.000 ohms monté en rhéostat, fournit la tension en dents de scie. P4 agit sur la hauteur d'image et P3 sur la fréquence.

La résistance R17, de 500 ohms limite le courant de décharge, de même que R16 limite le courant de grille. Le condensateur C22, de 0,1 Mfd, transmet à la plaque n° 4 du tube cathodique la tension de balayage.

A travers C23, de 1 Mfd, R19 de 100.000 ohms et R20, de 800.000 ohms, la grille de la déphaseuse EF9 est attaquée par l'autre fraction des dents de scie, proportionnelle à celle fournie par le thyatron. La cathode de la EF9 est polarisée par R22 (10.000 Ω).

L'écran est relié à la plaque, aux bornes de laquelle C25, de 0,1 Mfd, attaque l'autre plaque verticale (n° 3) du tube. Cette plaque reçoit la composante de tension alternative qui se développe aux bornes de la résistance de charge R23, de 40.000 ohms.

Bases de temps LIGNES (horizontale). — Le condensateur C19, de 5.000 cm. et R24, de 50.000 ohms, assurent la transmission des signaux de lignes à la grille du second thyatron EC50. La cathode est polarisée par P5, de 50.000 ohms et C26 de 25.000 cm.

Un pont capacitif, de 1.200 et 500 cm., établit la fréquence d'oscillation, et la liaison avec la déphaseuse est assurée par R27 de 1 mégohm. Comme pour la base de temps images, cette déphaseuse est une EF9 ou une EF41.

R25, de 500 ohms, a la même attribution que R17 et la liaison à la plaque n° 1 du tube

s'effectue par C29, 0,1 Mfd. La cathode de la EF9 (ou EF41) est polarisée par R29, de 3.000 ohms et C30, de 25.000 cm.

L'écran est relié à la plaque, et la liaison avec la plaque n° 2 du tube est assurée par C31, de 0,1 Mfd. La résistance R30, qui charge la plaque de la déphaseuse est de 40.000 ohms.

Tube cathodique.

Nous connaissons la constitution et le fonctionnement du tube cathodique. Quelques indications complémentaires sont nécessaires sur son alimentation. Il est possible d'utiliser un transformateur unique pour ce tube et l'ensemble du récepteur. Ici, deux transformateurs sont employés : Tr2, qui alimente le tube est prévu pour s'adapter à tous tubes et à toutes valves.

Ses caractéristiques sont les suivantes : tension redressée : 2.700 volts ; tension chauffage tube : 2,5 — 4 — 6,3 volts ; tension chauffage valve : 2,5 — 4 volts. La haute tension redressée est filtrée par une résistance R33, de 100.000 ohms et deux condensateurs en boîtier métallique à diélectrique huile, fabriqués spécialement à cet effet. Ce matériel très délicat offre toutes garanties à l'usage.

La chaîne haute tension comprend, après R33 de filtrage, deux potentiomètres P9 et P10, de 2 mégohms, dont le rôle est d'effectuer le cadrage correct de l'image sur l'écran du tube. Ils sont shuntés par deux résistances R49 et R50, de 100.000 ohms chacune, dont la jonction est reliée à l'anode 2 du tube.

Puis ensuite : R37, de 1 mégohm, potentiomètre P8, de 500.000 ohms, shunté par R51, de 300.000 ohms, dont le curseur est relié à l'anode 1, dite de concentration ; R35, de 300.000 ohms, R34, de 15.000 ohms, et P7, de 50.000 ohms, shunté par R52, de 100.000 ohms et permettant de varier la polarisation négative de grille du tube, et, par ce fait, de régler la luminosité de l'écran.

La jonction de R34 et de R35 est reliée à la cathode du tube et est découplée par C37

(0,25 Mfd). La grille ou Wehnelt du tube, venant de Cr6 et de Rr3 est à la masse par R36 (500.000).

Alimentation du récepteur.

Tr.1, qui alimente le récepteur, les bases et le son, comporte les enroulements : 2×375 volts sous 250 mA ; 6,3 v. sous 8 A, et 6 v. (3 A).

Disposition des pièces.

La fig. 91 représente le châssis équipé, vu en dessous. Voici la désignation des éléments : V1 et V2 (EF42) lampes HF ; V3 (EA50) placée sous le châssis ; V4 (EF42) vidéo ; V5 (EF41), séparatrice ; V6 et V7 (EC50 et EF41), base images ; V8 et V9 (EC50 et EF41), base lignes ; V10 (5Z3) valve ; V11 (879) valve de Tr. 2 ; V12 (EF41) détectrice « son » ; V13 (EL41) BF son.

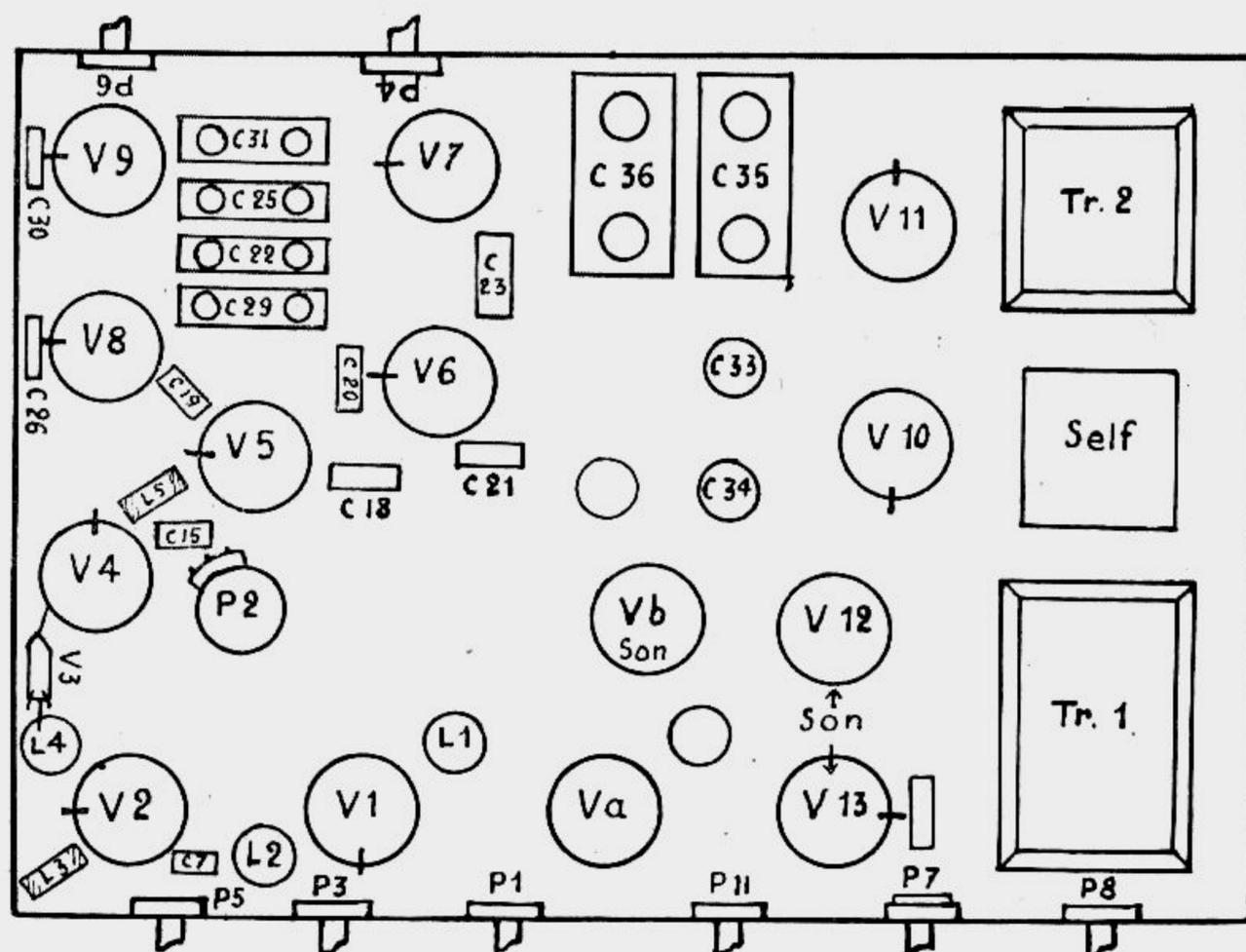


Fig. 91
Emplacement des organes sur le châssis (vu en dessous).

Filtrage par self 250 Ω sous 250 mA, et par chimiques C33 et C34. Fils HT isolés souples et torsadés. Un côté filaments lampes à la masse.

Récepteur Son.

Etant donnée la bonne propagation de l'onde porteuse « Son », une détectrice EF41 et une BF type EL41 donnent d'excellents résultats et une musicalité incomparable.

Les cercles Va et Vb sont les emplacements de lampes HF supplémentaires (éventuelles) pour la vision et le son.

Les places des autres organes sont clairement indiquées par la correspondance des désignations avec celles du schéma (fig. 90).

On retrouvera ces mêmes pièces sur la gravure suivante, mais en ordre inverse, car elle représente le châssis vu en dessus tandis que le croquis ci-dessus représente le châssis vu en dessous.

Antenne.

Deux antennes distinctes sont utilisées. L'antenne « image » se compose d'une tringle à rideaux, de 2 m. de long, dont la liaison avec le poste s'effectue par un fil soudé à environ 25 cm. de la base. Une prise de terre n'apporte généralement aucun gain.

L'antenne « son » est constituée par un simple fil vertical, de 1,50 m. Une antenne de type spécial n'est pas nécessaire.

Mise au point.

Après avoir soigneusement vérifié le câblage, on met les lampes seules en place, sauf les valves et le tube cathodique. On branche la prise de secteur et on actionne l'inter de P7 : les lampes doivent s'allumer. Mettre ensuite la 5Z3 : les thyratrons s'illuminent en bleu. En agissant sur P3 et P5, la fréquence de ces illuminations varie.

Mettre P4 et P6 à mi-temps. Couper le courant. Mettre le tube en place. Allumer : le filament doit s'apercevoir en rouge clair. Eteindre. Mettre la valve 879.

Allumer en laissant P7 au début de sa course. L'écran doit montrer une luminosité blanche. Si le montage est correct, un voltmètre résistant (au moins 1.000 ohms par volt) branché entre cathode et masse du tube, en parallèle sur C37, indiquera, en tournant P7, une tension de 0 à 50 volts.

Laisser une luminosité moyenne de l'écran. Agir sur P5 pour voir quelques lignes horizontales ; puis sur P8, pour rendre ces lignes les plus fines possibles. En agissant sur P3, P4, P5, P6, stabiliser l'image et en faire à peu près un rectangle.

P9 et P10 la cadreront dans le centre de l'écran. Les bases de temps fonctionnent et sont prêtes à supporter l'image reçue par la partie HF, dont nous allons voir les réglages.

Réglage.

Mettre l'antenne « image ». Placer le curseur de P1 à 1 cm. environ de la masse, P2 à la mi-temps. Agir sur C12 pour faire apparaître quelques ombres sur l'écran.

Agir sur C5 pour accentuer ces ombres ; puis sur C2. Revenir à C12. Si les ombres présentent quelques traces de blanc, agir sur P2. Si c'est vertical, agir sur P3 ; horizontal, sur P5. Stopper le scintillement. Généralement, les trois ajustables seront, au début, ouverts à demi.

Maintenant, figurer le réglage. Contraste : agir sur P1 conjointement avec les ajustables. Si l'image est incomplète, agir sur P2, P3, P4, P5 et P6.

Mire de réglage. — Comme il est difficile de travailler, au début, sur l'image animée, attendre l'émission des mires, qui se fait une demi-heure avant l'émission elle-même. Ayant maintenant l'image, il faut l'améliorer en désaccordant les circuits, afin d'élargir la bande passante.

La mire de réglage comporte 24 carrés, dont 12 portent des traits verticaux et 12 des traits horizontaux. Ils sont numérotés par paire de 1 à 12. Plus le carré dont on arrive à voir les traits verticaux porte un numéro élevé, plus la bande passante du récepteur est large : la mire 1 correspond à 1,54 mégacycle, tandis qu'on a 3,6 Mégacycles pour la mire 12. Si l'on distingue les traits verticaux du n° 6 (2 Mc.), la réception peut déjà être considérée comme satisfaisante ; on améliorera par la suite.

Troubles sur l'image.

Voici, en terminant, un certain nombre de troubles qui peuvent être constatés sur l'image au moment de la réception, ou, en particulier, pendant la période d'essai. Nous ajoutons les moyens d'y remédier.

Image négative : est due à une inversion dans le branchement de la diode détectrice.
Image faible : mauvais réglage des accords, mauvaise amplification, lampe défectueuse, manque de tension, éloignement.

balayage insuffisante (il faut au moins 300 volts). — *Image trop grande* : défaut opposé, tension trop forte (celle-ci dépasse probablement 350 volts, pour le tube de 18 cm). Agir sur les pot. P4 et P6.

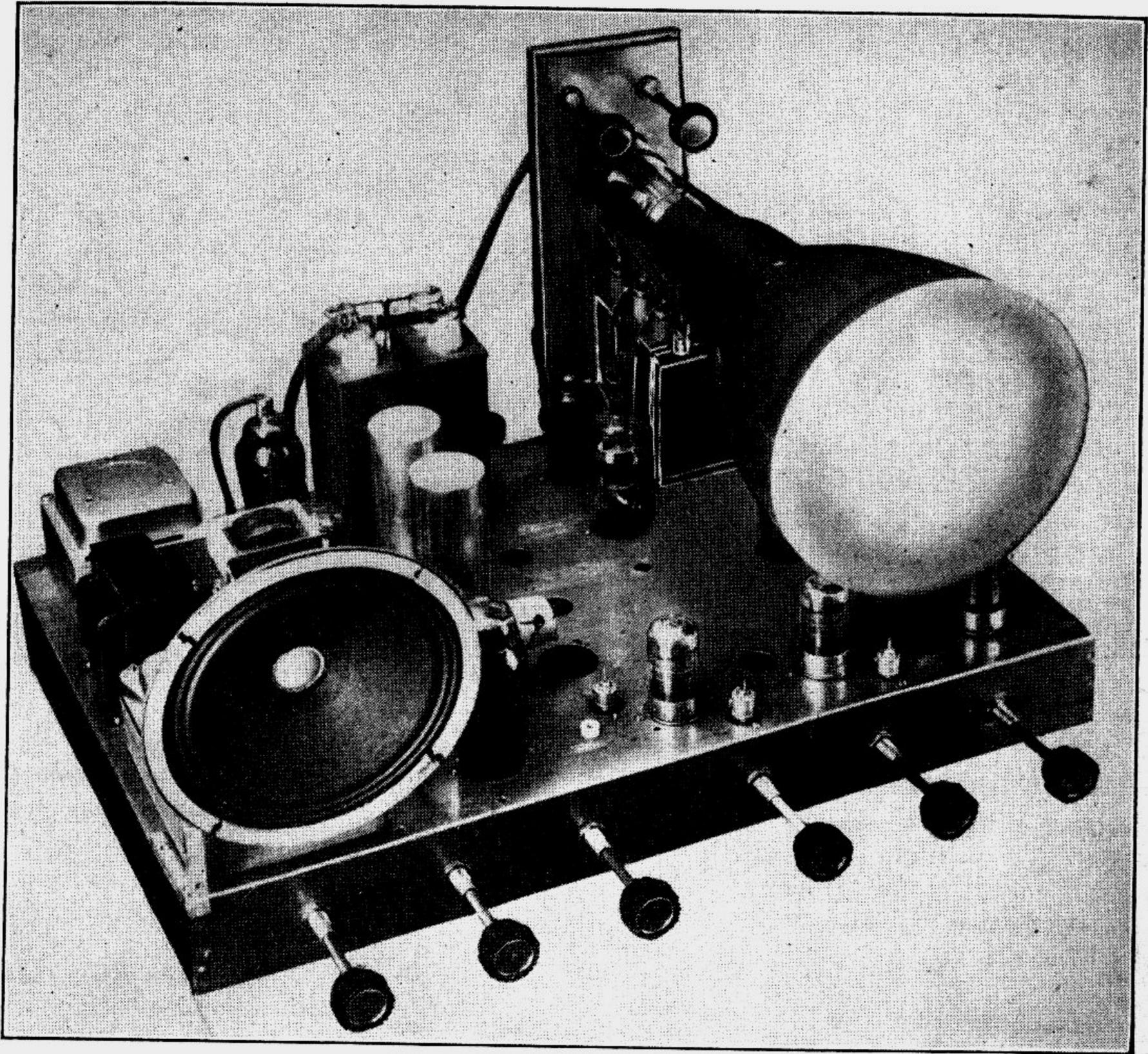


Fig. 92
 Aspect du châssis équipé pour l'image et le son.

Image inversée : que ce soit de bas en haut, ou de droite à gauche, les plaques du tube cathodique ne sont pas correctement reliées aux condensateurs de liaison des bases de temps. — *Image trop petite* : tension de

Bandes noires (en travers de l'écran) : mauvais filtrage des alimentations. — *Zébrures* : interférences provoquées par un « super » voisin. — *Image coupée en deux* (en largeur) : P5 est responsable ; (en hauteur) : P3 en est

cause. — *Hachures en biais* : P₂ est mal réglé. C'est un potentiomètre très important ; il doit être absolument parfait.

Image lassée (sur la droite) : ajuster la résistance de cathode R₂₉ ; (en bas) : agir sur R₂₂ pour équilibrer les impulsions. — *Parasites* : apparaissant sous forme de points blancs sur l'image. Ils sont rares heureusement.

Résistances : R₁₄ et R₁₅ (25.000 ohms). — R₂₆ (40.000). — R₃₁ et R₃₂ (3 mégohms). — R₃₆ (500.000 ohms). — R₃₇ (1 mégohms). — R₃₈ et R₃₉ (3 mégohms). — Le potentiomètre P₆ est de 500.000 ohms.

Lampes. — La fig. 93 représente le culot des lampes utilisées, ainsi que celui du tube cathodique, avec correspondance des broches. Le tube est du type OE 418 T (SFR) ou 7JP4

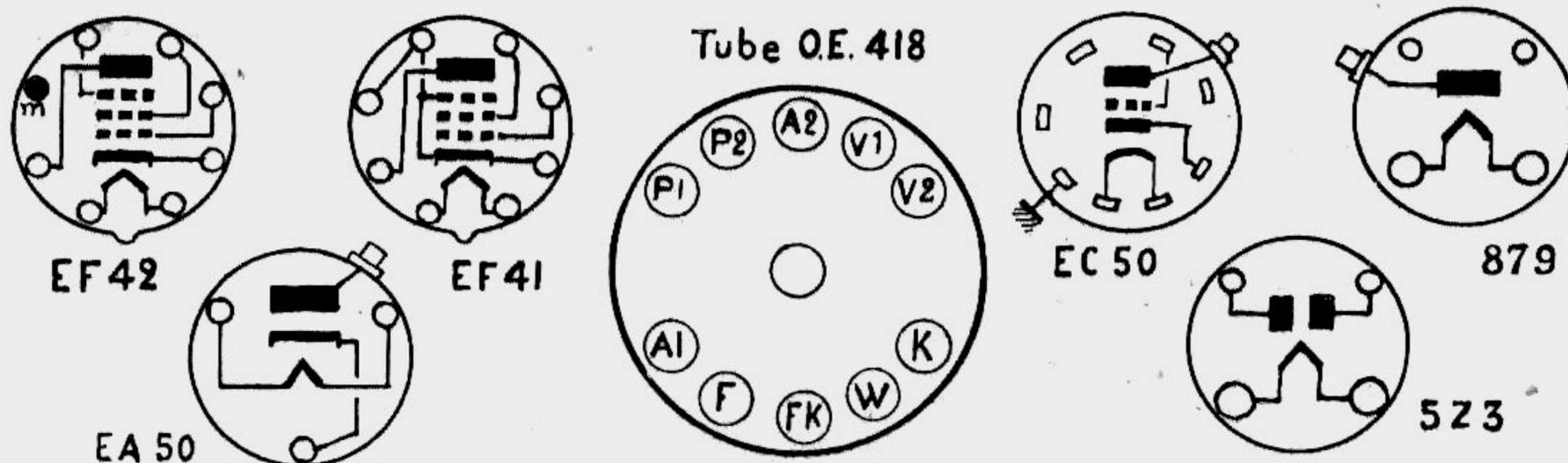


Fig. 93

Culots des lampes et du tube cathodique avec correspondance des broches.

Valeur des organes.

Nous avons indiqué la valeur de la plupart des condensateurs et résistances du téléviseur. Voici celles qui n'ont pas été signalées :

Condensateurs : C₅ et C₁₂ (3 à 30 cm, ajustables). — C₁₄ (8Mfd, chimique). — C₂₇ (1.200 cm., mica). — C₂₈ (500 cm.). — C₃₃ et C₃₄ (32 Mfd, chimiques). — C₃₅ et C₃₆ (0,5 Mfd), papier huilé.

(U.S.A.) ; mais les autres tubes statiques peuvent également être employés.

Si on se conforme exactement au schéma et aux pièces indiquées, en respectant les valeurs données, aucune tension n'est à prendre : l'appareil doit fonctionner immédiatement.

Autre avantage : ce récepteur est utilisable pour toutes définitions ; les bases de temps suivent parfaitement. C'est le seul genre aussi simple et d'entretien nul.



15. PERFECTIONNEMENTS

Projection sur écran. — Télécinéma

Télévision en couleurs. — Relief

Dans la plupart des téléviseurs actuels, l'image est observée « directement » sur l'écran du tube cathodique. Celle-ci est de petites dimensions et peut être difficilement examinée par un groupe de personnes. Aussi, les techniciens s'efforcent-ils d'obtenir des projections sur grands écrans, semblables à ceux du cinéma. Suivons les procédés à l'étude.

L'observation directe.

L'étude du tube cathodique nous a montré que l'image de la scène télévisée se forme sur le fond évasé de cet organe, qui a reçu le nom d'écran. Mais la surface de celui-ci est très réduite : elle varie généralement entre 9 cm. (récepteurs économiques) et 30 cm. (appareils de choix). Si ces dimensions peuvent suffire pour un spectateur isolé, elles sont manifestement insuffisantes pour une collectivité.

Pourquoi ne les augmente-t-on pas, diront les profanes ? Pour des raisons majeures, dont voici les principales. Le tube cathodique, avec son vide absolu, subit des pressions énormes, qui obligent les fabricants à donner à ses parois une assez forte épaisseur, pour éviter les explosions. Naturellement, cette pression augmente en proportion des dimensions du tube... et inévitablement le prix, qui devient vite exorbitant. L'ébénisterie s'accroît de même ; l'alimentation se complique : on aboutit à une impasse.

On s'est donc trouvé dans l'obligation de choisir d'autres méthodes, et ce sont, en définitif, les dispositifs à projection qui ont été retenus. Le plus simple consiste à projeter sur un écran, à l'aide d'un objectif, l'image formée sur l'écran du cathodique. La Maison Philips

avait résolu ce problème il y a déjà un certain nombre d'années. La fig. 95 schématise la marche des rayons lumineux dans ce procédé.

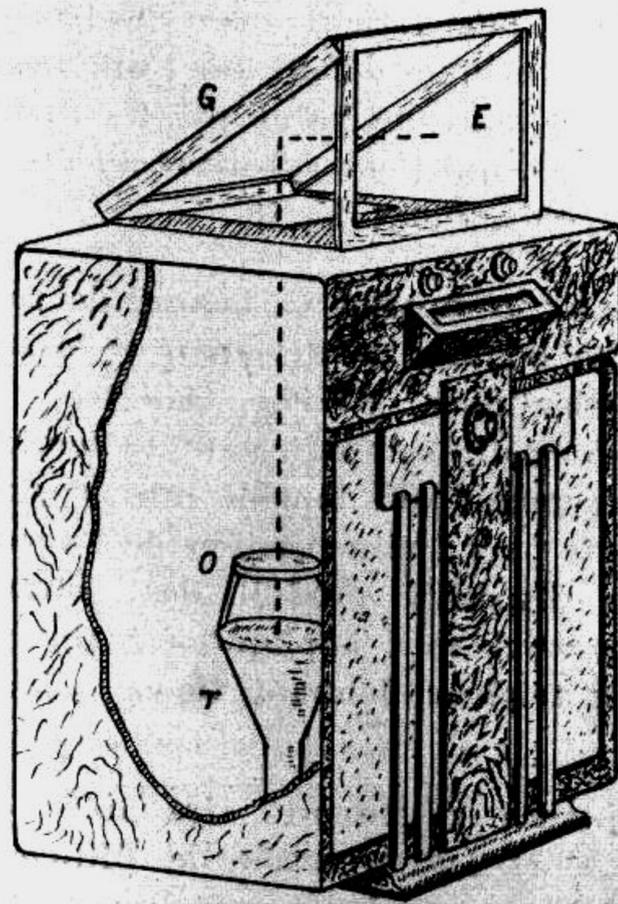


Fig. 95

Ancien dispositif de projection.

Nous voyons en T le tube cathodique, sur l'écran duquel se forme l'image primitive. Celle-ci est projetée par l'objectif O sur une glace G, inclinée à 45°, qui la renvoie sur l'écran E mesurant environ 45 × 37 cm. Ce dispositif a été amélioré par la suite. Il pré-

sentait, en effet, un inconvénient assez grave : la convexité plus ou moins accentuée de l'écran apportait une distorsion dans l'image projetée. On a été amené à interposer une lentille correctrice entre le tube et l'écran de projection.

Projection sur écran.

Optique de Schmidt. — Les récepteurs modernes utilisent un système perfectionné, en faisant appel non seulement à l'action correctrice d'une lentille spéciale, mais aux propriétés des miroirs. Ils présentent un ensemble de grande précision connu sous le nom d'« optique de Schmidt ».

Les réalisations varient selon les constructeurs. Voici quelques détails sur l'une des plus intéressantes, mise au point par les Etablissements Philips, qui l'ont substitué au dispositif ancien, précédemment décrit.

L'ensemble comprend la bobine de concentration, les bobines de déviation et le tube à rayons cathodiques MW-6-2. La très haute tension nécessaire comporte essentiellement un circuit résonnant qui fournit une tension de 25.000 volts pour l'alimentation de l'anode du tube. Ce dispositif produit des pointes de 8.500 volts qui sont appliquées à un circuit redresseur tripleur donnant 25.000 volts à la sortie.

L'inductance résonnante, les trois diodes miniatures et les capacités de filtrage sont montées dans une boîte métallique étanche remplie d'huile. Le tout forme un châssis nécessitant seulement une alimentation normale de 6,3 volts pour les filaments et une haute tension de 350 volts. Ces tensions peuvent être prises sur l'alimentation du récepteur proprement dit.

Les trois parties (optique, bobines et très haute tension) forment un appareil compact et bon marché présentant les avantages

suivants : petites dimensions, haute efficacité, haut degré de sécurité et images d'une qualité très supérieure.

Le tube MW 6-2. — Le tube cathodique, du type MW 6-2, possède un canon triode spécialement étudié pour fournir un spot très fin. Il a un diamètre de 65 mm. (écran 57,5 mm.) et une longueur de 27 cm. Il peut fournir une image de $3,6 \times 4,6$ exempte de déformations.

Celle-ci est projetée sur un écran attenant à l'ébénisterie (téléviseur particulier) dont les dimensions varient de 30 à 40 cm., ou sur un écran mural (observation collective) pouvant atteindre 1 m. 50 de côté. Dans le premier cas, l'image est visible par transparence (verre dépoli spécial) ; le second agit par réflexion, comme au cinéma.

La tension de filament est de 6,3 volts, sous 0,4 ampère. La tension d'alimentation est de 25.000 volts, comme il a été dit plus haut. Cette tension peut être obtenue assez facilement par l'intermédiaire d'un générateur d'impulsions, suivi d'un redresseur tripleur.

Un dispositif de centrage permet de faire coïncider l'image projetée avec les bords de l'écran.

Ebénisterie.

La souplesse du système à projection permet l'emploi de types d'ébénisterie les plus variés. Comme l'a fait la radio, il est certain que la télévision, dans sa marche constante vers la popularité, passera par divers stades de mode et de style, en ce qui concerne l'ébénisterie. Nul doute que la télévision par projection ne joue un rôle majeur dans cette évolution.

Nous nous bornerons à décrire ici succinctement un dispositif créé par la Maison Philips,

qui semble particulièrement intéressant. Il s'agit d'une console à double usage, c'est-à-dire munie, d'une part, d'un écran escamotable pour la réception normale en ébénisterie, et, d'autre part, d'un agencement permettant de projeter l'image sur un écran mural de cinéma d'amateur.

Cette ébénisterie peut-être équipée de galets de roulement permettant sa mise en place rapide à l'endroit désiré de la salle où on

parleur ; puis, au-dessus, les boutons de commande du récepteur, et enfin, à la partie supérieure, l'écran normal d'ébénisterie, mis en place pour la réception individuelle.

La fig. 96 (II) reproduit le même récepteur disposé pour la projection à distance. L'écran d'ébénisterie a été remplacé sous le couvercle et le faisceau lumineux est dirigé vers l'écran mural du cinéma d'amateur, placé à une distance convenable.

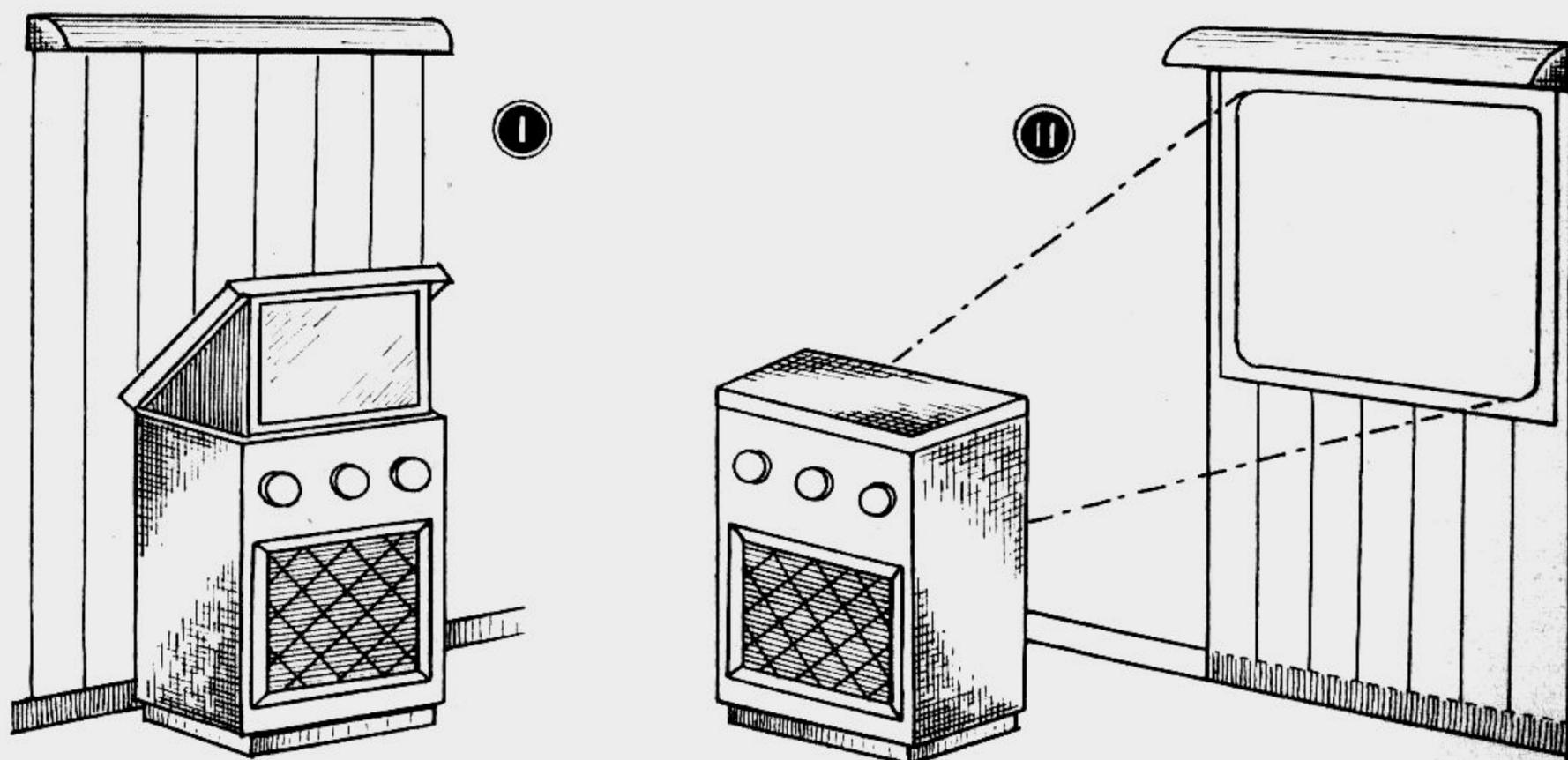


Fig. 96

Téléviseur à projection Philips (double utilisation).

- I. — Réception individuelle sur écran d'ébénisterie escamotable.
 II. — Réception pour groupe de personnes sur grand écran mural.

l'utilise. Le changement d'écran se fait très facilement en escamotant l'écran normal de l'ébénisterie, que se replie dans celle-ci, et en déplaçant le meuble pour le mettre à l'emplacement voulu en vue de la projection sur le grand écran mural.

La fig. 96 (I) représente la console disposée pour la vision sur l'écran normal du meuble. On distingue, au bas, l'emplacement du haut-

Voici, d'autre part, quelques précisions sur la disposition des organes à l'intérieur de cette console à deux utilisations. Le récepteur proprement dit se trouve à la partie supérieure, à hauteur des boutons de réglage visibles à la fig. 96. Au-dessous est fixé le haut-parleur, correspondant à la partie hachurée de cette même figure.

Sur le fond du meuble sont fixés les organes d'alimentation et les bases de temps. Le centre

du meuble (derrière le haut-parleur) est occupé par la boîte de projection. On se rend compte, par l'examen des deux croquis précédents que le parcours du faisceau lumineux n'est pas le même dans les deux genres de projection. Aussi

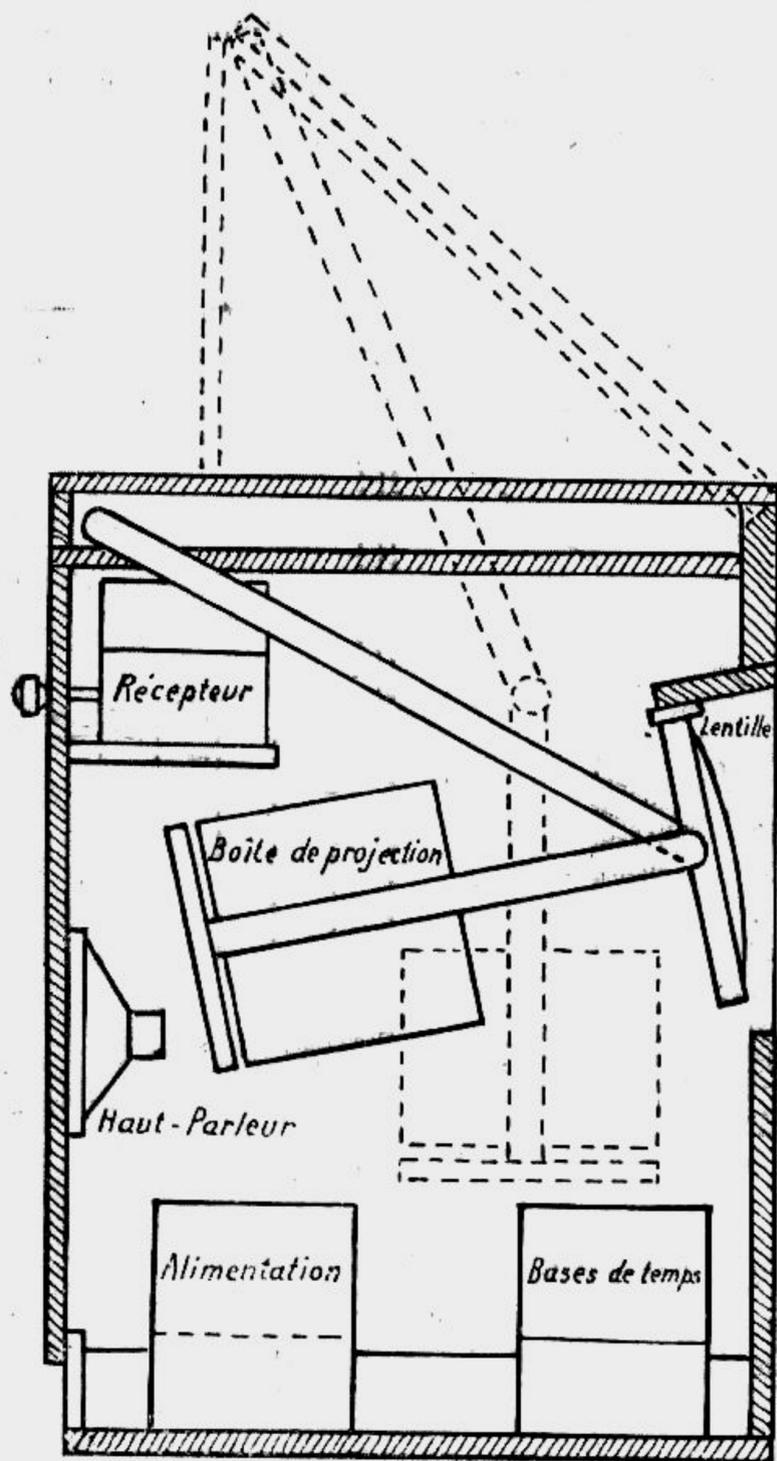


Fig. 97

Coupe de la consolette à deux usages.
Les traits pleins indiquent la position pour projeter l'image sur le grand écran mural

cette boîte est-elle mobile. Lorsqu'il s'agit d'une réception individuelle, elle projette les rayons vers la partie supérieure de l'appareil et illumine l'écran d'ébénisterie placé dans la

position indiquée par la fig. 96-I. Si l'on désire une projection collective, l'escamotage du petit écran (replié sous le couvercle) fait basculer la boîte de projection, qui se braque vers le fond de la consolette, en direction d'une lentille, dont la fonction est de diriger le faisceau lumineux vers l'écran mural. Le changement est donc effectué très rapidement, à l'aide d'une simple manœuvre.

Télécinéma.

La télévision et le cinéma, utilisant tous deux comme point de départ l'image optique d'une scène, il vient naturellement à l'esprit d'établir une coordination entre les deux procédés. C'est ce qu'ont fait les techniciens.

Le film tend de plus en plus à devenir un auxiliaire intéressant pour la vision à distance et il présente cet avantage précieux de permettre l'enregistrement des scènes, et de les passer ultérieurement en télévision, avec l'enregistrement sonore correspondant.

Les efforts des chercheurs ont tendu, dans ces dernières années, vers la standardisation (identité) des deux optiques, ce qui permet au metteur en scène de cinéma, de passer instantanément à la télévision.

Mais, dira-t-on, cette transmission par télécinéma n'est pas de la télévision, car elle n'est pas « immédiate », et le spectateur, toujours exigeant, désire voir la scène au moment même de sa captation. Cette objection aurait été fondée il y a quelques années ; mais elle n'a plus sa raison d'être de nos jours, car le développement de la pellicule, la fixation, le séchage se succèdent avec une telle rapidité que le décalage n'atteint pas une minute. On peut donc dire que la transmission est pratiquement instantanée.

Cet écart insignifiant n'enlève, comme on

le voit, aucun intérêt à celle-ci, et l'enregistrement des scènes présente cet avantage intéressant de permettre une présentation ultérieure des sujets télévisés. La radio, elle aussi, enregistre sur disques la plupart des manifestations qui se déroulent devant le microphone. Cette constitution d'archives est un précieux appoint pour l'évolution et la documentation scientifiques.

Nous n'entrerons pas dans le détail de l'enregistrement et de l'analyse, car le premier relève du cinéma et la seconde s'effectue comme il a été dit au chapitre de la prise de vues : aux lieu et place de la scène, le film est projeté sur la mosaïque photo-sensible de la caméra.

L'enregistrement sonore occupe le bord du film, comme dans le cinéma parlant. Il actionne une cellule photo-électrique dont le courant de sortie est dirigé vers un amplificateur à basse fréquence.

Télévision en couleurs.

Déjà très intéressante par elle-même, la Télévision acquiert un attrait supplémentaire par la couleur, qui rapproche l'image de la réalité. Bien que ce perfectionnement ne soit pas encore complètement au point, on peut dire qu'il est basé sur un procédé à peu près semblable à celui de la « trichromie » en imprimerie... et au cinéma.

On sait que pour obtenir une gravure en couleurs, on imprime trois images, ou mieux trois parties de l'image ayant chacune l'une des teintes fondamentales : jaune (ou vert), rouge et bleu. Ces trois teintes, convenablement superposées, donnent l'illusion du coloris naturel, leur fusion créant les couleurs complémentaires, par exemple « violet » avec rouge et bleu, « orangé » avec jaune et rouge, « vert » avec jaune et bleu.

Il en est de même en télévision. L'appareil de prise de vue doit fournir trois images différentes ayant chacune l'une des teintes fondamentales indiquées ci-dessus. A la réception, ces trois images sont superposées, soit simultanément, soit alternativement ; dans ce dernier cas, la persistance rétinienne, dont nous avons parlé dans la première causerie, donne l'illusion d'une image unique colorée.

Le principe paraît simple, mais la réalisation présente de nombreuses difficultés. Il faut disposer de trois caméras, ou tout au moins d'un dispositif équipé de trois systèmes d'écrans. Le même élément d'image fait donc l'objet de trois transmissions successives (une de chaque couleur). Mais cette obligation entraîne une largeur de bande triple, et l'on sait quels problèmes a déjà posés la bande passante simple ! Si l'on veut conserver la même largeur de bande, il faut réduire au tiers le nombre d'images à transmettre par seconde ; alors le scintillement apparaît et interdit cette méthode pour la transmission des sujets à mouvements accélérés.

D'autre part, la luminosité est moindre, et l'emploi (pour certains systèmes) de disques trichromes tournants fait réapparaître les inconvénients des organes mécaniques.

La mise au point de la télévision en couleurs ouvre donc un vaste champ aux recherches des techniciens. Des résultats intéressants ont déjà été réalisés dans ce domaine.

Télévision en relief.

Le relief est de nature à ajouter un puissant intérêt à la Télévision. Les initiés savent que la sensation du relief est donnée par la vision binoculaire (des deux yeux). Les images d'un même objet fournies par les deux yeux ne sont pas identiques. Examinons une petite caissette cubique ou rectangulaire disposée obliquement,

c'est-à-dire vue d'angle : les côtés de la caissette ne nous apparaissent pas avec la même perspective. De même, nous plaçant près d'un arbre, comme point de repère, regardons un paysage œil par œil, le regard rasant l'arbre : un objet éloigné, un clocher ou une maison, par exemple, nous apparaissent à un écartement différent dudit arbre (gravure ci-dessous).

Le cerveau fait la superposition des deux images vues sous un angle différent et nous donne l'impression de forme, de position et de distance, en un mot de relief.

Artificiellement cette sensation est retrouvée dans la stéréoscopie : deux photographies du sujet sont prises par un appareil à deux objectifs ayant l'écartement normal des yeux : les

épreuves sont placées côte à côte dans un stéréoscope et disposées de telle sorte que chaque œil ne voie que son image : la vision confondue donne la sensation du relief.

En télévision, deux caméras, disposées comme il vient d'être dit, prennent chacune 25 images par seconde. A la réception, ces images sont projetées sur l'écran ; le spectateur les observe, soit avec une jumelle spéciale, soit avec une paire de lunettes à verres bicolores (si les images sont de teintes différentes), chaque œil ne voyant que l'image correspondante. Les deux vues se fusionnent et le relief apparaît.

Un procédé identique, dit des « anaglyphes », avait été mis au point pour le cinéma, par M. Louis Lumière.



16. RÉCEPTEURS COMMERCIAUX

Quelques bonnes réalisations

L'étude d'un schéma-type, qui a fait l'objet du chapitre précédent, peut être utilement complétée par la technique succincte des réalisations commerciales particulièrement recommandables. Nous décrivons donc ci-après, comme nous l'avons fait pour l'émission, les productions d'un certain nombre de constructeurs, qui ont mis au point d'excellents appareils et contribué ainsi à l'essor et à la vulgarisation de la télévision française.

Société Philips

Nous avons dit précédemment que la Société Philips a apporté une large contribution aux progrès de la télévision, tant pour l'émission que pour la réception. Son matériel expérimental d'analyse a été décrit au chapitre 7.

Les téléviseurs comportent à la fois des appareils à vision directe (sur écran d'ébénisterie) et des récepteurs avec grand écran mural. La technique de ces derniers a été exposée dans un chapitre précédent.

Le type 390 A est un superhétérodyne de table de dimensions réduites. L'image de 22 cm. de diagonale est stable, bien contrastée. C'est l'appareil familial par excellence. Dimensions : $50 \times 44 \times 29$ cm.

Le téléviseur 402 A, présenté dans un luxueux coffret, permet d'obtenir une belle image de 31 centimètres de diagonale. Dimensions : $55 \times 48 \times 53$ cm. Poids 29 kgs.

Le modèle 502 A est également du type super, avec image de 31 cm. Meuble genre console monté sur roulettes. Deux volets mobiles protègent l'écran quand l'appareil n'est pas utilisé. Dimensions : $45 \times 52 \times 89$ (hauteur) cm. Poids : 32 kgs.

La fig. 99 représente le type 390 A. Le bouton de gauche joue le rôle d'interrupteur et

règle la puissance sonore. Le second (concentration) permet d'ajuster la finesse et la netteté de l'image. Le troisième commande la polarisation de l'étage HF et des deux étages MF : il agit donc à la fois sur la sensibilité du son et de l'image. Le dernier (à droite) permet de régler l'éclairement total de l'écran.

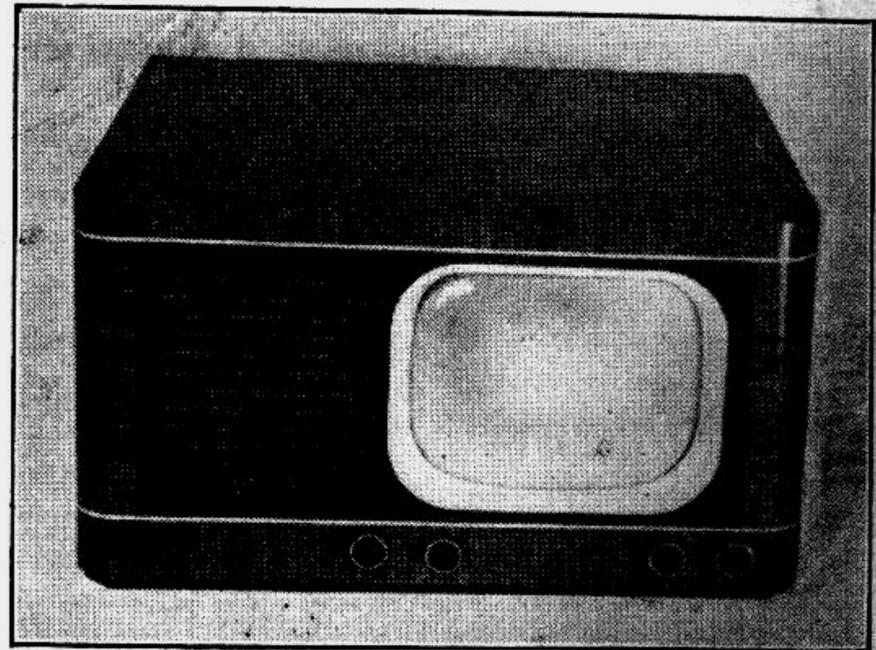


Photo Philips

Fig. 99

Récepteur Philips 390 A (type réduit).

L'antenne doublet est préconisée par la Maison pour tous les récepteurs Philips : doublet simple ou avec réflecteur, selon la distance de réception.

La tension nominale d'alimentation est de 115 ou 230 volts alternatifs.

La Radio-Industrie

Le récepteur R.I. 125, construit en grande série par la Radio-Industrie, est d'une conception et d'une réalisation parfaites : il est le modèle type de la technique à haute définition. Les perfectionnements dont il est l'objet et notamment son excellente sensibilité permettent de recevoir dans les meilleures conditions les images diffusées par la Tour Eiffel, Lille et Lyon. Il ne peut se démoder

Composition du jeu de lampes (17 lampes plus 5 valves) : HF, osc. 3 MF, détectrice et 2 vidéo (vision) ; MF, détectrice/BF et BF (son) ; 2 lampes synchronisation ; multivibrateur ; ampli image ; blocking ; lampli ligne ; amortissement ; valve alimentation ; très haute tension.

Caractéristiques. — Puissance d'alimentation : 230 watts. — Réseaux : 50 périodes : 110-125-145-225 et 245 volts. — Bande passante : 10 mégacycles. — Distorsion inférieure à 10 %. — Sensibilité du récepteur son : 60 microvolts pour 50 milliwatts. — Puissance maximum : 3 watts. — Liaison d'antenne par câble coaxial asymétrique 150 ohms.

Dimensions du châssis : 395 mm. (haut.). — 550 mm. (largeur) et 425 mm. (profondeur). — Poids du châssis : 29 kgs. — Ebénisterie standard : noyer verni.

Cie Thomson-Houston

Le récepteur Thomson, type 1387, est destiné à recevoir les émissions actuelles de la Tour Eiffel sur 450/455 lignes, à trames entrelacées.

Il se compose d'un récepteur d'image et d'un récepteur de son montés sur le même châssis dénommé châssis central ; des dispo-

sitifs de balayage de lignes et de balayages d'images, disposés de part et d'autre de ce châssis.

A la partie inférieure du meuble se trouve le châssis d'alimentation des trois ensembles ci-dessus, et le haut-parleur, situé sur le panneau avant.

A la partie supérieure est fixé le tube cathodique, ainsi que son alimentation en très haute tension, incluse dans un bloc séparé.

L'étage amplificateur HF et le changement de fréquence sont communs aux récepteurs « vision » et « son ». Les signaux sont émis respectivement sur une fréquence de 46 Mc/s. pour l'image, et de 42 Mc/s. pour le son. Il suffit ensuite de décaler de 4 mégacycles les circuits amplificateurs MF pour recueillir les deux canaux image et son.

L'oscillatrice est une triode réglée sur la fréquence de 33,5 Mc. Le battement avec les fréquences des ondes porteuses donne donc des fréquences intermédiaires de 12,5 et 8,5 Mc/s.

La largeur de bande est assurée, au circuit d'entrée HF, par amortissement du circuit d'anode (circuit accordé du type « bouchon »).

Le récepteur vision comprend une lampe HF (EF50), une changeuse de fréquence (6E8), 3 MF (EF50), une détectrice (6H6), une amplificatrice vidéo. Viennent ensuite trois lampes 6J7 de séparation des signaux de synchronisation, les dispositifs de balayage image (6J7 et 6M6) et de balayage de ligne (6J7 et 25T3G).

La très haute tension est munie d'une 4654 et d'une 879. L'alimentation vision est assurée par deux valves 1883.

Le récepteur « son » est constitué par une moyenne fréquence (6M7), une détectrice (6H8), une basse fréquence avec valve EZ4. Dispositifs de sécurité par fusible.

La mise en fonctionnement de ce récepteur a été simplifiée au maximum et s'effectue par quatre boutons (mise sous tension récepteurs son et image, mise au point de l'image, et luminosité de celle-ci).

Ribet et Desjardins

Le téléviseur « Unic-Télévision », construit par les Etablissements Ribet et Desjardins, est à amplification directe. Il utilise un tube cathodique de 22 cm. donnant une image format cinéma (rapport 4/3). Ce tube, alimenté sous 7.000 volts, donne une image parfaitement stable, brillante et contrastée.

réception partout où le niveau de l'émission domine celui des parasites avec antenne bien dégagée.

Quatre réglages simples sont à la disposition de l'utilisateur. — 1. Volume du son. — 2. Luminosité. — 3. Concentration (finesse maximum de l'image). — 4. Contraste de l'image.

En outre, des réglages semi-fixes sont accessibles sur le panneau arrière : synchronisation

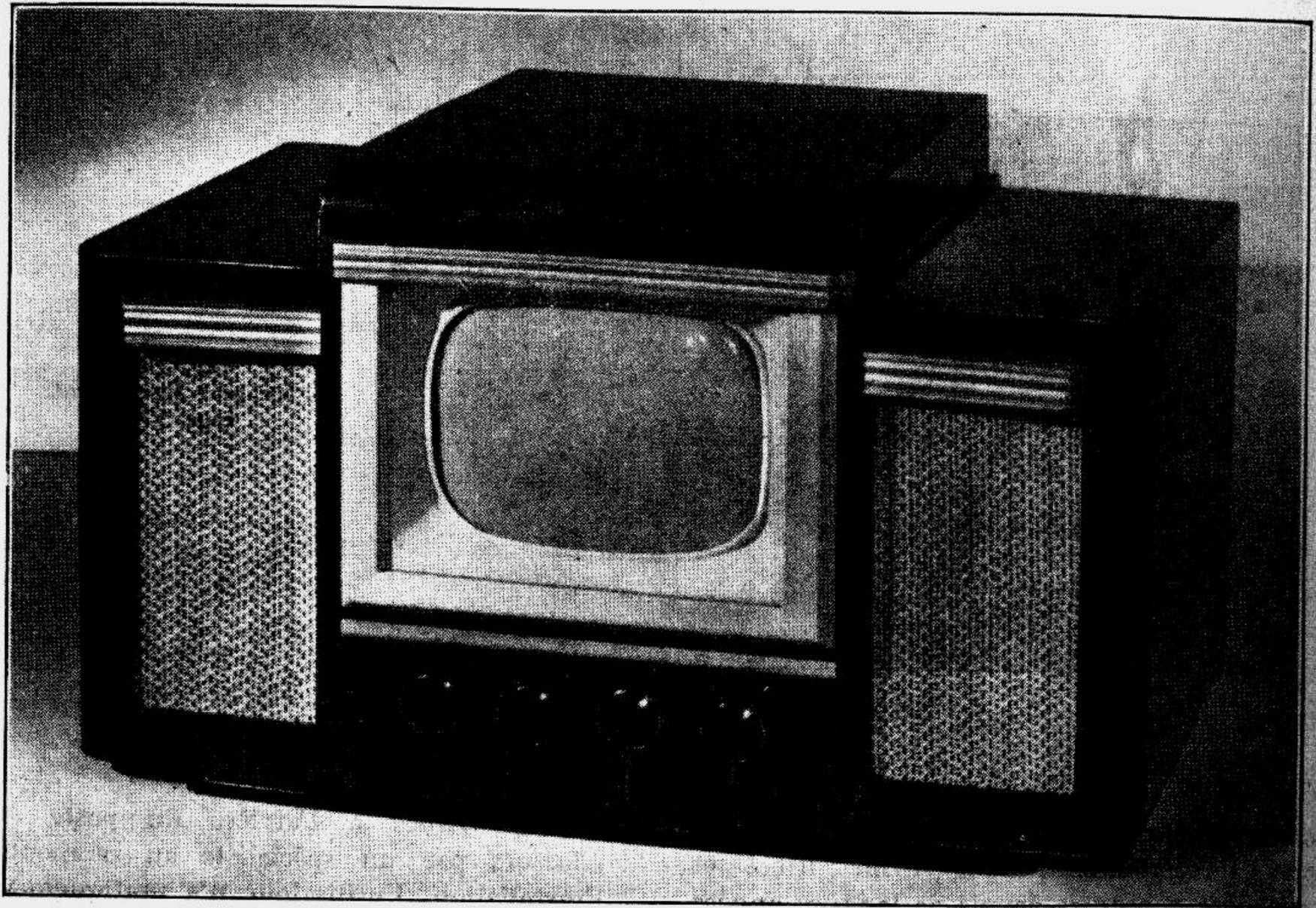


Photo Ribet-Desjardins

Fig. 100
Téléviseur « Unic-Télévision » des Els. Ribet et Desjardins.

Son fonctionnement sur bande latérale unique permet d'obtenir une bande passante de 3,5 Mc. correspondant au maximum de définition du standard. Ses trois étages HF donnent la possibilité d'obtenir une bonne

lignes et images, amplitude lignes et images. Ces réglages sont faits une fois pour toutes par l'installateur au moment de la mise en place de l'appareil sur des secteurs d'alimentation de 110, 125, 220 et 240 volts (fig. 100).

A Paris et dans la banlieue proche, une antenne intérieure peut, dans beaucoup de cas, assurer une excellente réception.

Cette antenne simple sera composée de deux tiges de laiton ou d'aluminium de 1 m. 60 chacune, en barre ou en tube de 6 à 20 mm. de diamètre. Elles seront disposées bout à bout, mais isolées entre elles et aux extrémités.

Mais pour une émission éloignée, il faut recourir aux modèles d'antennes aériennes classiques : à doublet avec réflecteur, par exemple.

Société Grammont

La Société des Téléphones Grammont a étudié et réalisé un téléviseur capable de recevoir avec une grande simplicité de manœuvre les émissions de la Tour Eiffel sur les fréquences de 46 Mc/s. pour l'image et 42 Mc/s. pour le son, avec une définition de 441 lignes.

Les réglages préliminaires au moyen de

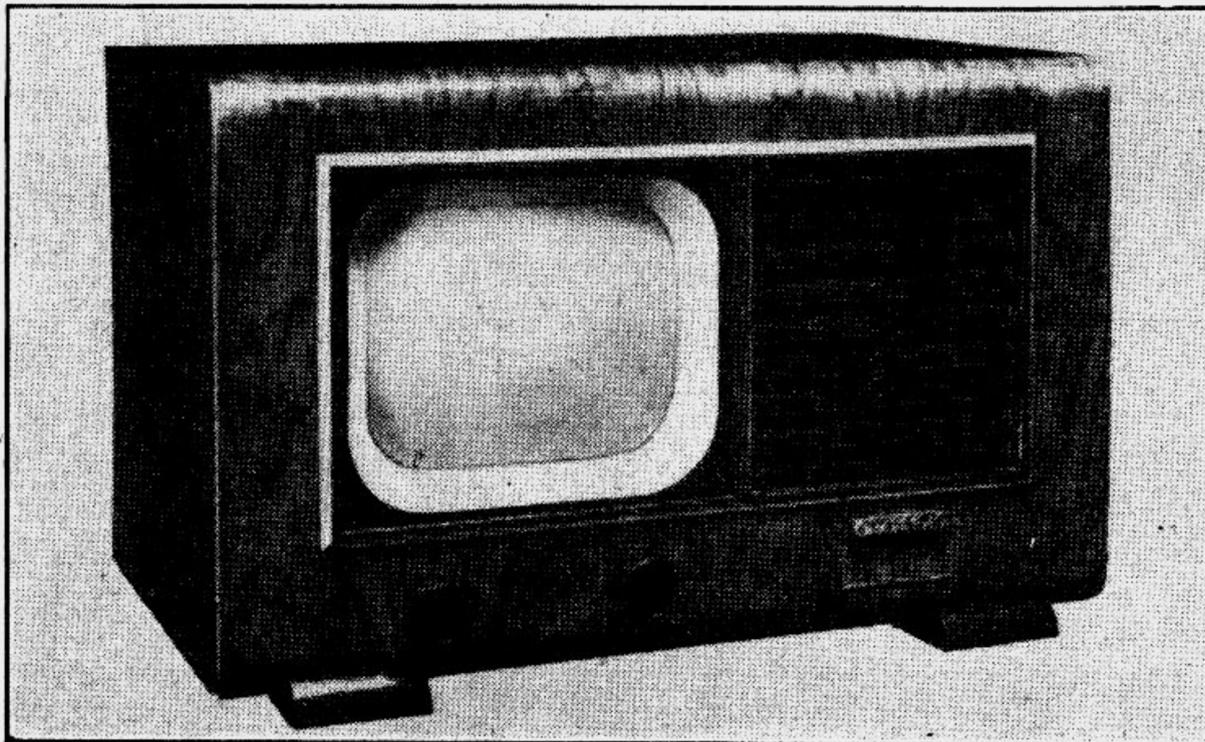


Fig. 101
Récepteur Grammont
type 178.

Photo Grammont.

Le récepteur Unic-Télévision a bénéficié de toute l'expérience que la firme Ribet et Desjardins a acquise depuis de longues années et qui est un garant de la qualité et du rendement de cet appareil, dont les caractéristiques dominantes sont :

- une finesse poussée de l'image ;
- un réglage facile ;
- une installation souvent peu onéreuse ;
- une consommation réduite (150 watts) ;
- une construction soignée et robuste ;
- enfin un prix de vente très raisonnable.

boutons situés à l'arrière du poste étant effectués par un spécialiste au moment de l'installation, l'utilisateur n'a pratiquement à agir que sur les deux boutons « luminosité » (à gauche) et « puissance du son », représentés à la fig. 101.

Du fait de sa grande sensibilité, ce récepteur peut donner des résultats convenables avec une antenne intérieure. Mais il y a intérêt, même à proximité de l'émetteur, d'installer une bonne antenne située le plus

haut possible au-dessus des toits, en particulier, pour éliminer les parasites dus aux installations électriques, ainsi que les réflexions dues à des obstacles (murs, etc.) susceptibles d'altérer la qualité de l'image.

Ce poste est destiné à fonctionner sur secteur de 100 à 130 volts alternatifs, 50 périodes. La consommation est de 200 watts.

Pathé-Marconi

Les Etablissements Pathé-Marconi, possesseurs de la marque bien connue « La voix de son Maître », construisent actuellement les téléviseurs T.49 — T.50 — T.501 et T.150.

Voici quelques indications générales sur les modèles T.50 et T.501.

Ces appareils sont à amplification directe, accordés pour recevoir les émissions à moyenne définition de la Tour Eiffel : fréquence porteuse vision : 46 Mc/s.; fréquence son : 42 Mc/s.

La tension d'alimentation est comprise entre 100 et 140 volts ou 200 et 250 volts.

La bande passante vision est à bande latérale unique de 3,25 mégacycles.

A titre documentaire, voici la liste des lampes utilisées : trois HF vision (EF42) ; détection-vidéo-fréquence (EB41) ; vidéo-fréquence (EF42) ; séparatrice (6AU6) ; blocking-oscillator ligne (6AU6) ; étage de puissance ligne (EL38) ; diode de récupération (UY42) ; valve THT (EY51) ; blocking-oscillator image (6AU6) ; étage de puissance image (EL41).

Pour le son : deux étages HF (EF42) ; 1^{er} étage BF (EAF42) ; 2^o étage BF (EL41) ; valve (5Y3 GB). — Valve GZ40.

Tube cathodique : MW 31,14.

Dimensions pour le T.50 : 48 (haut) — 55 (larg.) et 48 (prof.). — Pour le T.501 : 100 cm. (haut) — 55 (larg.) et 50 (prof.).

Télévision R. Laurent

La Maison R. Laurent symbolise l'artisanat dans la construction des téléviseurs. Elle réalise actuellement deux appareils simples, de fonctionnement sûr et impeccable : le TV11, à écran blanc, qui n'a pas le « son » incorporé, mais avec possibilité de l'y adjoindre, et le TV18, également à écran blanc, image et son.

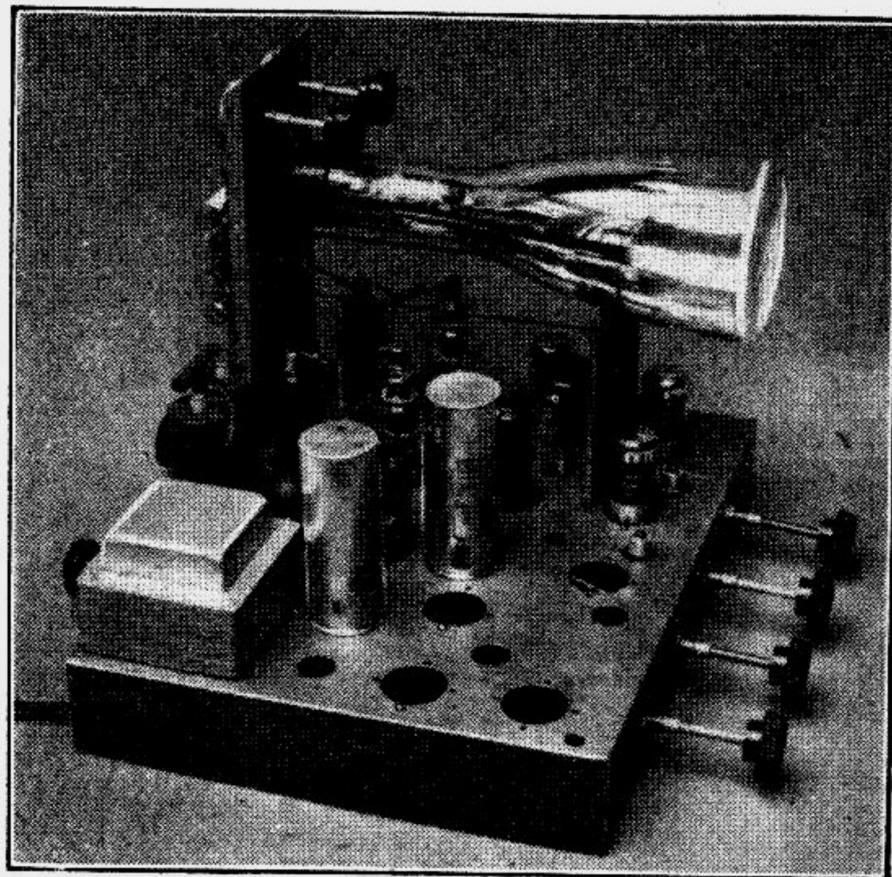


Photo Laurent

Fig. 102
Châssis du téléviseur primitif R. Laurent.

Nous n'avons pas à présenter cette firme, puisque le récepteur TV18, décrit dans tous ses détails au chapitre 14, a été conçu, réalisé et mis au point par elle. Aussi, nous n'y reviendrons pas ici. Nous avons voulu néanmoins reproduire ci-dessus le châssis de son premier appareil, dont le prix était de 18.000 frs tout compris à l'époque, bien qu'il ne présente qu'un intérêt rétrospectif, car il a fait la joie de bien des amateurs et de bien des familles. Le schéma de principe est d'ailleurs resté le même, car M. Laurent a réalisé

ce tour de force de construire un récepteur dont la technique autorise tous les standards, passés, présents et futurs.

Son cathodique, en effet, à déviation statique, est capable de transmettre toutes les impulsions soit 405, 441, 625, 819 lignes et plus, sans modification de base.

Les téléviseurs précités peuvent être réalisés sans difficulté par un amateur, même sans instruments de mesure. Toutes les valeurs ont été minutieusement étudiées. En s'y conformant scrupuleusement, l'appareil doit fonctionner au premier essai.

*
**

Nous aurions pu ajouter d'autres Maisons à la liste qui précède, car un certain nombre de firmes de radio ont étendu leurs construc-

tions à la Télévision ; par exemple, Emy-Radio, avec son excellent « Emyvisor 40 » ; Radio-Hôtel-de-Ville, exploitant un montage de la Société Télévisor (en pièces détachées) ; Central-Radio ; Le Matériel Simplex ; Radio-Toucour ; Radio-Source ; Le Comptoir radio-phonique ; Au pigeon Voyageur, auxquels il convient d'ajouter « La Télévision Industrielle », qui joint à la construction des téléviseurs celles d'un oscilloscope de mise au point et d'une mire électronique. Nous nous bornons, pour l'instant, à signaler leur collaboration.

Ainsi, techniciens et constructeurs, grandes firmes industrielles et entreprises artisanales ont apporté leur pierre à l'édifice commun.

Leurs efforts ont été couronnés de succès, car, à l'heure actuelle, la télévision française occupe une place d'honneur dans la compétition mondiale.



TABLE DES MATIÈRES

	Pages		Pages
1. — L'œil humain	7	6. — Analyse du sujet	45
<p>Un téléviseur de vieille date. — Description. — Rôle capital de la rétine. — Mécanisme de la vision. — Rôle du cerveau. — La persistance rétinienne.</p>		<p>Mécanisme du balayage. — Tensions en dents de scie. — La synchronisation. — Nature des signaux.</p>	
2. — La cellule photo-électrique	13	7. — Installations nationales	49
<p>Un « œil » auxiliaire. — L'effet photo-électrique. — constitution, fonctionnement et utilisation des cellules.</p>		<p>La Télévision française. — L'émetteur de la Tour Eiffel. — Description technique. — Le nouveau matériel. — Studios. <i>Productions industrielles.</i> — La Radio-Industrie. — Le matériel Philips. — Compagnie Thomson-Houston. — Sadir Carpentier. — Schéma d'un poste émetteur.</p>	
3. — Transmission des photographies	19	8. — La transmission	67
<p><i>Au poste émetteur.</i> — Traducteurs mécaniques et traducteurs photo-électriques. — dispositif optique d'émission. <i>Au poste récepteur.</i> — Traducteurs électro-mécaniques et récepteurs perfectionnés. <i>La synchronisation.</i> — Dispositif par embrayage. — Transmission des signaux.</p>		<p>Ondes de télévision. — Fréquences de modulation. — Bandes latérales. — Longueurs d'ondes. — Champ d'émission. — Transmission du son. — Normes des émissions.</p>	
4. — La télévision	27	9. — Réception	73
<p>Analyse globale. — Analyse par éléments. — Exploration du sujet. — Synthèse du mouvement. — Incursion dans le cinéma. — Vocabulaire.</p>		<p>Opérations successives. — Captation et amplification des ondes. — Traduction courant-lumière. — Reconstitution de l'image. — La synchronisation. — L'alimentation des récepteurs. — Le son. — Plan d'ensemble.</p>	
5. — Emission	35	10. — Traduction courant-lumière...	81
<p>Procédés mécaniques anciens. — Le disque de Nipkow. — Procédés électroniques. — Le canon à électrons. — L'Iconoscope. — Le super-iconoscope. — L'Image-orthicon. — Le Télécinéma.</p>		<p>Procédés anciens. — L'oscillographe cathodique. — Ses éléments. — Son alimentation.</p>	

	Pages		Pages
11. — Reconstitution du sujet	87	14. — Un téléviseur	107
Balayage. — Déviation électrostatique et électromagnétique. — Bases de temps. — Emploi du thyatron.		Description par étage. — Schéma général du téléviseur. — Alimentation. — Valeur des organes. — Réglage. — Culots des lampes.	
12. — La synchronisation	93	15. — Perfectionnements	115
Nature et forme des signaux. — Séparation vision-synchronisation. — Récapitulation : mécanisme de la réception.		Projection sur écran. — Description d'un téléviseur à projection. — Télécinéma. — Télévision en couleurs. — Télévision en relief.	
13. — Etude d'un schéma	99	16. — Récepteurs commerciaux	121
Antenne. — Amplification H.F. — changement de fréquence. — M.F. — Détection. — Vidéo-fréquence. — Autres étages. — Son.		Description des principales marques : Philips ; Radio-Industrie ; Thomson-Houston ; Ribet et Desjardins ; Grammont ; Pathé-Marconi ; R. Laurent ; etc.	

